T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELAZIĞ BÖLGESİNDEKİ GELENEKSEL YAPILARIN DEPREM PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ

TUBA GÖK NAYİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK FAKÜLTESİ MİMARLIK BÖLÜMÜ
YAPI BİLGİSİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
DOÇ. DR. DENİZ GÜNEY

İSTANBUL, 2016

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELAZIĞ BÖLGESİNDEKİ GELENEKSEL YAPILARIN DEPREM PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ

Tuba GÖK NAYİR tarafından hazırlanan tez çalışması 09.05.2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Deniz GÜNEY

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Deniz GÜNEY

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Doç. Dr. Abdurrahman ŞAHİN

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Yrd. Doç. Dr. Yaşar Hanefi GEDİK

İstanbul Teknik Üniversitesi _____

ÖNSÖZ

Bu çalışmada Elazığ İli, ilçe ve köylerinde orta büyüklükteki depremlerde beklenenden daha büyük seviyede yapısal hasarla ve can kaybıyla karşılaşılmış olup, geleneksel yapılarda görülen hasarlarının nedenleri üzerinde durulmuştur. Sonraki aşamada geleneksel konutların depreme dayanıklılığını artırma bağlamında biçimsel ve yapısal önerilerin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Öncelikle yüksek lisans çalışmalarında, bilgi ve deneyimleri ile tez çalışmalarında, bana danışmanlık ederek, beni yönlendiren ve her türlü olanağı sağlayan danışmanım Doç. Dr. Deniz Güney'e sonsuz tesekkür ederim.

Ayrıca gerekli dökümanları, hasar tespit raporlarını, fotoğrafları, sağlamamda ve yerinde inceleme yapmamda yarımcı olan Elazığ İl Afet ve Acil Durum Müdürü İhsan Görgöz'e ve çalışanlarına, konu ile ilgili kitaplarını ve makalelerini gönderip kaynak sağlamamda yardımcı olan İnş. Yük. Müh. Nejat Bayülke'ye teşekkür ederim.

Mayıs, 2016

Tuba GÖK NAYİR

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ....viii

KISALTMA LİSTESİ....ix

ŞEKİL LİSTESİ....ix

ÇİZELGE LİSTESİ....xiv

ÖZET....xv

ABSTRACT....xvii

BÖLÜM 1

GİRİŞ....1

1.1 Literatür Özeti....1
1.2 Tezin Amacı....2
1.3 Hipotez....3

BÖLÜM 2

GELENEKSEL YAPI TİPLERİ VE ÖZELLİKLERİ....5

2.1 Ülkemizde Yaygın Olarak Kullanılan Geleneksel Yapı Tipleri....5
2.1.1 Taş Duvar Kâgir Yapılar....7
2.1.1.1 Moloz Taş Duvar Kâgir Yapılar....10
2.1.1.2 Kesme Taş Duvar Kâgir Yapılar....15
2.1.2 Tuğla Duvarlı Kâgir Yapılar....15
2.1.2.1 Harman Tuğlası....18
2.1.2.2 Fabrika Tuğlası....20
2.1.3 Briket Duvarlı Kâgir Yapılar....21
2.1.4 Kerpiç Duvarlı Kâgir Yapılar....25
2.2 Bölgedeki Geleneksel Yapı Tipleri ve Özellikleri....30
2.2.1 Taş Duvarlı Yapılar....33
2.2.2 Tuğla Duvarlı Yapılar....37
2.2.3 Kerpiç Duvarlı Yapılar....40

BÖLÜM 3

DEPREM VE GELENEKSEL YAPILARA ETKİSİ 44

3.1 Deprem 46
3.1.1 Türkiyedeki Deprem Kuşağı 47
3.2 Depremin Geleneksel Yapı Davranışına Etkisi 49
3.2.1 Geleneksel Yapıların Deprem Hasar Düzeyleri 52
3.2.1.1 Geleneksel Yapılarda Hasar Oluşum Nedenleri 52
3.2.1.2 Hasarsız Yapılar 57
3.2.1.3 Az Hasarlı Yapılar 57
3.2.1.4 Orta Hasarlı Yapılar 58
3.2.1.5 Ağır Hasarlı Yapılar 59
3.2.1.1 Yıkılmış Yapılar 60s

BÖLÜM 4

ELAZIĞ BÖLGESİNİN DEPREMSELLİĞİ VE SOSYO EKONOMİK YAPISI

4.1 Bölgenin Genel Jeolojisi 62
4.2 Bölgenin Sismik Özellikleri 63
4.2.1 Bölgenin Sismotektonik Özellikleri 63
4.3 Bölgede Kaydedilmiş Depremler 65
4.4 Elazığ Bölgesindeki Sosyo Ekonomik Yapı 66

BÖLÜM 5

UYGULAMA ÇALIŞMASI 67

5.1 Mevcut Binaların Değerlendirilmesi 70
5.2 Binalardan Bilgi Toplanması 72
5.3 Mevcut Malzeme Dayanımı ve Bölgede Yapılan Analizler 77
5.3.1 Maden İlçesine Bağlı Kartaldere Köyünün Analizleri 77
5.3.1.1 Kartaldere Köyünde Konutların Hasar Dağılımlarına Göre Kat Adedi Dağılımları 78
5.3.1.2 Kartaldere Köyünde Konutların Hasar Dağılımlarına Göre Bina Konum Dağılım Oranları: 79
5.3.1.3 Kartaldere Köyünde Konutların Hasar Dağılımlarına Göre Çatı Tipi Oranları……. 82
5.3.1.4 Kartaldere Köyünde Konutların Hasar Dağılımlarına Göre Hatıl Durumları 84
5.3.1.5 Kartaldere Köyünde Hasarlı Konutlarda Kullanılan Harc Dağılım Yüzdeleri 86
5.3.1.6 Kartaldere Köyünde Konutların Hasar Derecelerine Göre Taşıyıcı Sistem Dağılım Oranları 89
5.3.2 Palu İlçesine Bağlı Beyhan Beldesinin Analizleri 93
5.3.2.1 Beyhan Beldesi(Palu) Konutlarının Kat Adedi Yüzde Oranları 94
5.3.2.2 Beyhan Beldesi(Palu) Konutlarının Hasar Dağılımlarına Göre Kullanılan Harç Yüzde Dağılımları. 94

5.3.2.3 Beyhan Beldesinde Konutların Hasar Derecelerine Göre Kullanılan Hatılların Yüzdeleri 97
5.3.2.4 Beyhan Beldesinin Konutların Hasar Durumlarına Göre Taşıyıcı Sistemlerinin Yüzde Dağılım Oranları 100
5.3.3 Palu Cumhuriyet Mahallesi Analizleri 104
5.3.3.1 Cumhuriyet Mahallesi Hasarlı Konutlarının Kullandıkları Harca Göre Yüzde Oranları 105
5.3.3.2 Cumhuriyet Mahallesinde Hasarlı Konutlarının Kullandıkları Hatıla Göre Analizleri 109
5.3.3.3 Cumhuriyet Mahallesi Depremden Hasar Gören Konutlarının Taşıyıcı Sistem Analizleri 109

BÖLÜM 6

SONUÇ VE ÖNERİLER 111

KAYNAKLAR 122

EK-A

Bölgenin Sismotektonik Özellikleri 126

EK-B

Elazığ Bölgesindeki Sosyo Ekonomik Yapı 127

ÖZGEÇMİŞ 128

SİMGE LİSTESİ

A_0	Tuğlanın basınç uygulanan yüzünün alanı
Deht	Delikli Harman Tuğlası
Doht	Dolu Harman Tuğlası
E	Elastisite modülü
f b	Tuğlanın basınç dayanımı
f_T	Tuğlanın kırılma anındaki gerilmesi
k	Tuğlanın biçim katsayısı
M	Richter Magnitüd Ölçeği
Pk	Kırılma anındaki yük
σ	Serbest basınç dayanımı

KISALTMA LİSTESİ

DAFZ	Doğu Anadolu Fay Zonu
D.B.Y.B.H.Y	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
DDB	Deprem Dairesi Başkanlığı
DİE	Devlet İstatistik Enstitüsü
Eurocode8	Avrupa Şartnameleri ve Standartı
KAFZ	Kuzey Anadolu Fay Zonu
KRDAE	Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü
Lo	Maksimum Şiddet
Ms	Yüzey Dalgası Büyüklüğü
TS 406	Beton bloklar-Briketler-Duvarlar için Türk Standartı
TS704	Harman Tuğlası (Duvarlar İçin) Türk Standartı
TS 2513	Doğal Yapı Taşları Türk Standartı

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2. 1 Tuğla yığma duvar. 6
Şekil 2. 2 Briket yığma duvar 6
Şekil 2. 3 Kerpiç duvar 7
Şekil 2. 4 Taş yığma duvar 7
Şekil 2. 5 Moloz taş duvarlı yığma yapılar 10
Şekil 2. 6 Duvar kesitinde taşların yanlış ve doğru tertip tarzları 12
Şekil 2. 7 Duvar örgüsündeki bağlantı taşlarının iki ayrı usulde cephede dağılışı 13
Şekil 2. 8 Taş duvarda ahşap, tuğla ve betonarme hatlı 13
Şekil 2. 9 Temel kademelerinde taş duvarın iyi ve kötü(fena)tertipleri 14
Şekil 2. 10 Elazığ iline ait moloz taşla yapılmış bir konut örneği 15
Şekil 2. 11 Kesme taş, tuğla, briket ve kerpiç duvarlı yığma yapılar 16
Şekil 2. 12 Eurocode 6'da tanımlanan tuğla tipleri 18
Şekil 2. 13 Harman tuğlası örneği 19
Şekil 2. 14 Briket tuğla örneği 23
Şekil 2. 15 Elazığ İli Maden İlçesi Tekevler Köyü 24
Şekil 2. 16 Elazığ İli Kartaldere Köyü, briket duvarlı konut 24
Şekil 2. 17 Elazığ İli Kartaldere Köyü konut örneği 24
Şekil 2. 18 Kerpicin şekillendirilmesi 29
Şekil 2. 19 Kerpiç imalatı 30
Şekil 2. 20 Elazığ İli Kartaldere Köyünde Kerpiç yapı ürünüyle yapılmış konut 31
Şekil 2. 21 Elazığ İli Karakoçan İlçesi Tarlatepe Cevizdere Mezrası kerpiç bina örneği. 33
Şekil 2. 22 Elazığ İli Palu ilçesi Baltaşı Beldesinde taş duvarlı bina Örneği 33
Şekil 2. 23 Palu İlçesi Baltaşı Beldesinde, zemin kattı taş, birinci kattı ateş tuğla duvar ile yapılmış konut örneği 33
Şekil 2. 24 Bölgede sıkça karşılaşılan yapı tipi 34
Şekil 2. 25 Elazığ İli, Kartaldere Köyünden briket ve kerpicin duvarın kullanıldığı yapı örneği 35
Şekil 2. 26 Elazığ İli Palu İlçesi Baltaşı beldesi karma yapı örneği 35
Şekil 2. 27 Tek katlı, tipik okul binası, Okçular Köyü 37
Şekil 2. 28 Hafif taşlarla inşaa edilmiş, iki katlı konut, Elazığ İli Okçular Köyü 37
Şekil 2. 29 Alt katı ağır dere taşlarıyla, üst katı hafif taşlarla inşa edilmiş, alt katı hayvan barınağı, üst katı konut, Okçular Köyü 38
Şekil 2.30 Ağır dere taşlarıyla inşaa edilmiş, iki katlı konut, Beyhan Beldesi 38

Şekil 2. 31 Ağır dere taşlarıyla inşaa edilmiş konut, Okçular Köyü 38
Şekil 2. 32 Elazığ Karakoçan İlçesinde hafif taşlarla inşaa edilmiş, alt katı hayvan barınağı üst kat konut olarak kullanılan konut örneği 39
Şekil 2. 33 Elazığ Kayaönü Köyü 39
Şekil 2. 34 Boşluklu tuğlalar ile inşaa edilmiş konut örneği, Aşağıkanatlı Köyü 40
Şekil 2. 35 Elazığ Kartaldere Köyü Tuğla Yapı Ürünü Kullanarak Yapılmış Konut 41
Şekil 2. 36 Caminin dış görünümü, İncedal Mezrası 41
Şekil 2. 37 Ateş tuğlalı tek katlı evler, Okçular Köyü 42
Şekil 2. 38 Elazığ Maden Tek Evler Köyü ateş tuğla örneği 42
Şekil 2.39 Elazığ Kovancılar 1975 ateş tuğlası ile yapılan afet konutu örneği 42
Şekil 2. 40 Kerpiç yapı ürünü yaklaşık boyutları 43
Şekil 2. 41 İki katlı kerpiç ev dış görünüşü, Kökan Mezrası 44
Şekil 2. 42 İki katlı kerpiç ev iç görünüm, Kökan Mezrası 44
Şekil 2. 43 İki katlı kerpiç ev, bölgede çok görülmeyen düşey lento uygulaması, Beyhan Beldesi 45
Şekil 2. 44 İki katlı kerpiç ev, bölgede hemen hemen hiç görülmeyen düşey lento uygulaması, Beyhan Beldesi 45
Şekil 3. 1 Yapıların depremdeki davranışlarının şematik açıklanması 47
Şekil 3. 2 Deprem oluşumu ve binaya etkisi 48
Şekil3. 3 Deprem bölgeleri haritası 50
Şekil 3. 4 Türkiyede fay hatları 51
Şekil 3. 5 Yığma yapı sayınsın toplam yapı sayısına oranı haritası 51
Şekil 3. 6 Yığma yapı duvarlarında çatlak oluşumları 54
Şekil 3. 7 Elazığ Gezin, tuğla duvarlı kısmi hatılılı konut 56
Şekil 3. 8 Caminin dış görünümü, İncedal Mezrası 56
Şekil 3. 9 İki katlı kerpiç konut, düşey lento yok yatay hatıllarda da süreklilik yok 56
Şekil 3. 10 Ağır dere taşlarıyla inşaa edilmişkonu, iç görünüm, Beyhan Beldesi 57
Şekil 3. 11 Yığma duvarda oluşan tipik kesme çatlağı 57
Şekil 3. 12 Elazığ Tarlatepe Cevizdere Mezrası 59
Şekil 3. 13 Hafif Hasarlı Yapılar 60
Şekil 3. 14 Hafif hasarlı konut örneği 60
Şekil 3. 15 Orta hasarlı yapılar 61
Şekil 3. 16 Taş binada üst kat duvarında meydana gelen kenar açılması 62
Şekil 3. 17 Ağır hasarlı yapılar 62
Şekil 3. 18 Ağır hasarlı yapı örneği 63
Şekil 3. 19 Elazığ 2010 depreminde yıkılmış konut örneği 63
Şekil 4. 1 Bölgenin Jeoloji Haritası 64
Şekil 4. 2 Doğu Anadolu Fay Zonu'nun ana segmentleri ve 1822-1971 tarihleri arasında büyük depremlerde gelişmiş yüzey kırıkları ile 8 Mart 2010 depremini gösterir harita 65
Şekil 4. 3 Türkiye Diri Fay Haritası 66
Şekil 4. 4 Elazığ 2010 depreminde yıkılmış konut 67
Şekil 5. 1 Bina hatıl durumu 75
Şekil 5. 2 Çatı tipi 76
Şekil 5. 3 Kartaldere köyü hasar dağılım grafiği 79
Şekil 5. 4 Kartaldere köyünde incelene konutların kat adedine göre yüzde dağılımı 80

Şekil 5. 5 Ağır hasarlı konutların kat adedine göre yüzde dağılımları 80
Şekil 5. 6 Az hasarlı konutların kat adedine göre yüzde dağılımları 81
Şekil 5. 7 Hasarsız konutların kat adedine göre yüzde dağılımları 81
Şekil 5. 8 Hasarsız konutların bina konumuna göre dağılım oranları 82
Şekil 5. 9 Az Hasarlı konutların bina konumuna göre dağılım oranları 82
Şekil 5. 10 Orta hasarlı konutların bina konumuna göre dağılım oranları 83
Şekil 5.11 Kartaldere Köyüne ait bitişik nizam karma bir yapı örnekleri 83
Şekil 5.12 Hasarsız konutların çatı tipleri dağılım oranları 84
Şekil 5.13 Az hasarlı konutların çatı tipleri dağılımları 85
Şekil 5.14 Ağır hasarlı konutların çatı tipleri dağılımları 85
Şekil 5.15 Kartaldere Köyünde galvanizli saç çatı örneği 86
Şekil 5.16 Hasarsız konutların hatıl durumlarına göre dağılım oranları 87
Şekil 5.17 Az hasarlı konutların hatıl durumlarına göre dağılım oranları 87
Şekil 5.18 Ağır hasarlı konutların hatıl durumlarına göre yüzde dağılım oranları 88
Şekil 5.19 Kartaldere Köyü, kapı pencere üstü kısmii hatıl 88
Şekil 5.20 Hasarsız konutlarda kullanılan harcın dağılım oranları 89
Şekil 5.21 Az hasarlı konutlarda kullanılan harcın dağılım oranları 90
Şekil 5.22 Ağır hasarlı Konutlarda Kullanılan Harcın Dağılım Oranları 90
Şekil 5.23 Kartaldere Köyünde çamur harç kullanılmış konut örneği 91
Şekil 5.24 Kartaldere Köyünün taşıyıcı sistem dağılımları 92
Şekil 5.25 Hasarsız konutların taşıyıcı sistem dağılımları 92
Şekil 5.26 Az hasarlı konutların taşıyıcı sistem dağılımları 93
Şekil 5.27 Ağır hasarlı konutların taşıyıcı sistem dağılımları 93
Şekil 5.28 Kartaldere Köyü Konut Örneği 94
Şekil 5.29 Kartaldere Köyünden depremde hasar gören karma konut örneği 95
Şekil 5.30 Kartaldere Köyü depremde hasar gören karma konut örneği 95
Şekil 5.31 Palu İlçesi Beyhan Beldesi hasar dağılım grafiği 96
Şekil 5.32 Kat adetleri yüzde dağılım oranları grafiği 96
Şekil 5.33 Hasarsız konutlarda kullanılan harç oranları 97
Şekil 5.34 Az Hasarlı Konutllarda Kullanılan Harç Oranları 97
Şekil 5.35 Orta hasarlı konutlarda kullanılan harç oranaları 98
Şekil 5.36 Ağır Hasarlı Konutlarda Kullanılan Harç Oranları 98
Şekil 5.37 Yıkık Konutlarda Kullanılan Harç Oranları 98
Şekil 5.38 Palu Bahçelievler Mahallesi hasarlı konut örneği 99
Şekil 5.39 Tepebağı Köyü ve Tarlatepe Çevizdere Mezrası 99
Şekil 5.40 Hasarsız konutlarda kullanılan hatılların yüzdeleri 100
Şekil 5.41 Az hasarlı konutlarda kullanılan hatılların yüzdeleri 100
Şekil 5.42 Orta hasarlı konutlarda kullanılan hatılların yüzdeleri 101
Şekil 5.43 Ağır hasarlı konutlarda kullanılan hatılların yüzdeleri 101
Şekil 5.44 Yıkık konutlarda kullanılan hatılların yüzdeleri 101
Şekil 5.45 Elazığ Sivrice Dedeyolu Köyü depremde hasar gören bir konut örneği 102
Şekil 5.46 Palu Beyhan Beldesi taşıyıcı sistem grafiği 103
Şekil 5.47 Hasarsız Konutların Taşıyıcı Sistem Yüzdeleri 103
Şekil 5.48 Az Hasarlı Konutların Taşıyıcı Sistem Yüzdeleri 104
Şekil 5.49 Orta hasarlı konutların taşıyıcı sistem yüzdeleri 104
Şekil 5.50 Ağır hasarlı konutların taşıyıcı sistem yüzdeleri 105

Şekil 5.51 Yıkık konutların taşıyıcı sistem yüzdeleri 105
Şekil 5.52 Palu İlçesi Cumhuriyet Mahallesindeki konutların hasar dağılım oranları 106
Şekil 5.53 Palu İlçesi Cumhuriyet Mahallesindeki konutların kat adedi yüzdeleri..... 106
Şekil 5.54 Hasarsız konutlarda kullanılan harç yüzdeleri 107
Şekil 5.55 Az Hasarlı Konutlarda Kullanılan Harç Yüzdeleri..... 108
Şekil 5.56 Orta Hasarlı Konutlarda Kullanılan Harç Yüzdeleri 108
Şekil 5.57 Ağır Hasarlı Konutlarda Kullanılan Harç Yüzdeleri 108
Şekil 5.58 Hasarsız Konutlarda Kullanılan Hatıl Yüzdeleri 109
Şekil 5.59 Az Hasarlı Konutlarda Kullanılan Hatıl Yüzdeleri..... 109
Şekil 5.60 Orta Hasarlı Konutlarda Kullanılan Hatıl Yüzdeleri 110
Şekil 5.61 Ağır Hasarlı Konutlarda Kullanılan Hatıl Yüzdeleri 110
Şekil 5.62 Hasarsız Konutlarda Kullanılan Taşıyıcı Sistem Yüzdeleri 111
Şekil 5.63 Az Hasarlı Konutlarda Kullanılan Taşıyıcı Sistem Yüzdeleri..... 111
Şekil 5.64 Orta Hasarlı Konutlarda Kullanılan Taşıyıcı Sistem Yüzdeleri 112
Şekil 5.65 Ağır hasarlı konutlarda kullanılan taşıyıcı sistem yüzdeleri 112
Şekil 6. 1 Göçmezler Köyünde bölgede az karşılaşılan çimento harçlı betonarme yatay hatıllı ve döşemeli bina 115
Şekil 6. 2 İncedal mezrası, daha alçak zemin kat, yumuşak kat mekanizması 115
Şekil 6. 3 Bitişik nizam bina örneği, Elazığ 08.03.2010 deprem manzaraları 117
Şekil 6. 4 Bitişik nizam farklı kot ve taşıyıcı sistemde iki bina 118
Şekil 6. 5 Düzlem dışı yıkılma, Okçular Köyü 119
Şekil 6. 6 Elazığ İlinde 23.06.2011'de gerçekleşen depremde hasar görüntüleri 120
Şekil 6. 7 Harcı takip eden geniş çatlaklar, Yukarıdemirci Köyü, Elazığ..... 121
Şekil 6. 8 Okçular Köyü, düzensiz örülmüş taş duvarlı çamur harçlı, ağır hasarlı konut örneği 121
Şekil 6. 9 Okçular Köyü, kerpiç duvarla ve düzensiz taş duvarla örülmüş çamur harçlı depremde ağır hasar almış konut örneği..... 122
Şekil 6. 10 Düzenle dizilmiş taşlardan oluşan, taş duvarlı tek katlı ev, iç duvarlar kerpiç, Tabanözü köyü 122
Şekil 6. 11 Elazığ Bayramyazı Köyü 2012 depreminden hasaralar 123
Şekil A.1 Bölgenin sismoteknik özelliklerini gösteren harita.....126

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2. 1 Doğal yapı taşlarının minimum basınç ve eğilmede çekme dayanımları .. 9
Çizelge 2. 2 Biçim Ve Basınç Dayanımlarına Göre Harman Tuğla Sınıfları..... 19
Çizelge 2. 3 Harman tuğlasının(kil kâgir birimin) boyutları 20
Çizelge 2. 4 Fabrika tuğlasının birim hacim ağırlığı ve basınç dayanımı..... 21
Çizelge 2. 5 Fabrika tuğlasının anma yükseklikleri ve biçim katsayıları..... 22
Çizelge 2. 6 Beton briketlerin boyutları..... 26
Çizelge 2. 7 Beton blok ve briketlerin basınç mukavemetleri 27
Çizelge 2. 8 Kerpiç Malzeme Boyutları 28
Çizelge 2. 9 Kerpiçlerin Sınıflandırılması..... 31
Çizelge 4.1 Elazığ ve Yöresindeki Geçmiş Depremler 68
Çizelge 5.1 Bina Konum Grafiği..... 73
Çizelge 5.2 Binanın taşıyıcı sistem tipi 74
Çizelge 5.3 Hasar tespit formu 77
Çizelge 5.4 Hasar tespit formunun arka yüzündeki açıklamalar 78
Çizelge B.1 DPT tarafından 2004 yılında yapılan "İlçelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması"nda fert başına genel bütçe gelirlerine göre 872 ilçe içerisinde yapılan değerlendirme.....127

ÖZET

ELAZIĞ BÖLGESİNDEKİ GELENEKSEL YAPILARIN DEPREM PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ

Tuba GÖK NAYİR

Yapı Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Deniz GÜNEY

Türkiye'de yaklaşık iki yılda bir can ve mal kaybına neden olan depremler meydana gelmektedir. Bu depremlerin büyüklükleri diğer ülkelerde meydana gelen depremlerin büyüklüklerine oranla küçük olsa bile şiddeti fazla olup daha fazla yapının hasar görmesine ve can kaybına neden olabilmektedir. Bu durumun oluşmasında depremin, yapının ve zeminin özelliklerinin birlikte rolü bulunmaktadır. Bunlardan sadece birini çıkarıp, diğerlerini yok saymak hasarları yorumlamak için yeterli olmaz [1].

Türkiye'nin aktif bir deprem kuşağında bulunması ve mevcut yapı stokunun yetersiz kalması, depremlerde ağır can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Bu kayıplar sadece kentlerde değil, kırsal kesimlerdeki yapılarda da meydana gelmektedir. Türkiye'de nüfusun % 37'sinin (DİE' ye göre) kırsal bölgede yaşadığı bilinmektedir. Kırsal yapılar, sosyo-ekonomik koşullardan dolayı, mühendislik hizmeti görmemiş, geleneksel yöntemlerle inşa edilmiş yapılardır. Kırsal bölgelerde inşa edilmiş ve edilmekte olan yapılar bölgesel ve sosyo-ekonomik sebeplerden dolayı farklılıklar gösterse dahi, taşıyıcı özelliklerine göre ele alındığında çoğunluğu yığma (kâgir) olmak üzere; karkas ve kâgir-karkas, bileşik (melez) yapı sistemlerinden oluşmaktadır [2].

Bu çalışmada, ülkemizdeki yapı stokunun büyük bir kısmını oluşturan mühendislik hizmeti almamış, Elazığ bölgesindeki kırsal yapılar sınıflandırılarak, deprem kuvvetleri etkisinde davranışları, oluşabilecek hasar türleri ve olası depremlerde can ve mal kaybını azaltacak depreme dayanıklı tasarım kuralları konu edilmiştir.

Elazığ, bölge olarak deprem etkisinin sıkça yaşandığı, geleneksel yapı türlerinin mevcut olduğu bir bölgedir. Projenin amacı, çeşitli yapı tiplerine bağlı olarak bu hasarları belirlemek, sınıflandırmak, nedenlerini ortaya koymaktır. Bunun için de 08.03.2010 tarihinde Elazığ'nın Kovancılar İlçesine 6.0 büyüklüğünde ve 23.06.2011 tarihinde Elazığ'nın İçme Beldesinde 5.4 büyüklüğünde gerçekleşen depremde hasar gören yapılar hasar tespit raporlarındaki veriler doğrultusunda grafikler oluşturularak analiz yapılmıştır.

Tez kapsamını; Elazığ ilinin deprem tehlikesi altındaki ilçe ve köylerinde geleneksel nitelikteki yapılar incelenip depreme dayanıklı yapım yöntem ve önerilerinin geliştirilmesi oluşturmaktadır. Bu çalışmanın birinci bölümünde; çalışmaya bir giriş yapılmış ve çalışmada değinilen noktalar özetlenmiştir. İkinci bölümde genel olarak geleneksel yapı tipleri ve özellikleri üzerinde durulmuştur. Üçüncü bölümde genel olarak depremden ve depremin yapılara etkisinden bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde Elazığ bölgesinin depremselliği ve sosyo-ekonomik yapısı üzerinde durulmuştur.

Beşinci bölümde, Elazığ bölgesindeki geleneksel binalar hakkında bilgi toplanıp, malzeme özellikleri, statik ve dinamik davranışları değerlendirilmiş, Microsoft Excel kullanarak grafikler oluşturulmuş ve analizler yapılmıştır. Bu analizlere göre geleneksel tekniklerle inşa edilmiş binaların deprem etkisi karşısında zayıf noktaları belirlenip çözüm önerisi getirilmiştir.

Bu değerlendirmelere bağlı olarak geleneksel yapı tiplerine ne gibi iyileştirmeler yapılabileceğini incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Geleneksel yapılar, Bölgedeki geleneksel yapılar ve deprem davranışları, Grafikler ve analiz

ABSTRACT

ELAZIG REGION OF THE EARTHQUAKE PERFORMANCE OF THE TRADITIONAL BUILDINGS OF THE EXAMINATION

Tuba GÖK NAYİR

Department of Construction

MSc. Thesis

Adviser: Assoc. Prof. Deniz GÜNEY

Nearly in every two years in Turkey, earthquakes can be seen causing life and property loss. Though these are not as destructive as the ones in other countries, more life and more properties are lost in our country. This occurance is due to the earthquake itself, the building and the ground under the building. None of these three factors can be ignored while evaluating the consequences and the losses.

Being placed on an active earthquke line and the insufficient number of strong buildings make the amount of loss bigger . and these losses are not only in the urban areas but also in the countryside. 37 percent of the population of turkey live in the countryside according to the official datas. The buildings in the countryside have not been constructed according to an engineering service, but they have been constructed by traditional ways. Though they have regional and socioeconomic differences in the countryside, most of them can be categorized as masonry, carcass and masonry-carcass models.

In this study, like many buildings which have been constructed without engineering in Turkey, the rural buildings in Elazığ are analyzed on their movement during an earthquake and the cautions to minimize the rate of loss after an earthquke in the region.

Elazığ is a city where the effect of an earthquake is clear and the buildings are constructed by traditional ways. The object of this project is to define, categorize and find the reasons of the disasters in the region. Two seperate earthquakes – one in kovancılar on 08.03.2010 with the magnitudeof 6.0 and the other in içme on 23.06.2011 with the magnitudet of 5.4 – are compared and studied analytically.

The content of the thesis is of analyzing the traditionally-constructed buildings in different parts of Elazığ and giving solutions to minimize the effects of the earthquakes.

The first part of the study is the introduction and main titles are summarized. İn the second part , the traditional types of buildings and their characteristics are analyzed . the third part is about the earthquakes in general and their effects on the buildings. In the fourth part the possibility of experiencing an earthquake in Elazığ and socio-economic status of the city is studied. To analyze a building efficiently, all the information about the building must be gathered corroectly and properly. In the fifth part, some information about the traditional buildings in Elazığ is granted, the types and the features of the construction materials are evaluated and the datas are schematized and analyzed in Microsoft Excell Format. According to these analysis, the weak parts of the traditionally-constructed buildings are exemplified and the necessary advice is given . by these assessments, the question of what kind of improvements can be done will be answered.

Key words: Earthquake, Traditional buildings, Traditional buildings and earthquake effects in Elazığ, Graphics and analys

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

Bu çalışmada geleneksel yapıların yatay yükler altında davranışı konusunda Aslı Köylü, tarafından yapılan ‘’Geleneksel Yapıların Yatay Yükler Etkisinde İncelenmesi’’ konulu tezden faydalanılmıştır. Bu tezde deprem tanıtılmış, depremin binalar üzerindeki etkisi anlatılmış, yapıların depreme karşı performanslarından bahsedilmiştir.

Nejat Bayülke’nin, 1992, 1980, 1978, hazırladığı ‘Yığma Yapılar’’, “Depremler ve Depreme Dayanıklı Yapılar” adlı kitapları yine Bayülke’nin 2001, “Yığma Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi adlı kitaplarından ve yayınlarından faydalanılarak depremden, yığma yapı türlerinden ve deprem davranışlarından bahsedilmiştir. Görün Arun (YTÜ), 2003 tarihinde hazırladığı ‘’Yığma Kagir Yapı Davranışı’’ konulu makalesi, incelenmiştir.

İnşaat Mühendisi İlhami Aytekin, “Donatısız Ve Şarılmış Yığma Yapıların Deprem Davranışlarının İncelenmesi” konulu tezden faydalanılarak deprem ve yapı, yığma yapı malzemeleri ve sınıflandırılmasından bahsedilmiştir.

Uğur Özyurt, “Manisa Yöresindeki Kırsal Yapıların Yapısal Özelliklerinin Ve Deprem Davranışlarının Belirlenmesi”, konulu tezinde; Manisa bölgesinde yer alan yığma yapıların yapısal özelliklerinin incelenmesi, araştırılması, analizi ve uygun güçlendirme önerilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Dilsiz ve Türer (2005), çalışmasında Türkiye’de yığma binalar için depremsel risk haritası oluşturulması üzerinde durmuşlardır. Yığma yapılarda yaşayan nüfusun

yoğunluğu, depremsellik ve tarihçe açılarından tehlikeli iller haritası oluşturulmuştur. Oluşturulan haritanın yığma yapılar için sismik güçlendirme programlarında ve uygulamalarında ele alınmasının uygun olacağını belirtmişlerdir.

Ahmet Budak, Habib Uysal, Abdulkadir Cüneyt Aydın, "Kırsal Yapıların Deprem Karşısındaki Davranışı" bu yazıda kırsal bölgelerde görülen yapılaşma özellikleri, davranışları ve hasar türleri üzerinde durulmuş, bu tür yapıların depreme dayanıklı olarak tasarlanmasına ilişkin esaslar sunulmuştur.

Nevzat Sallıo, 2005, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü "Mevcut Yığma Yapıların Deprem Bakımından İncelenmesi Ve Güçlendirilmesi" adlı tezinde özellikle kırsal alanlarda yoğun olarak üretilen yığma yapılar orta şiddetli depremlerde bile hasar görmekte veya yıkılarak can kayıplarına neden olduğunu, Türkiye'de mevcut yapı stokunun önemli bir bölümünü oluşturan bu yapıların rijitliğinin arttırılması ve duvar kesme dayanımlarının yeterli düzeye çıkarılması için güçlendirme teknikleri öngörmüştür.

İstanbul Teknik Üniversitesi, Deprem Mühendisliği Ve Afet Yönetimi Enstitüsünün 8 Mart 2010 Kovancılar-Elazığ Depremi Ön Mühendislik Raporu, Kandilli Rasathanesi Ve Deprem Araştırma Enstitüsü 08 Mart 2010 Başyurt-Karakoçan (Elazığ), Afet Acil Durum Yönetim Başkanlığı, Deprem Dairesi Başkanlığı,8 Mart 2010 Elazığ Depremleri Değerlendirme raporlarından faydalanılmıştır. Elazığ Afet Acil Durum Müdürlüğündeki dokümanlardan faydalanılmıştır.

1.2 Tezin Amacı

Devlet istatistik Enstitüsü'nün 2000 rakamlarına göre ülkemizdeki yapı stokunun %54 gibi büyük bir kısmı yığma tarzdadır. Bu yapıların birçoğu deprem bakımından risk taşıyıp kırsal kesimde yoğunlaşmakla birlikte, bir bölümü kentsel alanlarda da bulunur. Kaynak ve bilimsel araştırmada; gelişmiş yapıların deprem dayanımı ve sorunları daha çok yer alırken, mühendislik hizmeti görmemiş, kişinin kendisinin ya da ustanın, bölgenin yöresel ürünlerini kullanarak yapmış olduğu geleneksel yapılara ayni derecede değinilememektedir. Bu tezde amaç, Elazığ'ın ilçe ve köylerindeki geleneksel yapı tiplerinin deprem karşısındaki performanslarını ortaya koymak, deprem nedeniyle

hasar gören geleneksel yapıların hasar görme nedenlerini ortaya çıkararak belirlenen zayıf noktaların giderilmesi için yapılması gereken değişiklikleri belirlemektir. Bunun için de Elazığ ilinde, 08.03.2010 ve 23.06.2011 tarihinde meydana gelen depremlerden etkilenen köy ve ilçelerde, Afet Acil Durum Müdürlüğünün hazırladığı hasar tespit raporları kullanarak; binanın teknik özellikleri, yapı tipi bilgileri, fotoğrafları ve hasar durumu bilgileri doğrultusunda analizler yapılıp grafikler oluşturulmuştur.

1.3 Hipotez

Ülkemizdeki kırsal yığma yapıların fazlalığından dolayı, bu yapıların depreme karşı davranışlarının bilinmesi ve depreme karşı korunması gerekmektedir. Örneğin incelemiş olduğumuz Elazığ ili Kovancılar ilçesinde 8 Mart 2010 tarihinde, Başbakanlık Afet ve Acil Durum Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı tarafından M_L=5.8 değerlerinde meydana gelen orta büyüklükteki depremden etkilenen 233 yerleşme biriminde 42 kişi hayatını kaybetmiş, 137 kişi yaralanmış ve 4000 üzerinde meskende ağır hasarlar oluşmuştur. 8 Mart 2010'da ve 23 Haziran 2011'de meydana gelen iki depremde, özellikle kırsal alandaki geleneksel yöntemlerle inşa edilmiş toprak harçlı moloz taş duvarlı yığma ve kimi kerpiç yapılarda ağır hasar ve yıkılma tespit edilmiştir. Orta büyüklükteki bu depremler, yapıların deprem dayanım özelliklerinin belirlenmesinde önemli bir rol oynamıştır. Taşıyıcı sistemi farklı onlarca yapı depremden sonra hasar tespit raporlarındaki bilgiler doğrultusunda incelenmiş, yapıların deprem etkisinde gösterdikleri davranışları karşılaştırılmıştır. Günümüzde yapılması gereken en önemli çalışmanın, deprem dayanımı yetersiz yapı stokunun önüne geçmek olacağı görülmüştür. Çünkü deprem dayanımı yetersiz, çok büyük bir yapı stokunun varlığı inkâr edilemez bir gerçektir. Oysa üretim teknikleri ve üretimde kullanılan malzemeler uygun seçilip uygun tasarım ve proje yapılabilirse, yapılar depreme karşı yeterli dayanıma sahiptir.

Bu kapsamda Elazığ bölgelerinde ilçe ve köylerde yaygın olarak bulunan mühendislik hizmeti görmemiş geleneksel yapıların deprem açısından riskli olduğu düşünülmektedir. Bu yapıların deprem güvenliği bakımından bir dereceye kadar iyileştirilmesi olanağı bulunmaktadır. Bu riski minimize etmek için; Bütün diğer

yapılarda olduğu gibi yığma sistemler de malzeme ve dizayn olarak kurallara uyulduğu takdirde yeterli düzeyde sağlam ve emniyetli olarak görevlerini yerine getirebilirler. Bu tür yapılar için ilk önce yapılacak olan analizler doğrultusunda yapının zayıf noktaları, imalat hataları, hasar nedenleri, belirlenerek çözümleri araştırılmalı, öneriler geliştirilmeli ve uygulama kolaylıkları getirilmelidir.

BÖLÜM 2

GELENEKSEL YAPI TİPLERİ VE ÖZELLİKLERİ

2.1 Ülkemizde Yaygın Olarak Kullanılan Geleneksel Yapı Tipleri

2. bölümde ülkemizde yaygın olarak kullanılan yapı tiplerinden kısaca bahsedilmiştir. Devlet istatistik Enstitüsü'nün 1998 rakamlarına göre merkezi yerleşim yerlerindeki yapıların %30'u betonarme, %48'i yığma ya da hımış, %22'si ise kerpiç ya da moloz taş yığma yapılardan oluşmaktadır. Kırsal kesimde yığma yapıların oranı artarak %82'ye kadar çıkmaktadır [1]. Bu rakamlardan anlaşıldığı gibi deprem bölgelerinde önemli miktarda yığma yapı bulunmakta ve nüfusumuzun önemli bir kısmı bu yapılarda yaşamaktadır [2]. Yığma yapıların birçok tercih nedeni vardır. Yığma yapılara geçmişte; malzeme temin kolaylığından, kalifiye usta ve işçi gereksinimine çok ihtiyaç duyulmamasından ve yüksek teknolojiye ihtiyaç duyulmamasından dolayı rağbet çok olmuştur. Bunlara ek olarak, yapım maliyetinin düşüklüğü, ulaşım ve nakliye imkânları, tercih edilmelerindeki diğer faktörlerdir [3].

Ülkemizde kırsal bölgelerde inşa edilen yapı tipleri birbirlerinden önemli farklılıklar göstermektedirler. Bu farklılıklar yörenin iklim koşulları ve yörede bulunan yapı malzemelerine bağlı olarak şekillendiği gibi gelenekler ve sosyal alışkanlıklardan da etkilenmektedir. Ayrıca gelir düzeyi yapı tipleri üzerinde oldukça etkili olmaktadır [4].

Kırsal bölgelerde rastlanan yapı tipleri çok çeşitli olmakla birlikte bazı detaylar ihmal edilerek bunları taşıyıcı sistemleri açısından sınıflandırmak olasıdır. Bu açıdan kırsal yapılar kâgir (yığma) ve karkas yapılar olarak sınıflandırılabilir. Kâgir duvarlı binalar başlıca özelliği taş, tuğla, briket, kerpiç gibi çeşitli duvar birimlerinin belirli şekillerde

istiflenmesiyle inşa edilen duvarlardan meydana gelmeleridir. Duvarlar hem kullanım alanlarını çevreleme, hem de yapıya etki eden düşey ve yatay yükleri taşıma işlevlerini yerine getirmektedirler. Tek ve ya çift katlı olabilen kâgir kırsal yapıların döşemeleri betonarme veya ahşap, çatıları ise betonarme plak, ahşap makaslı kiremit kaplama, galvanizli saç kaplama veya toprak dam olmaktadır. Ancak her iki tipin özelliklerini taşıyan başka bir üçüncü yapı tipinden de söz edilebilir [4].

Ülkemizde, kırsal bölgelerdeki yığma yapılar, genelde duvarları tuğla (Şekil 2. 1), briket (Şekil 2. 2), kerpiç (Şekil 2. 3) veya doğal taşlarla (Şekil 2. 4) örülmüş; harç olarak çamur veya beton harcı kullanılmış ve damları topraktan veya ahşap kafeslerden inşa edilmiş yapılardır [3].



Şekil 2. 1 Tuğla yığma duvar [4]



Şekil 2. 2 Briket yığma duvar [3]



Şekil 2. 3 Kerpiç yığma duvar [3]



Şekil 2. 4 Taş yığma duvar [3]

Aşağıda kırsal bölgelerde rastlanan başlıca yapı tipleri tanımlanmaktadır [5].

2.1.1 Taş Duvar Kâgir Yapılar

Yığma binaların yapımında kullanılacak doğal taslar ocak tası olmalı ve bünyelerinde çatlak, hava etkisi ile ayrışmış veya ayrışmaya başlamış kısımlar bulunmamalıdır. Elde edildikleri ocağın açık yüzeylerine yakın yerden çıkarılmış olan tasların, hava tesirleri ile ayrışmış, bozulmuş veya rengi değişmiş kısımları temizlenerek kullanılmalıdır. Deprem yönetmeliğimize göre yığma yapılarda kullanılacak olan doğal taşlara yapının sadece bodrum ve zemin katlarındaki taşıyıcı duvarlarda müsaade edilmektedir [6].

Yığma yapılarda kullanılacak taşlar yeterli dayanıma sahip olmalıdır. Donmaya ve atmosfer koşullarına karşı yüksek dayanımlı olmalı, harca iyi yapışmalı ve kolayca işlenmelidir. Duvarlara konulan taşların boyutları da duvar kalınlığı ile orantılı olmalıdır. Duvarda çok büyük boyutlu taşların bulunması, harcın taşları birbirine bağlamasını güçleştirir [7].

Duvarlarda kullanılacak yapı taşlarının 10 x 20 x 20 cm gibi ya da buna yakın boyutlarda olması hem işçilik bakımından kolaylık sağlar hem de taşlar birbirine iyi bağlanabilir. Taşların basınç dayanımı taşın cinsine, oluşum koşullarına ve mineral yapısına bağlı olarak değişir. **K**imyasal yapısı aynı olan taşların bazıları çok daha dayanıklı olurken bazıları daha zayıf olabilmektedir [7].

Volkanik kökenli taşlar daha sert ve dayanıklıdır ve basınç dayanımları da daha yüksektir. Tortul taşlar ise daha düşük dayanımlıdır. Kum taşları 200- 800 kg/cm^2, Kalker-Dolomit 500-1200 kg/cm^2, Granit 800-2500 kg/cm^2, Bazalt 4000-5000 kg/ cm^2 dayanımlarındadır.

Bazı yapı taşları ıslanınca yumuşayıp ufalanırlar. Geçmiş gözlemlere dayanılarak genellikle çevrede hangi ocaklardan alınan taşların daha sağlam ve dayanıklı olduğu bilinir ve buradan getirilen taşların kullanılması istenir. Taşın alındığı ocak çevresinde aynı cins taşın açık havada duran ve bozulmamış örneklerinin bulunması taşın açık hava koşullarına dayanıklı olduğunun göstergesidir. Bu taşlar donmaya dayanıklıdır [7].

Granit, kumtaşı ve içinde kil ve mika mineralleri olan çatlaklı taşlar, tekrarlanan donma ve çözülme etkisi altında kısa sürede çatlayıp ufalanabilir. Bir yapı taşının donma dayanımı 25 kere –15 C dereceye kadar soğutulup tekrar +15 C dereceye ısıtıldıktan sonra basınç dayanımı deneyi yapılarak belirlenir. Ocaktan patlayıcı madde ile çıkarılma sırasında da taşta çatlaklar oluşabilir ve taşın donma dayanımı azalabilir. Karbondioksitli sular karbonatlı taşları eritir, yine sülfür oksitleri de mermer, kalker, dolomit ve kumtaşlarına olumsuz yönde etki eder. Kırıldığı zaman kesitleri sedef gibi ya da pul pul görünen taşlar sert olsalar bile harca yapışmazlar ve kullanılmaları sakıncalıdır [7].

Doğal yapı taşlarının cinslerine göre TS 2513(1977)'te verilen minimum basınç ve eğilmede çekme dayanımları Çizelge 2,1'de verilmiştir.

Çizelge 2. 1 Doğal yapı taşlarının minimum basınç ve eğilmede çekme dayanımları

Taşın Cinsi	Minimum Basınç Dayanımı (kg/ cm^2)	Eğilmede Minimum Çekme Dayanımı(kg/ cm^2)
Kalker, Traverten, Kireç Bağlayıcılı Kumtaşı	350	30
Yoğun Kalker, Dolomit, Bazalt	500	40
Silis Bağlayıcılı Kumtaşı, Grovak	800	60
Granit, Siyenit, Diorit, Melafir, Diabaz, Andezit	1200	75
Diğer Tortul Ve Metamorfik Taşlar	500	50
Diğer Püskürük Taşlar	1400	80

TS 2510 Kâgir duvarlar hesap ve yapım kuralları adlı standartta doğal taş duvarların emniyet gerilmeleri aşağıdaki etkenlere bağlı olarak verilmiştir.

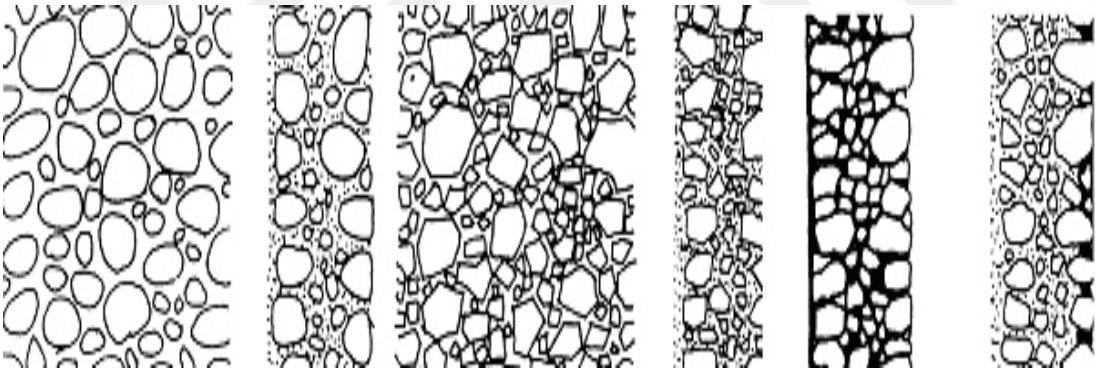
- Duvarların örüldüğü taşın basınç dayanımına
- Duvarların yapım yöntemine (moloz, kaba, ince yonu, kesme vb.)
- Kullanılan harç cinsine
- Duvarların narinliğine (yükseklik ile kalınlık oranı) bağlıdır.

Yığma yapılarda kullanılacak taşlar, tuğla yığma yapıların temel ve bodrum dış ve bazen de iç duvarlarında kullanılmaktadır. Taş duvarlar yaklaşık 50-60 cm kalınlıktadır. Örgü biçimleri çok iyi olmayabilir. Ancak kalınlıkları nedeni ile zorlandıkları düşey gerilmeler azdır. Betonarme kat döşemeli ve tuğla yığma duvarlı bir yapının duvarının yükü kat başına 3,5 ton/metre olabilir. Üç katlı bir yapının 50 cm kalınlığındaki bodrum duvarına yaklaşık 10,5 ton / metre yük etkimektedir. 50 cm genişlikte 100 cm uzunlukta taş bodrum kat duvarında düşey gerilme 10500 kgf / (50 cm x 100cm) = 2 kg/ cm^2 gibi oldukça düşük bir miktardadır. Çok iyi yapılmamış da olsa taş bodrum duvarı bu yükü sorunsuz taşıyabilir [8].

Taşıyıcı duvarların yapımında doğal taşların kullanıldığı kırsal yapıları kullanılan taşların türü açısından iki tür doğal taş kullanılmaktadır bunlar; moloz taş ve kesme taş duvarlı yapılar olarak sınıflandırılır. Kullanılan taş türüne bağlı olarak bu yapılar yapısal olarak farklı özelliklere sahip olmaktadırlar. Taş yığma yapılara en çok Doğu Anadolu'da rastlanmaktadır [5].

2.1.1.1 Moloz Taş Duvar Kâgir Yapılar

Duvar yapımında kullanılacak taşlar uygun büyüklükte olmak üzere herhangi bir işleme tabi tutulmaksızın kullanılırlar. Duvarın iki yüzünde daha büyük taşlar yer almakta, bunların arasında kalan kısım ise daha küçük taşlar ve çamur ile doldurulmaktadır. Burada çamur bir tür bağlayıcı görevi görmektedir. Bunların düzenlenişine ait çeşitli görünüşler Şekil 2.5'de verilmiştir. Gerek kullanılan malzeme ve gerekse geleneksel olarak ortaya konulan işçilik yüzünden maliyeti düşüktür. Ancak yapısal özellikler açısından en zayıf duvar veya yapı tipini oluşturmaktadır. Bu tür yapılar değil deprem yükleri, şiddetli veya uzun süren yağmurlarda bile zarar görebilmektedirler. Bazı uygulamalarda duvar dayanımını yükseltmek amacıyla çamur yerine bağlayıcı olarak çimento harcı kullanılmaktadır. Bu tür yapıların deprem yönünden en istenmeyen yönü duvarların birbirinden ayrılarak dağılmasıdır. Bunu önlemek için duvarların kesişme noktalarında örgü taşlarının birbirine geçmeli olarak yapıldığı görülmektedir. Bir diğer uygulama ise duvarlar içinde belirli seviyelerde hatılların teşkil edilmesidir. Bunlar Şekil 2. 8'de verilmiştir. Hatıllı yığma yapıların deprem anında hatılsız olanlara oranla çok daha iyi davrandığı bilinmektedir [5].



a) Yuvarlak moloz taş duvar b) Köşeli moloz taş duvar c) Çimento harçlı moloz taş duvar

Şekil 2. 5 Moloz taş duvarlı yığma yapılar [5]

Moloz taş duvar örgüsünde dikkat edilecek hususlar:

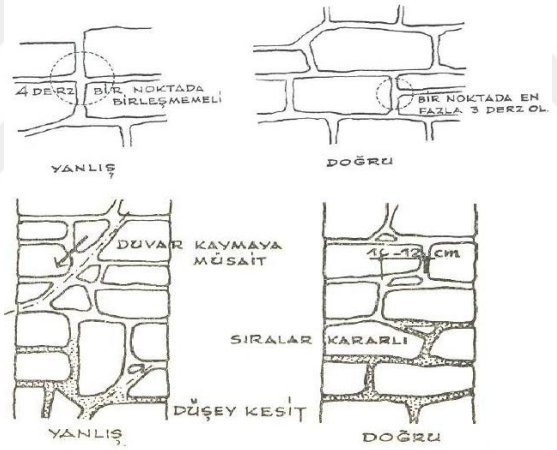
- Taş duvarda (Kâgir inşaatta) bütün cephe taşları aynı düzlemde veya projesinde gösterilen yüzeyde olmalıdır.

- Taşlarda toprak temas halinde olan, yosunlu olan ve zararlı madde içeren kirli taşlar yerine konulmadan önce temizlenmeli ve gerekirse yıkanmalıdır.
- Taşların yatak yüzeyleri yatay gelecek şekilde konmalıdır. Yatak tabakaları (yüzeyleri) dik konan taşlar çatlar ve basınca daha az mukavemet gösterir. Bütün taşlar geniş yüzeyleri üzerine konulmak suretiyle inşa edilmelidir.
- Duvara konan taşların yüksekliği diğer boyutlarından daha küçük olmalıdır, taşların yüksekliği derinliğinden ve genişliğinden fazla olmamalıdır.
- Duvara her konan taş duvar boyunca ve duvar kalınlığınca bir bağlantı oluşturulmalı, taşların duvar içinde kalan bütün yüzeyleri harçla sarılmalıdır.
- Kâgir inşaatta duvar kalınlığı 50 cm den az olmamalı inşaat sırasında duvarın bütün kalınlığınca aynı zamanda yükseltilmelidir.
- Duvar genişliği yönünde de taşların birbiri üzerine en az 10 - 12 cm. basması gerekir. Taşların en uzun yüzeyleri genişlik yönünde yatay yerleştirilmelidir. Taşların büyük eksenleri duvar yüzüne mümkün mertebe dik olmalıdır.
- Köşe taşlarının, duvarın alt kesimlerindeki taşların yüzeyde kullanılanlara göre daha büyük olmasına dikkat edilmelidir.
- Duvarın yapımı sırasında duvar yüzeylerinde gelen taşlar büyük, biçimli, düzgün olmalıdır.
- Moloz taşlar, duvarcı ve yardımcısı ile birlikte kaldırılıp yerine konabilecek büyüklükte olmalıdır.
- Taşların yapılmış duvar üzerinde oynatılmasına ve kırılmasına izin verilmemelidir.
- Çalışmaya aralık verildiğinde duvara iyi kaynamamış taşlar görülürse önce bunlar sökülmeli ve sonra çalışmaya başlanılmalıdır.
- Bir kısmı önceden yapılmış kâgirin yeniden yapılmasına başlanırken, oynamış olan taşlar ve harçlar çıkarılmalı, üstü temizlenip ıslatıldıktan sonra işe devam edilmelidir

- Duvar kesitinde, yapım esnasında meydana gelen derzlerin eğik hatlar oluşturmamasına dikkat edilmeli. Düşey derzler üst üste gelmemelidir (Şekil 2. 6). Görünen yüzeylerde derz aralıkları 4 cm den fazla olmamalı, Duvarda taşların derzleri uzun düzey hatlar oluşturmamalıdır. Bunun için taşlar arasındaki derzler aşağıdan yukarıya doğru şaşırtılmalıdır. Şekil 2. 6'da duvar kesitinde taşların yanlış ve doğru tertip tarzları verilmiştir.

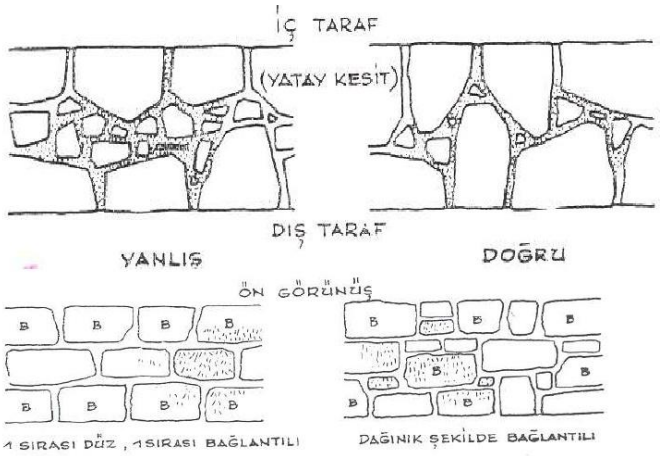
- Duvar cephesinde bir noktada en fazla üç derz birleşmelidir. Şekil 2. 6'da duvar cephesinde derzlerin yanlış ve doğru tertip tarzları gösterilmektedir.

- Duvarda büyük taşlar arasındaki boşluklar küçük parçalar ve harçla doldurulmalıdır. Harçlı yapıda taşlar ıslatılarak kullanılmalı, taşlar arasındaki derzler tamamen harç ile doldurulmalı, taşların birbirine harçsız olarak teması veya harçsız boşluk kalması önlenmelidir [9].



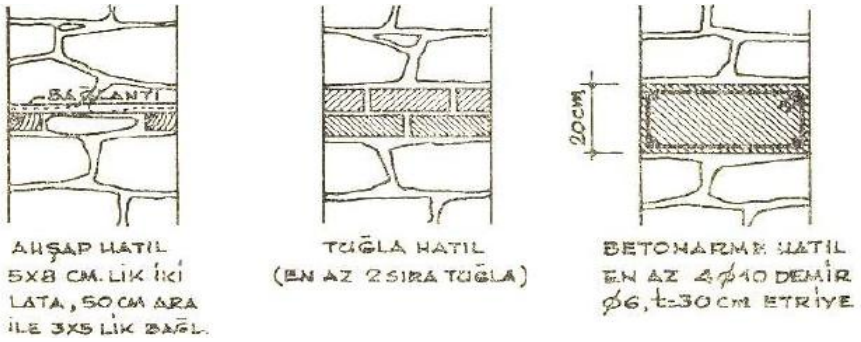
Şekil 2. 6 Duvar kesitinde taşların yanlış ve doğru tertip tarzları [9]

- Harç piriz yapmadan taşlar yerleştirilmeli, konan her taş iyice gömülmelidir. Harcın taşa yapışması için taşlar tozdan arınmalı dahası ıslatılmalıdır. Örgüde duvarın ön ve arka yüzüne büyük taşlar koyup ara kısmı küçük parçalarla doldurmak doğru değildir. Sıvanmayacak kâgir inşaatın görünen yüzeylerinde kama kullanılmaz. Ancak iç kısımlarda, harcın çok kalınlık meydana getirebileceği yerlerde taş kamalar kullanılabilir. Şekil 2. 7'de duvar planına taş bağlantıların yanlış ve doğru şekilleri gösterilmiştir [9].



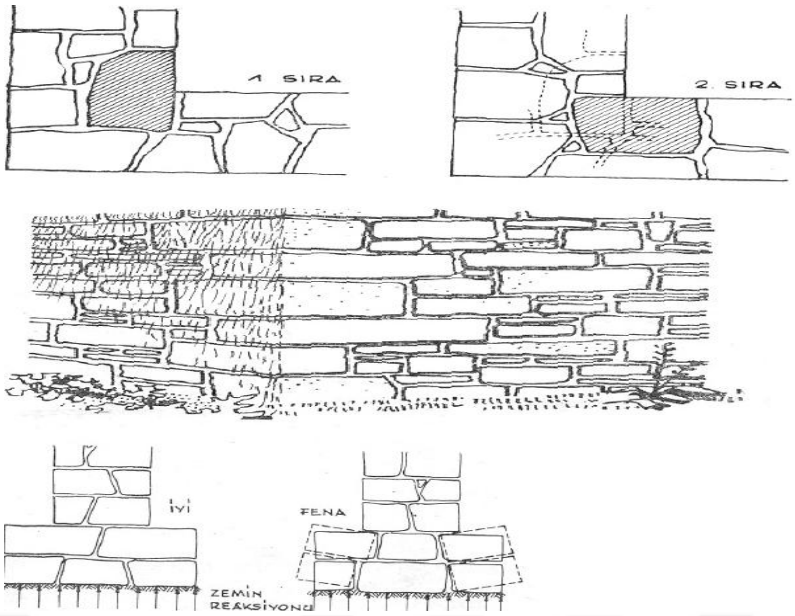
Şekil 2. 7 Duvar örgüsündeki bağlantı taşlarının iki ayrı usulde cephede dağılışı [9]

- Duvar örgüsünde bağlayıcı taşlar ya birer taş sırası atlayarak gelmeli veya her sırada 2 veya 3 taşta bir taş bağlayıcı olmalıdır. Şekilde 2.7'de bağlayıcı taşlar B harfi ile gösterilmiştir. Görünen yüzey taşlarının kâgir iç kısmı ile bağlantısını sağlayan taşlar m^2 de iki adetten az olmamak üzere bütün duvar yüzeyine eşit aralıklarla dağıtılacaktır. Görünen yüzdeki taşlar gerideki taşlara en az 25-30 cm girerek kenetlenmelidir. Bu geriye kenetlenme metrede en az iki kez yapılmalıdır. Bağlantı ve kenetleme taşların yüzeyi yapının toplam yüzeyinin beşte birinden az olmamalı ve bunlar yapı yüzeyinde üniform biçimde dağıtılmalıdır [9].
- Duvar yükseldikçe her 1,5 m. de bir duvar üzeri bütün duvar boyunca ve kalınlığınca tesviye edilerek buraya duvarın önem derecesine göre bir hatıl yapıldıktan sonra örgüye devam olunmalıdır. Taş kalınlığı 15 cm.den az olmamalı ve taşların üstleri harçla tesviye edilerek düzeltilmesine izin verilmemelidir [9].



Şekil 2. 8 Taş duvarda ahşap, tuğla ve betonarme hatıl [9]

- Şekil 2,8'de görüldüğü gibi duvar köşelerinde büyük taşlar kullanılmalı ve bu taşlar bir sırada duvarın bir yüzüne, diğer sırada diğer yüzüne bağlantı yapmalıdır.



Şekil 2. 9 Temel kademelerinde taş duvarın iyi ve kötü(fena)tertipler [9]

- Büyük ve düzgün taşları köşelere koymak bir duvarcılık kuralıdır. Köşe örgülerinde duvar iç köşesine gelen taşlar da üst üste gelen sıralarda birbiri üzerine Şekil 2.9'da görüldüğü gibi bağlantı yapmalıdır.
- Bina yapılarında kullanılan taş inşaatının temellerinde ve bodrum katlarında çimento harcı veya çimento takviyeli kireç harcı kullanılmalıdır. Bodrum duvarlarında hatıl olarak ahşap ve tuğla hatıl kullanılmaz. Temelde duvardan taşan kısımlardaki taşların yapı ağırlığı karşısında zeminin gösterdiği aksi tesir (reaksiyon) sebebiyle dönerek, duvarın altından kaymaması için Şekil 2.9'da görüldüğü gibi bu kısımda derin bağlantı sağlanmalıdır [9]. Şekil 2.10'da Elazığ iline ait moloz taşla yapılmış bir konut örneğini görüyoruz.

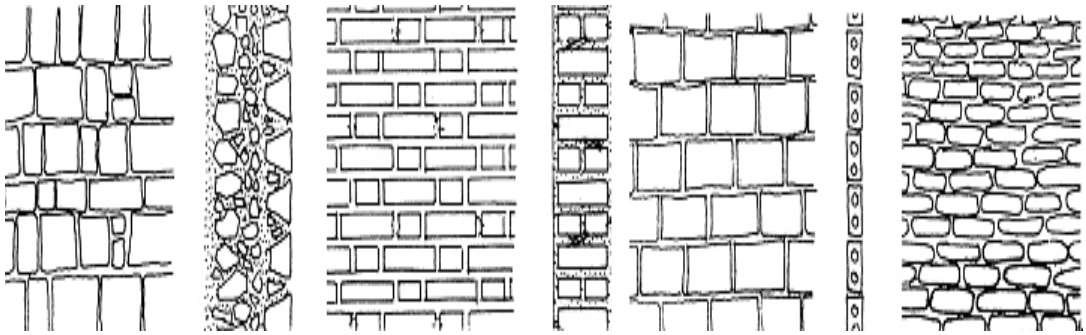


Şekil 2. 10 Elazığ iline ait moloz taşla yapılmış bir konut örneği

2.1.1.2 Kesme Taş Duvar Kâgir Yapılar

İşlenerek bir yüzeyi düzgün hale getirilen daha büyükçe taşlar duvarın dış yüzüne yerleştirilmekte, iç yüzünde ise daha küçük taşlar kullanılmaktadır [5]. Şekil 2.11' de görülen kesme tas duvarlarda iç ve dış cidarlar iyi islenmiş ince derzli kesme taslarla örülmüştür. Moloz taş duvarlı yapılara oranla daha iyi özelliklere sahiptirler [5]. Moloz taş duvarlara göre daha fazla isçilik ve ekonomik güç gerektirmektedir. Moloz taş duvarlara göre kesme tas duvarların stabilitesi, durabilitesi, dayanımı ve estetik görünüşü daha iyi olduğu için önemli yapılarda daha cazip bir seçim olmuştur. Bu durum duvarın stabilitesini artırmakta, gerilme yoğunlaşmalarını ve moloz taş duvarlarda sıkça ortaya çıkan düzlem dışı deformasyon sorununu azaltmakta, ayrıca duvar düşeyliğinin hassasiyetle sağlanmasına imkân tanımaktadır [10]. Bağlayıcı olarak daha çok çimento veya kireç harcı kullanılmaktadır. Ahşap hatıllar burada da duvar stabilizesini artırmak amacıyla kullanılmaktadırlar.

Kesme taş duvarlarda kullanılan tas türü seçimi, yapının inşa edileceği bölgedeki jeolojik duruma göre yapılmıştır. Örneğin Marmara'da kireç tası, Afyon çevresinde trakit, Orta Anadolu'da andezit ve dezit, Kayseri'de tüf tası, Diyarbakır'da bazalt ve Mardin'de yine kireç tası kayaçları bulunmaktadır [11].



a) Kesme taş duvar b) Tuğla duvar c) Briket duvar d) Kerpiç duvar

Şekil 2. 11 Kesme taş, tuğla, briket ve kerpiç duvarlı yığma yapılar [5]

2.1.2 Tuğla Duvarlı Kâgir Yapılar

İçinde, kil minerali ihtiva eden, belli ölçüde suyla karıştırıldığında plastik çamur haline gelen, şekillenme özelliğine sahip ve 900–1000°C'de pişirildiğinde, çatlamadan sertleşebilen bütün topraklar, tuğla hammaddesi olarak kabul edilir. Tuğla toprağı genellikle illit, az miktarda montmorillonit, kaolinit, kuvars, demir mineralleri, az

miktarda organik maddeler ve suda çözülebilen tuzlar ihtiva ederler. Kil minerallerinin en önemli özelliği belirli oranda su ile (% 25–35) karıştırıldığında plastik hale gelmesi, şekillenebilmesi ve kurutulup pişirildikten sonra dayanıklı bir malzeme yeteneğinin olmasıdır. Kil içinde bulunan silisli, demirli ve alkali bileşikler plastikliğini ve ateşe dayanma yeteneğini azaltırlar. Tuğla yapımına elverişli topraklar kumlu kil olarak da adlandırılabilir [12]. Tuğlalar "Seramik" olarak tanımlanan ısıl işlem gören bir malzeme türüdür. Tuğlalar inorganik, yüksek ısılarda işlem görmüş silikatlar ve metal oksitlerdir. Oksitlenmiş bir malzeme kimyasal bakımdan denge noktasındadır ve yeni bir kimyasal işleme girmez. Fiziki olarak sert, gevrek ve ısıya dayanıklıdırlar [13] . Seramik killerinden farkları bunların demir, silis ve karbonat bakımından daha zengin olmalarıdır. Bu topraklar kil, çorak, mil, silt, lem, balçık gibi isimler altında da tanınırlar. Bu toprakların içinde kuvars, montmorillonit, kaolinit, kalsit, limonit, hidromika, serisit, illit ve klorit gibi mineraller bulunur. Toprakların bir kısmı ise amorf yapıdaki killerden oluşur [12].

Basınç dayanımı, tuğlaların kendisine uygulanan yükleri karşılamada en önemli özelliği olup, bu dayanım tuğlanın aşağıda belirtilen özelliklerine bağlı olarak değişmektedir.

- Yapıldığı toprağın cinsine
- Pişirilme ısısına
- Porozitesine
- Üretim biçimine
- Deliklerin miktarına, yerine ve yönüne
- Kenarların biçimine
- Yükleme yönüne

Tuğlaların pişirilmesi esnasında içlerinde sonsuz sayıda mikro çatlak ve boşluklar oluşmaktadır. Bu boşlukların varlığı ve miktarlarının değişkenliği tuğlaların diğer bütün önemli özelliklerini etkilemektedir. Toplam boşluk hacminin tuğlanın brüt hacmine oranı porozite olarak tanımlanmaktadır. Porozitenin büyük olması tuğlanın boşluklarının büyük olacağı anlamına gelmekte, dolayısıyla da bu tuğlanın basınç dayanımının düşük olma ihtimali artmaktadır.

Tuğlaların basınç dayanımlarının belirli bir standart göstermemesi, tuğla yapımında kullanılan toprağın farklı oluşuna ve üretim şartlarının farklı oluşuna da bağlıdır.

Aynı fabrikadan alınan aynı toprakla ve aynı şartlarda üretilen tuğlalar da bile gözle görülen basınç dayanımı farklılıklarının ortaya çıkması, tuğlanın özellikle taşıyıcı olarak kullanılması istenen yapılarda ne derece farklı davranışlar göstereceğinin bir kanıtıdır [1].

Tuğlaların pişirme ısıları 950-1200°C civarındadır. Tuğla üretimi önemli ölçüde yakıt gerektirir. Harman tuğlası, 800 derecede pişirilirken sert tuğla için pişirme ısısının 900-1000 derecenin üzerinde olması gerekir. Pişirme sırasında tuğlada, sonsuz sayıda mikroskopik çatlak, boşluk ve geçitler oluşur. Genellikle tuğlanın porozitesi % 25'den fazla ise giderek basınç dayanımı azalır. Açık hava koşullarında kullanılacak ve sıva ile kaplanmayacak tuğlalarda porozite % 15'nin altında olmalıdır [8]. TS 2510'da yığma yapılarda kullanılacak tuğlalar için düşey delik oranı %35 ile sınırlandırmıştır. TS 705'de düşey delikli tuğlalar, %15 düşey delik oranına sahip olanlar dolu tuğla, %20-%25 arasında düşey delik oranına sahip olan tuğlalar ise seyrek delikli tuğlalar diye adlandırılmıştır (Bayülke,1992) [8] .

Eurocode 8'de yığma yapılarda kullanılacak tuğlaların depreme karsı direnç gösterebilmesi için aşağıdaki şartlan sağlaması öngörülmektedir[14].

- Toplam tuğla brüt hacminin %50'sinden fazla delik hacmine sahip olmamalıdır.
- Minimum et kalınlığı 15 mm olmalıdır.
- Hücresel delikli ve boşluklu tuğlalarda düşey gövde yatay uzunluk boyunca sürekli olmalıdır
- Tuğlaların donma dayanımını etkileyen en önemli faktör tuğla içerisindeki boşluk ya da mikro gözeneklere giren suyun etkisidir. Boşluklara ya da gözeneklere giren suyun donarak tuğlayı çatlatması ve tuğlanın ufalanarak yok olması, yapılar için istenmeyen bir durum teşkil etmektedir. Tuğla su ile tamamen doymuş ise donmanın etkisi daha büyük olmaktadır. Kısmen su ile doygun hale gelmiş tuğlalarda su, tuğlanın içerisindeki havayı sıkıştıracağından donma etkisi sonucu oluşacak çatlama tehlikesi daha az olacaktır [14]. Şekil 2. 12'de Eurocode 6'da tanımlanan tuğla tipleri verilmiştir.



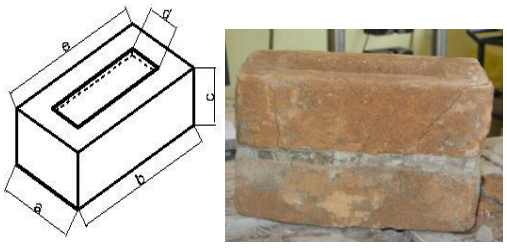
Sekil 2. 12. Eurocode 6'da tanımlanan tuğla tipleri[14]

Toprak esaslı malzemelerin fırınlarda pişirilmesi sonucu elde edilen tuğlanın taşıyıcı duvar yapımında kullanılan türleri dolu veya boşluk oranı az olanlarıdır. Bunlar değişik şekillerde duvarı teşkil etmek üzere yığılırlar. Bağlayıcı olarak çoğunlukla çimento harcı bazen kireç harcı kullanılır. Duvar içinde belirli seviyelerde teşkil edilen betonarme hatıllar yapının depreme karşı dayanımını artırır. Hatıllar içinde bir miktar donatı da vardır. Duvarların kesiştiği köşelerde tuğlalar birbirlerine geçmeli olarak yapılırlar. Çoğunlukla birden fazla kat sayısına sahiptirler [5].

Yığma yapı duvarlarında, harman tuğlası ve fabrika tuğlası olmak üzere iki tip tuğla kullanılmaktadır [6]. Harman tuğlası ile ilgili tüm bilgiler TS704'ten, fabrika tuğlası ile ilgili tüm bilgiler TS 705'ten alınmıştır [15].

2.1.2.1 Harman Tuğlası

Harman tuğlası kil, killi toprak ve balçığın ayrı ayrı veya birlikte yoğrulup gerektiğinde su, kum, öğütülmüş tuğla ve kiremit tozu veya benzerleri ile karıştırılıp sekilendirildikten sonra kurutulup genellikle harman yerinde ocaklarda pişirilmesi yolu ile elde edilen ve duvar yapımında kullanılan bir malzemedir (Şekil 2.13) [6].



Şekil 2. 13 Harman tuğlası örneği [6]

Harman tuğlaları basınç dayanımlarına ve biçimlerine göre iki şekilde sınıflandırılırlar.

Basınç dayanımlarına göre harman tuğlaları;

- Orta dayanımlı harman tuğlası
- Az dayanımlı harman tuğlası

Biçimlerine göre harman tuğlaları;

- Dolu harman tuğlası (DOHT)
- Delikli harman tuğlası (DEHT) olmak üzere ayrılırlar(TS 704,1979) [16].

Çizelge 2.2'de biçim ve basınç dayanımlarına, Çizelge 2.3'de boyutlarına göre harman tuğlaları sınıflandırılmıştır.

Çizelge 2. 2 Biçim Ve Basınç Dayanımlarına Göre Harman Tuğla Sınıfları [7]

Sınıflar		Tuğla Sembolü	Ortalama Birim Hacim Ağırlığı (Max.) Kg/Dm^3	Ortalama Basınç Dayanımı (Min.)Kgf/ cm^2	Basınç Dayanımı (Min.)Kgf/ cm^2
Dolu Harman Tuğlası	Orta dayanımlı	Doht/50	-	5,0	4,0
	Az Dayanımlı	Doht/30	-	3,0	2,5
Delikli Harman Tuğlası	Orta dayanımlı	Deht/50	1,40	5,0	4,0
	Az Dayanımlı	Deht/30	1,40	3,0	2,5

Çizelge 2. 3 Harman tuğlasının(kil kâgir birimin) boyutları [7]

Boyutlar		Toleranslar
Uzunluk (B)	190 mm	+6
		-13
Genişlik (A)	90 mm	+4
		-5
Yükseklik (C)	50 mm	+3
		-2

Harman tuğlasının şekli, dikdörtgenler prizması şeklinde olmalı, yüzleri ve kenarları düzgün bulunmalıdır. Dolu tuğlaların üst yüzünün ortasında, derinliği 10 mm'den fazla olmayan çukurluklar bulunabilir. Tuğla üst yüzünde bu şekilde çukurluklar bulunması halinde çukur kenarlarının, bulundukları yüzün kenarlarına uzaklığı 20 mm'den daha az olmamalıdır. Harman tuğlasındaki delikler, düşey delikli olanlarında, tuğlanın alt ve üst yüzlerinde olabildiğince eşit aralıklarla yayılmış bulunmalı ve bu yüzlere dik olarak tuğlanın bütün yüksekliği boyunca devam etmelidir(TS704,1979) [16]. Deliklerin toplam en kesit alanı, bulundukları tuğla yüzü alanının %25'inden büyük olmamalıdır(TS704,1979) [16]. Dikdörtgen biçimli bir delik kesitin kenar uzunluğu 15

mm'den küçük ve en kesiti 4,5 cm^2'den büyük olmamalı ve daire biçimli deliklerin çapları 25 mm'yi aşmamalıdır.

2.1.2.2 Fabrika Tuğlası

Fabrika tuğlası kil, killi toprak ve balçığın ayrı ayrı veya harman edilip gerektiğinde su, kum, öğütülmüş tuğla ve kiremit tozu, kül ve benzerleri karıştırılarak makinelerle şekillendirildikten ve kurutulduktan sonra fırınlarda pişirilmesi ile elde edilen ve duvar yapımında kullanılan bir malzemedir (TS705,1985) [17].

Biçimleri daha düzgün olup, basınca, suya ve dona karşı dayanıklılığı harman tuğlasına göre daha yüksektir. Fabrika tuğlaları; normal, modüler ve blok tuğla olarak üç farklı grupta üretilir. Dolu ve düşey delikli olarak, 5x9x19 cm boyutlarında üretilen normal tuğlalar taşıyıcı duvar yapımında kullanılır. Düşey delikli olarak, 8.5x9x19 cm boyutlarında üretilen modüler tuğlalar taşıyıcı duvar yapımında kullanılır. Blok tuğlalar ise çeşitli boyutlarda yatay ve düşey delikli olarak üretilirler. Yatay delikli blok tuğlalar taşıyıcı olmayan, bölme ve dolgu duvarların yapımında kullanılır. Düşey delikli blok tuğlalar ise taşıyıcı duvar yapımında kullanılır [17].

Fabrika tuğlaları delik oranlarına ve dona dayanırlıklarına göre iki şekilde sınıflandırılırlar. Delik oranlarına göre fabrika tuğlaları;

- Dolu tuğla
- Seyrek delikli tuğla
- Az delikli tuğla olmak üzere
- üç sınıfa ayrılırlar.

Dona dayanırlıklarına göre fabrika tuğlaları;

- Dona dayanıklı tuğla (cephe tuğlası)
- Dona dayanıksız tuğla olmak üzere iki sınıfa ayrılırlar.

Fabrika tuğlasının basınç dayanımı ise birçok faktöre bağlıdır. Bunlar yapıldığı toprağın cinsi, porozitesi, pişirilme ısısı, üretim biçimi, delikli tuğla ise deliklerin miktarına ve deliklerin yerine kenarların biçimine, yükleme yönü gibi faktörlerdir. Delik oranlarına göre fabrika tuğlalarının birim hacim ağırlık ve basınç dayanımları Çizelge 2,4'te verilmiştir [4].

Çizelge 2. 4 Fabrika tuğlasının birim hacim ağırlığı ve basınç dayanımı [17]

Tuğla Sınıfı	Birim Hacim Ağırlığı Kg/m^3	Delik Oranı	Tuğla Sembolleri	Ortalama Basınc Dayanımı Kgf/cm^2
Dolu Tuğla	2	%15	2/ 240	240
			2/ 180	180
			2/ 120	120
	1,8	%15	1,8/ 220	220
			1,8/ 150	150
			1,8/ 100	100
Seyrek Delikli Tuğla	1,6	%20	1,6/ 220	220
			1,6/ 150	150
			1,6/ 100	100
	1,4	%25	1,4/ 200	200
			1,4/ 120	120
			1,4/ 80	80
Az Delikli Tuğla	1,2	%35	1,2/ 150	150
			1,2/ 100	100
			1,2/ 60	60

Tuğlalarda genellikle hesaba katılan mukavemet özellikleri basınç mukavemeti ve kırılma modülü (eğilmede çekme mukavemeti değeri olan)'dür. Tuğlanın basınç mukavemeti hammadde, yapım süreci, pişirme derecesi, biçim ve büyüklüğünün bir fonksiyonudur. Bu da çok değişkendir. Genellikle 50-700 kgf/cm^2 arasında değişen değerlere sahiptir. Kırılma sırasındaki basınç gerilmesinde tuğladan tuğlaya büyük farklar olurken kırılma sırasındaki birim uzama ya da kısalma da buna bağlı olarak değişir. Bundan dolayı tuğlanın elastisite modülünün E=1000 fT olduğu genel olarak kabul edilmektedir. Burada fT tuğlanın kırılma anındaki gerilmesidir. Tuğlanın Poisson oranı için 0.18-0.25 değerleri alınır [8].

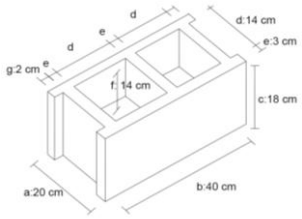
2.1.3 Briket Duvarlı Kâgir Yapılar

Volkanizma sonucu oluşan, kristalize, birbirinden bağımsız gözenekli, süngerimsi, fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanıklı, doğal, volkanik kayaçlara bims denir.

Briket, kum, çakıl veya tüf cüruf ve bims gibi malzemeler ile agrega çimento, su karışımının özel kalıplara dökülerek ve prese edilmesi suretiyle elde edilen inşaat malzemesidir. Duvarda kullanılanlara, duvar briketi ve döşemede dolgu olarak kullanılanlara da döşeme briketi adı verilir [12].

Duvar briketleri, ancak yük taşımayan yerlerde ve bacalarda kullanılır. Şekil 2.14'te verildiği gibi genellikle ebatlar 11x6x23, 10x20x40, 20x20x40, 30x20x40 olmak üzere içi dolu veya delikli olarak dikdörtgen prizma biçiminde olacaktır. Beş yüzü kapalı, bir yüzü

açık olarak imal edilen beton briketlerin et kalınlıkları 3.00 cm.den az olmamalı delik hacimleri toplamı da toplam briket hacminin ½ sini geçmemelidir. Yan kısımlarda harç yuvaları bulunacak ve her üç boyuttaki ebat toleransı +3 mm. den ve koniklik veya meyilde 2mm'den fazla olmamalıdır [12].



Şekil 2. 14 Briket tuğla örneği [12].

Elazığ köylerinde inşa edilen briket duvarlı konut örnekleri Şekil 2.15 de, 2.16 da, 2.17 de verilmiştir.



Şekil 2. 15 Elazığ İli Maden İlçesi Tekevler Köyü [21]



Şekil 2. 16 Elazığ İli Kartaldere Köyü, briket duvarlı konut [21]



Şekil 2. 17 Şekil 2. 17 Elazığ İli Kartaldere Köyü konut örneği [21]

Üretim Teknolojisinin beraberinde hammadde olarak kullanılan bims, doğal özelliklerinden dolayı ısı ve ses yalıtımı sağlamaktadır.

İnşaatlarda duvar imalinde, diğer yapı elemanlarıyla yapılan duvarlarda kaba ve ince sıvaya ihtiyaç duyulurken, bims dış duvarlarda tek kat sıva çözümünü getirdiği için ekonomiktir. Ürünlerin düzgün yüzeyli ve dekoratif görünümlü olmasından dolayı sıva yapmadan duvar yapılması da mümkündür. İç duvarlar direkt olarak alçı sıva ile sıvanmaktadır. Ayrıca düzgün yüzeyinden dolayı daha az sıva kullanımını sağlar.

Diğer yapı malzemelerine oranla yangına daha dayanıklıdır. Erime sıcaklığı yüksektir ve eridiğinde çevreye zararlı herhangi bir gaz çıkartmaz. Yangın zararlarını en aza indirir.

Doğal malzeme ve çimento haricinde yabancı bir ürün eklenmediğinden dolayı Blok bims doğaldır.

Bünyesinde yüksek miktarda su buharı bulundurabilme, böylece nemlenmeme ve rutubetlenmeme özelliklerine sahiptir. Ayrıca, mekân içine doğal havalandırma yapabilme özelliğine de sahiptir. Gözenekli ve doğal yapısından dolayı nefes alan sağlıklı ve koku yapmayan mekânlar oluşturur.

Bims yapımında son derece düşük bir enerji ihtiyacı söz konusudur. İhtiyaç duyulan sadece vibrasyon enerjisidir. Üretimde herhangi bir kimyasal veya biyolojik teknik kesinlikle kullanılmamaktadır. Herhangi bir atık söz konusu değildir. Ayrıca üretim esnasında işçi sağlığı bakımından herhangi bir tehlike kesinlikle bulunmamaktadır.

Bimsin diğer önemli bir özelliği de hafifliğidir. Bina temeline gelen yükü azaltır. Bitmiş duvar ağırlıkları göz önünde bulundurulduğunda, diğer yapı ürünleriyle yapılan duvarlara nazaran bimsle yapılan duvarlar daha hafiftir.

Bims yapı malzemeleri üstün teknolojinin verdiği imkânlar kullanılarak milimetrik duyarlılıkta üretilmektedir. Üretimin düzgün yüzeyli ve düzgün kenarlı olması duvar işçiliğinden ve sıvadan % 50'ye varan tasarruf sağlanmaktadır [12].

İçi dolu veya boşluklu olarak, dikdörtgen prizma biçiminde üretilen beton briketlerin teknik özellikleri ve boyutları, "TS 406 –Duvarlar İçin Beton Briketler" adlı standartta tanımlanmıştır [18]. (Çizelge 2. 6)

Çizelge 2. 6 Beton briket boyutları [18]

Sınıf	Uzunluk	Genişlik	Yükseklik
Tam Briket	390	100	190
	390	150	190
	390	200	190
	490	250	240
	490	300	240
Yarım Briket	190	100	190
	190	150	190
	190	200	190
	240	250	240
	240	300	240

Beton briketler çoğunlukla tuğlanın üretilmediği ve tuğla taşıma bedelinin yüksek olduğu bölgelerde ve özellikle çevrede hafif agreganın bol bulunduğu yerlerde yoğun olarak üretilmektedirler. Örneğin İç Anadolu Bölgesinde Kayseri, Niğde ve Nevşehir çevresinde volkanik bir taş olan tüf ve pomza taşı da denen malzemenin yoğun olarak bulunması bu bölgede hafif beton briket üretimini çok yaygınlaştırmıştır. Bu arada 1980'li yılların başında kabul edilmiş yapılarda ısı yalıtımı zorunluluğu da bu tür ısı yalıtımı yüksek olan hafif beton briket üretimini teşvik etmiştir(Bayülke,1992) [13].

Beton briketlerle ilgili TS406(1988) standardına göre basınç dayanımları 25, 50, 75, ve 150 kg/cm^2 sınıflarında olan beton briketler üretilebilir. Beton briketlerin birim hacim ağırlıkları 0.5 ile 2.2 ton/cm^2 arasında olabilir. Boşluklu beton briketlerin basınç dayanımı hesaplanırken boşluk alanı çıkarılmamaktadır. Bu nedenle briketteki betonun dayanımının briket dayanımının en az iki katı olması gerekir. Beton briketlerin basınç

dayanımları çok çeşitlidir ve kullanılan agreganın birim ağırlığı ile bağlantılıdır. Hafif agrega ile yapılan briketlerin basınç dayanımları genellikle düşüktür. Briketlerin hafif olması için genellikle hafif agrega kullanılmaktadır [13].

Briketin sınıflandırılması için; TS 406 Beton blok ve briketler için standartlarda beton briket, boşluklu olup olmamasına göre,

- Dolu briket
- Boşluklu briket olmak üzere 2 sınıfa, hacim ağırlıklarına göre 12 sınıfa ayrılmaktadır.

Beton blok ve briketler basınç mukavemetlerine göre,

- BB2
- BB4
- BB6
- BB12 olmak üzere 4 sınıfa ayrılırlar. Beton briketlerin basınç mukavemetleri Çizelge 2. 7'de verilmiştir [19].

Çizelge2.7 Beton blok ve briketlerin basınç mukavemetleri [19]

Türler	Basınç Mukavemetinin Değerleri	
	Ortalama Değer Kg/Cm2	Minimum Değer Kg/Cm2
Bb2	25	20
Bb4	50	40
Bb6	75	60
Bb12	150	120

2.1.4 Kerpiç Duvarlı Kâgir Yapılar

Kerpiç, mimarlık tarihinin eski dönemlerinden beri, yaygın yapı bileşenlerinden biri olmuştur. Ağaç varlığının az olduğu, taşın kolay bulunmadığı yerlerde kerpiç yaygın şekilde kullanılmıştır. Günümüzde ise doğal, sağlıklı bir malzeme olması, üretiminde az enerji gerektirmesi, çevreci olması ve ucuz konut üretimine imkân vermesi, kerpici tekrar güncel hale getirmiştir. Suya karşı dayanıksız olması, sıklıkla bakım ve onarım yapılma ihtiyacı ise bu malzemenin en önemli dezavantajlarıdır.

Çok eski çağlardan beri duvar örmek için kullanılan günümüzde daha çok köy evlerinde karşımıza çıkan kerpiç, tuğlaya benzemekle beraber herhangi bir ısıl işlem görmeyen, killi ve uygun nitelikte toprağın içine saman veya diğer bitkisel lifler, saz türünden bitkiler, kaba ot, kenevir lifleri, saman, kuru funda, çam iğneleri, ağaç dalları, testere ve

rende talaşları ve benzeri katkı maddeleri karıştırılıp ve su ile yoğrulup kalıplara dökülerek şekillendirmek ve açık havada kurutmak suretiyle üretilen bir yapı ürünüdür. Bağlayıcı olarak yine çamur kullanılmaktadır. Dayanım yönünden diğerlerine oranla çok daha zayıftır. Hatıllarla güçlendirildiğini görmek mümkündür. Kerpiç yapı ürünü yüksek ısıda yumuşayarak dayanımını kaybeder. Bu yüzden dış ve iç yüzeyleri kalın bir çamur tabakası ile sıvanan kerpiç duvarlı yapılar daha çok Orta Anadolu'da görülür.

Kerpiç yapmak için, uygun toprak seçilir ya da, toprağı uygun duruma getirecek şekilde kum veya kil katılır. Gerekiyorsa veya iyileştirme için herhangi bir katkı maddesi konulması öngörülmüşse, bu katkı maddesi de katılır. Kerpiç toprağının iyi biçimlendirilmesi için, toprağın kıvamının iyi ayarlanması gerekir. Toprağın kıvamı, katılan su miktarı ile değişir. Toprak su karışımında su arttıkça, kerpicin dayanımı azalır, zor kurur. Kuruma sırasında fazla büzülme ve çatlama yaptığı gibi, kerpicin biçimi bozulabilir, çarpılabilir [12].

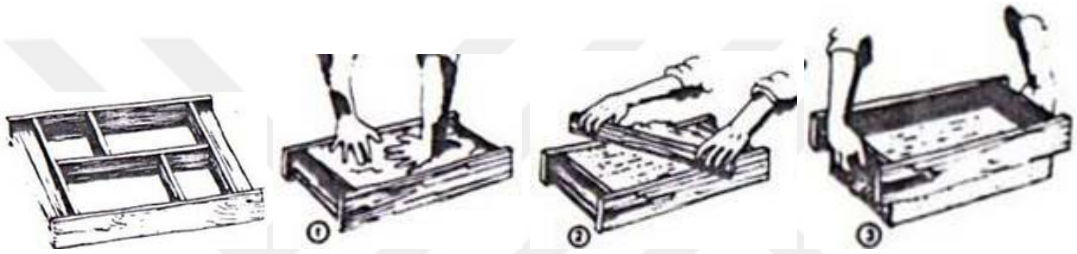
Karma suyunun mümkün olduğunca azaltılması bu sakıncaları önler, yani büzülmesi azalır, dayanıklılığı artar biçimi bozulmaz. Bunlara karşılık, kalıplanması zorlaşır. Çamuru kalıba iyi yerleştirmek için, sıkıştırma veya tokmaklama gereği ortaya çıkar. Bu işlemler, karşılığı değen bir zahmettir. Çamurun kıvamı, uygulanacak kalıplama ve sıkıştırma yöntemine göre önceden denenerek belirlenmelidir. Toprağın nemliliğinin değişmesinin, katılacak su miktarını etkileyeceği unutulmamalıdır. Kerpicin uygun kıvamı için gerekli su miktarı belirlendikten sonra, bunun bir kısmı (eğer katkı maddesi katılacak ise) katkı maddesi karışımı için ayrılmalı, geri kalan su ile toprak iyice karıştırıldıktan sonra en az bir gün dinlendirilmelidir. Çamuru oluşturulan toprağın kuru ağırlığına göre belirlenen katkı maddesi (çimento, alçı, kireç) ayrılan suya karıştırılır. Akıcı kıvamda ki bu karışım dinlendirilmiş çamura iyice karıştırılır, böylece tavlanmış çamur, kalıba yerleştirilmeye hazır hale gelir. Çamurun karşılaştırılması ve kalıba yerleştirilmesi katkı maddesinin katılaşma süresinden kısa zamanda bitirilmelidir [12].

Kerpiç üretimi için uygun kıvamdaki çamur, genellikle ahşap kalıplara dökülerek şekillendirilir. Bölgeden bölgeye farklılıklar göstermesine rağmen ülkemizde en çok kullanılan kerpiç boyutları Çizelge 2.8'de verilmiştir [12].

Çizelge 2. 8 Kerpiç Malzeme Boyutları [12].

Kerpiç malzeme	Uzunluk (cm)	Genişlik (cm)	Yükseklik (cm)
Tam Boyutta	30–35	30–35	10-12
Yarım Boyutta	30–35	15-17	10-12

Kerpiç kendini çekerek bir miktar kuruyunca, kerpiç kalıbı sökülerek, kerpiç açığa çıkarılır ve kurumaya bırakılır. Kuruma, güneşten olmamalı, gölgede kurutulmalıdır. Kuruyan yüzeyler sürekli çevrilerek kerpicin çarpılması ve çatlaması önlenir. Alçı gibi çabuk katılaşan katkılı kerpiçler, alker, kalıptan çıkarılınca hemen aralıklı istif edilir veya duvara konulabilir. Alker için, katkısız kerpiçler veya çimento katkılılar gibi geniş döküm alanlarına, kuruma sırasındaki işlere ve zamana, gereklilik yoktur(Şekil 2.18) [12].



Şekil 2.18 Kerpicin Şekillendirilmesi [12]

Kerpiç malzemenin özellikleri

- Kerpiç, ortamın nemini dengeler. Çoksa alır, azsa verir, nemi insan için en uygun düzeye getirir.
- Kerpiç ekonomik ve kullanışlı bir malzemedir.
- Kerpiç malzeme, ısı geçiş kat sayısı ile bir yandan sağlıklı iç mekân sağlayıp diğer yandan da yapının toplam ısı kaybını azaltır. Kerpiç yapılar yazın serin kışın sıcak olur. Briket, tuğla, ya da betonarme yapılar ise kışın soğuk, yazın da sıcak. Yani bu malzemelerin dışarıdaki ısıyı içeri alma özellikleri vardır.
- Çekmeye dayanımı ise basınca dayanımının yaklaşık onda biri ölçüsündedir.
- Kerpiç, havanın kirliliğini alır.
- Kerpicin elde edilmesi için en az enerji tüketilir.
- Kerpicin radyoaktivitesi yoktur.

- Kerpiç doğayı kirletmez.
- Kerpiç, yapı yerinde üretildiği için taşıma gideri yoktur [12].

Genellikle küçük, tek katlı ve geçici yapılarda uygulanırlar. Bu gereçlerle inşa edilecek yapıların su basman kotuna kadar mutlaka taş malzemeyle yapılmaları gerekir: Özellikle kerpiç yapılara kırsal yörelerde sık rastlanır. Bu yapıların belirli kurallara göre yapılmasını ve dolayısıyla deprem ve su baskını gibi afetlerde can ve mal kaybının en aza indirilmesi amacıyla Nisan 1985'te Kerpiç Yapıların Yapım Kuralları adıyla TS 2515 hazırlanmıştır. Kerpiç bloklar ve bu blokların yapım kuralları ile ilgili yönetmelik ise 1977'de hazırlanan TS 2514'tür. TS 2514" ve "TS 2515" standartlarında özellikleri ve kuralları açıklanmış olan kerpiç, killi ve uygun nitelikteki toprağın içine saman veya diğer bitkisel lifler, su ve katkı maddeleri karıştırılıp, kalıplara dökülerek şekillendirilmek ve açık havada kurutma yoluyla elde edilir. Statik dayanımı artırmak için kerpiç hamuruna alçı ve çimento (%2-4 oranında) katılabilmektedir. "TS 537" standardında belirtildiği gibi, çimento katkılı, "Çimentolu Kerpiç Bloklar" da üretilmektedir. Çimentolu kerpiçler, içerdikleri çimento oranına bağlı olarak farklı basınç dayanımlarına sahiptir. Bu tür kâgir bileşenlere, fiziksel özelliklerinin ve suya dayanıklılığının artırılması amacıyla bitüm emülsiyonları vb. katkı maddeleri de ilave edilebilmektedir [4]. Şekil 2.19'da kerpicin kalıplar ile imalatı görülmekte olup Şekil 2.20'de Elazığ İli Kartaldere Köyünde kerpiç yapı ürünüyle yapılışmış bir konut örneğini görülüyor.



Şekil 2. 19 Kerpiç imalatı [20]



Şekil 2. 20 Elazığ İli Kartaldere Köyünde Kerpiç yapı ürünüyle yapılmış konut [21]

2010 Kerpiç blokları boyutlarına göre

- Kuzu Kerpiç. 10x13x28 cm boyutunda prizmatik
- Ana Kerpiç. 10x28x28 cm olarak 2 şekilde adlandırılır [20].

Kerpiçlerin sınıflandırılması Çizelge 2. 9'da verilmiştir.

Çizelge 2.9 Kerpiçlerin Sınıflandırılması(TS2514,1977, TS2515,1985) [20]

Sınıf	Boyutlar(cm)	Hacim(dm^3)	Yaklaşık Ağırlık(kg)
• I	• 12x19x40	• 9,12	• 10-12 (kuzu)
• II	• 12x30x40	• 14,40	• 15-25 (ana)
• III	• 12x18x30	• 6,48	• 7-11 (kuzu)
• IV	• 12x25x30	• 9,00	• 10-15 (ana)

Kerpiç yapılar, deprem yönetmeliğine göre en fazla bodrum üzerine tek katlı olarak inşa edilebilir. Kerpiçler dikdörtgen prizması seklinde olmalıdır. Bloklarda çatlak ve kırık bulunmamalıdır. Kerpiç duvarların en zayıf taraflarından biri ıslandığında yumuşaması ve dayanımını kaybetmesidir. Islanınca gevşeyip dağılır ve sonrasında kuruyunca çatlayıp ufalanırlar. Bunu gidermek için kerpiç harcına çimento veya kireç ya da her ikisi birden katılabilir. Bu malzemeler kerpici oluşturan kil ve kum tanelerinin birbirine yapışmasını sağlarlar [22].

2.2 Bölgedeki Geleneksel Yapı Tipleri ve Özellikleri

Elazığ ilinde, merkez yanında Ağın, Alacakaya, Arıncak, Baskil, Karakoçan, Kovancılar, Maden, Palu ve Sivrice ilçeleri mevcuttur. Bölgede köyler ve ilçeler arasında gelişmiş düzeyi farklı olduğu için, bu durum mevcut binaların türlerine ve inşa kalitesine de doğrudan etkili olmuştur [23]. İlçelerden köylere gidildikçe betonarme bina sayısı azalmaktadır. Elazığ köylerindeki yapıların çoğu, mevsimsel olarak oluşmuş ve yüzeyleri tamamen aşınmış taş ve kerpiç duvarlarla inşaa edilmiş yapılardan oluşmaktadır. Bölgede yığma yapı duvarlarında çoğunlukta kerpiç ve taş ürünleri kullanılarak inşa edilmesinde, kerpiç toprağı ile taşın yakın çevrede kolayca bulunması ve tuğla ve briket gibi endüstriyel yapı malzemelerinin maliyetinin yüksek olmasının etkili olduğu tahmin edilmiştir. Ancak, kerpiç binaların daha eski binalar olduğu ve taş binaların göreceli olarak daha yeni binalar olduğu söylenebilir. Başka bir ifade ile elden geldiğinde kerpiç binalar, zaman içinde taş bina olarak yenilenmiş ve daha sonra taş binalar tuğla ve betonarme olarak yenilenmiştir. Kerpiç binalar genellikle bir ve bazı durumlarda iki katlı iken, taş binaların 1, 2 ve 3 katlı olduğu gözlenmiştir. Tamamen kerpiç binalar yığma binalarda sayı bakımından azınlıkta olup, yığma binaların çoğunluğu özellikle köylerde önemli bir çoğunluğu taş olduğu kabul edilebilir. Son yıllarda gerek kerpiç, gerekse taş bina yapımının söz konusu olmadığı, daha çok taşıyıcı duvarların tuğla bloklar ile oluşturulduğu yığma binaların, ya da betonarme binaların inşa edilmektedir. Tuğla yığma binaların küçük bir bölümünde yatay ve düşey betonarme hatıllar kullanılırken, genellikle sadece yatay hatıl ve betonarme döşeme kullanılmaktadır [23]. Elazığ ilinde bulunan geleneksel konut örneklerini Şekil 2.21'de, şekil 2.22'de, şekil 2.23'de, şekil 2.24'de, şekil 2.25'da, Şekil 2.26'da görüyoruz.



Şekil 2.21 Elazığ İli Karakoçan İlçesi Tarlatepe Cevizdere Mezrası kerpiç bina örneği[21].



Şekil2. 22 Elazığ İli Palu ilçesi Baltaşı Beldesinde taş duvarlı bina Örneği [21]



Şekil2. 23 Palu İlçesi Baltaşı Beldesinde, zemin kattı taş, birinci kattı ateş tuğla duvar ile yapılmış konut örneği [21]

Bunun yanında bölgedeki yapıların depreme dayanıklılığının çok zayıf olmasının bir nedeni de, bağlayıcı malzeme olarak çamur kullanılmış olmasıdır. Bu bağlayıcı malzemenin ağır iklim koşulları altında yıllarca akması ve zamanla özelliğini kaybetmesi

bu malzemeyi zamanla etkisiz hale getirmektedir. Bölgede sıkça karşılaşılan yapı tipi şekil 2.24'de verilmiştir.



Şekil 2. 24 Bölgede sıkça karşılaşılan yapı tipi [21]

Bölgedeki yapıların çoğunun çatı kaplaması, yan yana dizilmiş ağaç gövdeleri üzerine oturtulmuş, ortalama 75 cm eninde olan ve periyodik olarak üzerine yeni malzeme ilave edilerek yapılan toprak damdır [24].

Yukarıda deprem bölgesindeki bina türleri ve özellikleri verilmiştir. Ancak özellikle köylerde bu türler yanında, bunların ikili ve üçlü birleşimi şeklinde yapılan binalar da mevcuttur. Örneğin, ön cephesi taş duvarlı olduğu halde diğer cepheleri kerpiç olan binalar veya farklı dolgu birimlerinin kullanıldığı duvarlar da bulunmaktadır. Bunun gibi, duvar özelliklerinde katlar arası değişiklik gösteren binalar da mevcuttur. Bu tür binaların olumsuz özellikleri her bir yapım türünün olumsuz özelliklerinin yanında, farklı rijitlikteki duvar parçalarının beraber bulunması olumsuz durumu ve birleşim bölgelerindeki zayıflık da mevcuttur [23]. Şekil 2.25'de Elazığ Kartaldere Köyünde zemin katı kerpiç üst katı briket yapı ürünü kullanarak yapılmış bir konut örneği görüyoruz.



Şekil 2. 25 Elazığ İli, Kartaldere Köyünden briket ve kerpicin duvarın kullanıldığı yapı örneği [21]



Şekil 2.26 Elazığ İli Palu İlçesi Baltaşı beldesi karma yapı örneği[21]

Her ne kadar binalar farklı malzemelerin ikili veya üçlü kombinasyonları ile inşa edilseler de, bina tipleri inşa edildikleri ana malzemeye göre sınıflandırılacaktır. Ayrıca, bu sınıflar içerisinde binalar kat sayısı, kullanım şekli, inşa edildiği döneme göre tanımlanacaklardır.

2.2.1. Taş Duvarlı Yapılar

Taş duvarlı binalar köy ve ilçelerde yaygındır. Sadece Palu ilçe merkezinde kerpiç binaların daha yaygın olduğu gözlenmiştir. Bunların bir bölümü betonarme hatıllı ve betonarme döşemeli binalar olmakla birlikte, özellikle köylerdeki taş binaların çok büyük bölümünde yukarıda açıklandığı gibi ağaç gövdeleri ve bunlara dik yerleştirilen ince kadron ve dallar üzerine yerleştirilen kil dolgudan oluşan döşeme ve çatılar bulunmaktadır. Pek çok binada ayrıca ahşap iskeletli ondüle saç çatı kaplamaları bulunmaktadır. Özellikle bina çevresinde bulunan duvarlar 0.50m veya daha kalın

düzenlenmiştir[30]. Daha yeni binalar, 1980'lerin başından itibaren, bölgede Güllüce taşı olarak bilinen, hafif, volkanik bir taş ile inşa edilmeye başlanmıştır. Bu taş kolayca kesilip, şekil verilebildiğinden, özelikle binaların dış duvarlarında oldukça yaygın olarak görmek mümkündür. İki katman şeklinde oluşturulan dış duvarlarda, katmanlar arası, moloz ile doldurulmuştur [25]. Genelde duvar kalınlığı boyunca iki sıra ahşap hatıl kullanılmış, bu hatıllar duvar enine doğrultusunda belli aralıklar ile birbirlerine bağlanmıştır. Ancak iki duvar dış cidar tabakasının bağlantısının yeterli düzeyde olmaması bu tür duvarların en önemli zayıf tarafıdır. Bazı durumlarda yuvarlak yüzeyli taşlar ve arada daha küçük taşlar kullanıldığı için duvarın iki kenar yüzeyi ayrıca bir zayıflığa sahiptir. Özellikle yamaçta kurulu köylerin bulunduğu bölgelerin çoğunda ayrışma derecesi değişken olan kaya bulunmaktadır. Çevrede ayrışan kaya parçalarının oluşturduğu değişken granülometriye sahip kaya parçaları ve bitkisel toprak mevcuttur. Özellikle dere yataklarında bulunan taşların büyük bir kısmı yuvarlak biçimli taş parçalarıdır. Taş duvarlarda bağlayıcı olarak ve duvar ara boşluklarının doldurulmasında genel olarak çevrede bulunan kil kullanılmıştır. Pek çok binada kil bağlayıcının dış yüzde yağışlardan yumuşadığı ve döküldüğü görülmüştür. Nadir de olsa, taş duvarların bazılarında çimento harcı da kullanılmıştır. Nispeten daha az karşılaşılmış olan bu binalarda betonarme hatıl ve betonarme döşeme daha yaygındır [23].

Kerpiç evlerde olduğu gibi, bu hafif taşlar da tek veya iki katlı binaların inşasında kullanılmıştır. Genellikle, Şekil 2.27'de görüldüğü gibi tek katlı örnekleri hemen hemen her köyde görülebilen 1980'lerin sonunda yapılmış okul binalarıdır. Bununla birlikte, eğitim sisteminde son yıllarda yapılan değişiklikler ve "taşımalı eğitim"e geçilmesiyle öğrenciler ilçe merkezlerindeki okullara servislerle götürülmeye başlanmış ve bu okullar işlevini yitirmişlerdir. Dolayısıyla, bu tek katlı okul binaları ya kullanılmamakta ya da depo amaçlı kullanılmaktadır. Taşların pek düzgün yerleştirildiği söylenemese de, taşların arasındaki harcın kalitesi, bireylere ait evlerdekinden daha iyi gözükmektedir [25].



Şekil 2. 27 Tek katlı, tipik okul binası, Okçular Köyü [25]

İki katlı örneklerinde, belirli bir hasar şekli tanımlamak kolay olmasa da, biraz daha itinalı bir işçilikle, en azından tamamen yıkılmaması tamamen kerpiç binalara karşı bir avantajı olarak görülebilir. Görülen hasar tipleri ilerleyen bölümlerde daha detaylı olarak incelenecektir.

Diğer bir taş türü, daha koyu renklerdeki, ağır, daha yuvarlak hatlı, dere kenarından elde edilen, dolayısıyla Beyhan beldesinde daha çok görülen taşlardır. Genellikle kerpiç evlerin temellerinde ve diğer hafif taşlarla birlikte kombine edilerek duvarlarında kullanılmaktadır. Ayrıca, birçok taş binada iç duvarlar kerpiçlerle inşa edilmişlerdir [25].

Elazığ ilçe ve köylerinde inşa edilen taş duvarlı konut örneklerini Şekil 2.28'de, şekil 2.29'da, şekil 2.30'da, şekil 2.31'de, şekil 2.32'de ve şekil 2.33'de görüyoruz.



Şekil 2. 28 Hafif taşlarla inşaa edilmiş, iki katlı konut, Elazığ İli Okçular Köyü [25]



Şekil 2.29 Alt katı ağır dere taşlarıyla, üst katı hafif taşlarla inşa edilmiş, alt katı hayvan barınağı, üst katı konut, Okçular Köyü [25]



Şekil 2.30 Ağır dere taşlarıyla inşaa edilmiş, iki katlı konut, Beyhan Beldesi [25]



Şekil 2.31 Ağır dere taşlarıyla inşaa edilmiş konut, Okçular Köyü [25]



Şekil 2.32 Elazığ Karakoçan İlçesinde hafif taşlarla inşaa edilmiş, alt katı hayvan barınağı üst kat konut olarak kullanılan konut örneği [25]



Şekil 2. 33 Elazığ Kayaönü Köyü [25]

2.2.2. Tuğla Duvarlı Yapılar

Boşluklu tuğla duvarlı yığma binalar ilçelerde yaygındır. Köylerde de özellikle nispeten yeni sayılabilecek bazı tuğla duvarlı yığma binalar görülmüştür. Bunlar da betonarme hatıllı ve betonarme döşemeli binalardır. Bu binalarda kolon olarak kabul edilebilecek düşey hatıllar olmamasına rağmen bu binalar "betonarme" olarak isimlendirilmektedir. Mühendislik hizmeti görmedikleri açıktır. Bu tür yığma binaların önemli kısmı deprem etkilerinin düşük seviyede olmasından dolayı hasar görmemiştir. Ancak bunların da olumsuz özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Kullanılan tuğlanın yığma betonarme binalarda bölme duvarlarda kullanılan türden olması ve tuğlalar arası düşey derzlerde harcın yetersiz bulunması,
- Düşey hatılların kullanılmamış olmasıdır.

Köylerde az sayıda da olsa, ahşap düşey, yatay ve çapraz elemanlardan oluşan iskelete sahip, tuğla ya da kerpiç blok dolgulu binalara da rastlanmıştır. Genellikle tek katlı olan bu binaların duvarları genel olarak yarım tuğla kalınlığında olup, deprem sırasında can kaybına neden olacak şekilde hasar görmemişlerdir. Buna karşılık duvarlarda ileri düzeyde hasarların oluştuğu durumlarla karşılaşılmıştır [23].

Boşluklu Tuğlalı Yığma Binalar

- Şekil 2.34'de görüldüğü üzere boşluklu tuğlalar, birçok evde taşıyıcı duvarların inşa edilmesinde kullanılmıştır. Bazı örneklerinde içleri düşük dozlu çimento harcı ile doldurulmuş, bazılarında ise düşey olarak, iki-üç sıra şeklinde boşluklu haliyle kullanılmıştır.
- Bu tür binalarda, boşluklu tuğlalar ile oluşturulmuş duvarların üstüne mesnetlenmiş betonarme kiriş ve döşemeler görülebilmektedir. Duvarlar arasında düşey betonarme elemanlar da bulunmasına rağmen bu sistemleri, yetersiz döşeme-kiriş-kolon birleşimleri sebebiyle "betonarme çerçeve sistemler olarak tanımlamak mümkün değildir. Yapısal sistemi taş-boşluklu tuğla-betonarme döşeme-kiriş-kolon olan bir ev Şekil 2.35'de gösterilmiştir [25].



Şekil 2. 34 Boşluklu tuğlalar ile inşaa edilmiş konut örneği, Aşağıkanatlı Köyü [25]

Elazığ İli Kartaldere Köyünde şekil 2.36'da taşıyıcı malzemesi tuğla yapı ürünü olan bir konut örneğini görüyoruz



Şekil 2.35 Elazığ Kartaldere Köyü Tuğla Yapı Ürünü Kullanarak Yapılmış Konut [25]

Ateş tuğlalı yığma binalar birkaç örnek dışında, ateş tuğlası bölgede yaygın olarak kullanılan bir malzeme değildir. Bu örneklerden birisi Şekil 2.36'da görülen İncedal mezrasında 1982 yılında inşa edilmiş bir camidir.



Şekil 2. 36 Caminin dış görünümü, İncedal Mezrası [25]

Şekil 2.37'de, 2.38'de, 2.39'da görüldüğü gibi diğer bir ateş tuğlalı bina tipi ise, 1971 Bingöl depreminden sonra inşaa edilen afet konutlarıdır. Daha yüksek rakımlı köylerde, bu evler ateş tuğlaları ve çapraz mertekler ile inşaa edilirken, düşük rakımlı köylerde, arasında ısı izolasyonu amacıyla cam yünü bulunan prefabrik paneller kullanılmıştır. Bununla birlikte, bu küçük tek katlı evler yenilenmemiş ve zamanla terk edilmiş veya depo olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bazıları uzun zamandır meydana gelen depremler ve yenilenmemenin etkisiyle ağır hasarlı görünse de, birçoğu kısmi yıkılmalarla veya herhangi bir yıkılma olmaksızın deprem sonrası ayakta durmaktadırlar [25].



Şekil 2. 37 Ateş tuğlalı tek katlı evler, Okçular Köyü [25]



Şekil 2. 38 Elazığ Maden Tek Evler Köyü ateş tuğla örneği [25]



Şekil 2.39 Elazığ Kovancılar 1975 ateş tuğlası ile yapılan afet konutu örneği [21]

2.2.3. Kerpiç Duvarlı Yapılar.

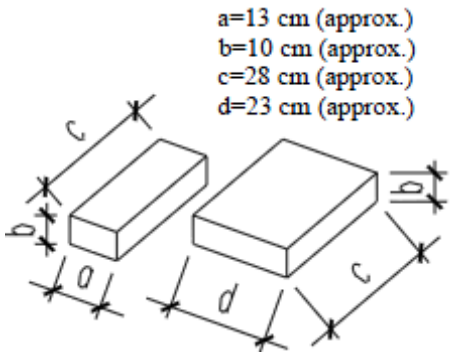
Kerpiç binalar daha çok köylerde yaygındır. Daha çok ahır (hayvan barınağı) ile ahır ve konut beraber olarak kullanılmaktadır. Ancak örneğin Palu ilçesinde iki katlı kerpiç konut binası da mevcuttur. Kerpiç binalarda genellikle ahşap kalasların veya ağaç gövdelerinin yan yana getirilmesi suretiyle oluşturulan çatı bulunmaktadır. Çatıdaki ahşap kalaslar üzerinde ince kadronlar ve daha üstte dallar ve daha üstte kil dolgu mevcuttur. Kil dolgu genellikle her sene üzerine yeni bir tabaka serilerek sıkıştırıldığı için kalınlığı 20cm~40cm arasında değişmektedir. Bu kalınlığın tercihine çatıdan

beklenen ısı yalıtımı da etkili olmaktadır. Bazı durumlarda kerpiç duvarların üzerindeki ahşap kadronların üzerine doğrudan oturtma çatı yerleştirilmiştir. Bazı binalarda da pencere lento seviyesinde de ahşap kadronlar hatıl olarak duvarın bütünlüğünü sağlamak amacıyla kullanılmıştır [23]. Elazığ ili Kökan Mezrasında bulunan iki katlı kerpiç duvarlı konut örnekleri Şekil 2.41'de, Şekil 2.42'de, Şekil 2.43'de ve Şekil 2.44'de verilmiştir.

Kerpiç duvarlı binaların hasar görmesine sebep olan olumsuz özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Binaların iki katlı olması ve ara kat ve çatı bağlantısının duvarların birbirleriyle bütünlüğünü sağlayacak yeterli rijitliğe sahip olmaması,
- Duvarlarda yeterli ve sürekliliği sağlayacak yatay ahşap hatılların bulunmaması,
- Ağır toprak çatının bulunması ve bu çatının duvarlarla birleşiminin yetersiz olması,
- Kerpiç birimlerinin hava şartlarından etkilenerek özelliklerinin zayıflaması [23].

Toprağın saman ile karıştırılıp, şekil verilip, güneşte kurutulmasıyla elde edilen kerpiç malzemesi bölgede, özellikle tek katlı binalarda kullanılan, en yaygın malzemelerden biridir. Yaklaşık boyutları aşağıda Şekil 2.40'de verilmiştir [25].



Şekil 2.40 Kerpiç yapı ürünü yaklaşık boyutları [25]

a=13 cm "~"

b=10 cm "~"

c=28 cm "~"

d=23 cm "~" kerpiç boyutlar [25].

Bölge halkının bilincinde kerpiç binalara karşı güvensizlik giderek artsa da, bina stokunun büyük kısmı, kerpiç binalardan oluşmaktadır [25].

Ayrıca, Şekil 2.44'de ve 2.45' de görüldüğü gibi alt katı hayvan barınağı, üst katı mesken olan iki katlı evler de mevcuttur. Bu kullanım şeklinde, alt katlar yaklaşık olarak 2,5 m, üst katlar yaklaşık olarak 3,0-3,5 m yüksekliğindedir [25].



Şekil 2. 41 İki katlı kerpiç ev dış görünüşü, Kökan Mezrası [25]



Şekil 2. 42 İki katlı kerpiç ev iç görünüm, Kökan Mezrası [25]

Genellikle döşemeler, zemin kat duvarlarına basit mesnetli şekilde teşkil edilmiştir. Ancak mesnet detayları duvar veya döşemenin yatay yönde hareketini engelleyecek yeterlilikte değildir. Bu nedenle basit mesnetten çok, "kayıcı mesnet" gibi değerlendirilebilir. Başka bir deyişle, özensiz inşaa edilen döşemeler ve çatılar, "rijit diyafram" şeklinde çalışarak, yatay kuvvetleri duvarlar arasında iletebilecek özelliğe sahip değildir [25].



Şekil 2.43 İki katlı kerpiç ev, bölgede çok görülmeyen düşey lento uygulaması, Beyhan Beldesi [25]



Şekil 2.44 İki katlı kerpiç ev, bölgede hemen hemen hiç görülmeyen düşey lento uygulaması, Beyhan Beldesi [25]

BÖLÜM 3

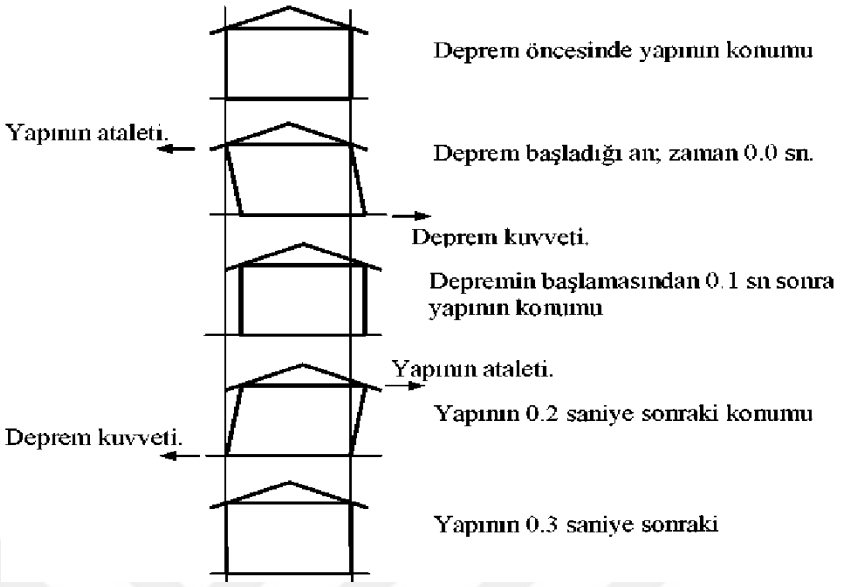
DEPREM VE GELENEKSEL YAPILARA ETKİSİ

Deprem yükleri, deprem sırasında zeminde oluşan titreşimler nedeniyle binaya etkiyen yüklerdir. Yapılar, taşıyıcı sistemine, kullanılan malzemeye ve detaylandırma gibi birçok parametreye bağlı olarak depremde farklı farklı davranışlar sergilemektedir [2].

Yapıların depremlerdeki davranışlarını incelemeden önce, atalet kuvveti kavramından bahsetmek gerekir. Duran veya sabit bir hızla hareket eden her cisim, kendisini harekete geçirecek veya hızını değiştirecek herhangi bir dış kuvvete karşı, ağırlığından dolayı bir direnme gösterir. Bu direnme, tesir eden kuvvete aksi yönde oluşur. Bu kuvvetin bir örneği aniden kalkış yapan bir motorlu araç içindeki kişinin geriye doğru gitmesi ve aniden fren yapan arabadaki yolcunun öne doğru gitmesi olarak belirtilebilir. İşte bu şekilde oluşan kuvvetlere atalet kuvveti denir. Yapılarda ise zeminin depremde hareket etmesi, yapının ağırlığının da buna karşı direnmesi sonucu atalet kuvvetleri oluşur [26].

Yapıların depremde davranışları Şekil 3. 1'de gösterildiği gibi olmaktadır. Zeminde olan hareket, binayı bir tarafa doğru çekmeye başlar. Ancak yapı ağırlığı ile bu harekete karşı koyarak yapının tekrar eski haline gelmesini ister. Bu şekilde yapı sağa sola sallanıp kaykılarak deprem sırasında yer değiştirir. Söz konusu gidip gelme hareketi sırasında oluşan atalet kuvvetleri ve deprem kuvvetleri yapıyı iki ucundan çekmeye başlarlar. Eğer yapıyı meydana getiren elemanlar arasında yeterli bir direnç varsa, yani yapı elemanlarının yapı parçalarını bir arada tutabilme gücü varsa, yapı çatlamadan durabilir. Eğer bu güç yoksa çatlaklar oluşmaya başlar. Depremin devam etmesi ile bu

çatlaklar genişler ve giderek yapının duvarlarının, kolonlarının parçalanıp dağılmasına ve katların birbiri üstüne çökmesine kadar varan yıkımlar olabilir [26].



Şekil 3.1 Yapıların depremdeki davranışlarının şematik açıklanması [26].

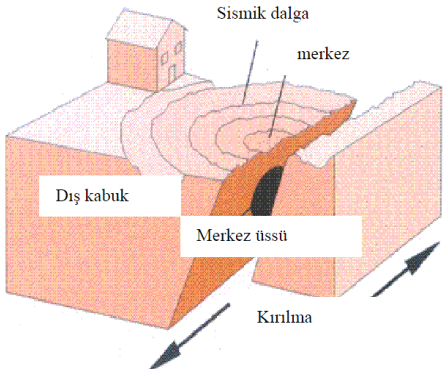
Yapılar açısından deprem olayı yerin içinde oluşan bir takım kuvvetlerin neden olduğu ani hareketlerin ortaya çıkardığı sarsıntı dalgalarının geçtikleri ortamları ve yeryüzünü sallaması ve buralarda bulunan yapılarda atalet kuvvetleri doğurmasıdır. Yapıların depreme dayanıklı olarak tasarlanması da bu atalet kuvvetlerine dayanıklı yapı yapmak olarak ifade edilebilir. Yapıları depreme dayanıklı olarak tasarlamak için deprem esnasında oluşan kuvvetlerin bilinmesi ve bu kuvvetler altındaki yapıların davranışının çok iyi irdelenmesi gerekmektedir [4].

Deprem öncesi yapının sadece düşey yüklerini taşıyan taşıyıcı elemanlar, depremden kaynaklanan yatay yükler etkisi ile oluşan kesme kuvvetleri ve eğilme momentlerine de dayanmak zorundadır. Yapıya etkiyen yatay yüklerin büyüklüğü tamamen depremin büyüklüğü ve binanın ağırlığına bağlıdır. Deprem sarsıntısı ve binanın ağırlığı arttıkça deprem yükleri de artar. Yapı tek parça halinde rijit bir kutu gibi davranmalıdır. Temel, zemin ile birlikte hareket eder ancak yapının diğer kısımları atalet, sönümleme ve rijitlik etkisiyle farklı (daha geç) salınır. Bu salınım farklılığı yapı elemanlarında gerilmelere sebep olur. Sarsıntılar arttıkça farklı noktalarda ortaya çıkan gerilme yoğunlukları, gevrek malzemelerden oluşan yığma yapıda çekme ya da kesme çatlakları oluşturur. Çatlakların oluşumu yapının daha esnek ve yumuşak davranmasına neden olur. Bu

esneklik yapının farklı bölümlerinin farklı salınım yapmasına ve binada yer değiştirmelerin artmasına sebep olur. Deprem sarsıntıları devam ettikçe deformasyonlar artar, çatlaklar büyür, derinleşir ve birbirini keser. Bu çatlaklar yeterince geliştikten sonra yapı artık rijit bir kutu sistem gibi davranamaz ve yapıdaki zayıf noktalara bağlı olarak çeşitli hasarlar oluşur. Sarsıntıların artması ve devamı durumunda bina yıkılabilir.

1.1 **Deprem**

Deprem, Yerkabuğunun içindeki kırılmalar nedeniyle ani olarak ortaya çıkan titreşimlerin dalgalar halinde yayılarak geçtikleri ortamları ve yer yüzeyini sarsma olayına "Deprem" denir[40]. Depremler oluş biçimlerine göre tektonik, volkanik, çöküntü ve Tsunami olmak üzere dört gruba ayrılmaktadır. Bunlardan en yaygın olanı tektonik depremlerdir[15]. Depremlerin çoğu dünya kabuğunu meydana getiren levhaların birleştiği yerlerde meydana gelir. Levhalar devamlı hareket eder, gerilmelere ve şekil değişimlerine neden olur. Gerilme kabuğun mukavemetinden fazlaysa enerjiyi salıveren ve yeryüzünde sismik dalgalar meydana getiren ani bir kayma olur. Şekil 3. 2 de görüldüğü gibi enerjinin bırakıldığı yere depremin merkezi denir ve yeryüzünde deprem merkezinin üzerindeki noktaya da merkez üssü denir [12].



Şekil 3.2 Deprem oluşumu ve binaya etkisi [2]

Merkez üssünde boşalan enerji miktarı Richter Magnitüd Ölçeği (M) kullanılarak saptanır. M4 büyüklüğünde ve yukarısındaki deprem merkez üssünde açıkça hissedilir. Mw=5 ve Mw=6 orta ölçekli depremlerdir. Mw=7 ve Mw=8 ölçekli depremler binalara geniş çaplı hasar verir ve toprak kaymalarına ve zeminde kalıcı yer değiştirmelere neden olur.

Bir bina fay hattının üzerinde ise temelin altındaki zeminin çökmesi ile hasar görür. Stabil olmayan şevler ve gevşek toprak yığınları temelin çökmesi dolayısı ile binanın çökmesine neden olur. Çoğunlukla hasar depremin merkez üssünden yayılan sismik dalgalar sonucunda oluşur. Binanın olduğu yerdeki sismik yer hareketinin tipi birçok faktöre bağlıdır. Bunlar;

Binanın depremin merkez üssünden uzaklığı,

Depremin şiddeti,

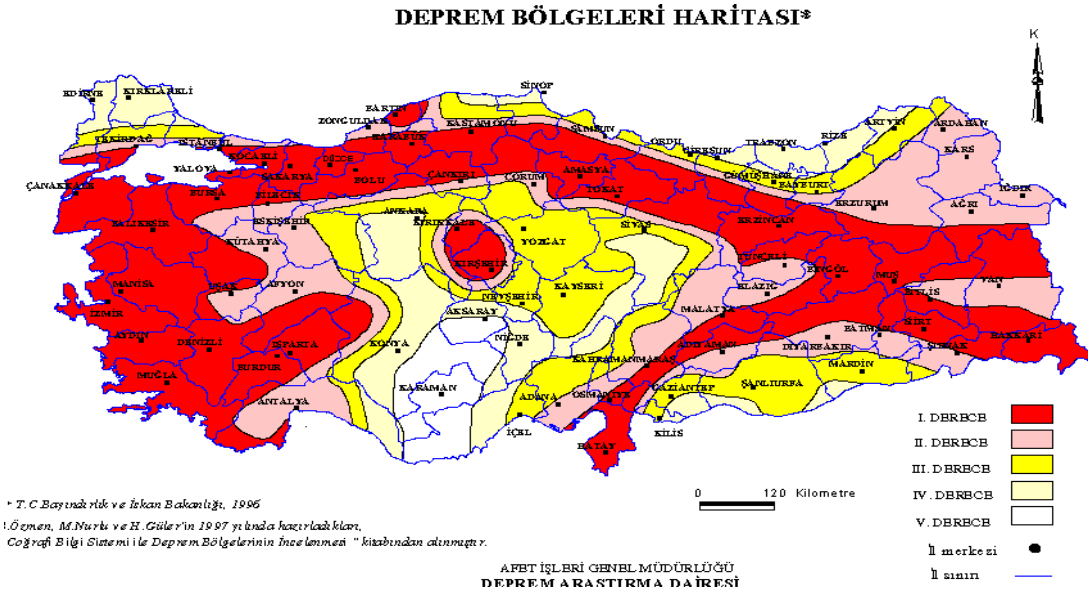
Depremin merkez derinliği,

Binanın olduğu yerdeki zemin çeşidi olarak sayılabilir,

Yerin hareketi kuvvetli ise binaları hareket ettirir. Deprem temelleri hareket ettirince atalet kuvveti binanın üst katlarını hakiki yerinde tutmaya çalışır. Yerin hareketi yavaş olursa bina kendini toplar ama genelde depremler hızla ivme kazanan yer kuvvetleri meydana getirir. Depremde oluşan kuvvetler binanın ağırlığına ve zeminin ne kadar hızlı ivme kazandığına bağlıdır. Binalar ağırsa atalet kuvvetleri yüksek olacağından ağır binalarda oluşan deprem kuvvetleri yüksektir. Aynı şekilde yüksek zemin ivmeleri yapılarda daha büyük gerilmelere neden olur. Depremler yer hareketinin ve binanın özelliğine göre yapıları değişik şekilde etkiler [12]. Yapılar, taşıyıcı sistemine, kullanılan malzemeye ve detaylandırma gibi birçok parametreye bağlı olarak depremde farklı farklı davranışlar sergilemektedir. Dolayısıyla da bir yığma yapının göstereceği deprem davranışı, betonarme bir yapının göstereceği deprem davranışından çok farklı olacaktır [2].

3.1.1 Türkiyedeki Deprem Kuşağı

Dünyanın kalabalık nüfusa sahip çoğu bölgesi aktif deprem bölgelerinde yer almaktadır. Türkiye de dünyanın en aktif deprem bölgelerinden birini oluşturan Alp - Himalaya deprem kuşağında yer almaktadır. Yüzölçümü olarak Türkiye'nin Şekil 3.3'de görüldüğü gibi %42'si 1. derece, %25'i 2. derece, %18'i 3. derece, %13'ü 4.derece ve %2'si 5. derece deprem bölgesindedir. Dolayısı ile nüfusun %44'ü 1. derece,%26'sı 2. derece, %15'i 3. derece, %13'ü 4. derece ve %2'si 5. derece deprem bölgesinde yaşamaktadır [12].



Şekil 3.3 Deprem bölgeleri haritası [21]

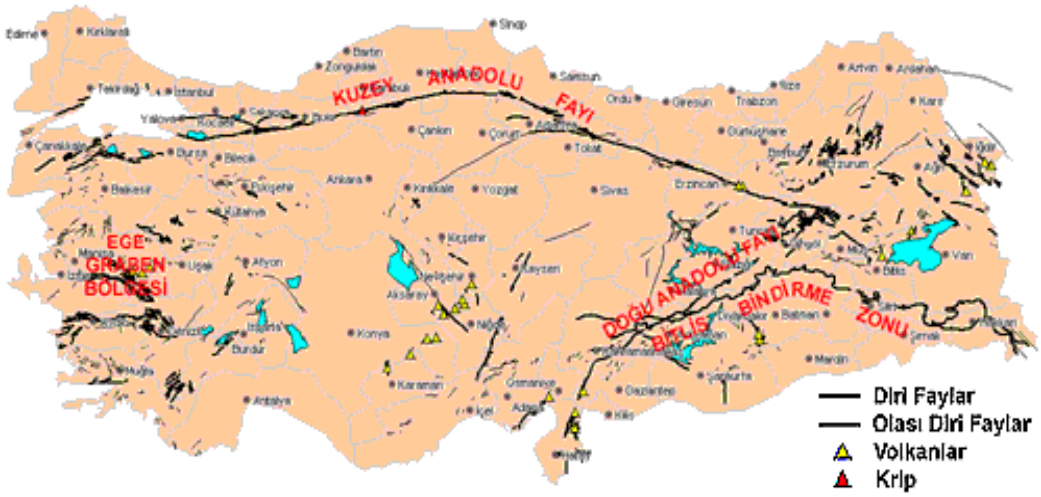
Ülkemizde Üç Ana Fay Kuşağı vardır;

Yaklaşık 1500 kilometre uzunluğunda olan Kuzey Anadolu fay kuşağı, ülkemizin kuzeyinde doğu – batı yönünde bir uzanış gösterir. Saros körfezinden başlayan bu hat, Marmara denizinin kuzeyi, İzmit körfezi, Adapazarı, Düzce, Bolu, Merzifon, Suluova, Erbaa, Niksar, Kelkit vadisi, Erzincan, Erzurum, Varto ve Van üzerinden geçen bir hat şeklinde uzanır.

Hatay'dan başlayan Doğu Anadolu fay kuşağı, Kahraman Maraş'a kadar süren bir grabeni takip ederek, Adıyaman, Malatya, Elazığ, Bitlis üzerinden geçer ve Bingöl'ün Karlıova ilçesi yakınlarında Kuzey Anadolu fay kuşağıyla birleşir.

Güney Marmara Bölümü ile Kıyı Ege Bölümü'nü içine alan Batı Anadolu fay kuşağı**,** irili ufaklı birçok fay vardır. Gediz, Bakırçay, Küçük Menderes ve Büyük Menderes grabenlerindeki faylar bunların başlıcalarıdır.

Türkiye'nin ana fay hatları ile deprem haritaları karşılaştırıldığında birinci derece deprem alanlarının ana fay kuşakları olduğu Şekil 3,4'de görülür. Bu kuşaklardan uzakta kalan yerlerde görülen depremlerin sıklığı ve şiddeti daha azdır. Deprem bakımından en tehlikesiz sahalar Tuz gölünün güneyi, Konya ovası ve Taşeli yarımadasıdır [21].

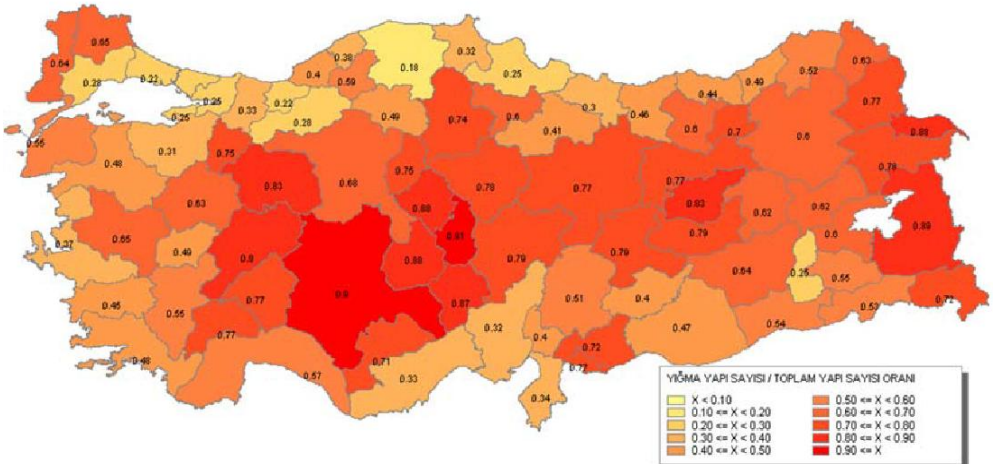


Şekil 3.4 Türkiyede fay hatları [21]

Yüksek sismik risk altında olan ülkemizde depreme dayanıklı yapılar inşa etmek için daha çok özen gösterilmesi gerekir. Bu nedenle bugün yürürlükte olan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (2007 D.B.Y.B.H.Y) kurallarına uygun olarak yapılmalıdır[12].

3.2 Depremin Geleneksel Yapı Davranışına Etkisi

DİE tarafından 2000 yılında gerçekleştirilmiş olan Bina Sayımı bilgileri de bu çalışmada kullanılmıştır. DİE bina sayımı bilgileri doğrultusunda, toplam yığma yapı sayısının toplam bina sayısına oranı her il için hesaplanmış ve Şekil 3. 5'de verilen harita ile gösterilmiştir. Burada görüldüğü üzere, genellikle Türkiye'nin iç ve doğu kesimlerinde yığma yapıların yoğunlaştığı görülmektedir [27].



Şekil 3.5 Yığma yapı sayınsın toplam yapı sayısına oranı haritası [27]

Yığma yapılar bazı açılardan üstün olmalarına karşın, çok ağır olmaları ve deprem gibi dinamik ve yatay yüklere dayanımlarının az olması nedeniyle, genellikle depreme dayanıklı yapı olarak nitelenmezler. Ancak ekonomik koşullar karşısında, Türkiye'de yığma yapı yapımı devam edeceğinden, bu yapıların elden geldiğince depreme dayanıklı yapılması, depremlerdeki davranışlarının bilinmesi ve deprem dayanımlarının arttırılması gerekir [7].

Ülkemizde kırsal kesimlerde inşa edilen yapıların dörtte üçü “Kagir (yığma) Duvarlı Yapı” sınıfına girmektedir. Bu yapıların deprem etkisi altındaki davranışı, duvarların kendi düzlemleri içinde ortaya çıkan çekme kuvvetleriyle açıklanabilir. Bu tür yapılarda deprem esnasında oluşan atalet kuvvetleri, yapılardaki çatıların ve bunların bağlı bulunduğu duvarların düzlem içi rijitlikleri ve yük taşıma kapasiteleri sayesinde temele aktarılır. Duvarların kendi düzlemlerine dik yöndeki rijitlik ve yük taşıma kapasiteleri ise ihmal edilecek kadar azdır.

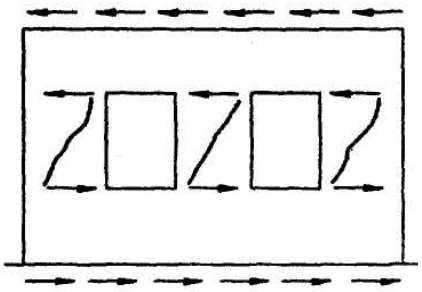
Aynı anda hem düzlem içi hem de düzlem dışı kuvvetlerin etkisinde olan duvarlar düşey yönde yukarıda çatıya, aşağıda temele bağlı basit bir kiriş gibi, yatay yönde ise sadece kaymadan etkilenen rijit kirişler gibi davranırlar. Ağır damlara sahip kagir (yığma) yapıların duvarlarında görülen çapraz çatlamalar hep bu kesme kuvveti tesirlerinin sonucudur. Duvarların ortak köşelerinde üst taraflarda oluşan konik şekilli kırılmalar da aslında iki adet çapraz çatlağın duvarı kesmesidir. Bu tür yapıların duvar uçlarının devrilme tesirlerinden dolayı temelden yukarıya kalktığı gözlenmiştir [5].

Duvarların her birinin birbirinden bağımsız davranmas, yığma yapının tamamının davranışını etkilemektedir. Eğer yapıdaki kitleler ve duvarların düzlem içi rijitliklerinin dağılımı simetrik ise dam bir bütün halinde dönmeden ötelenme yapar. Atalet kuvvetlerinin rijitliklerin farklı olması halinde rijitliği az olan duvar ötekine oranla daha fazla öteleme yapar. Sonuç olarak da dam hem ötelenmeye hem de dönmeye maruz kalır. Eğer damın kendi düzlemi içindeki rijitliği yeterli ise dönme bir rijit cisim dönmesi gibi olur ve sonuçta duvarların gördüğü kesme kuvvetlerinde farklar ortaya çıkar. Ancak çatı duvarların üst kısmına yük aktaracak şekilde bağlanmamışsa veya kendi düzlemi içinde yeterli dayanıma sahip değilse o zaman çatının geometrisinde değişiklikler olur.

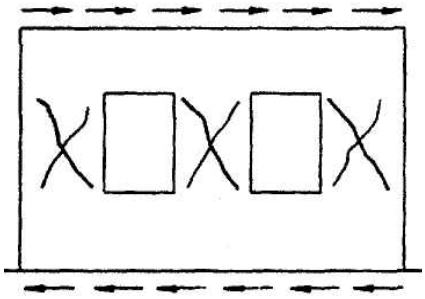
Görüldüğü gibi çatının deprem davranışına olan etkisi ihmal edilemeyecek kadar büyüktür ve bu etki sadece duvarların karşı koyması gereken kuvvetin belirlenmesinde rol oynamaz. Ülkemizdeki kırsal yapıların en belli başlı özelliklerinden biri ağır olmaları ve aynı zamanda da duvar başlıklarının birbirleriyle yeterince bağlantılı olmamalarıdır. Bu durumda duvarlar birbirinden bağımsız olarak davranmakta ve genel dayanımda azalmalar ortaya çıkmaktadır.

Kargir yapılardaki duvarlar temelde üç ana kuvvetin etkisine karşı koyarlar. Bu kuvvetler; düşey yöndeki (eksenel) yükler, düzlem içi kesme kuvvetleri ve düzlem dışı eğilme momentleridir. Bütün kargir duvarlarda malzemenin çekme dayanımının artması veya eksenel yük taşıma kapasitesinin artması taşıyabileceği moment kapasitesinin de artmasına yol açar. Kireç harcı yerine çimento harcı ile örülmüş bir duvarın veya içine hatıl yerleştirilmiş bir duvarın daha fazla dayanıma sahip olduğu ve deprem esnasında oluşacak kuvvetlere direnme gücünün daha fazla olduğu açıktır.

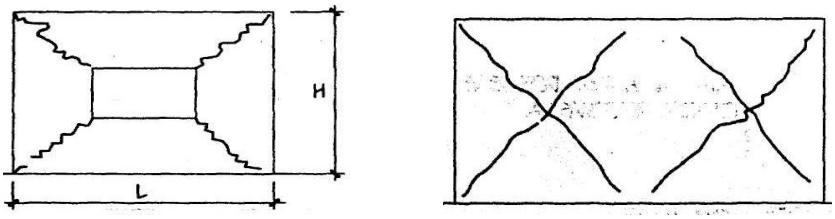
Yatay kuvvetler altında boyuna duvarlar, yatay yükleri çatı veya kat döşemesine veya çatı makasına aktarırlar. Bu elemanlar da kendisine gelen yükleri uç duvarlara aktarırlar. Böylece uç duvarlar kesme kuvvetlerine maruz kalırlar ve bu kesme gerilmeleri duvarın kesme dayanımını aşarsa, eğik çekme çatlakları şeklinde kırılmalar Şekil 3.6'da görüldüğü gibi oluşmaya başlar. Bu çatlaklar yatay ile aralarında 45 derecelik bir açı yaparlar.



a) İlk aşama: duvarda eğik çekme çatlakları oluşturan kuvvetler ve çatlaklar



b) İkinci aşama: duvarda eğik çekme çatlakları oluşturan kuvvetler ve çatlaklar



c) h/l Oranı 1'e yakın ise kenardaki dolu duvar parçaları yerine bütün cephe birlikte davranır

d) Uzun ve dolu duvarda birden fazla eğik çekme çatlağı oluşabilir

Şekil 3.6 Yığma yapı duvarlarında çatlak oluşumları [28]

Deprem etkisi altındaki duvarlara etkiyen ve çekme çatlaklarına neden olan kuvvetlerin aşamaları Şekil 3. 6 a-b de gösterildiği gibidir [29]. Duvar boyutları da Şekil 3. 6 c-d ' de görüldüğü gibi çatlakların oluşumunda önemli etkenlerdendir [29].

Deprem kuvvetleri Şekil 3. 6 a-b ' de görüldüğü gibi yapının iki ana doğrultusunda da etkiyeceğinden yapıların köşeleri çok kritik olacaktır. Betonarme bir kat döşemesi veya çatı makasının yeterli rijitlikte olmaması ve enine duvarları birbirine bağlı tutamaması halinde yapıların köşelerinde hasarlar oluşacaktır. Yığma duvarlara gelen kesme kuvvetleri altında çeşitli kırılmalar oluşabilmektedir. Ancak duvarlar kendi ağırlıklarından ve üst katlardan gelen yükler nedeni ile basınç gerilmelerine de maruzdurlar. Bu nedenle eğik çekme çatlakları 45 dereceden sapabilir. Ayrıca bu tür yapılar çatlakların açısından başka, çatlakların gidişi, duvarların yükseklik ve uzunluk oranı, duvardaki kapı ve pencere boşluklarının miktar ve yerlerinden de etkilenir [4].

Türkiye'de karşılaşılan depremlerde oluşan yapı hasarları incelendiğinde geleneksel yapılarda bulunan yumuşak kat, kısa kolon, simetrik olmayan çıkma, burulma, plan düzensizliği ve çarpışma gibi düzensizlikler bu yapıların depremde hasar görmesine neden olmaktadır [12].

3.2.1 Geleneksel Yapıların Deprem Hasar Düzeyleri

3.2.1.1 Geleneksel Yapılarda Hasar Oluşum Nedenleri

Sosyo-ekonomik düzeyi gelişmekte olan ülkemizde yapılaşma sorunu neredeyse ülkemizin gelişim süreciyle paralel hareket etmektedir. Kırsal yapı olarak nitelendirdiğimiz mevcut yapı stoğumuz, çoğu yığma olan kargir ve karkas sistemli, imar görmemiş ve inşaat mühendisliği hizmeti almamış yapılardan oluşmaktadır. Bu

nedenle her depremde, kırsal yapılarda önemli hasarlar ve can kayıpları olmaktadır. Bu tür yapılardaki deprem hasarları kabaca “hafif”, “orta” ve “ağır” olmak üzere üç ana grupta toplanabilir. Bunlardan ağır hasar görmüş olanları onarılamaz durumdadırlar.

Bu çalışmada ele alınan kırsal yapılar ülkemiz yapı stokunun büyük bir oranını temsil ettiğinden, herhangi bir depremde bu tür yapılarda meydana gelen kayıplarda büyük boyutlarda olmaktadır. Bu kısımda, kırsal yapı tiplerinde rastlanan hasar türleri sınıflandırılarak açıklanacaktır [2].

Yığma yapılarda hemen tüm duvarlar taşıyıcı olduğu için duvarlardaki her türlü hasar doğrudan taşıyıcı sistemi etkiler ve bu açıdan betonarme yapılardaki gibi taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan bölüm hasarı gibi bir ayrım yapılamaz. Yığma yapıların duvarları oturmalara karşı çok duyarlıdır. En küçük temel oturması duvarlarda hemen gözlenir. Bunun nedeni yığma duvarın gevrek nitelikli olması ve çatlamadan dayanabileceği elastik gerilim ya da yüklerin çok düşük olmasıdır. Dayanımı zayıf bir malzeme olduğu için kolayca hasar görür [29].

Yığma yapılarda, duvarda oluşan her tür çatlak taşıyıcı sistemi etkiler [22]. Yığma yapı hasarları, genellikle Şekil 3.7, 3.8, 3.9, 3.10’da görüldüğü gibi duvarda çatlaklar, temelde oturmalar ve kullanılan malzemenin bozulması veya şekil değiştirmesi şeklinde oluşur [20].

Şekil 3.7, 3.8, 3.9’da görüldüğü gibi hatılın sürekliliğinin kesildiği noktada çatlakların oluşması bize; yığma yapılarda inşaat aşamasında kalifiyeli ustanın bulunmamasından dolayı uygulama sırasında oluşabilecek tipik hasarlar görülmektedir [20].



Şekil 3. 7 Elazığ Gezin, tuğla duvarlı kısmi hatılılı konut [21]



Şekil 3. 8 Caminin dış görünümü, İncedal Mezrası [30].



Şekil 3.9 İki katlı kerpiç konut, düşey lento yok yatay hatıllarda da süreklilik yok [21]



Şekil 3.10 Ağır dere taşlarıyla inşaa edilmiş konut, iç görünüm, Beyhan Beldesi [21]

Depremde, Şekil 3.11'de görüldüğü gibi yığma yapılarda duvarda çatlama veya kısmi yıkılma olabilir. Bu, duvarda kullanılan malzemenin özelliğine göre de değişir. Tuğla ve

dolu beton briket, hafif beton briket gibi malzemeler ve bunların bağlayıcı olarak harçlarla birlikte oluşturduğu duvarlar, homojen değildir. Doğal taşlarla örülmüş duvarlarda da aynı durum mevcuttur. Doğal taşlardan oluşan moloz taş duvarlarda, derzler gelişigüzel bir şekildedir.



Şekil 3. 11 Yığma duvarda oluşan tipik kesme çatlağı [21]

Yığma yapı duvarlarında, üst kısımda yeterli rijitlikte döşeme, lento bağlantısı yapılmamışsa, düzlemlerine dik yönde de hasar görürler. Duvarlarda su basman, kapı, pencere hatılı ve döşeme hatılı olmak üzere yatay bağlantılar tekniğine uygun yapılmamışsa depremden mutlaka zarar görürler.

Yapay taşlardan oluşan duvarlarda basınç dayanımı, başta tuğla ve harcın basınç dayanımı gibi ölçülebilen parametrelere bağlıdır. Ancak, işçilik, derz kalınlığı, duvar boyutları gibi parametreler de dayanımı önemli derecede etkilemektedir.

Genellikle yığma yapılarda kullanılan duvar malzemesinin çekme dayanımı, harcın ise kayma dayanımı düşüktür. En önemli hasar nedeni, deprem etkisiyle duvarlarda oluşan kayma gerilmeleri dolayısıyla çekme gerilmelerinin meydana getirdiği çatlak, ayrılma ve dağılmadır. Ayrıca, yığma yapılar ağır ve rijittirler. Dolayısıyla çok büyük deprem kuvveti oluştururlar. Yığma yapının çekme ve basınç altındaki sünek olmayan davranışı, yapının önemli bir plastik şekil değiştirme göstermeden aniden göçmesine neden olur [30].

Yığma yapılarda yapılan bir başka uygulama hatası ise, yapının sokağa veya caddeye bakan cephesinde, büyük açıklıklı kapı ve pencere boşlukları bırakmaktır. Bu boşluklar ise, yönetmelikteki boşluk oranları ile orantılı olmayacağından, ön cephe betonarme kolonlara taşıttırılmaya çalışılmaktadır. Böylece, aynı yapı içinde elastik özellikleri çok farklı iki değişik malzeme kullanılarak yapıda rijitlik düzensizlikleri meydana gelmekte ve bu nedenle deprem sırasında yapıda burulma etkilerinin oluşmasına olanak tanınmaktadır. Ayrıca, yapım kusurları ve standart dışı blokların ve harcın kullanılması, derzlerin harçla doldurulmaması, duvarların düşeyden ayrılması, önemli hasar nedenleridir [31].

Genel olarak yığma yapılarda oluşan hasar nedenleri; taşıyıcı duvarda üst üste gelişi güzel konmuş duvar eleman birimlerinin kuvvetli bir harçla birbirine bağlanmamış olması, duvar bütünlüğünü bozacak büyüklükte kapı ve pencere boşluğu oluşturulması, dış duvarlar boyunca bir kuşak oluşturan ve iç duvarlara da yerleştirilen beton veya ahşap sürekli hatıllar oluşturulmaması, dik teşkil edilen iki duvarın birleşiminde Şekil 3.12'deki gibi düzgün kesilmiş taşlarla geçme yapılmaması, toprak örtülü çatı döşemesiyle yapının ağırlaştırılması, binanın duvarlarında tek tür malzeme kullanılmamasıdır [32]. Şekil 3.12'de Elazığ İli Tarlatepe Cevizdere Mezrasında cephede taş, kerpiç, hımış vb. karma malzeme kullanılmıştır.



Şekil 3. 12 Elazığ Tarlatepe Cevizdere Mezrası [21]

Yığma yapılar deprem, dış yük ve temellerde meydana gelen oturmalardan dolayı hasara uğrayarak, elemanlarında çatlaklar oluşturur. Oluşan çatlağın biçimi, yeri ve boyutu yapıyı etkileyecek nitelikte veya önemsiz olabilmektedir. Çatlak oluşumunda, oluşum şekli, yeri ve miktarına göre yapıya gerekli müdahale yöntemi belirlenmektedir. Taş, tuğla, beton, briket yığma yapıların hasar düzeyleri beş aşamalı bir ölçek ile belirlenebilir. Aşağıda yığma duvarlarda oluşan çatlak genişliğine göre hasar durumları Şekil 3.13, 3.14, 3.15, 3.16, 3.17'de verilmiştir [33].

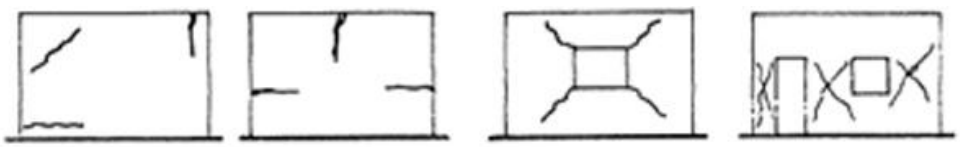
Hasarsız Yapılar

Bu hasar düzeyinde yapıda ya hiç çatlak olmamıştır ya da kılcal boyutta (1.0 mm'den daha ince) sıva çatlakları vardır. Çatlakların derinliği yüzeysel olup sıva tabakası ile sınırlıdır. Bu hasar düzeyindeki yapılar bir depremden sonra herhangi bir onarım ve güçlendirme gerekmeden kullanılabilir [29].

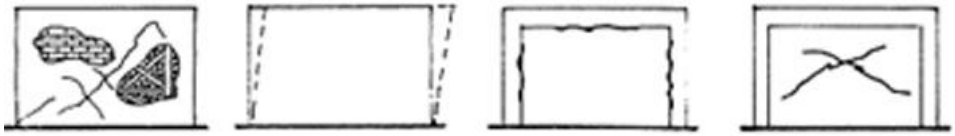
3.2.1.2 Az Hasarlı Yapılar

Bu hasar düzeyindeki yapılarda, yığma yapıların özelliği olan X-şeklindeki kesme çatlakları oluşmuştur. Çatlakların genişliği 1.0-10.0 mm arasındadır ve büyük olasılık ile duvarın içine kadar uzanmaktadır. Kesme gerilmeleri taşıma limiti; yaklaşık 10-20 $kgf/cm^{2,}$ dir [28]. Duvarın elastik olarak taşıyabileceği gerilme limiti ancak aşılmıştır [29].

İnce sıva çatlakları, sıva dökülmeleri, duvarlarda 1-4 mm genişlikte ince çatlaklar ve dolgu ve kalkan duvarlarda 10mm ye kadar çatlaklar ve kısmi dökülmeler görülür [9]. Şekil 3.14 de ki konut örneği gibi genel olarak taşıyıcı çerçevede hasar yoktur. İnce dolgu çatlakları ve yer yer sıva dökülmesi görülebilir. Bağdadi yapılarda hasar ancak duvarın hafifçe kaykılmasıyla fark edilebilir. Betonarme sistemlerde çerçeve ve duvarların birleşim yerlerinde hafif açılmalar olabilir.



a) kenar çatlağı b) ortada çatlak c)pencere köşelerinde d)boşluklu duvarlarda çatlak eğik sıva çatlakları



(e) sıva dökülmesi ve ince sıva çatlakları | f) hafif kaykılma | g) çerçeve dolgu duvarı birleşiminde ayrışma | h) dolgu duvarda ince eğik sıva çatlakları

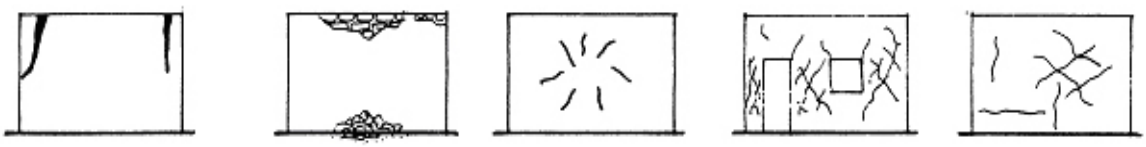
Şekil 3. 13 Hafif Hasarlı Yapılar [4].



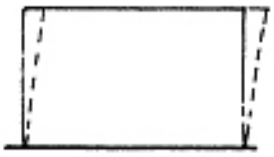
Şekil 3. 14 Hafif hasarlı konut örneği [9]

Orta Hasarlı Yapılar

Taşıyıcı sistem etkilenmeye başlar. Dış duvarlardan içeriye hava akımları girmeye başlar. Pencere ve kapılar sıkışır veya kapanmaz. Yapının kullanımı etkilenmeye başlar. Bu durum hafif hasarlı kısımda belirtilen çatlak genişliklerinin büyümesi ve sayılarının artmasıyla oluşur. Şekil 3.16'da görüldüğü gibi çamurla sıvalı taş ve kerpiç duvarlarda sıva dökülür, tuğla ve briket duvarlarda eğik çatlaklar briket ve tuğlaları keser. Boşluklu duvarlarda eğik çatlaklar yaygınlaşır. Mevcut düşey eğilme çatlakları genişler. Düzlem dışı eğilmeye zorlanan taş duvarlar ise şişer bazen de orta kısmı dökülür. Hatıllı duvarlarda ise hatıl civarında dökülmeler ve ayrılmalar görülebilir [4].



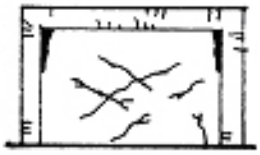
A)Kenarlarda Çatlak Açılması | B)Dış Kabuk Dökülmesi | C)Duvarın Şişmesi | D)Boşluk Aralarında İnce Eğik Çatlaklar | E)Çok Sayıda İnce Çatlak



F) Gözle Fark Edilen Kaykılma



G) Kısmi Dolgu Dökülmesi



H) Çerçevede İnce Çatlaklar Duvarda Kısmi Kırılma

Şekil 3.15 Orta hasarlı yapılar [4].

Bu düzeydeki hasarın belirtisi yine duvarlardaki tipik X şeklindeki kesme çatlaklarıdır. Ancak çatlak genişlikleri bir önceki hasar düzeyine göre 10- 25 mm gibi daha fazladır. Duvarda oluşan kesme gerilmesinde ulaşılabilen maksimum değerine göre önemli azalma (%30-40) oluşmuştur. Ancak duvarların genel olarak boyutlarında önemli bir değişme yoktur. Duvar düzlemi dışına göre fazla deforme olmamıştır, şakülden uzaklaşmamıştır [33].



Şekil 3.16 Taş binada üst kat duvarında meydana gelen kenar açılması [9]

Ağır Hasarlı Yapılar

Bu hasar düzeyine giren yapılarda çatlakların boyutlarının 25 mm'yi aşmasından başka: Duvarlarda düşeylerden uzaklaşma, köşelerden duvarların ayrışması, duvarlarda düşey yüklerden dolayı şişmeler ki bunlar kesme kuvvetlerinin oluşturduğu çatlakların etkisi ile zayıflamış ve paralanmış duvarların düşey yükleri de taşıyamaz duruma gelmiş olduklarını gösterir. Kısmen yıkılmış duvarlardır ve bu tür hasar düzeyinde yapının zemin katının şakülden uzaklaşma miktarı (q/h) 1/50'den fazladır. Ağır hasar sınıfı hasar gören yığma yapıların onarımı mümkün olanları vardır. Bu hasar sınıfında onarım ve

takviye yapılması bazı hallerde (yapının önemli yapı olması, acil kullanıma ihtiyaç duyulması gibi) düşünülebilir [33].



A) Köşe Ve Kenar Kırılması | B) Ortada Kırılma Ve Dökülme | C) Derin Ve Yoğun Çatlaklar | D) Boşluk Arası Duvar Kısımlarının Ağır Çatlaması



E)Dolgu Dökülmesi Ve Dikmelerde Kırılma | F)Belirgin Kaykılma | G)Çerçevede Eğik Ve Kalın Çatlaklar | H)Duvar Yıkılması Dikmelerde Kırılma

Şekil 3.17 Ağır hasarlı yapılar [4].

Şekil 3.18'de yığma duvarda geniş ve eğik çatlaklar bu çatlaklar binanın her iki cephesinde de yoğun şekilde devam ettiğinden taş bina ağır derecede hasarlıdır [9].



Şekil 3.18 Ağır hasarlı yapı örneği [9]

Yıkılmış Yapılar

Taşıyıcı duvarlarının önemli bölümü yıkılmış, döşemeler birbiri üstüne yığılmış ya da oturdukları duvarları yıkılması sonucu kendilerinde de çatlaklar ve kırılmalar olmuş döşemeleri olan yığma yapılardır. Onarılamazlar. Yığma yapıların hasar düzeyi ve onarılıp onarılamayacağı ya da güçlendirmenin gerekip gerekmediği yine yapıdaki hasar ile oluşan depremin şiddeti arasındaki ilişkiden gidilerek yapılmalıdır. 1. ve 2. 'ci düzeydeki hasar yığma yapılarda VI-VII şiddetindeki depremlerde beklenmelidir. 3. ve 4.'ncü düzeyindeki hasar VIII-IX şiddetlerinde, 5.' ci düzeyindeki hasar ise IX' dan büyük şiddetlerde oluşması beklenen hasar düzeyleridir. Eğer ulaşılan hasar düzeyi

beklenenden daha küçük bir şiddet düzeyinde olmuş ise güçlendirme, yeni yapıyı deprem öncesinden daha yüksek dayanımlı bir duruma getirmektedir. Öte yandan eğer yığma yapının ekonomik ömrü bitmiş ise yıkılarak yeniden yapılması daha doğru olacaktır. Yığma yapıların hasar düzeyleri belirlenirken duvarların yatay yükleri taşıma gücü göz önünde tutulmalıdır[33].



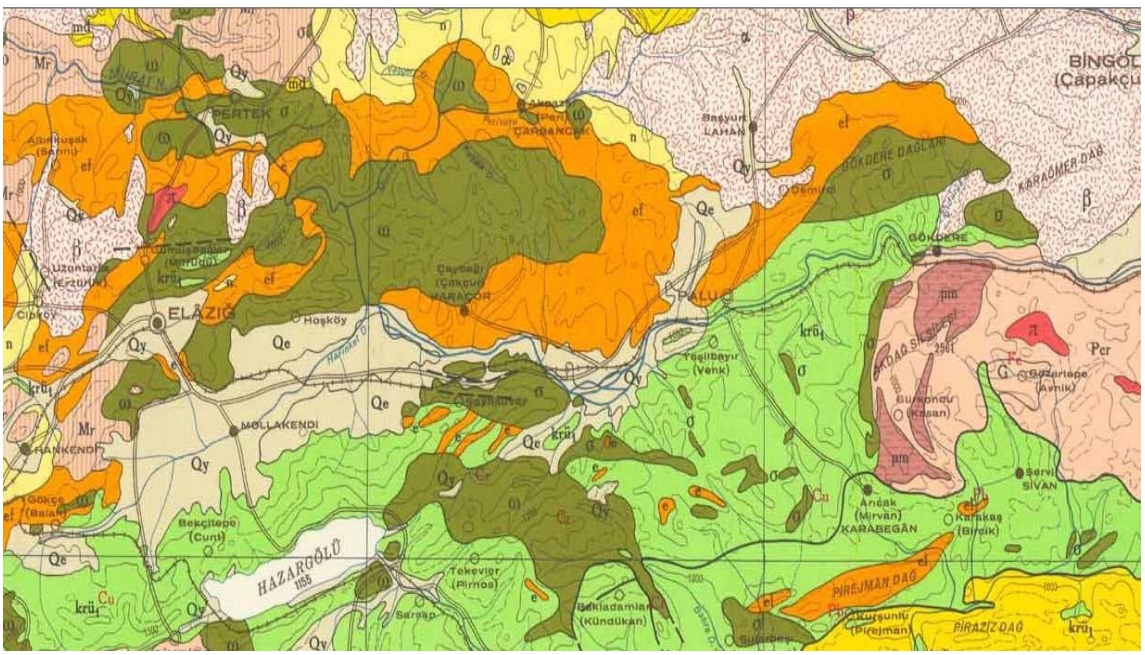
Şekil 3.19 Elazığ 2010 depreminde yıkılmış konut örneği[9]

BÖLÜM 4

ELAZIĞ BÖLGESİNİN DEPREMSELLİĞİ VE SOSYO EKONOMİK YAPISI

4.1 Bölgenin Genel Jeolojisi

Bölgedeki yerleşim yerleri genel olarak 1. derece (Kovancılar ve Palu) ve 2. Derece (Karakoçan) deprem bölgesi içerisinde yer alır. Depremin etkilediği alan olan özellikle Gökdere ve Başyurt arası, Holosen yaşlı genç alüvyon birimlerinden, Andezit, Spilit, Porfirit birimlerinden, Eosen yaşlı Filişlerden ve kısmen de olsa Serpantin birimlerinden oluşmaktadır. Dere yataklarında alüvyonlar, kuzeyde ise yamaç molozları yer alır ve köyler genel olarak meyilli yamaçlarda ve büyük kısmı bu birimler üzerine kurulmuşlardır [25].



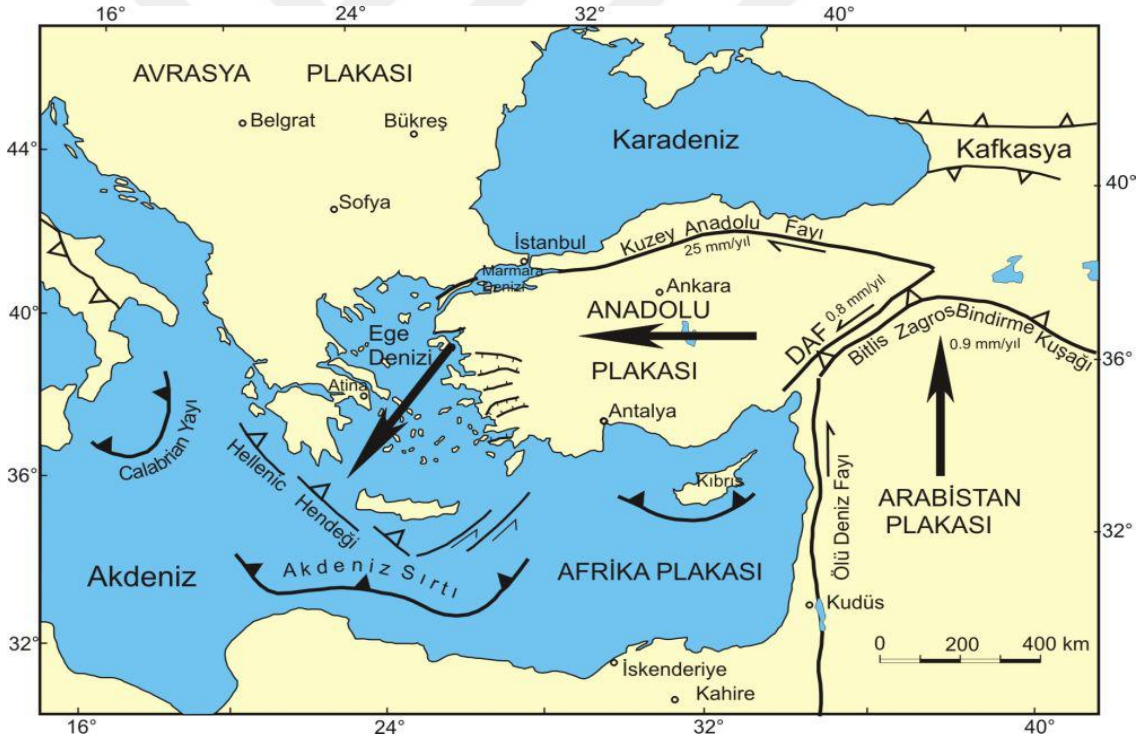
Şekil 4.1 Bölgenin Jeoloji Haritası [25]

4.2 Bölgenin Sismik Özellikleri

Başyurt-Kovancılar-Gökdere bölgesi, genel anlamda Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) içerisinde kalmakta olup, Deprem Bölgeleri Haritası'nda 1.ve 2. Derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Bölge önemli bir deformasyon alanı içerisindedir. Kuzeyde Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve DAFZ arasında kalan bölge çok parçalı ve aktif fay sistemleri nedeni ile yoğun depremselliğe neden olmaktadır [25].

4.2.1 Bölgenin Sismotektonik Özellikleri

Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümü'nde kalan incelme alanı tektonik açıdan Doğu Anadolu Fayı (DAF) ile Karakoçan Fayı'nın kesişme noktasında yer almaktadır (Şekil 4.2) DAF, Arap-Afrika levhası ile Avrasya levhası arasındaki kıta-kıta çarpışması sonucu Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ile birlikte ortaya çıkmış bir transform faydır.

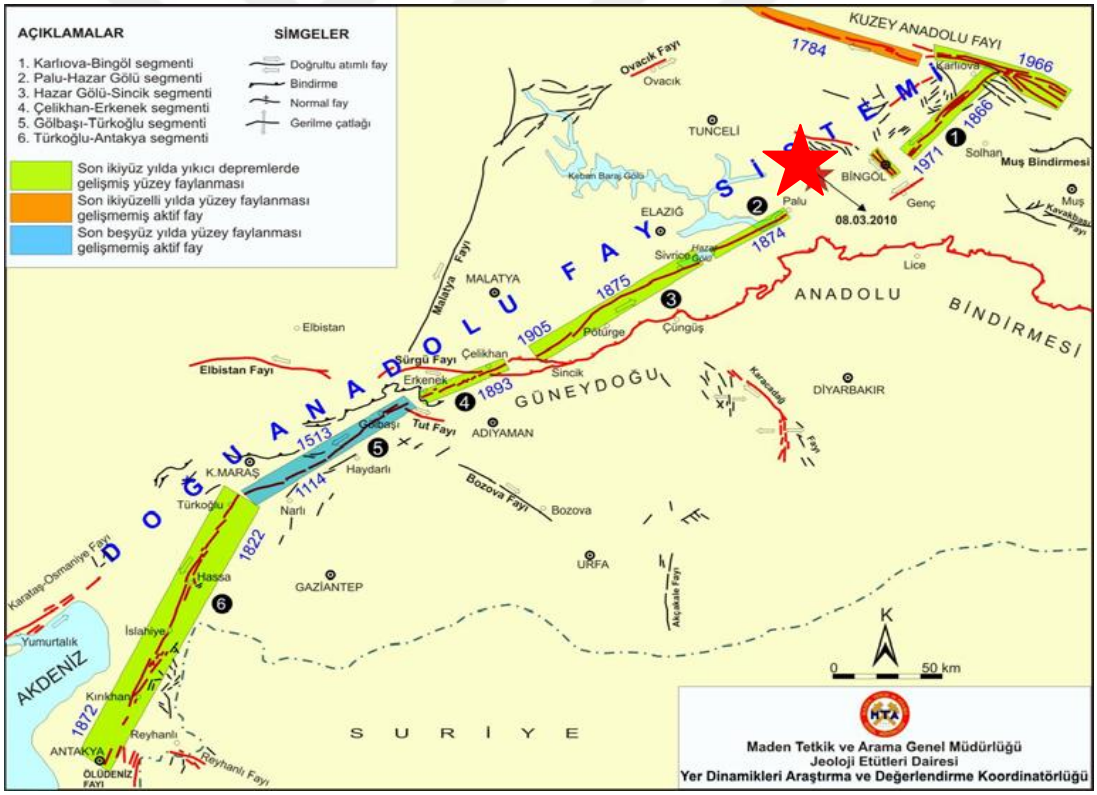


Şekil 4.2 Türkiye Diri Fay Haritası [34]

DAF, Karlıova-Antakya arasında KD-GB doğrultusunda, toplam 580 km uzunluğunda ve sol yanal atımlıdır. GPS ölçümleri fayın güncel kayma hızının Karlıova-Tükoğlu arasında 9±0.2 mm/yıl, Türkoğlu Antakya arasında ise 6.8±0.3 mm/yıl olduğu tespit edilmiştir. Fay zonu üzerinde yapılan çalışmalara göre şaroğlu ve diğerleri (1992) oluşum yaşının

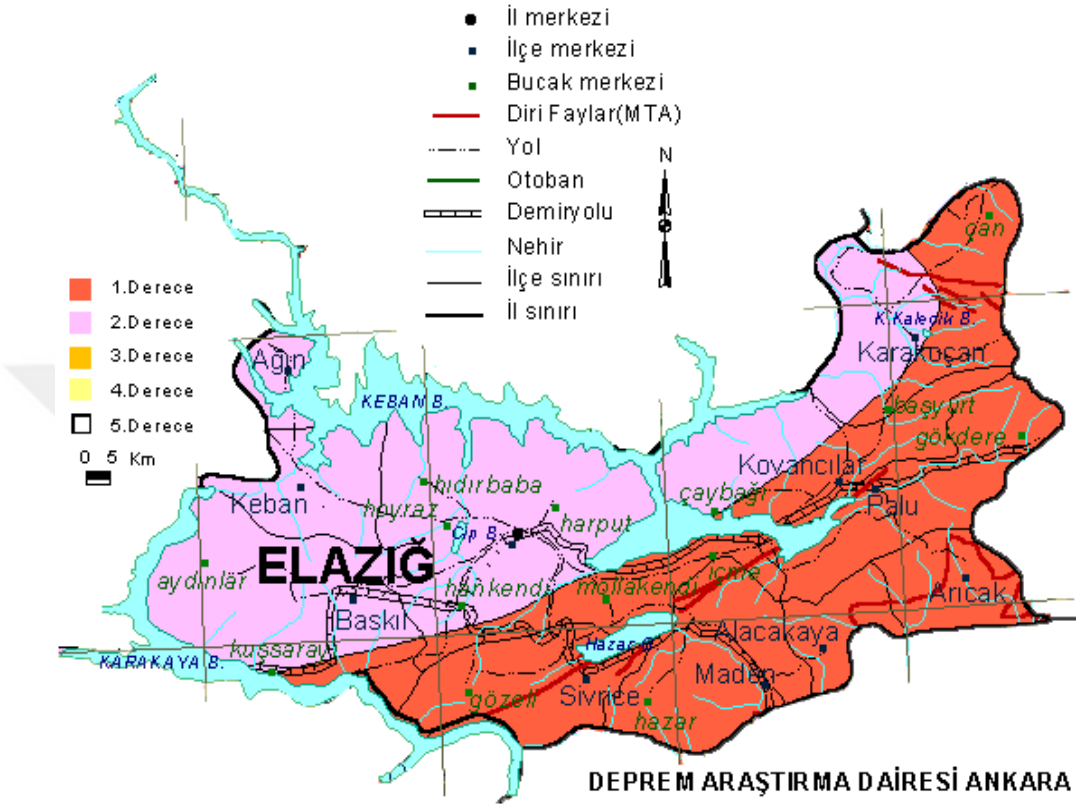
Geç Pliyosen ve toplam atımın 20-25 km, Herece ise (2008) Geç Pliyosen ve Pleyistosen yaşlı ve toplam atımın farklı segmentler üzerinde 14.5 ile 24 km arasında değiştiğini belirtmiştir [35].

DAF, uzunlukları 45-145 km arasında değişen 6 ana yapısal bölümden oluşmaktadır. Bunlar Ek-A da ve şekil 4.3'de gösterilmiş olup, kuzeydoğudan güneybatıya doğru Karlıova-Bingöl, Palu-Hazar Gölü, Hazar Gölü Sincik, Çelikhan-Erkenek, gölbaşı-Türkoğlu ve Türkoğlu-Antakya bölümleridir. Fayın bu bölümleri arasında aralı-aşmalı açılmalı ve sıkışmalı sıçrama veya büklümlerle birbirinden ayrılmaktadır. Karlıova-Bingöl ve Palu-Hazar Gölü bölümleri arasında Gökdere yükselimi, Hazar Gölü-Sincik ve Çelikhan-Erkenek bölümleri arasında Sincik yükselimi fayın ana bölümleri arasında sıkışmalı sıçramalardan gelişmiş morfotektonik yapılardır. Bu yapılardan Gökdere yükselimi inceleme alanını batıdan sınırlandırmaktadır.



Şekil 4.3 Doğu Anadolu Fay Zonu'nun ana segmentleri ve 1822-1971 tarihleri arasında büyük depremlerde gelişmiş yüzey kırıkları ile Elazığ 8 Mart 2010 depremini gösterir harita

Palu-Gökdere kuzeyinde yer alan Karakoçan Fayı yöredeki diğer önemli aktif fayı oluşturmaktadır. Karakoçan Fay Zonu KB-GD doğrultusunda, DAF'a çapraz ve sağ yanal doğrultu atımlı bir faydır. DAF'ın Palu-Göynük seğmentleri arasında gelişmiş ve Gökdere yükselimine bağlanan bu fay yaklaşık 100 km uzunluğundadır [35].



Şekil 4.4 Elazığ Deprem Bölgesi Haritası [36]

4.3 Bölgede Kaydedilmiş Depremler

Elazığ ve yöresinde geçmişte de yıkıcı özellikli depremler meydan gelmiştir. DDB ve KRDAE Ulusal Deprem İzleme Merkezi kaynaklarına göre Çizelge 4.2'de verilen depremleri, yöreyi etkileyen tarihsel depremler olarak özetlenmektedir. Şekil 4.3'de ise DAF üzerindeki geçmiş depremlerin segmentler üzerinde konumlarını göstermektedir, değişmektedir [23]. Bu depremlerin büyük bölümünün magnitüd değeri 5-7 arasında değişmektedir. Yörenin tarihsel deprem etkinliğine bakıldığında, özellikle 1789 Palu (maksimum şiddeti Io=VIII; 51.000 can kaybı, faylanma=20 km.), 1866 Hazar Gölü Güneyi-Elazığ (Io=VIII), 1874 Harput-Elazığ- Diyarbakır (Io=VIII), 1875 Karlıova-Bingöl-Palu-Elazığ (Io=VIII; Ms=6.1) depremleri bölgedeki önemli depremlerdir (Soysal ve diğ., 1981). Aletsel dönemde ise 1949 Karlıova (maksimum şiddeti Io=IX; magnitüdü Ms=6.7),

1971 Bingöl (Io=VIII; Ms=6.8), 1975 Lice (Io=VIII; Ms=6.6), 2003 Pülümür (Io=VII; Ms=6.2), 2003 Bingöl (Io=VIII; Ms=6.4) ve 2004-2007 arası Sivrice (Ml=5.5-5.9), 2010 Başyurt-Karakoçan (Io=5; Ms=6.1) depremleri bölgede etkili olmuş önemli depremlerdir.

Çizelge 4.1 Elazığ Ve Yöresindeki Geçmiş Depremler [23].

Tarih	Bölge	Enlem (N)	Boylam (E)	Şiddet(Io)	Manyitüd(Ms)
29.05.1789	Palu	-	-	-	7,0
12.05.1866	Karlıova	-	-	-	7.2
1866	Hazar Gölü Güneyi	38.7	39.2	-	5,5
03.05.1874	Palu-Hazar Gölü	-	-	IX	7.1
1874	Maden-Diyarbakır	38.8	38.8	-	6,1
27.03.1875	Keban-Hazar-Sincik	-	-	VI	6.7
1875	Karlıova-Palu	39.0	41.0	-	6,1
1889	Palu	38.89	40.50	V	4,3
02.03.1905	Hazar Gölü-Sincik	-	-	-	6,8
17.08.1949	Karlıova	-	-	IX	6.7
26.07.1967	Pülümür	-	-	VIII	5,9
22.05.1971	Bingöl	-	-	VIII	6,8 (7,1)
06.09.1975	Lice	-	-	VIII	6,6
25.03.1977	Palu	-	-	-	5,1
05.05.1986	Doğanşehir	-	-	VIII	5,9
05.05.1986	Doğanşehir	-	-	VIII	5,9
06.06.1986	Doğanşehir	-	-	VIII	5,6
15.03.1992	Pülümür	-	-	VII	5,8
05.12.1995	Kığı	-	-	VI+	5,7
13.04.1998	Karlıova	-	-	VI	5,0
27.01.2003	Pülümür	-	-	VII	6,2
01.05.2003	Bingöl	-	-	VIII	6,4
2004-2007	Sivrice	-	-	-	5,5-5,9
08.03.2010	Başyurt-Karakoçan	38.80	40.09	5	6,1

4.4 Elazığ Bölgesindeki Sosyo Ekonomik Yapı

Coğrafi konumu dolayısıyla tarihin hemen hemen her döneminde önemli bir yerleşim yeri olan Elazığ; 9.313 km^{2}'lik yüzölçümü ile Ülkemiz topraklarının % 0,12'sini meydana getirmektedir.

Ekonomisi sanâyi, tarım ve ticârete dayanır. Keban Barajının yapılmasından sonra tarıma elverişli toprakların bir kısmı toprak altında kaldığından, tarım alanlarının azalması paralelinde sanâyi canlanmıştır. Gayri sâfi gelirinin % 30'u sanâyi, % 10'u ticâret ve % 25'i tarım sektöründen elde edilir. Toprak altı ve üstü çok zengindir.

Tarım: Ovaları az fakat çok verimlidir. Bol suları bulunan büyük akarsuların suladığı bu ovalarda, buğday, arpa, pirinç, şekerpancarı, tütün, fasulye, nohut, mercimek, fiğ,

burçak, soğan, sarımsak, pamuk, üzüm, elma, armut, kayısı, ceviz, bâdem ve dut yetişir. Yetiştirilen ürünler arasında lahana, kavun ve çilek önemli gelir kaynağı hâline gelmiştir.

Hayvancılık: Elazığ hayvancılığa çok elverişlidir. Geniş mera ve çayırları, Karacadağ gibi yaylaları buna müsaittir. İl dâhilinde koyun, kıl keçisi, sığır, at ve katır beslenir. Arıcılık gelişmiştir. Akarsu ve gölleri bol ve su bakımından zengin olmasına rağmen balıkçılık henüz gelişmemiştir. Keban baraj gölünde sazan ve aynalı sazan balığı yetiştirilmeye başlanmıştır.

Ormancılık: İlin orman sahası her ne kadar % 25 görünmekte ise de çoğu fundalık olup, mevcut ormanlar da bakımsızdır (106.000 hektar).

Madenleri: Elazığ madenciliğin ziraatla yarıştığı ve hatta ziraatı geçtiği bir yerdir. Toprakları mâdenle doludur. Bakır, krom, simli kurşun ve betonit başlıcalarıdır. Ergani Bakır İşletmesi'nde; blister bakır, sülfirik asit ve prit tüvenan cevher istihsal edilir. Diğer maden işletmeleri Gülman Krom İşletmesi, Ferro Krom Tesisleri ve Elazığ Betonit Fabrikasıdır. Alacakaya ve Arıcak ilçelerinde çıkarılan mermer dünyaca meşhurdur. Kendine has özelliği bulunan Elazığ mermerini işlemek üzere son senelerde birçok mermer işleme fabrikası kurulmuştur.

Sanâyi: Elazığ'ın mâden bakımından zengin ve Türkiye'nin en büyük hidroelektrik santralının bu ilde oluşu ile sanâyi gelişmiştir. İrili ufaklı 1200 sanâyi iş kolu vardır. Elazığ sanâyi alanında Doğu Anadolu bölgesinde önemli bir yere sâhiptir. Özellikle Organize Sanâyi Bölgesinin kurulması ile fabrika sayısı hızla artmıştır. 49 fabrikalık sanâyi bölgesinde 20 fabrika inşaatı tamamlanarak üretime geçmiştir. Diğerlerinin inşaatı devam etmektedir. Un, deri, şeker, çimento, pamukyağı, pamuk ipliği, kiremit, yün, süt, yem, azot, süper fosfat, kireç, plastik boru, tüpgaz imalatı ve dolum, kâğıt, tekstil, meşrubat, matbaacılık, mermer, ayçiçek yağı, ayakkabı, mobilya, sabun, tıbbî malzeme fabrikaları başlıca büyük sanayi kuruluşlardır [37].

Devlet Planlama Teşkilatının (DPT), İllerin ve Bölgelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması'nda üçüncü derecede gelişmiş iller arasında 11. Sırada yer alan Elazığ, orta seviyede gelişmişlik seviyesine sahip 21 il içerisinde bulunmaktadır. Üçüncü derecede gelişmiş iller genel olarak; yüksek gelişme potansiyeline sahip, ekonomik faaliyetlerde tarım sektörünün ön planda olduğu, genellikle il ve bölge ölçeğinde

üretim yapan sanayi kuruluşlarının yer aldığı, küçük ve orta ölçekli tesislerin yaygın olarak bulunduğu ve sosyo-ekonomik gösterge değerlerinin ülke ortalamalarına yakın olduğu orta derecede gelişmiş illerden oluşmaktadır. Son yıllarda sanayinin yerel düzeyde yaygınlaşmasında (yöreselleşmesinde) gözlenen önemli gelişmeler, büyük ölçüde bu grupta yer alan illerde gerçekleşmiştir. Büyük çoğunluğu yeni sanayileşen bu iller, hızlı bir gelişme süreci içerisinde bulunmaktadır.

Elazığ'ın ilçelerinin sosyo-ekonomik durumuna baktığımızda ise, Merkez ilçe ile diğer ilçeler arasında sosyo-ekonomik gelişmişlik sıralamasında büyük fark bulunduğunu görmekteyiz. Bu farkın temel nedeni ilçelerin ekonomik faaliyetleri ve konumundan kaynaklanmaktadır [38]. Buna göre Ek-B'de de görüldüğü üzere; geliri sanayi, madenciliğe dayanan ve su kaynaklarına yakın (örneğin: barajlar etrafında) olan ilçeler gelişmişlik sıralamasında daha ön sıralarda yer almaktadır. Tarım ve hayvancılığa dayalı üretim yapan ilçeler ise sıralamada daha gerilerde bulunmaktadırlar.

BÖLÜM 5

UYGULAMA ÇALIŞMASI

5.1 Mevcut Binaların Değerlendirilmesi:

Binalarda oluşan hasar oranı ile bağlantısı hakkında bazı bir karar verebilmek için öne sürülen ve geçerliliği istatistiksel analizlerle araştırılan varsayımlar ve sorular oluşturulmuştur. Hipotezler ile ilgili istatistikî bilgiler hasar tespit formlarından elde edilmiştir. Alınan sonuçlara dayanarak hipotezlerin doğrulanması ve soruların yanıtlamasına çalışılmıştır.

Envanter çalışmaları kapsamında Elazığ ilinde kırsal alanlarda yapılmış mevcut geleneksel binaların deprem performansını incelerken, 08.03.2010 tarihinde 6.1 büyüklüğünde meydana gelen ve merkezi Başyurt-Karakoçan olan depremde hasar gören yapılar ve 23.06.2011 tarihinde merkezi İçme'de gerçekleşen 5.4 büyüklüğünde olan depremde köy, ilçe, mahalelerdeki konutların yapı tipi bilgileri ve hasar bilgileri incelenip değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme yapılırken Afet Müdürlüğünün yapmış olduğu hasar tespit raporlarındaki bilgiler doğrultusunda grafikler oluşturulup, analizler yapılmıştır. Hasar tespit raporları, iki inşaat mühendisi ya da mimar ile bir harita mühendisi olmak üzere 3 kişilik gruplar oluşturularak hazırlanmıştır.

Envanter çalışması için 3 Mart 2010 tarihinde meydana gelen depremde, Elazığ Afet Müdürlüğünde bulunan hasar tespit raporlarına(Çizelge 5.3 ve Çizelge 5.4) ve resimlerine göre Palu Beyhan Beldesinde, Palu Cumhuriyet Mahhallesinde analiz yapılmıştır. Merkezi İçme olan 23.06.2011 tarihinde meydana gelen depremde Elazığ Maden Kartaldere Köyünde yerinde inceleme, raporlama ve fotoğraflama yapılarak bu bilgiler doğrultusunda grafikler oluşturulmuştur.

Bu yerlerin seçilme nedeni, Elazığ'da, şu ana kadar, en son meydana gelen iki şiddetli deprem olması ve orta büyüklükteki depremde hasarlı ve yıkık binaların çok olmasıdır. Etkinlik oluru içerisinde olan yerlerde yapılan hasar tespit raporları incelenmiş, değerlendirmeye girebilecek raporlar ve hasarın yoğun olduğu bölgeler seçilmiştir. Ayrıca 5.4 büyüklüğündeki İçme depreminde yerinde inceleme yapılıp fotograf çekilmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda kapsamlı grafikler oluşturulmuştur. Raporları doldururken Çizelge 5.3 ve Çizelge 5.4'teki form kullanılmıştır.

5.2 Binalardan Bilgi Toplanması:

Yığma yapılarda hasar oluşumunu etkileyen faktörler; üzerinde bulunduğu zeminin özellikleri, yapının malzeme ve uygulama kalitesi, yatay ve düşey geometrik düzeni, temel, duvar, hatıl, çatı ve döşeme özellikleridir.

Yapılan çalışmada binalardan bilgi toplanması hususunda kullanılan Hasar Tespit Raporlarında formun ön yüzünde yapının; mülkiyet durumu, plan geometrisi, kat adedi, konumu, yapı bilgileri; taşıyıcı sistem tipi, duvarlarda kullanılan harcı, döşeme de kullanılan malzeme özellikleri ve aldığı hasarın özellikleri ile ilgili bilgiler yer almaktadır. Bu bilgiler formun arka yüzünde(Çizelge 5.4) bulunan kısaltmalar kullanılarak doldurulur.

Kesin hasar tespit formu 5 bölümden oluşmaktadır:

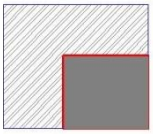
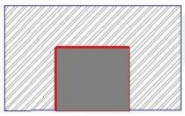
- İdari bilgiler bölümü,
- Yapı tipi bilgileri bölümü,
- Hasara ait bilgiler bölümü,
- Genel değerlendirme,
- Açıklamalar.

İdari bilgiler bölümünde; Sıra No, Cadde/Sokak Adı, Hane No/Bina No, Afetzede Adı-Soyadı, Baba Adı, Yapım Yılı, Tedaş Numarası, Gps Koordinatları, Mülkiyet Durumu yer almaktadır.

Yapı tipi bilgileri bölümünde; Plan Geometrisine, tespiti yapılan bina dikdörtgen ya da kare şeklinde ise "1", Diğer bütün şekiller için ise "2" yazılır. Kat adedine, binanın

bodrum dâhil toplam kat sayısı yazılır. Yine bina konumuna Çizelge 5.1, bina taşıyıcı sistemine Çizelge- 5.2, hatıl durumuna Şekil 5.1, çatı tipine Şekil 5.2, hasara ait bilgilere Çizelge 5.4'de kullanılarak hasar tespit raporları doldurulur. Binanın konumu incelenirken Çizelge 5.1 deki grafik kullanılarak raporlar oluşturulur.

Çizelge 5.1 Bina konum grafiği

	Tespit yapılan binaların diğer binalarla bitişik yanı yoksa; "BİNA KONUMU"na "0" yazılır.
	Tespit yapılan bina, diğer binalarla tek yönden bitişikse; "BİNA KONUMU"na "1" yazılır.
	Tespit yapılan bina, diğer binalarla iki yönden bitişikse; "BİNA KONUMU"na "2" yazılır.
	Tespit yapılan bina, diğer binalarla üç yönden bitişikse; "BİNA KONUMU"na "3" yazılır.
	Tespit yapılan bina, diğer binalarla karşılıklı iki yönden bitişikse; "BİNA KONUMU"na "1+1" yazılır.

Bina konum grafiği, kesin hasar tespit formunun (Çizelge 5.3) arka yüzündeki kısaltmalar (Çizelge 5.4) kullanılarak ilgili sütuna yazılır. Taşayıcı sistem incelenirken Çizelge- 5.2'den yararlanılmıştır.

Çizelge 5.2 Binanın taşıyıcı sistem tipi

YIĞMA YAPILAR		
 Moloz taş(yuvarlak): A1	 Moloz taş(köşeli) : A2	 Kesme taş: A3
 Tuğla duvar: A4	 Briket: A5	 Kerpiç: A6
KARKAS YAPILAR		
 Hımış: B1	 Bağdadi: B2	

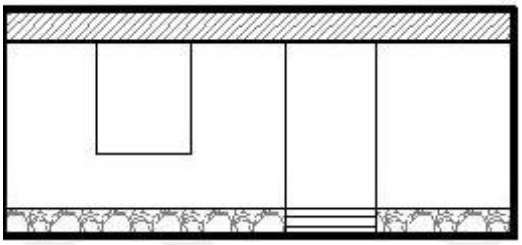
Binanın taşıyıcı sistem tipi; Binanın taşıyıcı sistemi, kesin hasar tespit formunun (Çizelge 5.3) arka yüzündeki kısaltmalar(Çizelge 5.4) kullanılarak ilgili sütuna yazılır.

Yapı tipi bilgileri bölümünde doldurulması gereken bilgilerde bina duvarlarında bağlayıcı olarak kullanılan 3 harç türü yazılır.

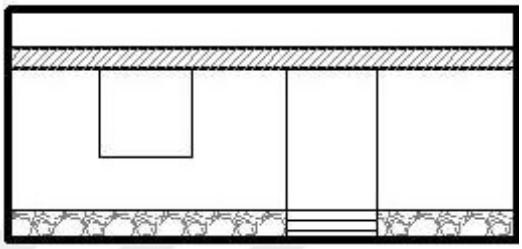
- Çimento: “1”,
- Kireç: “2”,
- Çamur: ”3” ile ifade edilmektedir.

Hatıl durumu: Hatıllar tuğla, ahşap, beton ya da betonarme olabilmektedir.

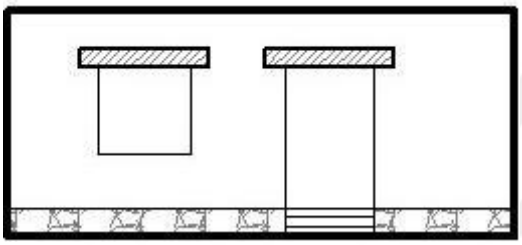
- Duvar üstü sürekli hatıl: “1”
- Kapı- pencere üstü sürekli hatıl: “2”
- Kapı-pencere üstü kısmİ hatıl: ”3”
- Pencere altı sürekli hatıl: ”4” ile ifade edilmektedir



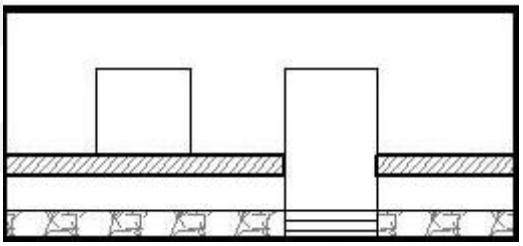
“1” Duvar üstü sürekli hatıl



“2” Kapı- pencere üstü sürekli hatıl



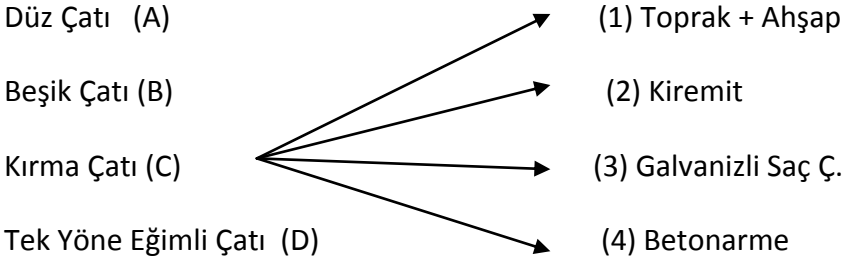
”3” Kapı-pencere üstü kısmi hatıl



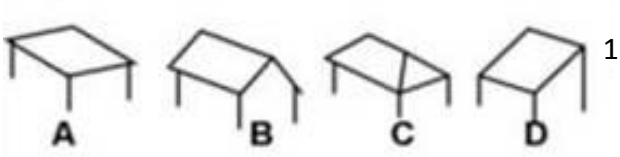
”4” Pencere altı sürekli hatıl

Şekil 5.1 Bina hatıl durumu [21]

Kesin hasar tespit formunun (Çizelge 5.3), arka yüzündeki kısaltmalar(Çizelge 5.4) kullanılarak ilgili sütuna yazılır. Çatı tipleri çatı örtüleriyle eşleştirilerek hasar tespit formunu arka yüzünde yer alan Çizelge 5.4 kullanılarak yazılır.



25. Çatı Tipi Geometri



Malzeme

1. Toprak+Ahşap
2. Kiremit
3. Galvanizli Saç

Şekil 5.2 Çatı tipi [21]

Hasara ait bilgiler bölümü, kesin hasar tespit formunun(Çizelge 5.3) arka yüzündeki kısaltmalar(Çizelge 5.4)kullanılarak ilgili sütuna yazılır.

Taşıyıcı sistem hasarları, binanın hasar derecesinin bodrum, zemin ve diğer katlar olarak ayrı ayrı yazıldığı bölümdür. Hasar dereceleri ve genel değerlendirme:

- Hasarsız: “0”
- Az hasarlı: “2”
- Orta hasarlı: “4”
- Ağır hasarlı: “6”
- Yıkık : “8”

Bu çalışmada yukarıdaki bilgiler doğrultusunda exel programı kullanılarak; konutlarda kullanılan taşıyıcı sisteme göre, harca göre, hatıl durumlarına göre, çatı tipine göre hasar dağılım grafikleri oluşturulmuştur.

ELAZIĞ VALİLİĞİ

İL AFET VE ACİL DURUM MÜDÜRLÜĞÜ

KESİN HASAR TESPİT RAPORU

İL : ELAZIĞ | MEZRA :

İLÇE : | KÖY : | NÜFUS : ..... | AFETİN TÜRÜ : DEPREM

BELDE : | MAHALL : | HANE : ..... | AFETİN TARİHİ: 23.06.2011 | SAYFA NO : 1

SIRA	İDARİ BİLGİLER: CADDE / SOKAK	Hane No / Kapı No	YAPIYI KULLANANIN: AFETZEDE ADI SOYADI	YAPIYI KULLANANIN: BABA ADI	YAPIM YILI	TEDAŞ NO	GPS KOOR. X	GPS KOOR. Y	GPS KOOR. Z	Mülkiyet Durumu	Plan Geometri	Kat Adedi	Binanın Konumu	Kullanım Amacı: Bodrum	Kullanım Amacı: Zemin	Kullanım Amacı: Diğer Kat	Ticarethane Sayısı	Konut Sayısı	Ahır Sayısı	Samanlık Sayısı	Depo Sayısı	Can Kaybı(Biliniyorsa)	YAPI TİPİ BİLGİLERİ: TAŞIYICI SİSTEM TİPİ: Bodrum	TİPİ: Zemin	TİPİ: Diğer Kat	HARÇ: Bodrum	HARÇ: Zemin	HARÇ: Diğer Kat	HARÇ: Hatıl Durum	DÖŞEME: Ara Kat	DÖŞEME: Çatı Katı	Çatı Tipi	HASARA AİT BİLGİLER: Taşıyıcı Sistem: Bodrum	Taşıyıcı Sistem: Zemin	Taşıyıcı Sistem: Diğer Kat	Taş.Olm. Sistem: Bölme	Taş.Olm. Sistem: Merdiven	Çatı	GENEL DEĞERLENDİRME	AÇIKLAMALAR
1	YAZIEVLERİ	3	HARUN AK	ALİ	1990	-	547082	4262922	-	M	1	1	0	-	K	-	-	1	-	-	-	-	-	A4	-	-	1	-	1	-	2	C3	-	0	-	-	-	-	0	FOTO:1096 ADA:107 PRS:16
2	YAZIEVLERİ	3	HARUN AK	ALİ	1990	-	547082	4262922	-	M	1	1	0	-	D	-	-	-	-	-	1	-	-	A4	-	-	1	-	1	-	1	C3	-	2C	-	-	-	-	2	FOTO:1097-1099
3	YAZIEVLERİ	88	ABDULLAH YUSUFHAN	MEHMET	1997	-	546988	4262762	-	M	1	1	0	-	K	-	-	1	-	-	-	-	-	A4	-	-	1	-	1	-	1	C3	-	2C	-	-	-	-	2	FOTO:1100-1104
4	YAZIEVLERİ	67	HALİL BORAN	ABDULLAH	1940	-	547010	4262495	-	M	1	2	0	-	D	-	-	-	-	-	1	-	-	A6	A6	-	1	1	2	1	1	C3	-	2C	-	-	-	-	2	FOTO:1105-1110 ADA:120 PRS:148
	YAZIEVLERİ	67	HALİL BORAN	ABDULLAH	-	-	-	-	-	M	-	-	-	-	-	K	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2C	-	-	-	2	
5	YAZIEVLERİ	-	MEHMET BORAN	ZÜLFÜ	1970	1016	547032	4262535	-	M	1	1	0	-	K	-	-	1	-	-	-	-	-	A2	-	-	1	-	2	-	1	C3	-	2C	-	-	-	-	2	FOTO:1111-1113
6	YAZIEVLERİ	78	MAKBULE BORAN	ALİ	1980	1147	547030	4262470	-	M	1	1	1	-	K	-	-	1	-	-	-	-	-	A6	-	-	1	-	2	-	1	C3	-	2C	-	-	-	-	2	FOTO:1114-1116
7	YAZIEVLERİ	76	ZELİHA BORAN	MEHMET	1980	-	547031	4262443	-	M	1	1	1	-	K	-	-	1	-	-	-	-	-	A6	-	-	1	-	2	-	1	C3	-	2C	-	-	-	-	2	FOTO:1117-1120
8	YAZIEVLERİ	63	ZÜLFÜ SEFALI	ZÜLFO	1940	1015	547009	4262449	-	M	1	2	1+1	-	D	-	-	-	-	-	1	-	-	A2	A2	-	3	3	2	-	1	C3	-	6C	-	-	-	-	6	FOTO:1121-1127 ADA:120 PRS:149
	YAZIEVLERİ	63	ZÜLFÜ SEFALI	ZÜLFO	-	-	-	-	-	M	-	-	-	-	-	K	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6C	-	-	-	6	
9	YAZIEVLERİ	61	ZÜLFÜ BORAN	KEMAL	1940	1014	547015	4262440	-	M	1	2	1+1	-	D	-	-	-	-	-	1	-	-	A2	A2	-	3	3	2	-	1	C3	-	6C	-	-	-	-	6	FOTO:1128-1133
	YAZIEVLERİ	61	ZÜLFÜ BORAN	KEMAL	-	-	-	-	-	M	-	-	-	-	-	K	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6C	-	-	-	6	
10	YAZIEVLERİ	59	CELAL BORAN	ABDULLAH	1940	1152	547017	4262431	-	M	1	2	1+1	-	D	-	-	-	-	-	1	-	-	A2	A2	-	3	3	2	-	1	C3	-	6C	-	-	-	-	6	FOTO:1134-1138 ADA:120 PRS:89

Bu Rapor 02.08.2011 Gününde Tarafımızdan Düzenlenmiştir.

	K	T	A	D	S	M
Hasarsız	1	0	0	0	0	
Az	5	0	0	2	0	
Orta	0	0	0	0	0	0
Ağır	2	0	0	3	0	
Yıkık	0	0	0	0	0	

ADI SOYADI	:	
MESLEĞİ	:	
DAİRESİ	:	
İMZASI	:	

ADI SOYADI	:
MESLEĞİ	:
DAİRESİ	:
İMZASI	: ELAZIĞ İl Afet ve Acil Durum Müdürü

ONAY

...../...../ 2011

İhsan GÖRGÖZ

K : Konut
T : Ticarethane
A : Ahır
D : Depo
S : Samanlık
M : Metruk

1 - BU TEKNİK RAPOR. DAHA SONRA YAPILACAK ASIL İŞLEMLERE ESAS OLMAK ÜZERE ve HAZIRLIK İŞLEMİ MAHİYETİNDE DÜZENLENMİŞTİR.

2 - GAYRİMENKULLERİN KESİN BİR ŞEKİLDE HASARSIZ OLARAK BELİRLENENLERİN veya GAYRİMENKULLERİN HASAR TESPİTİ HİÇ YAPILMAYANLARIN YARGI YOLUNA GİTMEDEN ÖNCE 2577 SAYILI İDARİ YARGILAMA USULÜ KANUNU'NUN 10'NCU MADDESİ UYARINCA, HASAR TESPİTİ YAPTIRMAK İÇİN 30 GÜN ZARFINDA İDAREYE BAŞVURMALARI GEREKMEKTEDİR.

AFET TÜRÜ

1. Afet Türü

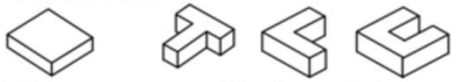
2 : Deprem
5 : Sel / Su Baskını
26 : Diğer
30 : Yangın

İDARİ BİLGİLER

10. Mülkiyet Durumu

M : Mal Sahibi
K : Kiracı
H : Hisseli

11. Plan Geometrisi



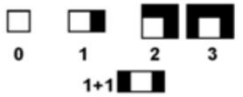
Dikdörtgen : 1
Kare : 1
Diğer Geometri : 2
* Zemin katta duvar simetrisi yok

12. Kat Adedi



1 1 2 2 3 3

13. Binanın Konumu



0 1 2 3
1+1

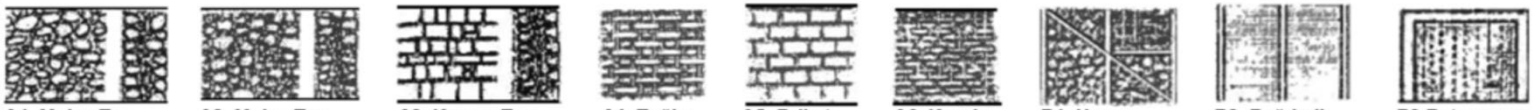
14. Kullanım Amacı

K : Konut
D: Depo
A : Ahır
T : Ticarethane
S : Samanlık
M : Metruk
R : Resmi

YAPI BİLGİLERİ

21. Taşıyıcı Sistem Tipi

A. Kagir (Yığma) Duvarlı Yapı
B. Karkas Yapı
C. Melez Yapı



A1. Moloz Taş (yuvarlak)
A2. Moloz Taş (köşeli)
A3. Kesme Taş
A4. Tuğla
A5. Briket
A6. Kerpiç
B1. Hımış
B2. Bağdadi
B3.Betonarme
C1. Yarı Karkas

22. Harç

1. Çimento
2. Kireç
3. Çamur

23. Hatıl Durumu

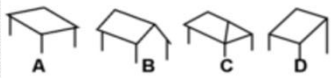


1. Duvar Üstü Sürekli Hatıl
2. Kapı—Pencere Üstü Sürekli Hatıl
3. Kapı—Pencere Üstü Kısmi Hatıl
4. Pencere Altı Sürekli Hatıl

24. Döşeme

1. Ahşap
2. Beton
3. Diğer

25. Çatı Tipi Geometri



A B C D

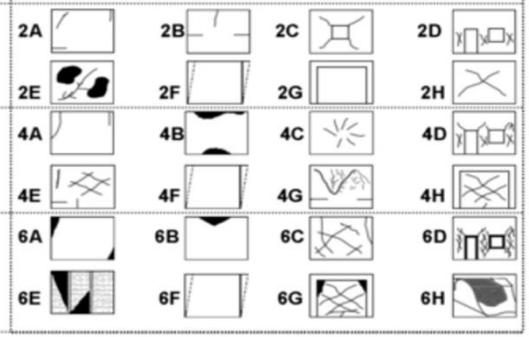
Malzeme

1. Toprak + Ahşap
2. Kiremit
3. Galvanizli Sac
4. Beton
5. Diğer
Suni Elyaf

31. Derecesi

Hasarsız	(0) :	Doğal afet nedeniyle herhangi bir hasar görmeyen yapı
Az Hasarlı	(2) :	İnce sıva çatlakları, sıva dökülmeleri, duvarlarda 1-4 mm genişlikte ince çatlaklar, dolgu ve kalkan duvarlarda 10mm'ye kadar çatlaklar ve kısmi dökülmeler.
Orta Hasarlı	(4) :	Taşıyıcı duvarlarda 5-10mm genişlikte önemli çatlaklar, bölme, dolgu ve kalkan duvarlarda kısmi yıkılma ve ayrılmalar.
Ağır Hasarlı	(6) :	Taşıyıcı duvarlarda 10mm'den geniş ve yaygın kesme kırılmaları bina köşelerinde ayrılma ve ezilmeler, konik biçimde dökülmeler, binanın düşeyden ayrılması, bölme, dolgu ve kalkan duvarlarda kısmen veya tamamen yıkılmalar.
Yıkık	(8) :	Bina taşıyıcı sisteminde kısmen veya tamamen yıkılmalar, çatının kısmen veya tamamen göçmesi.

31. Türü



2A 2B 2C 2D
2E 2F 2G 2H
4A 4B 4C 4D
4E 4F 4G 4H
6A 6B 6C 6D
6E 6F 6G 6H

32. Merdiven (varsa) Derecesi

0. Hasarsız
1. Çatlama veya Göçme Var

Çatı

33. Derecesi

Hasarsız	(0) :	Çatıda doğal afet nedeniyle meydana gelmiş herhangi bir hasarın tespit edilemediği durum.
Az Hasarlı	(1) :	20mm'ye kadar tek çatlak; 5mm'ye kadar çok sayıda çatlak; birçok kiremidin ve çatı levhalarının yerinden oynaması.
Orta Hasarlı	(2) :	Bacaların yıkılması, çatı malzemelerinin oynaması; 20mm'den geniş çatlaklar, 5-20mm çok sayıda çatlama; levhaların ve aşıkların oynaması.
Ağır / Yıkık	(3) :	Ahşap taşıyıcı elemanların yerinden çıkması, kısmi göçme, duvarlardan ayrılma, makas ve diğer taşıyıcı kısımların yerinden çıkması; yaygın göçmeler, çatının kısmen veya tamamen aşağı inmiş hali.

Çizelge 5.4 Hasar tespit formunun arka yüzündeki açıklamalar

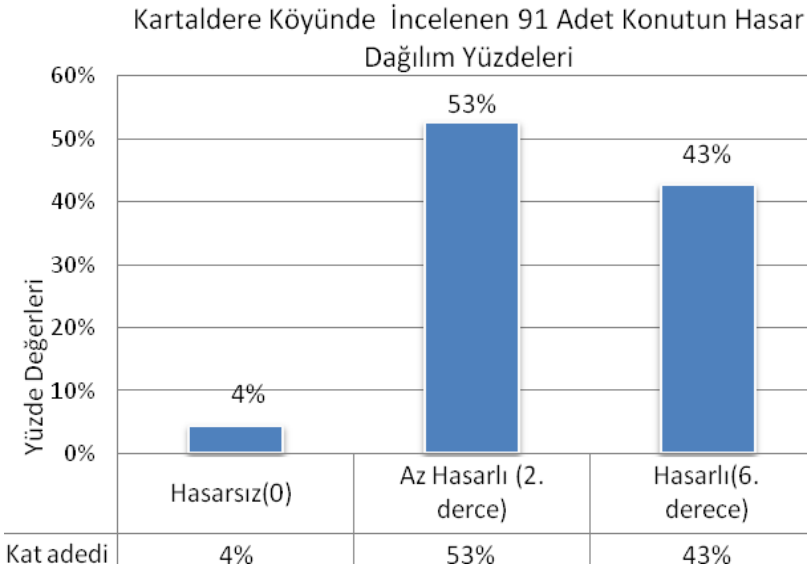
5.3 Mevcut Malzeme Dayanımı ve Bölgede Yapılan Analizler

Envanter çalışması kapsamında incelenen 5,4 büyüklüğündeki depremde Maden Kartaldere köyünde hasar görmüş konutlar ve 6,1 büyüklüğünde meydana gelen depremde Palu Beyhan beldesinde, Palu Cumhuriyet Mahhallesinde hasar görmüş yapılar hasar tespit raporlarına göre incelenip mevcut bilgiler exel programına aktarılıp analiz edilmiştir. Buna göre; incelenen konutlarda kullanılan malzemenin, taşıyıcı sisteminin, yapı tipinin, bina konum ve şeklinin binanın hasar durumuna etkisi incelenmiştir.

5.3.1 Maden İlçesine Bağlı Kartaldere Köyünün Analizleri:

Elazığ ili Maden ilçesine bağlı Kartaldere Köyünde 23.06.2011 tarihinde meydana gelen depremde yaptığımız çalışmada hasar tespiti yapılan binaların bakımsızlığından kaynaklanan hasarlara bakılmaksızın yapıyı etkileyen deprem kuvvetinin oluşturduğu hasarlar Çizelge 5.4'ten yararlanarak derecelendirme yapılmıştır. Derecelendirmede hasar tespit rapaorunun arka yüzünde yer alan(Çizelge 5.4) bilgiler doğrultusunda; "0" hasarsız, "2" az hasarlı, "4" orta hasarlı, "6" ağır hasarlı, "8" yıkık olarak tanımlanmış ve derecelendirme yapılmıştır.

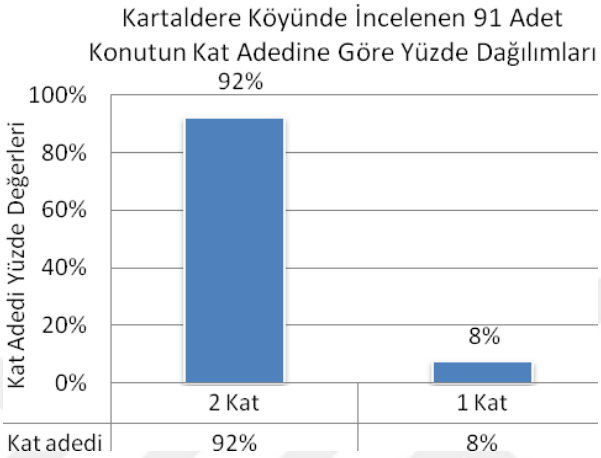
Kartaldere Köyünde 91 adet konut incelenmiş bunların Şekil 5.3'te görüldüğü üzere % 53'ü az hasarlı, %43'ü ağır hasarlı, %4'ü de hasarsız yapılardan oluşmaktadır.



Şekil 5.3 Kartaldere köyü hasar dağılım grafiği

5.3.1.1 Kartaldere Köyünde Konutların Hasar Dağılımlarına Göre Kat Adedi Dağılımları:

Şekil 5.4'te görüldüğü gibi Kartaldere Köyünde incelenen konutların %92'si iki katlı, %8'i bir katlı konutlardan oluşmaktadır. Köyde çoğunlukla iki katlı yapılar bulunmaktadır.



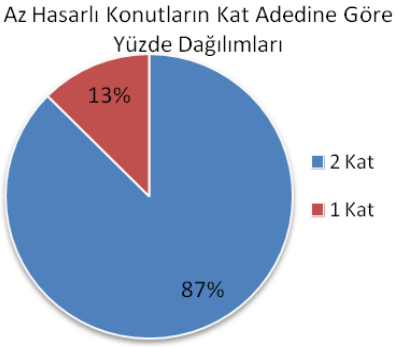
Şekil 5.4 Kartaldere köyü, kat adedine göre yüzde dağılımları

Şekil 5.5'de görüldüğü gibi ağır hasarlı konutların tamamı iki katlıdır.



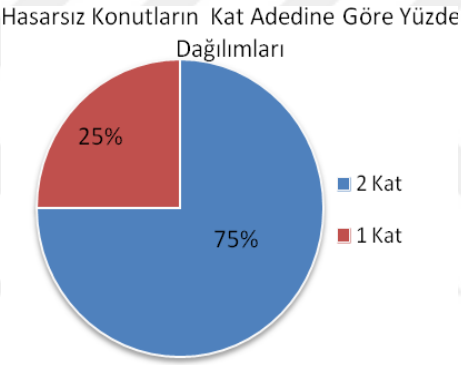
Şekil 5.5 Ağır hasarlı konutların kat adedine göre yüzde dağılımları

Şekil 5.6'de görüldüğü gibi az hasarlı olan konutların %87'si iki katlı, %13'ü 1 katlı yapılardan oluşmaktadır.



Şekil 5.6 Az Hasarlı konutların kat adedine göre yüzde dağılımları

Hasarsız yapıların kat adedine göre hasar dağılımına bakıldığında, Şekil 5.7'de görüldüğü üzere %75'i iki kat, %25'i tek katlı yapılardan oluşmaktadır.



Şekil 5.7 Hasarsız konutların kat adedine göre yüzde dağılımları

Kartaldere Köyünde tek katlı konutlar grafiklerde görüldüğü gibi az bulunmaktadır. Tek katlı yapılar sadece az hasarlı ve hasarsız konutlarda görülmektedir. Ağır hasarlı konutların tamamı iki katlı yapılardan oluşmaktadır. Kırsaldaki yapı sahipleri, yapılarının zemin katlarını depo veya hayvan barınağı olarak, birinci katını ise mesken olarak olarak kullandıkları için daha çok iki katlı yapılar bulunmaktadır.

5.3.1.2 Kartaldere Köyünde Konutların Hasar Dağılımlarına Göre Bina Konum Dağılım Oranları:

Elazığ Bölgesindeki geleneksel yapıların incelenmesi kapsamında, geleneksel yapıların konumlarının deprem hasarına olan etkilerini görmek için tespitler yapılmıştır. Bunun için incelenen binaların; komşu binalarla konumuna, hasar tespit formlarının arka

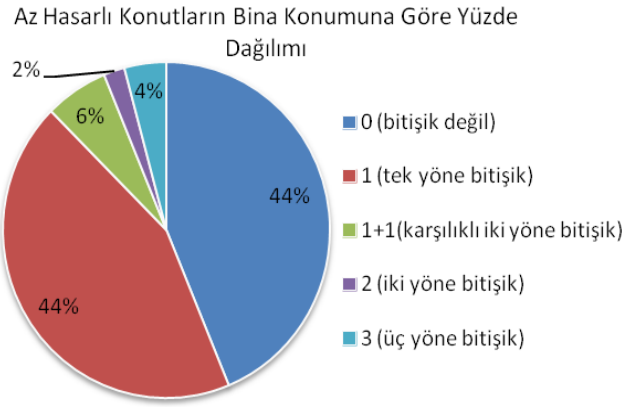
yüzünde yer alan(Çizelge 5.2) çizelge kullanılarak hasar tespit formları(Çizelge 5.3) doldurulmuştur. Bina konumları; bağımsız, tek yöne bitişik nizam ve karşılıklı iki yöne bitişik nizam, iki ve üç yöne bitişik nizam bina olarak hasar tespit raporlarında tanımlanmıştır.

Analizi yapılan konutların, bina konumlarına göre hasar dağılımları incelendiği zaman; şekil 5.8'daki gibi hasarsız konutların %50'si bitişik olmayan, %50'si de tek yöne bitişik nizam yapılardan oluşmaktadır.



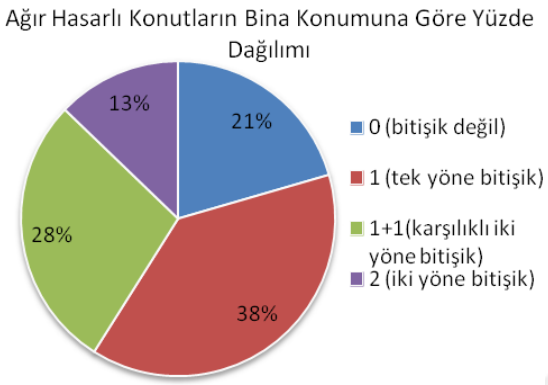
Şekil 5.8 Hasarsız konutların bina konumuna göre dağılım oranları

Az hasarlı konutların bina konumuna göre yüzde dağılım oranları Şekil 5.9'da görüldüğü gibi; %44 bitişik olmayan(0), %44'ü tek yöne bitişik(1), %6'sı (1+1) karşılıklı iki yönde bitişik, %2'si iki yönde bitişik(2), %4'ü de üç yöne bitişik(3) konutlar olarak tespit edilmiştir.



Şekil 5.9 Az Hasarlı konutların bina konumuna göre dağılım oranları

Ağır hasarlı yapıların, bina konumuna göre yüzde dağılımları incelendiği zaman; %38'i (1) bir yöne bitişik, %28'i (1+1) karşılıklı iki yöne bitişik, %21'i (0)bitişik değil, %13'ü (2) iki öne bitişik konutlardan oluştuğunu Şekil 5.10 de görüyoruz.



Şekil 5.10 Ağır hasarlı konutların bina konumuna göre dağılım oranları

Kırsal bölgelerde etkin bir imar çalışması olmadığı için, yapı sahibinin tercihi şeklinde bir yapılaşma bulunduğu gözlenmektedir(Şekil 5.11)**.** Bağımsız binalar, etrafındaki yapılarla taşıyıcı duvarları temas etmeyen yapılar olarak değerlendirilmiştir. Bitişik binalar ise bir ya da daha fazla cephedeki taşıyıcı duvarı temas eden yapılar için tanımlaması yapılmıştır. Hasarsız veya az hasarlı konutların bina konumlarına göre analizleri yapıldığında; en çok bitişik olmayan ve tek yöne bitişik binalardan oluştuğu saptanmıştır. Ağır hasarlı konutların %79'unu bitişik nizam konutlar oluşturmaktadır. İncelenen bitişik nizam binalarda, bitişik duvarlarda farklı taşıyıcı sistem kullanılmıştır. Yapılan analizlerde görüldüğü üzere bitişik nizam binalarda ağır hasar daha yoğun görülmektedir.

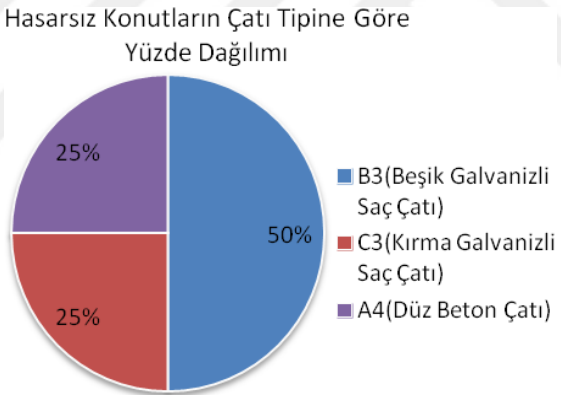


Şekil 5.11 Kartaldere Köyüne ait bitişik nizam karma bir yapı örnekleri

5.3.1.3 Kartaldere Köyünde Konutların Hasar Dağılımlarına Göre Çatı Tipi Oranları:

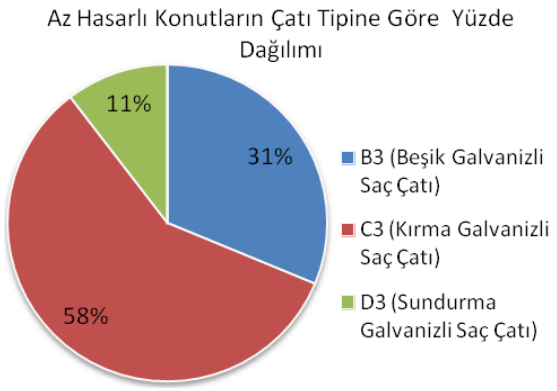
Çatı sistemi ve çatının duvarlarla olan bağlantısı yapının deprem performansını önemli şekilde etkiler. Yığma yapılarda, çatı ve döşemeden gelen yatay ve dikey yükleri taşıyıcı duvarlar ile taşınır, bu yüzden çatı ve döşeme sisteminin uygun olması deprem esnasında yapıda ağır hasar oluşumunu önleyebilir. Çatı ya da döşeme aynı düzlemde olduğundan, deprem yüküne karşı rijit diyafram şeklinde davranması, bir bütün olarak hareket etmesi sağlanmalıdır. Bu nedenle çatının rijitliği, döşeme ile bütünlüğü ve taşıyıcı duvarlarla bağlantı biçimi, deprem esnasında çatının göçmemesi ve duvarları bir arada tutması için oldukça önemlidir.

Hasarsız konutların çatı tiplerine göre dağılım oranları analiz edildiği zaman Şekil 5.12'de görüldüğü gibi %50 Beşik Galvanizli Saç Çatı(B3), %25 Kırma Galvanizli Saç Çatı(C3), %25 Düz Beton Çatı(A4) kullanıldığı görülmektedir.



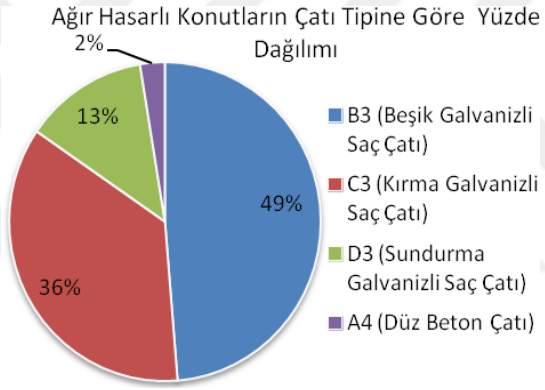
Şekil 5.12 Hasarsız konutların çatı tipleri dağılım oranları

Az hasarlı konutların çatı tiplerine göre yüzde dağılımı Şekil 5.13'de verilmiştir. Buna göre; %58'inde Kırma Galvanizli Saç Çatı(C3), %31'inde Beşik Galvanizli Saç Çatı(B3), %11'inde Sundurma Galvanizli Saç Çatı(D3) tipi kullanılmıştır.



Şekil 5.13 Az hasarlı konutların çatı tipleri dağılımları

Ağır hasarlı konutlar Şekil 5.14'te görüldüğü gibi %49'unda Beşik Galvanizli Saç Çatı, %36'sı Kırma Galvanizli Saç Çatı, %13'ü Sundurma Galvanizli Saç Çatı(D3), %2'si Düz Beton Çatı(A4) tipinden oluşmaktadır.



Şekil 5.14 Ağır hasarlı konutların çatı tipleri dağılımları

Yukarıdaki analizlere göre Düz Beton Çatı Tipi kullanımının en çok hasarsız yapılarda olduğu görülmektedir. Sundurma Galvanizli Saç Çatı Tipi ise ağır ve az hasarlı yapılarda görülmektedir.

Çatı tiplerine göre incelediğimiz zaman, yukarıdaki şekillerde görüldüğü üzere köyde en çok Beşik Galvanizli Saç Çatı(B3) ve Kırma Galvanizli Saç Çatı(C3) kullanıldığı görülmektedir. Yapım maliyeti düşüklüğü, uygulama kolaylığı gibi nedenlerden kırsal bölgelerde tercih edilmektedir. Şekil 5.15'de Kartaldere Köyünde kullanılan galvanizli saç kırma çatı örneğini görüyoruz.



Şekil 5.15 Kartaldere Köyünde galvanizli saç çatı örneği

Kerpiç duvarlarda çok görülen bir başka hasar, duvarın üst kısmı ve çatıya bağlandığı yerdedir. Bu hasar, kirişlerin oturmadığı duvarlarda daha ağır şekilde görülmektedir. Bunun asıl nedeni duvar ve çatı arasında iyi bir bağlantının olmamasıdır. Bu hasar, üzerine kiriş oturan duvarlarda ağır çatıdan kaynaklanan yatay kesme çatlağı şeklindedir.

Yapının deprem performansının yüksek olması için çatı ve ara kat döşemeleri hafif olmalı, tek parça halinde rijit bir diyafram şeklinde davranmalı ve mesnetlerinden ayrılmamalıdır.

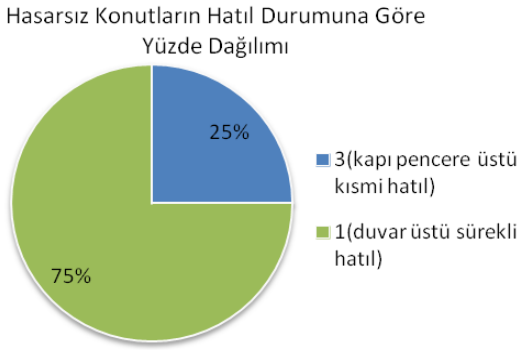
5.3.1.4 Kartaldere Köyünde Konutların Hasar Dağılımlarına Göre Hatıl Durumları:

Yapının yatay yüklere, özellikle deprem etkilerine dayanıklılığını arttırmak ve yükleri yaymak için duvarlarda yatay bağlantılar hatıllarla yapılır. Hatıllar, subasman başlangıcında, duvar bitiminde(kat veya çatı kirişlerinin oturacağı yerlerde), pencere alt ve üst hizalarında, duvarın dış yüzünden biraz içerde olacak şekilde yapılır. Düz duvarlarda yapıldığı gibi, birleşen, saplanan ve kesişen duvarları birbirine bağlamak üzere, duvar üzeri tesviye edildikten sonra da hatıl yapılabilir. Hatıllar duvarda bağlantıyı sağlarlar. Ayrıca; üzerine gelen yükleri taşırlar ve yayarak altlarındaki duvara iletir. Yapıldığı malzemenin cinsine göre hatıllar; tuğla hatıl, ahşap hatıl, beton veya betonarme hatıl ismini alır.

Kırsal bölgelerdeki yığma yapılarda kullanılmak üzere en uygun ve elverişli hatıl malzemesi ahşaptır. Ahşap dayanıklı, esnek, kolay işlenilebilir ve ekonomik bir malzemedir. Ahşap hatıl daha çok çatı ve döşeme sistemi ahşap kiriş ve toprak dam

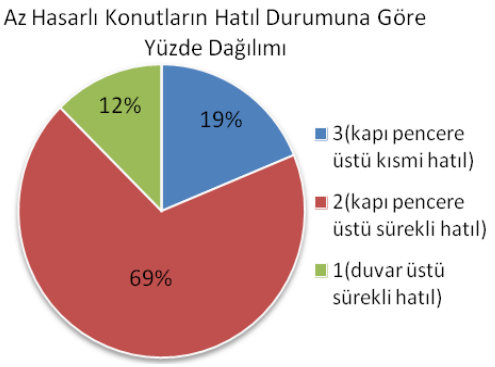
olan tuğla ve kerpiç yapılar için uygundur. Yatay hatıl tüm duvarların üzerinde, duvarları bağlayacak şekilde uygulanmalı ve kesişme noktalarından iyi bir şekilde birbirine bağlanmalıdır [40]. Kartaldere köyünde incelenen konutlarda kullanılan ahşap hatılların büyük bir bölümünün yatayda kullanıldığı görülmüştür.

Kartaldere köyünde hasarsız konutların hatıl durumları incelendiğinde; Şekil 5.16'daki grafikte görüldüğü gibi %75'inde duvar üstü sürekli hatıl, %25'inde de kapı pencere üstü kısmi hatıl kullanıldığı saptanmıştır.



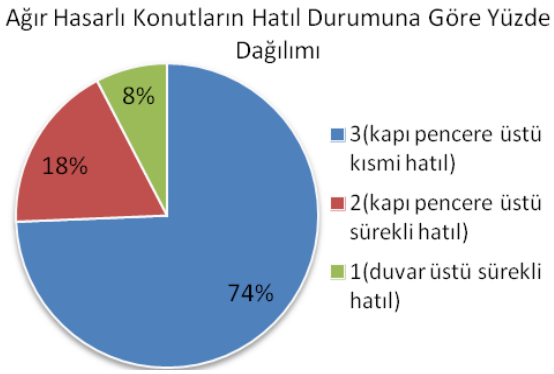
Şekil 5.16 Hasarsız konutların hatıl durumlarına göre dağılım oranları

Az hasarlı konutların hatıl durumları analiz edildiğinde Şekil 5.17'de görüldüğü gibi; %69'unda kapı pencere üstü sürekli hatıl, %19'unda kapı pencere üstü kısmi hatıl, %12'sinde duvar üstü sürekli hatıl kullanıldığı görülmektedir.



Şekil 5.17 Az hasarlı konutların hatıl durumlarına göre dağılım oranları

Ağır hasarlı konutlarda kullanılan hatılların yüzde dağılımlarını analiz ettiğimizde; %74'ünde kapı pencere üstü kısmi hatıl, %18'inde kapı pencere üstü sürekli hatıl, %8'inde duvar üstü sürekli hatıl kullanıldığı Şekil 5.18'de görülmektedir.



Şekil 5.18 Ağır hasarlı konutların hatıl durumlarına göre yüzde dağılım oranları

Hasarsız yapılarda en çok duvar üstü sürekli hatıl, az hasarlı yapılarda ise en çok kapı pencere üstü sürekli hatıl kullanılmıştır. Ağır hasarlı yapılarda da yoğun olarak kapı pencere üstü kısmi hatıl kullanılmıştır. Yatay hatıllarda sürekliliğin kesildiği noktalarda farklı kesme kuvetlerinden dolayı çatlamalar dökülmeler gözlemlenmiştir. Yatay Hatıllar tüm duvarı bağlayacak süreklilikte olmadığı zaman Şekil 5.19'da görüldüğü gibi pencere ve kapı üstlerinde hatılın kesildiği noktalarda hasarlar gözlemlenmiştir.



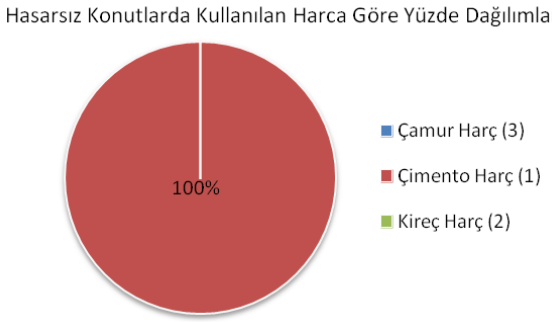
Şekil 5.19 Kartaldere Köyü, kapı pencere üstü kısmii hatıl

5.3.1.5 Kartaldere Köyünde Hasarlı Konutlarda Kullanılan Harç Dağılım Yüzdeleri:

Bağlayıcı madde olan harcın amacı adından da anlaşılacağı gibi duvarı oluşturan tuğla veya taş gibi malzemeyi birbirine bağlamasıdır. İyi bir harç yapmak için kireç ve çimentonun bir arada bulunması gerekir. Çimento, harcın sertleştiği zaman yüksek bir mukavemeti olmasını sağlarken, kireç harcın içindeki suyun kaybının hızını yavaşlatarak

harcın muntazam bir şekilde sertleşmesini ve susuzluktan çatlamasını önler. Çimento harcın taş ve tuğlayı çok iyi bağlamasını sağlarken, kirecin de harç içinde bulunması harcın bu yüksek dayanıma erişmesini kolaylaştırmakta, harcın akıcı ve kolay şekil alabilen bir kıvamda olmasını sağlamaktadır. Yalnız kireçli harçların mukavemeti, çimentolu harçlara göre yarı yarıya daha az olmaktadır.

Türkiye'de çeşitli imkânsızlıklar nedeni ile taş ve tuğlayı bağlayıcı olarak çamur harç kullanıldığı sık sık görülmektedir. Bu çok sakıncalıdır. Çünkü çamur harç, ıslak ve su ile doymuş iken bazen çok zayıf bir bağlayıcı güce sahip ise de, kuruyup çatladığı zaman hiçbir bağlama gücüne sahip değildir. Çamur harçlı bir duvarın kuru bir duvardan hiçbir farkı yoktur. Üstelik yağmur, rüzgâr gibi tesirlerle tuğlaların arasından zamanla dökülebilir ve hiçbir zaman taş ve tuğlaya yapışmaz. Zamanla taş ve tuğlayı birbirine bağlayan derzler arasında hiçbir bağlayıcı madde kalmayacağından böyle bir yapı en küçük sarsıntıda enkaz haline gelebilir. Türkiye'de özellikle Doğu Anadolu'daki depremlerde büyük can kaybı olmasının en büyük nedeni budur. Duvarlarında çamur harç kullanılmış yapıların yıkılması çok kolay olmakta ve bu da büyük can kaybına yol açmaktadır. Çamur harçlı yığma yapı kullanımından kesinlikle kaçınılmalıdır. Bu can kaybını azaltmanın birinci yoludur [26]. Konutlarda kullanılan bağlayıcı harçın hasara etkisi analiz edilmiştir. Buna göre; Şekil 5.20'deki grafikte görüldüğü üzere hasarsız konutların tamamında çimento harç kullanılmıştır.

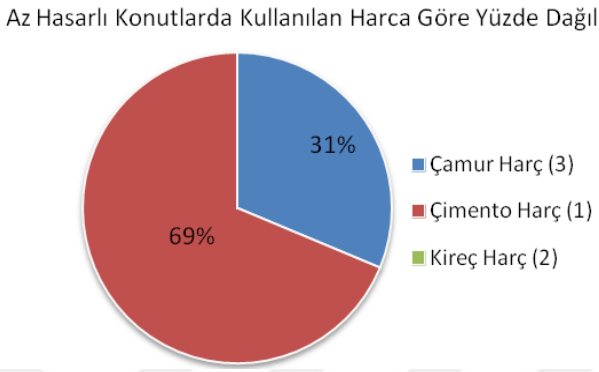


Şekil 5.20 Hasarsız konutlarda kullanılan harcın dağılım oranları

Çimento harç yapı endüstrisinde önemli bir yapı malzemesi olsa da malzemenin üretimi üstün teknoloji gerektirdiği için belirli fabrikalarda olup temin edilmesi diğer malzemelere göre daha zordur. Kırsal alanlarda çok fazla tercih edilmemektedir.

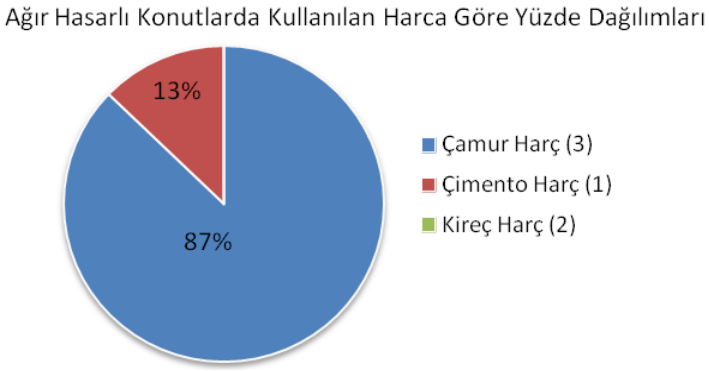
Yerinde yapılan incelemeler sonucunda çimento harçın daha çok tuğla duvarlarda, bazı binaların temelinde, az da olsa taş duvarlarda kullanıldığı görülmüştür.

Az hasarlı konutlarda kullanılan harca göre dağılım oranları incelendiğinde Şekil 5.21'de görüldüğü gibi; %69'unda çimento harç, %31'inde çamur harç kullanılmıştır. Az hasarlı konutlarda yine en çok çimento harcın kullanıldığı görülmektedir.



Şekil 5.21 Az hasarlı konutlarda kullanılan harcın dağılım oranları

Ağır hasarlı konutların %87'sinde çamur harç, %13'ünde çimento harç kullanıldığı Şekil 5.22'de görülmektedir. Buna göre grafiklerde görüldüğü üzere ağır hasarlı konutlarda en fazla bağlayıcı olarak çamur harç kullanıldığı tespit edilmiştir.



Şekil 5.22 Ağır Hasarlı Konutlarda Kullanılan Harcın Dağılım Oranları

Geleneksel tekniklerle yapılmış konutlarda harç olarak çamurun kullanılması yapıdaki deprem hasarını arttırmaktadır. Şekil 5.23'deki konut örneği gibi zamanla konutta bağlayıcı olarak kullanılan çamur harç kuruyup büzülmekte, dökülmektedir. Taş duvarlı konutlarda kullanılan çamur harçın bağlayıcılık özelliği zamanla kaybolur ve taşlar arasındaki bağ sadece sürtünmeyle olur. Moloz taşlı ve çamur harçlı duvarın deprem

kuvvetine çok düşük bir kesme dayanımı vardır. Bağlayıcı olarak hasarsız ve az hasarlı konutlarda çoğunlukla çimento harcı bazen kireç harcı kullanıldığı görülmekte olup çimento harcın çamur harca göre daha iyi bir bağlayıcı malzeme olduğu analizlerden anlaşılır.



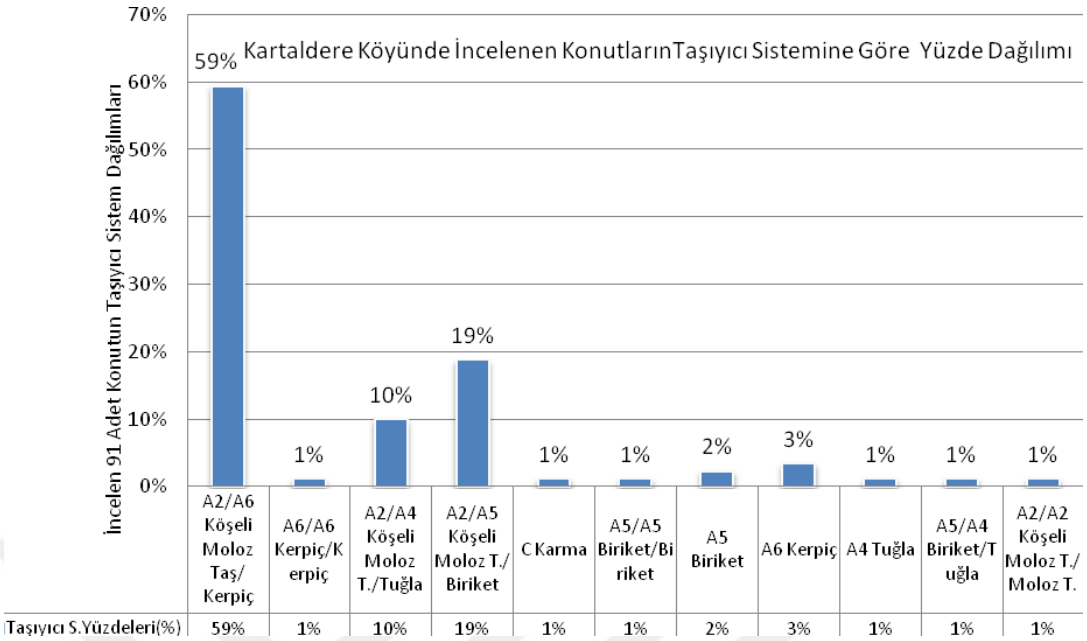
Şekil 5.23 Kartaldere Köyünde çamur harç kullanılmış konut örneği.

5.3.1.6 Kartaldere Köyünde Konutların Hasar Derecelerine Göre Taşıyıcı Sistem Dağılım Oranları:

Köyde genellikle iki katlı olan konutların taşıyıcı sistemleri analiz edilirken, çoğunlukla katlar arasında kullanılan taşıyıcı malzemenin ve yapı sisteminin değişkenlik gösterdiğini görmekteyiz. Bu analizler doğrultusunda ekonomik koşullardan ötürü katların belli zaman aralıklarında inşa edildiği kanısına varılabilir.

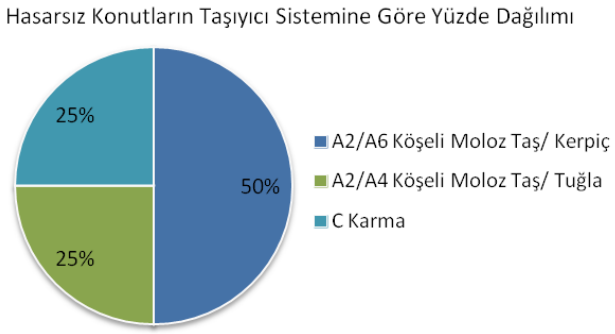
Kartaldere Köyündeki konutlar Şekil 5.24'de görüldüğü gibi alt ve üst katta kullanılan taşıyı sistemleri ayrı olarak yazılmıştır.

Kartaldere köyünde 91 adet konutun hasar durumlarına göre taşıyıcı sistemleri incelendiği zaman; %59'nun alt katında köşeli moloz taş, üst katında kerpiç "A2/A6" yapı ürününün kullanıldığını Şekil 5.24'teki grafikte görmekteyiz. İkinci sırada % 19'luk payla alt katta köşeli moloz taş duvar, üst katta biriket "A2/A5" duvar kullanımı Şekil 5.24'te görülür. Geriye kalan konutların %10'unu alt kat köşeli moloz taş, üst kat tuğla "A2/A5" duvar, %3'ünü kerpiç "A6" duvar, %2' sini biriket "A5" duvar, %1'ini alt ve üst kat kerpiç "A6/A6" duvar, %1'ini Karma "C", %1'ini alt üst kat biriket "A5/A5" duvar, % 1'ini tuğla "A4" duvar, %1'ini alt kat biriket, üst kat tuğla "A5/A4" duvar, %1'ini alt ve üst kat moloz taş "A2/A2" duvar yapı ürününden oluşturmaktadır.



Şekil 5.24 Kartaldere Köyünün taşıyıcı sistem dağılımları

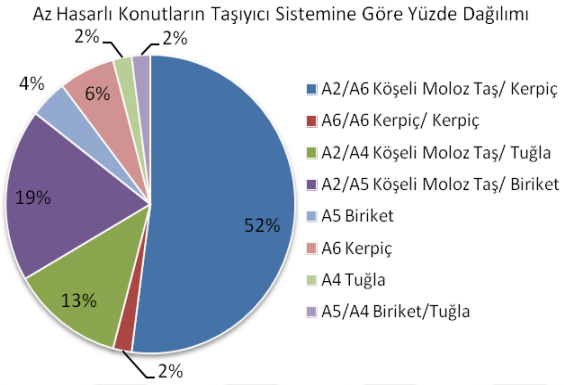
91 adet konutun % 4'lük kısmı hasarsız konutları oluşturuyor. Hasarsız konutların taşıyıcı sistem tiplerinin dağılımları Şekil 5.25'de verilmiştir. Kartaldere Köyünde incelenen hasarsız konutların taşıyıcı sisteminin %50'sinin alt katında köşeli moloztaş, üst katında kerpiç "A2/A6" duvar, %25'nin alt katında köşeli moloz taş duvar, üst katında tuğla "A2/A4" duvar geriye kalan %25'lik kısmında karma "C" duvar kullanılmıştır.



Şekil 5.25 Hasarsız konutların taşıyıcı sistem dağılımları

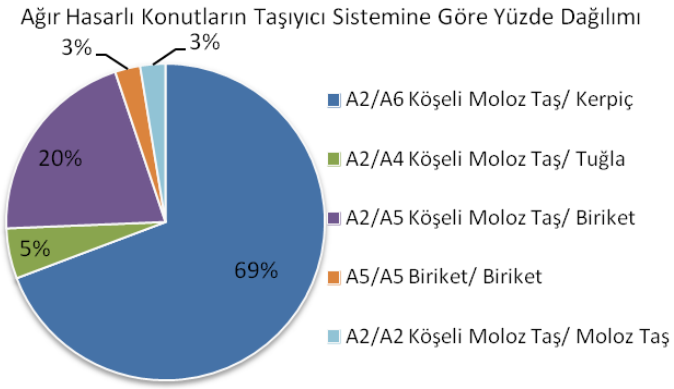
91 adet konutun 48 tanesi yani % 53 de az hasarlı konutlardan oluşturmaktadır. Az hasarlı konutların taşıyıcı sistemlerinin analizleri yapıldığında Şekil 5.26'da görüldüğü üzere az hasarlı konutların %52'sinde taşıyıcı malzeme olarak alt kattında moloz taş,

üst katında kerpiç “A2/A6” duvar; %19’unun alt katında köşeli moloz taş, üst kattında birike “A2/A5” duvar; %13’ünde alt katında moloz taş, üst katında tuğla “A2/A4” duvar; %6’ sında tek katlı kerpiç duvar; %4’ünde biriket “A5” duvar, %2’sinde tuğla “A4” duvar, %2‘sinde ise alt katında biriket, üst katında tuğla “A5/A4” duvar kullanıldığını görmekteyiz.



Şekil 5.26 Az hasarlı konutların taşıyıcı sistem dağılımları

91 adet konutun 39 adetini yani % 43’ünü ağır hasarlı konutlar oluşturmaktadır. Ağır hasarlı konutların taşıyıcı sistem dağılımları analiz edildiğinde; %69’unda alt katında moloz taş, üst katında kerpiç “A2/A6” duvar; %20’sinde alt katında moloz taş üst katında biriket“A2/A5” duvar, % 5 inde alt katında köşeli moloz taş, üst katında tuğla“A2/A4” duvar; % 3’ ünde alt ve üst katında biriket“A5/A5” duvar; %3’ünde alt ve üst katında köşeli moloz taş“A2/A2” duvar kullanıldığını Şekil 5.27 de görmekteyiz.



Şekil 5.27 Ağır hasarlı konutların taşıyıcı sistem dağılımları

Şekil 5.28’de Kartaldere Köyünde taşıyıcı sistem olarak yoğun olarak görülen alt kat moloz taş üst kat kerpiç yapı ürününden yapılmış bir konut örneği görüyoruz.



Şekil 5.28 Kartaldere Köyü Konut Örneği

Bu yapılar taşıyıcı sistem olarak incelendiğinde, genel olarak iki katlı oldukları ve en çok kullanılan taşıyıcı sistem tipini “A2/A6” yani alt katların taşıyıcı sistem açısından daha rijit bir sistem olan moloz taş duvarla, üst katlarında kerpiç duvarla inşa edildiği görülmektedir. Genel olarak belirgin bir yapım tekniğinden söz etmek ise mümkün olmamaktadır. Taşıyıcı duvar malzemesi kırsal kesimlerde, yerel malzemelerle özellikle kerpiç ve taşduvar ile karşılanmaya çalışılmıştır. Ekonomik durumu düşük kırsal kesimlerde karma olarak da bu malzemelerin kullanıldığı göze çarpmaktadır. Yığma yapıyı yapanların nitelikli ustalar olmadığı genelde konutu kullanacak kişiler olduğu tespit edilmiştir. Şekil 5.29’da ve Şekil 5.30’da konutu nitelikli bir ustanın yapmadığı belli olmaktadır. Alt katında kerpiç üst katında kerpiçe göre daha ağır olan briket yapı ürününün kullanılması konutta hasara sebep olmuştur. Duvarlarda farklı yapı malzemelerinin kullanılması sonucu duvar bütünlüğü bozulur ve yapı malzemeleri arasında derzler oluşur. Ayrıca hatılın sürekliliğin kesilmesi de hasara sebeb olmaktadır.



Şekil 5.29 Kartaldere Köyünden depremde hasar gören karma konut örneği.

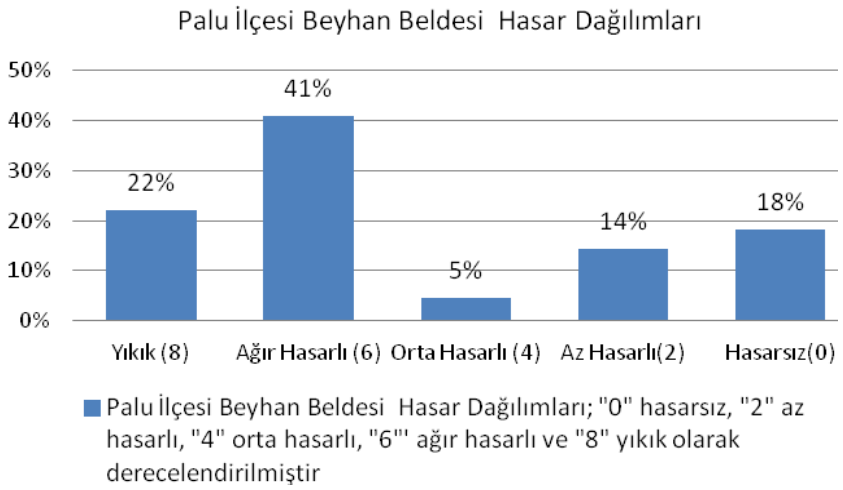


Şekil 5.30 Kartaldere Köyü depremde hasar gören karma konut örneği.

5.3.2 Palu İlçesine Bağlı Beyhan Beldesinin Analizleri:

Elazığ ilinde yapılan alan taramasında; Elazığ ili Palu ilçesine bağlı Beyhan Beldesine ait geleneksel yapıların hasar tespit raporlarında yer alan yapı tipi bilgileri ve hasara ait bilgeler kullanılarak grafikler oluşturulmuş ve analizler yapılmıştır. Yapının taşıyıcı sisteminin, kullanılan harcının, hatıl durumlarının, kat adedinin hasar durumlarına etkileri incelenmiş ve tespit yapılmıştır.

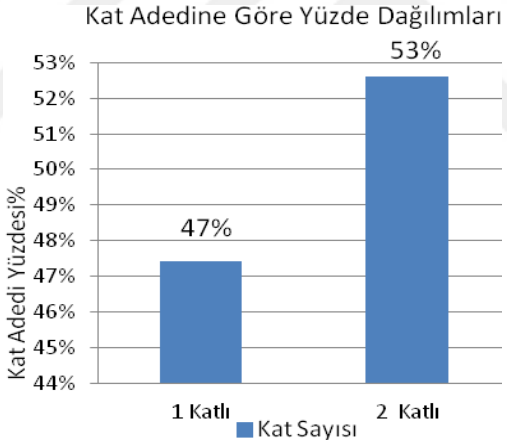
Beldede bulunan 154 adet konutun Şekil 5.31'de görüldüğü gibi %41'ini ağır hasarlı, %22'sini yıkık, %18'ini hasarsız, %14'ünü az hasarlı, %5'ini de orta hasarlı konutlar oluşturmaktadır. Bunların büyük çoğunluğu, bina köşe birleşimlerinin ayrılmasından, farklı yapı malzemeleri kullanılması sonucu oluşan derz çatlaklarından, oturma çatlakları ve eğimli araziden kaynaklanan hasarlar olarak göze çarpmaktadır.



Şekil 5.31 Palu İlçesi Beyhan Beldesi hasar dağılım grafiği

5.3.2.1 Palu İlçesine Beyhan Beldesinin Konutların Kat Adedi Yüzde Oranları:

Beyhan beldesinde Şekil 5.32'de görüldüğü gibi konutların %53'ü iki katlı, % 47'sini de tek katlı konutlar oluşmaktadır.



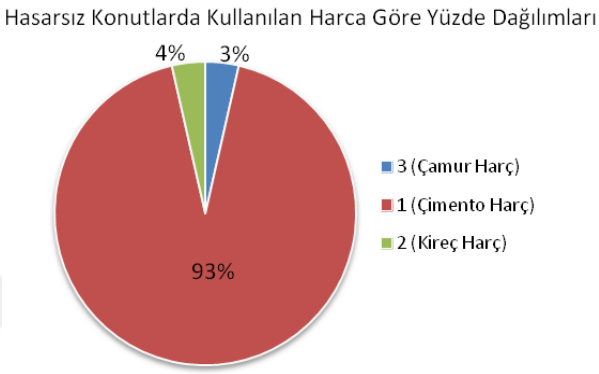
Şekil 5.32 Kat adetleri yüzde dağılım oranları grafiği

5.3.2.2 Palu İlçesine Beyhan Beldesindeki Konutların Hasar Dağılımlarına Göre Kullanılan Harç Yüzde Dağılımları

Geleneksel tekniklerle yapılmış yığma yapılarda yatay ve düşey yükleri karşılayan taşıyıcı duvarlar olduğu için bağlayıcı madde olarak kullanılan harcın kesme dayanımına etkisi oldukça önemlidir. Çünkü duvarlarda oluşacak kesmeyi iki ünite arasında

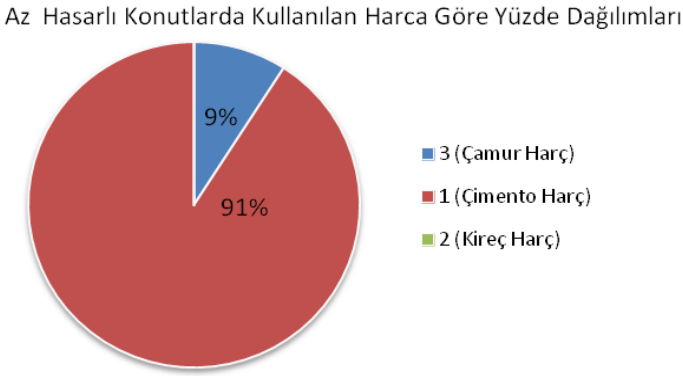
karşılayacak olan harçtır ve oluşacak kesme gerilmeleri harcın karşılayacağından fazla olursa tuğlalar ya da taşlar arasında çatlaklar oluşacaktır.

Palu ilçesi Beyhan Beldesindeki konutların hasar dağılımlarına göre kullanılan harçları incelenmiştir. Buna göre; Hasarsız konutlarda Şekil 5.33'de görüldüğü gibi %93'ünde çimento harç, %4'ünde kireç harç ve %3'ünde çamur harç kullanıldığı görülmektedir.



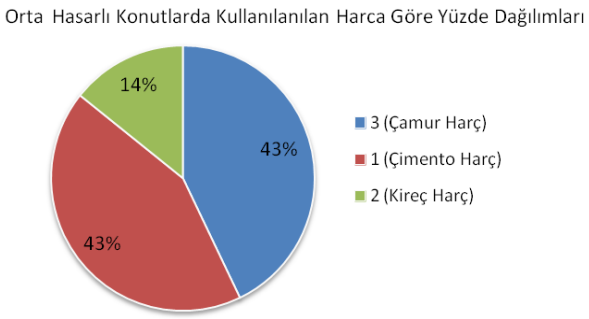
Şekil 5.33 Hasarsız konutlarda kullanılan harç oranları

Az hasarlı konutların %91'inde çimento harç, %9'unda da çamur harç kullanıldığı grafiklerden Şekil 5.34'de görülmüştür.



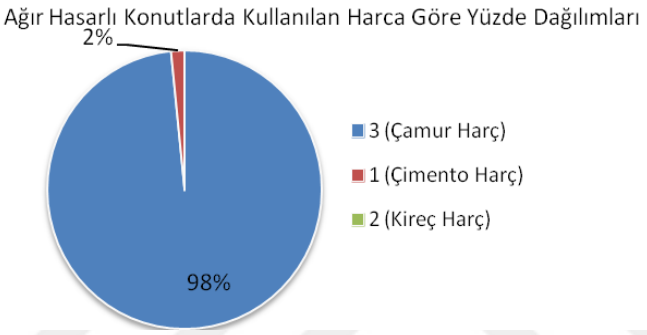
Şekil 5.34 Az hasarlı konutllarda kullanılan harç oranları

Orta hasarlı konutların %43'ünde çamur, %43'ünde çimento harç geriye kalan %14'ünde ise kireç harç kullanıldığı Şekil 5.35'de görülmektedir.



Şekil 5.35 Orta hasarlı konutlarda kullanılan harç oranaları

Şekil 5.36'de görüldüğü gibi ağır hasarlı konutların %98'inde çamur harç, %2'sinde de çimento harç kullanılmıştır.



Şekil 5.36 Ağır Hasarlı Konutlarda Kullanılan Harç Oranları

Şekil 5.37'deki grafikte görüldüğü gibi yıkık konutların tamamında çamur harç kullanılmıştır.



Şekil 5.37 Yıkık Konutlarda Kullanılan Harç Oranları

Bölgede yoğun olarak çamur ve sonrasında çimento harcın kullanıldığı grafiklerden anlaşılmıştır. Grafiklerden anlaşıldığı gibi çamur harcın, yıkık ve ağır hasarlı konutlarda yoğun olarak kullanıldığı ve az ve hasarsız yapılarda ise yoğun olarak çimento harcın

kullanıldığı görülmektedir. Yapılan analizlerde hasar oranı artıkça kullanılan çamur harcın da doğru orantılı olarak artığını, hasar oranı azaldıkça çimento harcının da artığını görmekteyiz. Grafiklerden çimento harcın camur harca göre depreme daha çok dayanıklı olduğu anlaşılıyor. Şekil 5.38'da ve 5.39'da uygun malzeme ve bağlayıcı harç kullanılmaması sonucu oluşan hasarı görüyoruz.



Şekil 5.38 Palu Bahçelievler mahallesi hasarlı konut örneği



Şekil 5.39 Tepebağı Köyü ve Tarlatepe Çevizdere Mezrası

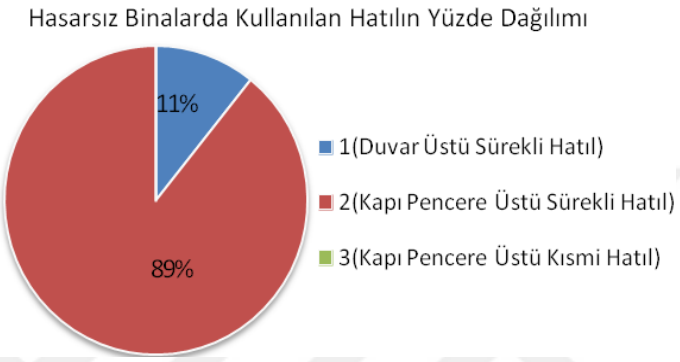
5.3.2.3 Palu İlçesi Beyhan Beldesinde Konutların Hasar Derecelerine Göre Kullanılan Hatılların Yüzdeleri:

Donatısız yığma yapılarda döşemenin rijit diyafram gibi çalışabilmesi için hatıl denilen kirişler kullanılmaktadır. Bu kirişlerin esas görevi döşeme üzerine gelecek yükleri duvarlara aktarmak, döşemelerin mesnetlenmelerini sağlamak ve depremde döşemelere gelecek yatay yükleri döşemenin rijit diyafram denilen özelliği sayesinde alıp diğer taşıyıcı elemanlara aktarmasını sağlamaktır.

Kalın kâgir duvarların düşey yükler altında şişip açılmasını önlemek amacıyla belli seviyelerde düzenlenen hatıllar, duvar yüzlerini birbirine bağlayıp sağlamlaştırmanın yanında duvarın yükseklik/kalınlık oranını azaltır ve ilk çatlağın oluşacağı yeri

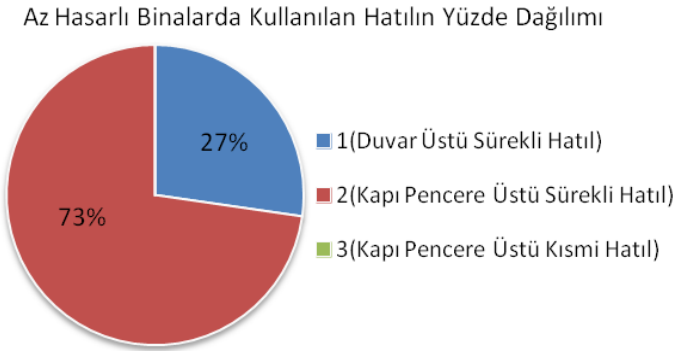
belirleyerek çatlakların yapıya tehlike oluşturacak şekilde bir başka yerde ortaya çıkmasını önler [41].

Palu ilçesi Beyhan Beldesindeki konutların hasar derecelerine göre kullandıkları hatılların yüzde oranları incelendiği zaman; Şekil 5.40'de hasarsız binalarda kullanılan hatılın yüzde dağılımlarını görüyoruz. Buna göre; Hasar tespit raporlarına göre Hasarsız binaların %89'u "kapı pencere üstü sürekli hatıl(2)", %11'i "duvar üstü sürekli hatıl(1)" dan oluşmaktadır.



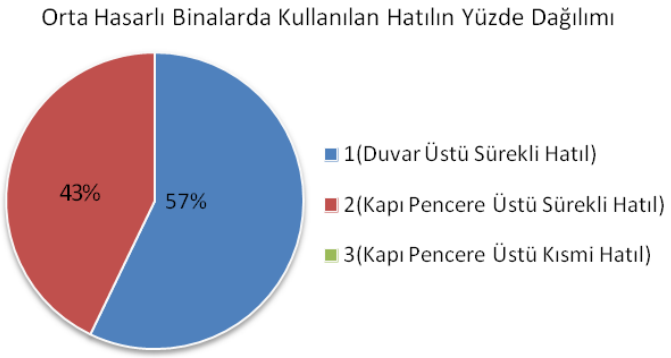
Şekil 5.40 Hasarsız konutlarda kullanılan hatılların yüzdeleri

Az hasarlı konutların %73'ünü "kapı pencere üstü sürekli hatıl(2)", %27'sini "duvar üstü sürekli hatıl(1)" oluşturduğunu Şekil 5.41'de görmekteyiz.



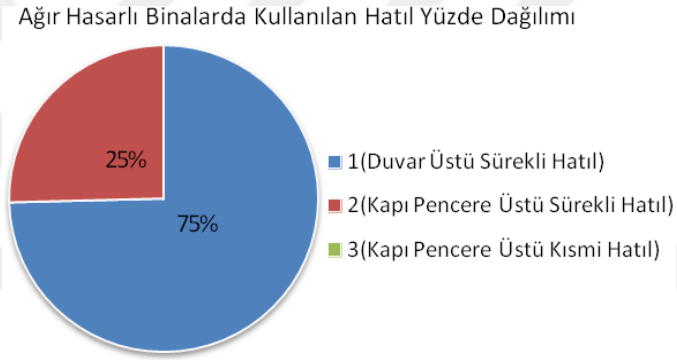
Şekil 5.41 Az hasarlı konutlarda kullanılan hatılların yüzdeleri

Şekil 5.42'de görüldüğü gibi; orta hasarlı konutlarında %57'sinde "duvar üstü sürekli hatıl(1)", %43'ünde "kapı pencere üstü sürekli hatıl(2) kullanılmıştır.



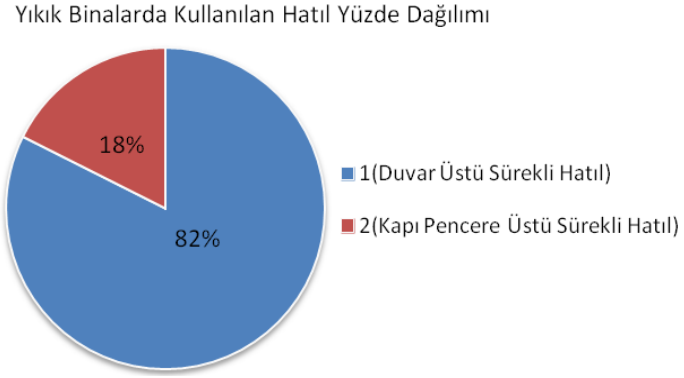
Şekil 5.42 Orta hasarlı konutlarda kullanılan hatılların yüzdeleri

Beyhan beldesindeki ağır hasarlı konutların hatıl durumları incelendiği zaman; %75'inde "duvar üstü sürekli hatıl(1)", % 25'inde "kapı pencere üstü sürekli hatıl(2)" kullanıldığı Şekil 5.43'de görülmektedir.



Şekil 5.43 Ağır hasarlı konutlarda kullanılan hatılların yüzdeleri

Beyhan Beldesindeki yıkık binaların %82'sini "duvar üstü sürekli hatıl(2)", geri kalan %18'ini de " kapı pencere üstü sürekli hatıl(2)" oluşturduğu Şekil 5.44'de görülmektedir.



Şekil 5.44 Yıkık konutlarda kullanılan hatılların yüzdeleri

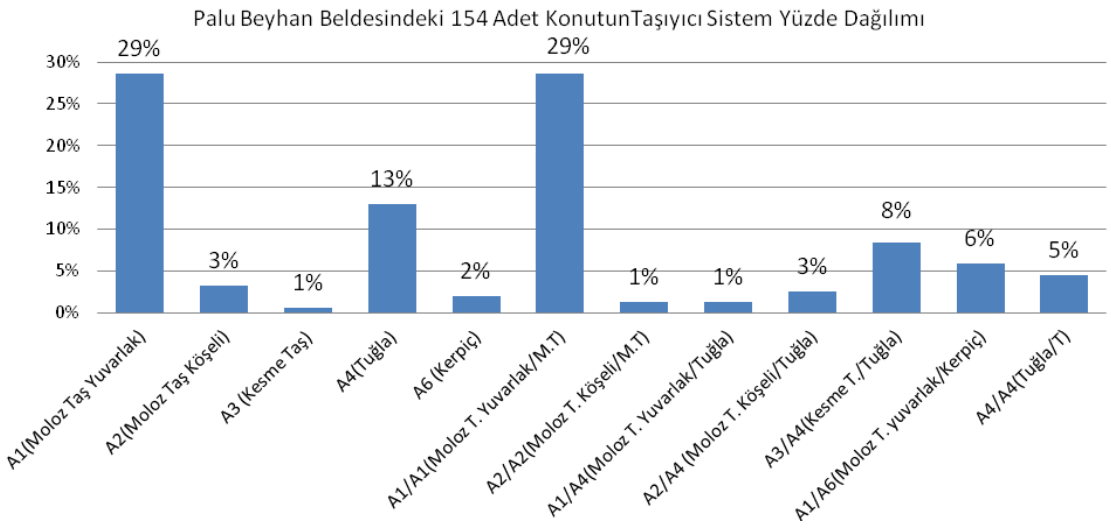
Hasar oranı artıkça duvar üstü sürekli hatıl kullanımı artmış ve kapı pencere üstü sürekli hatıl kullanımı azalmıştır. Şekil 5.46'de Elazığ İli Sivrice İlçesi Dedeyolu Köyünde depremde hasar gören bir konutun uygulamada yapılan hatalar sonucu, hatıl sürekliliğinin kesildiği noktada deprem hasarı görülüyor.



Şekil 5.45 Elazığ Sivrice Dedeyolu Köyü depremde hasar gören bir konut örneği

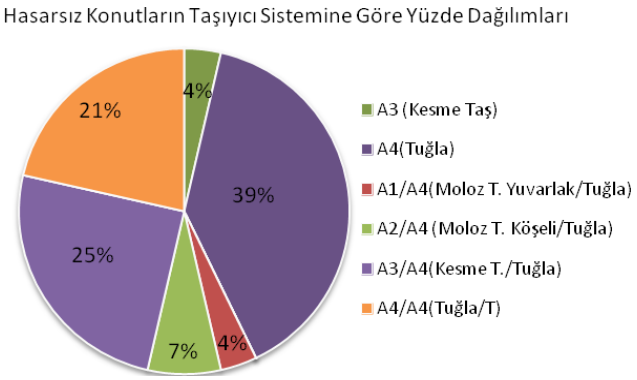
5.3.2.4 Palu İlçesine Beyhan Beldesinin Konutların Hasar Durumlarına Göre Taşıyıcı Sistemlerinin Yüzde Dağılım Oranları:

Palu Beyhan Beldesinin incelenen 154 adet konutun taşıyıcı sistem garfiği hasar tespit raporlarına göre oluşturulduğu zaman belde de %29 oranla yuvarlak moloz taş duvar(A1) ile %29 oranla alt ve üst katta yuvarlak moloz taş(A1/A1) duvar kullanımı ilk sırada yer almaktadır. Sonrasında sırasıyla %13 oranında tuğla(A4) duvar, %8 oranında alt katta kesme taş üst katta tuğla duvar(A3/A4), %6 oranında alt katta yuvarlak moloz taş üst katta kerpiç duvar(A1/A6), %5 oranında alt ve üst katta tuğla duvar(A4/A4), %3 oranında köşeli moloz taş duvar(A2), %3 oranında alt katta köşeli moloz taş duvar üst katta tuğla duvar(A2/A4), % 2 oranında kerpiç duvar(A6), % 1 oranında kesme taş duvar(A3), %1 oranında alt ve üst katta köşeli moloz taş duvar(A2/A2), %1 oranında alt katta yuvarlak moloz taş üst katta tuğla duvar(A1/A4) kullanımını görmekteyiz. Beyhan beldesinde kullanılan taşıyıcı sistem grafiğine Şekil 5.46'ya bakıldığında en çok yuvarlak moloz taş kullanımını görmekteyiz.



Şekil 5.46 Palu Beyhan Beldesi taşıyıcı sistem grafiği

Beldedeki hasarsız konutların taşıyıcı sistemleri analiz edildiğinde şekil 5.47'de görüldüğü gbi, %39'luk oranla tuğla(A4) duvar kullanımı ilk sırada yer almaktadır. İkinci sırada %25'lik oranla alt katta kesme taş üst katta tuğla(A3/A4) duvar, üçüncü Sırada %21 oranla alt ve üst katta tuğla (A4/A4) duvar, %7 oranında alt katta köşeli moloz taş üst katta tuğla(A2/A4) duvar, %4 oranında kesme taş(A3) duvar, %4 oranında alt katta yuvarlak moloz taş üst katta tuğla(A1/A4) duvar kullanımını görmekteyiz.

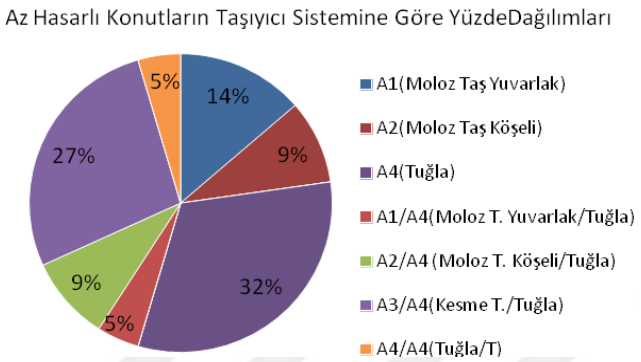


Şekil 5.47 Hasarsız konutların taşıyıcı sistem yüzdeleri

154 adet konut içerisinde 22 tanesi az hasarlı olarak tespit edilmiş olup buda % 14 lük kısımı oluşturmaktadır. Şekil 5.48'de az hasarlı konutların taşıyıcı sistem oranları analiz edilmiştir.

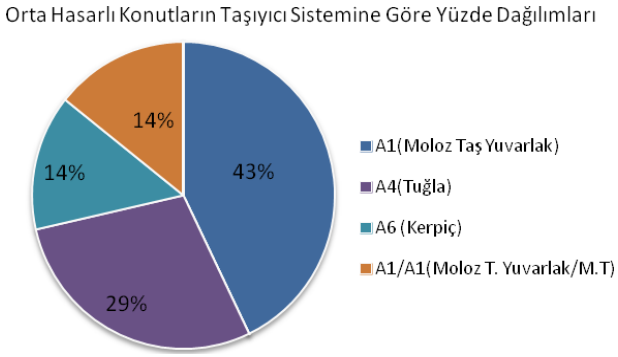
Buna göre; Palu Beyhan Beldesindeki az hasarlı konutlar taşıyıcı sistemine göre incelendiği zaman; %32 oranla en çok tuğla duvar(A4), sonrasında %27 oranla zemin

katta kesme taş üst katta tuğla duvar(A3/A4) kullanımın devamında %14'lük oranla yuvarlak moloz taş duvar(A1), %9'luk oranla köşeli moloz taş duvar(A2) yine %9'luk oranla zemin katta köşeli moloz taş üst katta tuğla duvar(A2/A4), %5'lik oranla alt ve üst katta tuğla duvar(A4/A4), %5'lik oranla zemin katta yuvarlak moloz taş üst katta tuğla duvar(A1/A4) kullanımını görmekteyiz.



Şekil 5.48 Az hasarlı konutların taşıyıcı sistem yüzdeleri

154 Adet Konutun 7 tanesi orta hasarlıdır, bu da tamamının %5'ini oluşturmaktadır. Şekil 5.49'da orta hasarlı konutların taşıyıcı sistem yüzleri analiz edilmiş buna göre; Orta hasarlı konutların taşıyıcı sistemlerinde Şekil 5.49'da görüldüğü gibi, ilk sırada %43'ünde yuvarlak moloz taş(A1) duvar, % 29'unda tuğla duvar(A4), %14 kısmında alt ve üst katta yuvarlak moloz taş duvar(A1/A1), %14 kısmında kerpiç duvar(A6) kullanıldığı analizde ortaya çıkmıştır.

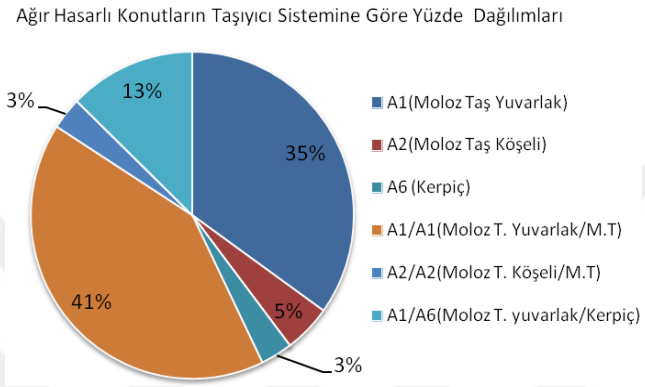


Şekil 5.49 Orta hasarlı konutların taşıyıcı sistem yüzdeleri

154 adet konutun 63 tanesi yani %41'i ağır hasarlı olarak tespit edilmiştir. Ağır hasarlı konutları oluşturan yapıların taşıyıcı sistemleri oranları Şekil 5.51'de görülmektedir. Beldedeki ağır hasarlı konutların taşıyıcı sistemleri yüzde dağılımları incelendiğinde

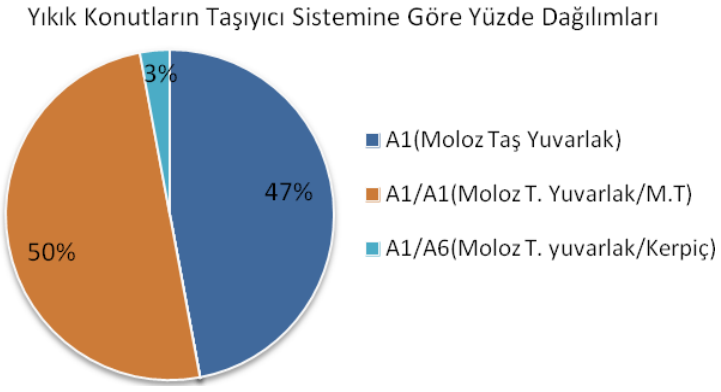
%41'inde zemin ve birinci Katta yuvarlak moloz taş duvar(A1/A1) kullanılmıştır. Ağır hasarlı konutların %35'inde yuvarlak moloz taş duvar(A1), %13'ünde zemin katta yuvarlak moloz taş üst katta kerpiç duvar(A1/A6), %5'inde köşeli moloz taş duvar(A2), %3'ünde kerpiç duvar(A6), %3 de alt ve üst katta köşeli moloz taş duvar(A2/A2) kullanımını görmekteyiz.

154 adet konutun 34 adetini yıkık binalar oluşturmakta olup, bu da tamamının % 22 sini oluşturmaktadır.



Şekil 5.50 Ağır hasarlı konutların taşıyıcı sistem yüzdeleri

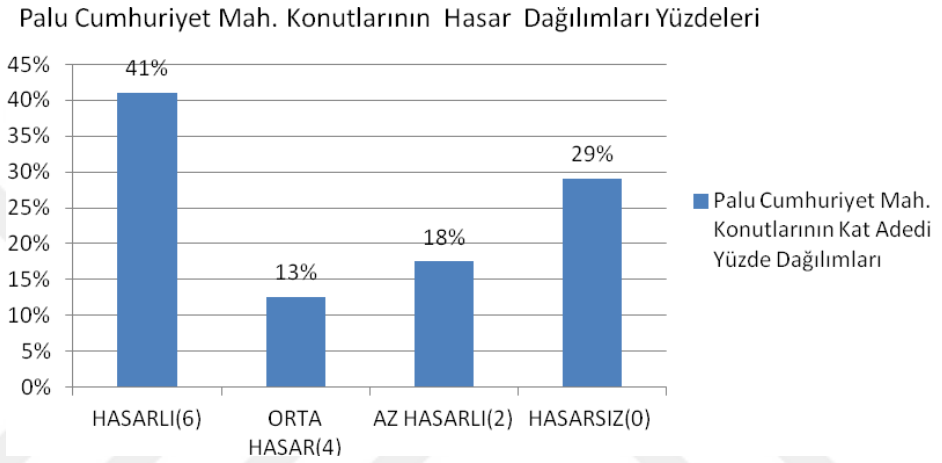
Yıkık binalar taşıyıcı sistemlerine göre hasar dağılım yüzdeleri Şekil 5.52'deki grafikte verilmiştir. Yıkık binaların taşıyıcı sistemlerinin %50'sini alt ve üst katı yuvarlak moloz taş duvarlı(A1/A1), % 47'sini yuvarlak moloz taş duvarlı(A1), %3'ünü de zemin katta yuvarlak moloz taş duvar üst katta kerpiç duvarlı konutlar oluşturmaktadır.



Şekil 5.51 Yıkık konutların taşıyıcı sistem yüzdeleri

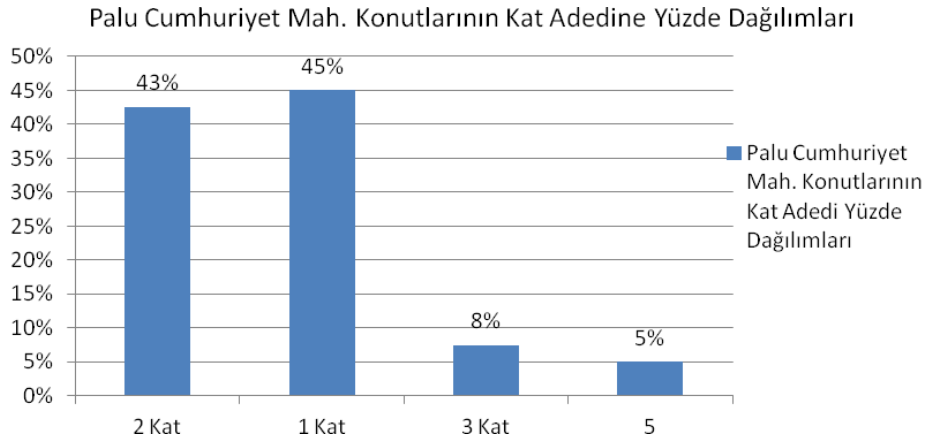
5.3.3 Palu Cumhuriyet Mahallesi Analizleri

Elazığ ili Palu ilçesi Cumhuriyet Mahallesinde, 08.03.2010 tarihindeki depremde hasar gören 200 adet konut hasar tespit raporlarına göre incelenmiştir. Bunların 58 adedi hasarsız, 35 adedi az hasarlı, 25 adedi orta hasarlı, 82 adedi ağır hasarlı yapılardan oluşmaktadır. Elazığ İli Palu İlçesi Cumhuriyet Mahallesindeki konutların hasar dağılım oranları Şekil 5.52'de verilmiştir. Buna göre; Grafikte görüldüğü gibi ilçedeki konutların hasar dağılımları, raporlara göre analiz edildiği zaman %29'u hasarsız, %18'i az hasarlı, %13'ü orta hasarlı, %41'i ağır hasarlı konutlardan oluşmaktadır.



Şekil 5.52 Palu İlçesi Cumhuriyet Mahallesindeki konutların hasar dağılım oranları

Kat adedi yüzde dağılımları Şekil 5.53'deki grafikte görüldüğü gibi %45'ini bir katlı, %43'ünü iki katlı, %8'ini üç katlı, % 5'ini de beş katlı konutlar oluşturmaktadır.

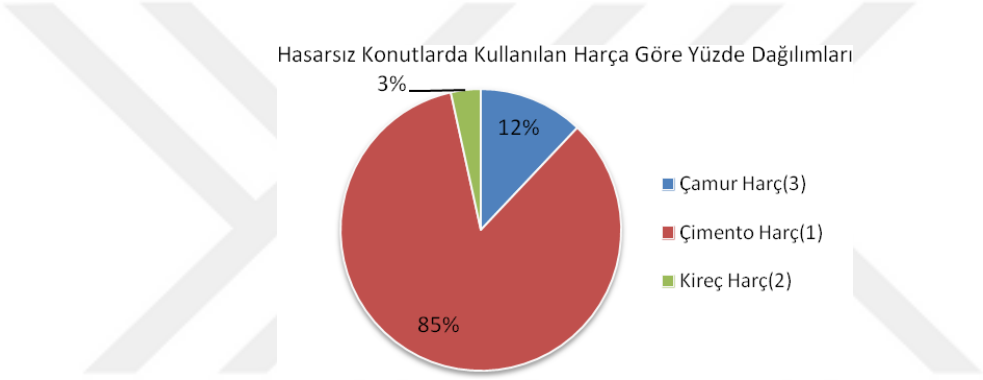


Şekil 5.53 Palu İlçesi Cumhuriyet Mahallesindeki konutların kat adedi yüzdeleri

Kat sayısı 2'den fazla olan yığma yapıların tamamına yakını köyden ilçelere doğru gittikçe artmaktadır. Bunun kentlerdeki arsa ve kira bedellerinin yüksekliği nedeniyle ortaya çıkan bir eğilim olduğu düşünülmektedir. Kırsal alanda ise yüksek katlı yığma yapı yapma talebinin bulunmadığı yapılan tespitlerden anlaşılmaktadır.

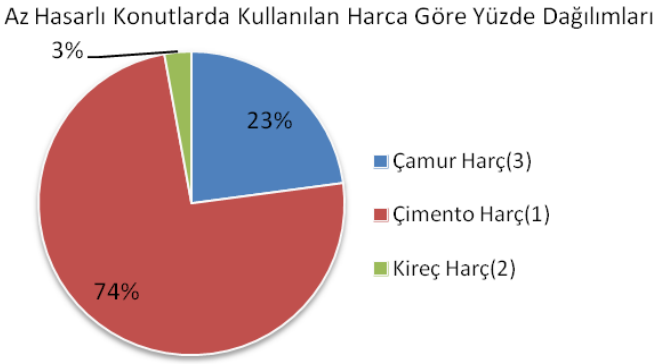
5.3.3.1 Palu Cumhuriyet Mahallesi Hasarlı Konutlarının Kullandıkları Harca Göre Yüzde Oranları

Hasarsız konutlarda dış cephede kullanılan harç oranlarına baktığımızda Şekil 5.54'de görüldüğü gibi; %85'inin çimento harcını, %12'sinin çamur harcını, %3'ünün kireç harcını kullandığını görmekteyiz. Hasarsız konutlarda en çok çimento harcı kullanılmıştır.



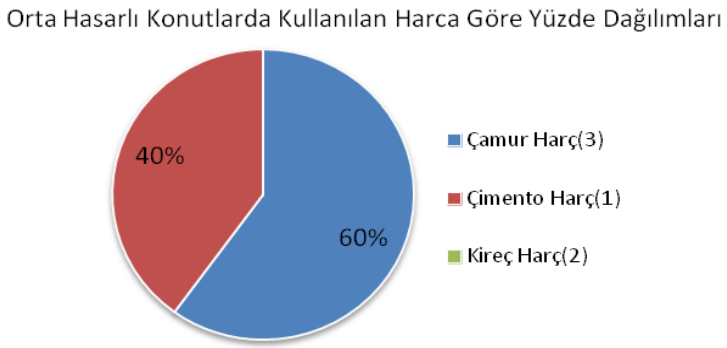
Şekil 5.54 Hasarsız konutlarda kullanılan harç yüzdeleri

Az hasralı konutların %74'ünde çimento harç, %23'ünde çamur harç, %3'ünde kireç harç kullanıldığı Şekil 5.55' de görülmektedir.



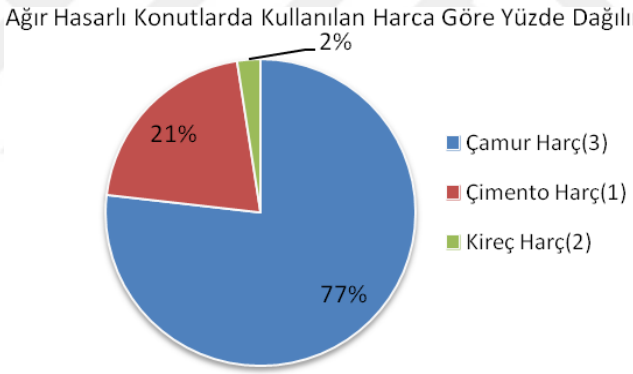
Şekil 5.55 Az Hasarlı Konutlarda Kullanılan Harç Yüzdeleri

Orta hasarlı konutların %60'ında çamur harcın, % 40'ında çimento harcın kullanıldığını Şekil 5.56'da grafikte görmekteyiz.



Şekil 5.56 Orta Hasarlı Konutlarda Kullanılan Harç Yüzdeleri

Ağır hasarlı konutların %77'sinde çamur harcı, %21'inde çimento harcı, %2'sinde kireç harcı kullanıldığı Şekil 5.57'de görülmektedir. Hasar durumu arttıkça çamur harç kullanımının da artmakta olduğunu grafiklerde görmekteyiz.

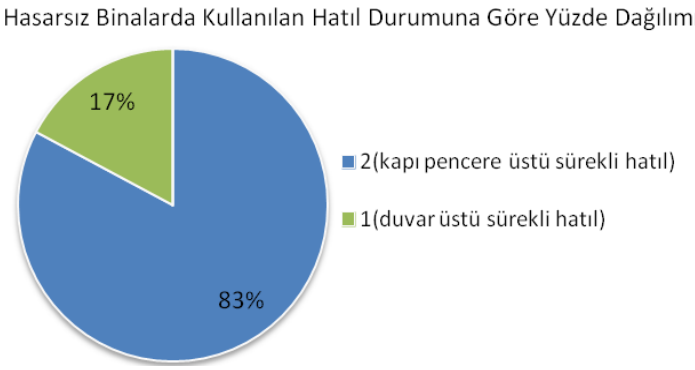


Şekil 5.57 Ağır Hasarlı Konutlarda Kullanılan Harç Yüzdeleri

5.3.3.2 Palu Cumhuriyet Mahallesinde Hasarlı Konutlarının Kullandıkları Hatıla Göre Analizleri

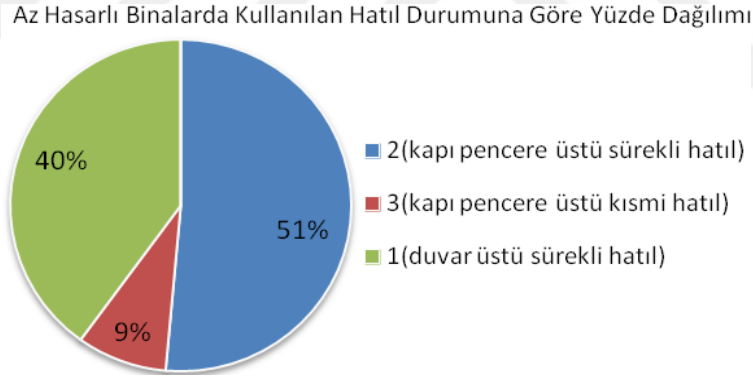
Yığma yapıların duvarları düzlemlerine dik yönde de hasar görebilir. Bu tür hasarın nedeni duvarların birbirine yeteri kadar hatıl ile bağlanmamış olması veya hatıllarda süreklilik olmamasından kaynaklanmaktadır. Yatay hatıllar duvarın üzerinde ağırlık oluşturması ve duvarın rijitlik ve yatay yük taşıma kapasitesinin arttırılması yönünden etkili bir yöntemdir. Palu Cumhuriyet Mahallesinde incelenen 200 adet konuttan hasarsız olan konutlar hatıl durumlarına göre incelendiği zaman Şekil 5.58'de

görüldüğü üzere, %83'ünde "kapı pencere üstü sürekli hatıl", %17'sinde de "duvar üstü sürekli hatıl " kullanılmaktadır



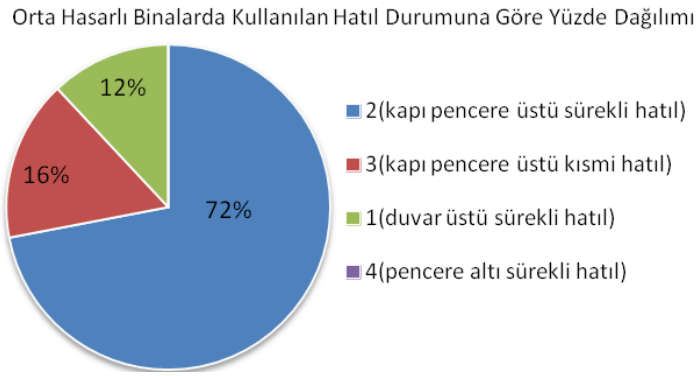
Şekil 5.58 Hasarsız Konutlarda Kullanılan Hatıl Yüzdeleri

Şekil 5.59'da görüldüğü üzere; az hasarlı konutlarda %51 oranla ilk sırada kullanılan "kapı pencere üstü sürekli hatıl ", %40 oranla "duvar üstü sürekli hatıl" ikinci sırada yer almakta, en az da % 9 oranla "kapı pencere üstü kısmi hatıl" kullanımını görmekteyiz.



Şekil 5.59 Az Hasarlı Konutlarda Kullanılan Hatıl Yüzdeleri

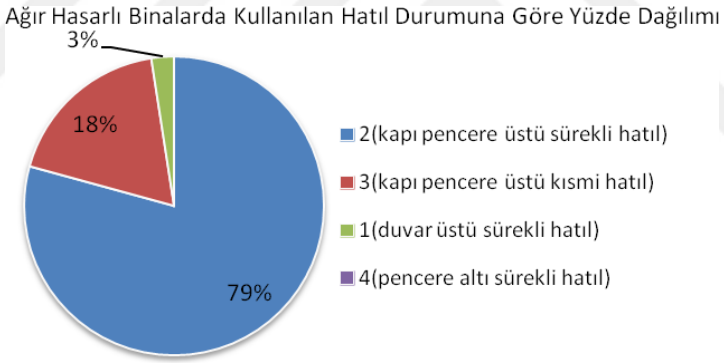
Şekil 5.60'da Orta hasarlı konutların %72'sinde "kapı encere üstü sürekli hatıl", %16'sında "kapı pencere üstü kısmi hatıl", %12'si "duvar üstü sürekli hatıl" kullanımını görmekteyiz.



Şekil 5.60 Orta Hasarlı Konutlarda Kullanılan Hatıl Yüzdeleri

Ağır hasarlı konutları hatıl durumlarına göre incelediğimiz zaman Şekil 5.61'deki grafikte görüldüğü üzere ; %79'unda "kapı pencere üstü sürekli hatıl", %18'inde "kapı pencere üstü kısmi hatıl", %3'ünde "duvar üstü sürekli hatıl" kullandığı tespit edilmiştir.

.



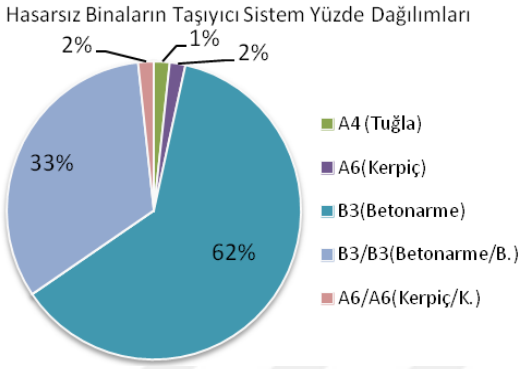
Şekil 5.61 Ağır hasarlı konutlarda kullanılan hatıl yüzdeleri

Palu İlçesi Cumhuriyet Mahallesinde en çok kapı pencere üstü sürekli hatılın kullanıldığını görmekteyiz. Kapı pencere üstü kısmi hatılın kullanımı ilçede daha az olmakla birlikte kendi içinde en çok ağır hasarlı konutlarda kullanıldığını görmekteyiz.

5.3.3.3 Palu Cumhuriyet Mahallesi Depremden Hasar Gören Konutlarının Taşıyıcı Sistem Analizleri

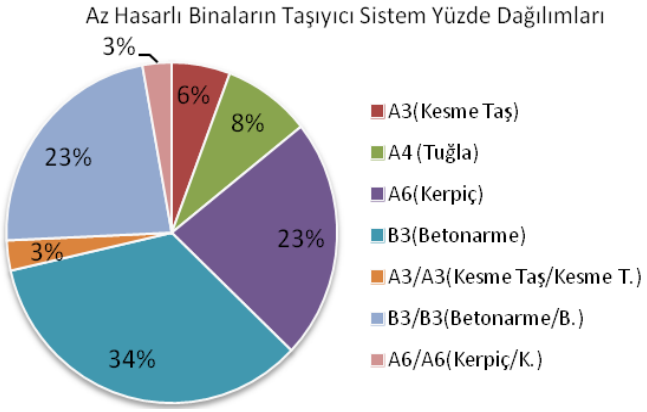
Palu İlçe olduğu için daha önce incelediğimiz Kartaldere Köyü ve Beyhan Beldesine göre taşıyıcı sistem olarak daha fazla çeşitlilik göstermektedir. Burada ek olarak betonarme kullanımını da görmekteyiz. Şekil 5.62'de ki grafikte Palu ilçesi Cumhuriyet

Mahhallesinde hasarsız konutların taşıyıcı sistemleri analiz edildiği zaman; %62'sinde betonarme(B3), %33'ünde alt ve üst katta betonarme(B3/B3), %2'sinde alt ve üst katta kerpiç(A6/A6), %2'si kerpiç(A6), %1'lik kısmında da tuğla(A4) yapı ürününün taşıyıcı sistem olarak kullanıldığı görülmüştür.



Şekil 5.62 Hasarsız Konutlarda Kullanılan Taşıyıcı Sistem Yüzdeleri

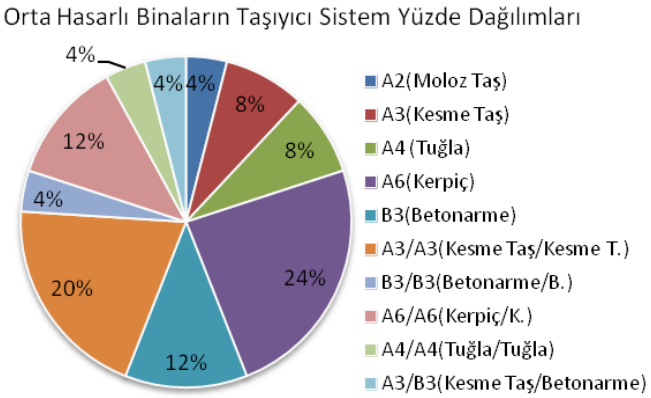
Şekil 5.63'de görüldüğü gibi az hasarlı konutların taşıyıcı sistemleri analiz edildiğinde; %34'ünde betonarme(B3), %23'ünde alt ve üst katta betonarme(B3/B3), %23'ünde kerpiç(A6), %8'inde tuğla(A4), %6'sında kesme taş(A3), % 3'ünde alt ve üst katta kerpiç(A6/A6), %3'ünde alt ve üst katta kesme taş(A3/A3) kullanıldığını görmekteyiz.



Şekil 5.63 Az Hasarlı Konutlarda Kullanılan Taşıyıcı Sistem Yüzdeleri

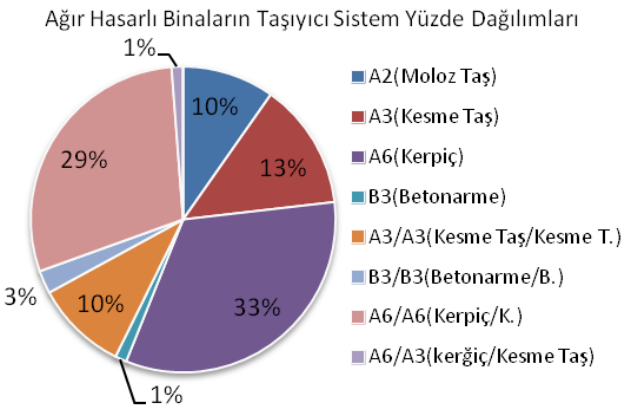
Şekil 5.64'de görüldüğü gibi orta hasarlı konutların taşıyıcı sistemlerine göre analizleri yapıldığı zaman %24 oranında kerpiç(A6), %20 oranında alt ve üst katta kesme taş(A3/A3), %12 oranında alt ve üst katta kerpiç(A6/A6), %12 oranında betonarme(B3), %8 oranında tuğla duvar(A4), %8 oranında kesme taş duvar(A3), %4 köşeli moloz taş duvar(A2), %4 alt ve üst katta betonarme(B3/B3), %4 alt ve üst katta tuğla

duvar(A4/A4), %4 alt katta kesme taş üst katta betonarme(A3/B3) kullanıldığını görüyoruz.



Şekil 5.64 Orta Hasarlı Konutlarda Kullanılan Taşıyıcı Sistem Yüzdeleri

Ağır hasarlı konutların taşıyıcı sistem olarak % 33'ünde kerpiç(A6), %29'unda alt ve üst katta kerpiç(A6/A6), %13'ünde kesme taş(A3), %10'unda köşeli moloz taş(A2), %10'unda alt ve üst katta kesme taş(A3/A3) kullanıldığını Şekil 5.65'de görüyoruz.



Şekil 5.65 Ağır hasarlı konutlarda kullanılan taşıyıcı sistem yüzdeleri

BÖLÜM 6

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde, Elazığ ilinde 08.03.2010 tarihinde 6.1 büyüklüğünde ve 23.06.2011'de 5.4 büyüklüğünde gerçekleşen depremlerde belde, köy ve ilçede hasar gören geleneksel konutların analizinden elde edilen sonuçların değerlendirilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda bölgedeki kırsal konut için depreme dayanıklı tasarım önerileri ayrıntılarıyla ele alınmaktadır.

Ülkemizde meydana gelen orta ve şiddetli depremlerde birçok kırsal yapının yıkıldığı veya ağır hasar gördüğü gözlenmektedir. Elazığ İlinde bulunan geleneksel yığma yapıların önemli bir kısmı orta büyüklükteki depremlerde hasar görmesi, can ve mal kaybının olması deprem etkisine karşı yetersiz olduğunu ortaya çıkarmıştır. Yığma yapıların depreme dayanıklı hale getirilmesi için pratik ve ekonomik bir şekilde uygulanabilecek yöntemlere ihtiyaç vardır. Yığma yapıların depreme dayanıklı inşa edilmeleri ve var olan yapıların depreme dayanıklı hale getirilmeleri için incelenen geleneksel yapılar, gelecekte yapılacak olan yapılar için bize kaynak olmaktadır. Bu amaçla beşinci bölümde Elazığ köy, ilçe ve beldelerinde bulunan geleneksel yapıların, kat sayısı, binanın konumu, taşıyıcı sistem türü, taşıyıcı duvar malzemesi, taşıyıcı malzemesi, sıva durumu, çatı tipleri, köşe birleşiminin doğru teşkil edilip edilmediği ve hasar durumu kriterleri hasar tespit raporlarına göre araştırılıp incelenmiştir. Hasar tespit raporlarındaki bilgiler analiz edilerek grafikler oluşturulmuş ve sayısal veriler doğrultusunda geleneksel yapıların yatay yükler açısından gösterdikleri davranış incelenmiştir. Buna göre;

Binalardaki hasarların ana sebebi, yığma yapı tekniğine uygun olarak yapılmamasıdır. Bölgedeki geleneksel konutların hasar sebeplerinin çoğunluğu uygun olmayan inşa tekniğinin bir ürünü olduğu gözlemlenmiştir. Bunu belirtmekteki amaç, geleneksel yapılarda çoğunlukla kullanılan kalitesiz malzemenin, ağır hasar oluşumu için tek sebep olmadığı ve yanlış inşa teknikleriyle birleştiğinde yıkımın kaçınılmaz olduğudur.

Elde edilen analizler sonucunda; aşağıdaki hususlara dikkat edilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.

Kırsal yapılarda depremlerde ortaya çıkan hasarların azaltılması en ideal şekilde bu yapıların mühendislik hizmeti alarak inşa edilmelerine bağlıdır. Ancak gerek ekonomik gerek sosyal etkenler çoğu zaman yapıların bu hizmeti almalarını önlemektedir. Bu yapıların çoğunlukla sahiplerince ya da yöresel ustalar tarafından inşa edildikleri göz önüne alınırsa, bunların eğitilerek yapı kalitesinin artırılması da bir önlem olarak göz ardı edilmemelidir.

Zemin koşulları göz ardı edilip, gerekli tedbirler alınmayarak oluşan yapılaşma, ağır hasarlara neden olmuştur. Genel olarak ağır hasar gören evlerin temel sistemleri yetersiz olup, bulunduğu zemin koşuluna uygun yapılmamıştır. Yapı temelleri, oturdukları zemin özellikleri, zemin mekaniği ve temel inşaatı esasları göz önüne alınarak yapılırsa deprem sırasında oluşan oturmaların veya farklı oturmalardan ötürü üstyapıda oluşan hasarları en aza indirmiş olur. Buna göre; uygulama projesi sırasında öncelikle, arsanın geoteknik (zemin) etüdü belirlenmeli sonrasında zemin özeliklerine uygun bir temel yapılmalıdır. Şekil 6.1'de Göçmezler Köyünde, moloz taş duvarlı, çimento harçlı, betonarme yatay hatıllı ve döşemeli binanın ön duvarının temelinin dolgu zeminde bulunmasının hasara sebep olduğu düşünülmüştür. Ayrıca konutta; duvarda kalitesiz harç kullanıldığı, taş örgü düzeninin zayıf olduğu, hatıllarda düşük beton kalitesi olup yetersiz donatı kullanıldığı tespit edilmiştir.



Şekil 6.1 Göçmezler Köyünde bölgede az karşılaşılan çimento harçlı betonarme yatay hatılı ve döşemeli bina

Kat adedine göre analiz yapıldığında iki katlı konutların hakim olduğu ve alt kat ahır üst katın konut olarak kullanıldığı ortaya çıkmıştır. Birinci derece deprem bölgelerinde, yığma yapılarda zemin üstünde en fazla iki kat ile kerpiç yapılarda ise bir kat ile sınırlandırılmıştır. Geleneksel yapıların iki katlı olması, çatı ve ara kat bağlantısının ve duvarların birbirleriyle etkileşimi sağlayacak rijitliğe sahip olmaması hasara neden olmuştur. Kat adedi ile yapıda oluşacak deprem etkileri arttığı bilindiği için, iki katlı yığma binaların inşasında bir kata göre daha fazla özen gösterilmelidir. Şekil 6.2'de görüldüğü gibi ahır olarak kullanılan zemin katı, üst katına göre daha alçak olan iki katlı evlerde yumuşak kat mekanizması görülmektedir. İncelenen binalarda bu özen gösterilmediğinden, iki katlı yığma binalarda hasar daha fazla olup tek katlı konutlarda hasar oranı daha az çıktığı analizlerde görüşülmüştür.



Şekil 6.2 İncedal mezrası, daha alçak zemin kat, yumuşak kat mekanizması

Bina konum grafikleri incelendiğinde bitişik duvarlı konutlarda; Şekil 6.3'de görüldüğü gibi iki konutun taşıyıcı malzemesinin farklı olması deprem esnasında salınımının farklı olmasına, bağlantı noktalarında hiç boşluk bırakılmaması da yapıda hasara sebep olmuştur. Ayrıca bitişik nizam binalarda bağlantı köşe detaylarının yetersiz ya da sürekli olmaması hasara neden olmaktadır.

Bitişik nizam yapılar deprem açısından uygun bir bina yerleşim türü değildir. Yığma binaların en zayıf noktalarından biri duvarların bağlandığı köşe noktalardır. Bitişik nizam binalar farklı ağırlık merkezine sahip olursa deprem sırasında salınımları da farklı şekilde olur ve birbirlerine yapısal hasar verirler. Hasarı aza indirgemek için farklı salınımlara sahip binalar arasında boşluk bırakılmalıdır. Binalardaki salınım hareketinin ölçüsü, binanın tasarımına ve boyutlarına bağlıdır. Yüksek binalardaki yatay yer değiştirme oranı alçak binalara göre daha fazla olur. Farklı yükseklikte tasarlanan binaların deprem davranışları da farklı olur. Eğer tek katlı bir bina iki katlı bir binaya bitişikse, deprem sırasında alt katlar alçak ve rijit bir bina gibi davranırken, üst katlar yüksek ve esnek bina gibi farklı davranır. Deprem etkisine karşı binaların farklı hareket etmesi, iki binanın birleşim noktalarında hasara sebep olur. Binalar, bu sorun hesaba katılarak tasarlandığında, daha dayanıklı inşa edilebilirler.

Kat döşeme yükseklikleri farklı olan komşu binalarda, binanın döşemesi komşu binanın taşıyıcı duvarına karşılık gelirse, binanın döşemesi bitişik binanın kolonuna çarparak

binada hasara sebep olur. Çarptığı noktada kesme kuvvetleri ve bu kesme kuvvetlerinden kaynaklanan momentler meydana getirip komşu binaya dev darbeler indiren bir balyoz etkisi gösterebilir. Bu da, taşıyıcı duvarlarda hasar oluşturabilir. Bu nedenle kot farkı bulunan komşu yapıların analiz sırasında göz önünde bulundurulması gerekir. Binalar arasında yeterli boşluk bırakıldığında bu problemler azaltılabilir veya önlenebilir. Bitişik nizam uygulanacak binaların taşıyıcı sistemleri simetrik oluşturulmalı ve akslar her iki yönde eşit mesafeli olmalıdır. Bitişik yapılar arasında, deprem esnasında farklı zemin oturmalarına karşılık, derz bırakılmalıdır.



Şekil 6.3 Bitişik nizam bina örneği, Elazığ 08.03.2010 depreminde yıkık konut örneği





Şekil 6.4 Bitişik nizam farklı kot ve taşıyıcı sistemde iki bina

İncelenilen bölgelerde bina çatı ve döşemeleri genelde ahşap kirişli (B3) Gazlvanizli Saç Çatı kullanıldığı görülmektedir. Çatılar; özellikle kerpiç yapılarda, yapının deprem davranışı açısından oldukça önemlidir. Ağır toprak çatının bulunması ve bu çatının duvarlarla birleşiminin yetersiz olması hasara sebep olmaktadır.

Şekil 6.5'deki gibi duvarların yıkılmasının diğer bir sebep ise, yetersiz mesnet detaylandırmaları nedeniyle rijit diyafram özelliğinde çalışmayan, şekil 6.5'deki gibi tek yönlü olarak merteklerle teşkil edilmiş ara kat döşemeleri ve benzer şekildeki oturtma çatılardır.

Binaya gelen yatay yükleri döşeme ve çatı sistemleri duvarlara iletebilecek özellikte değildir.

Ayrıca, ahşap çatılarda 25 cm kalınlığında toprakla örtülmüş olup bu da çatı katı hizasında ilave ağırlık demektir.

Şekil 6.5'de her iki resimde de rijit diyafram etkisinin yokluğu görülmektedir. İç ve dış duvarlar farklı malzemelerle kullanılarak inşaa edilmesi hasara sebep olmuştur. Yapının inşaasında; çatı ve ara kat döşemelerinin hafif olmasına, tek parça halinde rijit bir diyafram şeklinde davranmasına, mesnetlerinden ayrılmamasına özen gösterilirse yapının deprem performansı yüksek olur.



Şekil 6.5 Düzlem dışı yıkılma, Okçular Köyü

Geleneksel yöntemlerle inşa edilmiş konutların deprem etkisi altında hatıl durumları analiz edilmiştir. Hatıllar deprem kuvvetine karşı; yığma taşıyıcı duvarı kuşatarak tek parça halinde davranmasını sağlamak, ortaya çıkacak çatlakların ilerlemesini engellemek, çatı ve duvar bağlantısını güçlendirmek açısından çok önemli bir yapı birleşenidir. Analizlere göre; deprem hasarlarının başında, duvar birleşim köşelerinin yetersiz olması, köşelere çok yakın ve büyük kapı pencere boşluklarının olması, duvar yüzeyinde bulunan minhaların birbirine yakın olması, yetersiz kullanılan yatay ve düşey hatıllar olması sayılabilir. Ayrıca yapıya gelen yatay yüklerin döşemede deformasyona sebep olup, birebir kolonlara veya kirişlere aktarılamaması da hasar oluşum sebeplerindendir.

Yatay hatıl; yapının iç ve dış duvarlarında, pencere ve kapı boşlukları alt ve üstlerinde yapıyı çepeçevre sarmalı ve duvarları bağlayacak şekilde uygulanmalıdır. Hatılların kesişme noktalarında da bağlantı inşa tekniğine uygun bir şekilde yapılmalıdır. Deprem bölgelerinde geleneksel konutlarda birleşim bölgelerine özellikle köşe bağlantılarının kuvvetlendirilmesine gerekli duyarlılık gösterilmelidir. Ayrıca yük aktarımının sağlıklı bir şekilde sağlanabilmesi için malzemeler arasında aderans sağlanmalıdır. Düşey ve yatay yönde yapılması gereken hatılların detaylarına dikkat edilmelidir. Yapı stabilitesini artıran hatılların sürekliliği oldukça önemlidir. Şekil 6.6'da hatıl sürekliliğinin kesildiği

noktada oluşan deprem hasarını görüyoruz. Ağır hasarlı konutların çoğunluğunda kısmi hatıl kullanılmıştır. Kapı pencere üstü sürekli hatıl yoğun olarak az hasarlı ve hasarsız konutlarda kullanılmıştır.



Şekil 6.6 Elazığ İlinde 23.06.2011'de gerçekleşen depremde hasar görüntüleri

Yığma yapıların duvar harçlarının işlevi, duvarı oluşturan kagir birimleri birbirine bağlayarak duvara bir süreklilik vermesidir. Kullanılan harçlara göre analiz yapıldığında, bölgede görülen taş duvarlı yığma konutların en önemli hasar sebebi; taş duvar örgüsünün özensiz olması ve bunların arasındaki bağlayıcı harcın özelliği yetersiz olan ve hava koşullarında zayıflayan kil(çamur) harcın kullanılmasıdır. Özensiz taş duvar örgüsü ve çamur harç duvarlarda taşların birbirinden çözülmesine ve duvarın kolayca hasar görmesine sebep olmuştur. Şekil 6.7'de Kerpiçten yapılmış konutta kullanılan çamur harcın dökülmesi , deprem etkisi altında kolayca hasar görmesine sebep olmuştur.

Geleneksel yığma yapıların zayıf yönü, şekil 6.8'deki gibi taşıyıcı duvar yapı ürünlerinin dayanımı daha düşük bir harçla üst üste istiflenmesidir. Yapılan analizlere göre çamur harçlı konutların tamamına yakını ağır hasarlıdır. Bağlayıcı olarak kullanılan çimento harcının ise hasarsız, az hasarlı konutlarda yoğun olarak görüldüğü ortaya çıkmış olup, bu sonuçtan en dayanıklı harçlar çimento harçlardır diyebiliriz buna göre taşıyıcı duvar ve temel duvarı örülürken kullanılacak harç, toprak veya kireç katılmış melez harç olmamalı, çimento harç kullanılmalı, temel duvarı örgüsüne özen gösterilmelidir.

Yığma duvarların dayanımı büyük ölçüde harç ile duvar arasındaki yapışmaya ve harcın çekme dayanımına bağlıdır. Bu nedenle de harcın basınç dayanımından çok çekme ve duvar arasındaki aderans dayanımı önemlidir. Kullanılan harcın basınç dayanımlarının

yanında donmaya karşı dayanımları ve atmosfer koşullarına karşı dayanımları yeterli olmalıdır.



Şekil 6.7 Harcı takip eden geniş çatlaklar, Yukarıdemirci Köyü, Elazığ



Şekil 6.8 Okçular Köyü, düzensiz örülmüş taş duvarlı çamur harçlı, ağır hasarlı konut örneği

Taşıyıcı sistemlerine göre analiz yapıldığında, incelenen geleneksel yapıların çoğunluğu iki katlıdır. Zemin katta taşıyıcı duvar malzemesi olarak en çok taş duvar kullanılmaktadır. İki katlı konutların çoğunluğunda alt kat taş duvar üst kat kerpiç duvar olarak inşa edilmiştir. Hasarlar genelde işçilik hatası, yetersiz detaylandırma, yanlış ve kalitesiz malzeme kullanımı, bakımsızlık, bina yaşıyla da ilgilidir. Az hasarlı ve hasarsız yapıların taşıyıcı sistemlerinin genelinde betonarme ve tuğla duvar kullanımını görmekteyiz. Betonarme binalar genelde ilçelerde ve az da olsa belde de görülmektedir. Ağır hasarlı konutlar genellikle kerpiç duvarlı ve taş duvarlı yapılardan oluşmaktadır.

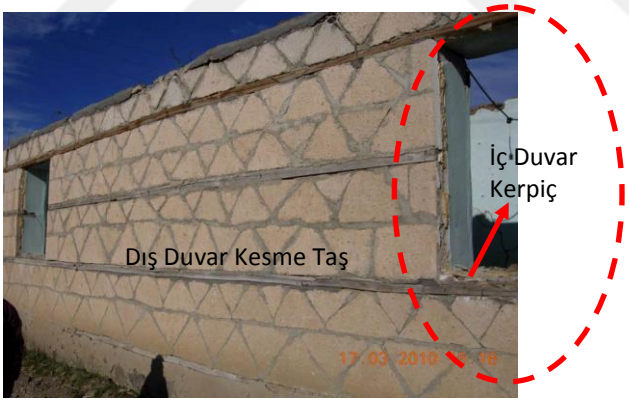
Karma yapılarda, farklı özelliklere sahip malzemelerin ve duvar türlerinin bir duvarda veya binada beraber kullanılması durumunda, yatay deprem yüklerinin duvarlar arasında paylaşılmasında önemli problemler ortaya çıkmaktadır. Örneğin şekil 6.9'da görüldüğü gibi bir kenarı kalın taş duvar ve diğer kenarları kerpiç olan binada planda rijitlik düzensizliğinden dolayı ek bir burulma momenti ortaya çıkmaktadır. Bu da

binanın birleşim noktalarında hasara sebep olup, binanın yıkılmasına ya da ağır hasar almasına neden olur.



Şekil 6.9 Okçular Köyü, kerpiç duvarla ve düzensiz taş duvarla örülmüş çamur harçlı depremde ağır hasar almış konut örneği

Dış ve iç duvar malzemelerinin farklı olması duvar birleşimindeki aderansı azaltır. Örneğin şekil 6.10'daki gibi dış duvarların taş, iç duvarların kerpiç olması; eleman boyutlarının, duvar ağırlıklarının, rijitliklerinin, dolayısıyla dinamik davranışlarının farklı olmasına sebep olup, deprem kuvvetine karşı etkinliğini azaltır.



Şekil 6.10 Düzenle dizilmiş taşlardan oluşan, taş duvarlı tek katlı ev, iç duvarlar kerpiç, Tabanözü köyü

Konutlarda kapı pencere boşluklarının olduğu noktalarda hasarlar gözlemlenmiştir. Duvarlardaki boşlukların (kapı, pencere vs.) oranları ve yerleri yapı dayanımını azaltan önemli etkenlerden olduğundan, bunların düzenlenmesi oldukça önemlidir.



Şekil 6.11 Elazığ Bayramyazı Köyü 2012 depreminden hasarlar

Konutlarda, planda ve düşeyde bulunan taşıyıcı duvarlar ana eksenlere göre simetrik, düzenli ve sürekli olmalıdır.

Yapım aşamasında eğer birbirinden farklı boyutlara sahip yapı elemanları kullanılıyorsa, yapı elemanı olarak mümkün olduğunca düzgün yüzeye sahip olanlar seçilmeli, duvar örüm tekniklerine dikkat edilmelidir. Ayrıca duvar birleşim bölgelerinde köşe bağlantıları iyi yapılmalı ve büyük olan yapı ürününün kullanılmalıdır. Planda duvar düzeninin simetriden ayrılmamasına dikkat edilmeli, gerekli konstrüktif kurallara uyulmalıdır.

KAYNAKLAR

[1] Erdik, M.,Aydınoglu, N., Earthquake Vulnerrability of Buildings in Turkey, 3 rd Int.Symposium on Integrated Disaster Risk Management,3-5,1-33 Kyota, Japan, 2003.

[2] Aytekin İ., Donatısız Ve Sarılmış Yığma Yapıların Deprem Davranışlarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Sakarya.

[3] Özyurt U.,(05.12.2008). Manisa Yöresindeki Kırsal Yapıların Yapısal Özelliklerinin Ve Deprem Davranışlarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Bilim Dalı, Bornova İzmir.

[4] Budak A. Uysal H, Aydın A. C., (2004). "Kırsal Yapıların Deprem Karşısındaki Davranışı", Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Erzurum, 35 (3-4):209-219.

[5] Gülkan, P., Sucuoğlu, H., (1988). "Kırsal Yapılarda Deprem Hasarlarının Tayini", Deprem Araştırma Bülteni, 62(5):44.

[6] Sayın E., (2009),. "Yığma Yapıların Lineer Olmayan Statik Ve Dinamik Analizi", Doktora Tezi, İnsaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Elazığ.

[7] Ts En 771- 1 Kâgir Birimler, Türk Standardı, Bu Standard Metni 29 Nisan 2005 Tarihli TSE Teknik Kurul Toplantısında Kabul Edilerek Kırsal Yapıların Deprem Karşısındaki Davranışı Yürürlüğe Girmiş Olup Metin Üzerindeki Redaksiyonel Düzeltmeler Devam Etmektedir.

[8] N. Bayülke, (2011). "Ankara Yığma Yapıların Deprem Davranışı Ve Güvenliği", 1. Türkiye Deprem Mühendisliği Ve Sismoloji Konferansı, Odtü, 11-14 Ekim 2011 ,Ankara.

[9] Doğu E., (11.06.2010), " Çift Cidarlı Moloz Dolgulu Tarihi Tas Duvarların Yatay Yükler Altındaki Davranısının Deneysel Olarak İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

[10] J. Drakopoulos, H. Sandi, S. Sachanski, A. Ansal, M. Velkov, (1984). Building Construction Under Seismic Conditions İn The Balkan Region Vol.6, Repair And

Strengthening Of Historical Monuments And Buildings İn Urban Nuclei, ,Austria.

[11] Tayla, H., (2007). Geleneksel Türk Mimarisinde Yapı Sistem Ve Elemanları, Taç Vakfı Yayınları, 2 Cilt, 1. Baskı,İstanbul.

[12] Köylü A., (2008). "Geleneksel Yapıların Yatay Yükler Etkisinde İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Temmuz 2008, İstanbul.

[13] Bayülke, N., (1992). Yığma Yapılar, 2. Baskı, T.C. Bayındırlık Ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı Yayınları, Ankara.

[14] Ts Env 1996-1-1, (2001). Kâgir Yapıların Tasarımı, Bölüm 1-1: Binalar İçin Genel Kurallar- Donatılı Ve Donatısız Kâgir Kuralları, Ankara.

[15] Çöğürcü, M. T., (2007). "Yığma Yapıların Yatay Derz Güçlendirme Yöntemiyle Güçlendirilmesi", Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

[16] Ts704, (1979). Duvarlar İçin Harman Tuğlaları, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.

[17] Ts705, (1985). Duvarlar İçin Dolu Ve Düşey Delikli Fabrika Tuğlaları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

[18] Gür, N. V., Deniz, Ö. Ş., Ekinci, S., (2012). Kagir Yığma Duvarlarda Taşıyıcı Malzeme Ve Bileşenler, 6. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Ve Mimarlık Fakültesi, Görükle Kampüsü, 12 – 13 Nisan 2012, Bursa.

[19] Ts 406, (1988). Duvarlar İçin Beton Bloklar-Briketler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

[20] Görhan G., Duvar Teknikleri, T.C. Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitim Bölümünde Yayımlanmış Ders Notu, Afyon, 06.03.2009.

[21] Elazığ Afet Acil Durum Müdürlüğü, (2011), Elazığ.

[22] Bayülke, N. (1980), Yığma Yapılar, İmar ve İskan Bakanlığı Deprem Araştırma Enstitüsü Başkanlığı Yayınları,111s., Ankara.

[23] Celep, Z., Erken, A., İlki, A., Taşkın, B. (2010). 8 Mart 2010 Kovancılar-Elazığ Depremi Ön Mühendislik Raporu, İstanbul Teknik Üniversitesi, Deprem Mühendisliği Ve Afet Yönetimi Enstitüsü, İstanbul.

[24] Yılmaz, N., Uran, T., (Mayıs 2010). 8 Mart 2010 Elazığ Depremleri Değerlendirme Raporu, Afet Acil durum Yönetim Deprem Dairesi Başkanlığı, Ankara.

[25] Kalafat, D., Zülfikar C., Vuran E., Kamer, Y., (2010). 08 Mart 2010 Başyurt-Karakoçan (Elazığ) Depremi, Kandilli Rasathanesi Ve Deprem Araştırma Enstitüsü, İstanbul.

[26] Bayülke N., (1978). Tuğla Yığma Yapıların Depremlerdeki Davranışları, Deprem Araştırma Enstitüsü Bülteni, 22(26-42), Ankara.

[27] A. Dilsiz, A. Türer, (17.02.2005). Türkiye'de Yığma Binalar İçin Depremsel Risk Haritası Oluşturulması, Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Arttırılması Çalıştayı, 17 Şubat 2005, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara.

[28] Bayülke, N., (2001). Bayülke, N. (1999). Yapıların Onarımı Ve Güçlendirilmesi, 9. Baskı, İnşaat Mühendisliği Odası İzmir Şubesi, Yayın No: 15, İzmir.

[29] Sallıo, N., (2005). "Mevcut Yığma Yapıların Deprem Bakımından İncelenmesi Ve Güçlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Denizli.

[30] Celep, Z. Kumbasar, N., (2014). Deprem Mühendisliğine Giriş Ve Depreme Dayanıklı Yapı tasarımı, İnşaat Fakültesi İstanbul Teknik Üniversitesi Ders Kitabı, Beta Dağıtım, 26.02.2014, İstanbul.

[31] Çırak, İ., F., (02.02.2011). Yığma Yapılarda Oluşan Hasarlar, Nedenleri ve Öneriler, Süleyman Demirel Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi, 3:55-60.

[32] Sorguç, D., (2000), İnşaatların Deprem Hasarlarından Doğan Sorumlulukların ve Hasarlı Binaların Onarma Ve Güçlendirme Yolları, İstanbul Ticaret Odası Yayınları, No 2000-45., İstanbul.

[33] Sunkar, M., Kovancılar (Elazığ) Depreminin (08.03.2010) Sebep Ve Sonuçlarına Ait İlk Gözlemler, Fırat Üniversitesi, İnsani Ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Elazığ Msunkar@Firat.Edu.Tr; 2011.

[34] Türkiye Diri Fay Haritası , Www.Mta.Gov.Tr, 01.05.2013.

[35] Önal, M. M., Koçak, A., Yığma Yapı Hasarları Ve Onarım Ve Güçlendirme Yöntemlerinin Ayrıntıları, Gazi Üniversitesi, Kırşehir Meslek Yüksekokulu, Kırşehir, Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İstanbul.

[36] Elazığ Diri Fay Haritası, Http://Www.İcisleriafad.Gov.Tr/Default_B0.Aspx?Content=1024, 11.03.2013.

[37] Elazığ Bölgesini Sismoteknik Özelliklerini Gösteren Harita, http://www.cografya.gen.tr/tr/elazig/ekonomi.html, 25.09.2013.

[38] Şahin, E., Akman. A., Gürcün, Ç., Akın E.,(2009). Elazığ İlinin Ekonomik Gelişmesi Seminer Açılış - Tebliğ – Panel, 9.10.2009, Elazığ.

[39] Zamankhanı, J. S., (12 Ocak 2010). "İran'ın Deprem Bölgesi Olan ''Doğu Azerbaycan'' İlindeki Köy Evlerinin Biçimsel Ve Yapısal Yönlerden İrdelenmesi Ve Islahı Üzerine Bir Çalışma", Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.

[40] Marfia, S., Sacco, E. (2001). "Modelling Of Reinforced Masonry Elements ",International Journal Of Solids And Structures. 38(2001) 24: 4177-4198.

[41] G. Arun., (2005). Yığma Kâgir Yapı Davranışı, Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Arttırılması Çalıştayı, 17.02.2005, ODTÜ, Ankara.

[42] Tomazevıc, M., (1999). Earthquake-Resistant Dsign Of Masonry Buildings, Innovation İn Structures And Construction-1, Imperial College Pres, Londra.

[43] Güney, D., Aydın, E., & Öztürk, B. (2015). The Evaluation Of Damage Mechanism Of Unreinforced Masonry Buildings After Van (2011) And Elazig (2010) Earthquakes. Journal Of Physics Conference Series, 628(012066):1-13.

[43] Güney, D. (2012). Van Earthquakes (23 October 2011 And 9 November 2011) And Performance Of Masonry And Adobe Structures. Natural Hazards And Earth System Scıences, 12(11): 3337-

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Tuba GÖK NAYİR

Doğum Tarihi ve Yeri :26.03.1984 Malatya

Yabancı Dili :İngilizce

E-posta :tuba_gok84@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	**Alan**	**Okul/Üniversite**	**Mezuniyet Yılı**
Lisans	Mimarlık	Mersin Üniversitesi	2008
Lise	Sayısal	Çatalağzı Çokprogramlı Lisesi	2003

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	**Firma/Kurum**	**Görevi**
2011-2016	İBB Üstyapı Projeler Müd.-İstanbul	Mimar
2011-2011	Özgüven Mimarlık- Uğur Özer Özgüven /İstanbul	Mimar
2009-2010	Mimartmimarlık- Mehmet-Hale Eren-Ankara	Mimar
2008-2009	Sk Mimarlık-Sait Kozacıoğlu-Anakara	Mimar