



İstanbul'da Tarihi Yarımada'daki Geleneksel Ahşap Konutların Deprem Performansının Değerlendirilmesi

Abdüllatif SARIKAYA^{1*}, Caner GÖÇER²

Öz

Günümüzde Türkiye'de çoğu bölgede büyük depremler belirli aralıklarla meydana gelmektedir. Bu depremler betonarme iskelete sahip yapıların yanı sıra geleneksel yapı sistemlerine sahip yapıları da etkilemektedir. Özellikle İstanbul'daki tarihi yarımada bölgesinde geleneksel malzeme ve yapı sistemi ile inşa edilmiş çok sayıda tescilli yapı mevcuttur. Tarihi yarımada'daki geleneksel ahşap ve kargir yapıların plan tipleri, kat sayıları ve cephe kurguları bakımından birbirlerine benzerlikler söz konusudur. Beklenen Marmara depremi kapsamında bu tür yapıların olası hasar mekanizmalarının değerlendirilmesi ve gerekli önlemlerin alınması için bazı çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu çalışmada öncelikle Türkiye'de yaşanan depremler sonucunda geleneksel ahşap yapıların aldığı hasarlar literatür taramasına bağlı incelenmiş ve oluşan hasar türü ile hasarların nedenleri belirlenmiştir. Bu verilere bağlı olarak Marmara Denizi'nde gerçekleşmesi beklenen depremin İstanbul'da bulunan tarihi yarımada'daki geleneksel ahşap yapılar üzerindeki muhtemel etkileri değerlendirilmiştir. Elde edilen bu veriler doğrultusunda taşıyıcı sistem kurgusu ve malzeme farklılıklarına bağlı olarak tarihi yarımada'da bulunan geleneksel ahşap yapılar değerlendirilerek depreme karşı sahip oldukları güçlü ve zayıf yönleri belirlenmiş ve dikkate alınması gereken öneriler özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Geleneksel Ahşap Yapılar, Kahramanmaraş Depremi, Marmara Depremi, Deprem Performansı, Mimari Miras.

Evaluating the Seismic Performance of Traditional Timber Houses in the Historical Peninsula of Istanbul

Abstract

Throughout history, Turkey has been subject to numerous major earthquakes. These earthquakes affect structures with traditional construction systems, as well as reinforced concrete frame structures. Particularly in the historical peninsula area in Istanbul, numerous registered structures are built with traditional materials and construction systems. The plan types, floor numbers, and facade configurations of traditional timber and masonry structures in the historical peninsula exhibit similarities. Within the scope of the expected Marmara earthquake, some studies are needed to evaluate the possible damage mechanisms of such structures and take the necessary precautions. In this study, first of all, the damages suffered by traditional timber structures as a result of the earthquakes in Turkey were examined based on literature review, and the type of damage and its causes were identified. Subsequently, the potential effects of the expected earthquake in the Marmara Sea on traditional timber structures in the historical peninsula of Istanbul were evaluated. Based on the obtained data, the strengths and weaknesses of traditional timber structures in the historical peninsula were determined according to the structural system and material differences. Recommendations that should be considered were summarized.

Keywords: Traditional Timber Structures, Kahramanmaraş Earthquake, Marmara Earthquake, Seismic Performance, Architectural Heritage.

¹İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, sarikayaab@itu.edu.tr, <https://orcid.org/0009-0006-9927-2816>

²İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, gocercan@itu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-6767-4235>

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author Geliş/Received: 28.02.2024 Kabul/Accepted: 05.06.2024

1. Giriş

Tarih boyunca insanlar barınma ihtiyaçlarını karşılayabilmek için doğal malzemeleri kullanmıştır. Kültürel özellikler, ekonomik yapı ve çevre koşulları gibi etkenler doğal malzemelerin kullanımını çeşitlendirerek özelleştirmiştir. Bu etkenler arasında depremin payı büyüktür. Fay hattına yakın konumlanan yerleşimler için yapım sistemi ve yapısal malzeme seçiminde depreme karşı dayanıklı olmasına dikkat edilmiştir. Yüzyıllar boyu geleneksel yöntemlerle inşa edilen konutlar deprem karşısında yapısal hasarlar görmüştür. Süreç boyunca yeni yapım sistemleri geliştirilmiş ve depreme karşı evlerin dayanımı arttırılmaya çalışılmıştır.

Anadolu'daki geleneksel konut mimarisinde sıklıkla ahşap tercih edilmiştir. 20. Yüzyılın ortalarına kadar az katlı yapıların taşıyıcı sisteminde yaygın olarak kullanılmıştır. Ahşap yapım sisteminin yaygınlaşmasında, ahşabın fiziksel olanakları ve kolay oluşturulabilen yapım yöntemleri önemli rol oynamıştır (Kafesçioğlu, 1955). Depreme karşı dayanımında kerpiç ve tuğla gibi malzemelerin ahşap ile birlikte kullanımı olumlu katkı sağlamaktadır (Aksoy, 2003).

Aksoy (2003), çalışmasında 1999'daki depremlerden sonra Sakarya, Kocaeli, Düzce ve Yalova'daki ahşap iskeletli yapıların mevcut durumu üzerinde gözlemler yaparak deprem davranışlarının anlaşılmasını amaçlamıştır. Çalışma sonucunda hasar alan binaların ortak özellikleri ve eksiklikleri listelenmiştir. Pencere, payanda ve dikmelerdeki hatalı uygulamalar, yanlış kesit ölçüleri, yanlış bağlantı ve çerçeve-dolgu arası bağlantı eksikliği gibi eksikler vurgulanmıştır. Dışkaya (2011), Marmara Bölgesinde bulunan 19. yüzyıl ahşap yapılarını malzeme seçimi, uygulama yöntemi ve yapı sistemi ölçeğinde incelemiş, ardından depreme karşı yeterli olup olmadığını analiz etmek bir yöntem önerisi geliştirmeyi amaçlamıştır. Avşar ve Yıldırım (2021), ahşap yapı mevzuatının yıllara göre değişimlerini ve bu değişimlerin sebebi olan depremleri incelemiştir. Mevzuatlardaki eksiklikleri ve değişiklikleri ahşap iskeletli yapılara göre değerlendirmiştir. Mevzuatlardaki olumlu değişikliklerin yapılarda ahşap iskeletli yapılarda depreme dayanımı ne şekilde arttırdığını aktarmıştır.

6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş'ta Pazarcık merkezli 7.7 büyüklüğünde ve Elbistan merkezli 7.6 büyüklüğünde gerçekleşen depremlerde betonarme iskelet sistemli yapıların yanı sıra çok sayıda tescilli geleneksel ahşap yapı da farklı düzeylerde hasar almıştır. Ağır hasarlı, kısmen göçmüş ve yıkılmış hasar türüne sahip geleneksel ahşap yapılar kültürel mirasın önemli bir parçasıdır ve yapısal kimliklerini sürdüreceği şekilde korunmalıdır.

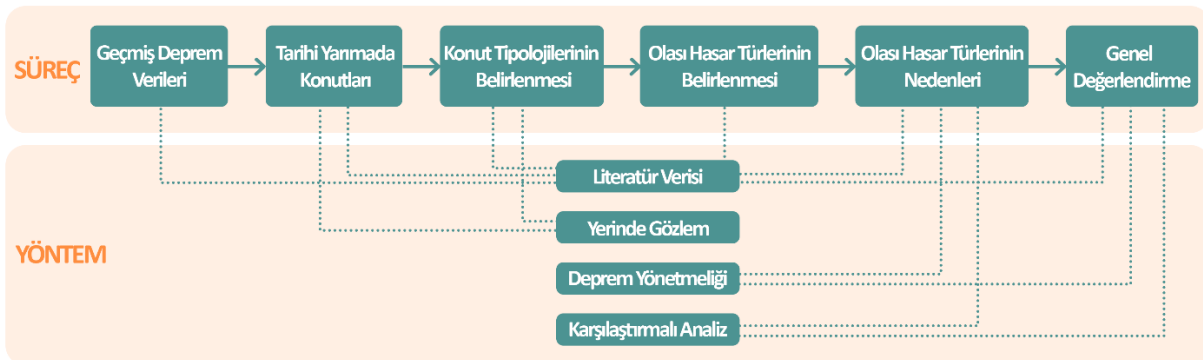
Türkiye'de ahşap yapılar üzerine yapılan çalışmalar, çoğunlukla bölgesel olarak yapıların ortak mimari özelliklerinin belirlenmesi ve bina ölçeğindeki yapısal analizlerden oluşmaktadır. Geleneksel ahşap yapıların yapısal performansları konusunda çalışmalar devam etmektedir. Bu çalışmada daha önce farklı bölgelerdeki depremlerle ilgili yapılmış çalışmalardan yola çıkılarak

gerçekleşmesi beklenen Marmara depremine karşı tarihi yarımada'daki geleneksel ahşap konutların sahip oldukları güçlü ve zayıf yönler incelenmiş ve yapıların deprem performansına yönelik değerlendirmeler yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada tarihi yarımada bölgesindeki farklı mimari ve yapısal özelliklere sahip ahşap strüktürlü yapıların olası İstanbul depremine karşı performansı değerlendirilmiştir. Tarihi yarımada'daki geleneksel ahşap konutların deprem performansının belirlenmesi için öncelikle geçmişte yaşanan depremlerin geleneksel ahşap yapılara olan etkisi literatür taraması ile derlenmiştir. Ardından tarihi yarımada'daki geleneksel ahşap konutların birbirine benzerlik gösteren yapıım sistemi, plan tipleri, kat sayıları, cephe özellikleri ve malzeme özellikleri yerinde gözlem esasına göre belirlenmiştir. Tarihi yarımadada bulunan bazı konutların mahremiyet ve güvenlik nedeniyle elde edilemeyen verileri için akademik çalışmalar ve belediyeden temin edilen çizimlerden yararlanılmıştır.

Ahşap iskeletli yapıların büyük bir kısmının kargir bir temel üzerinde inşa edildiği ve taşıyıcı elemanların arasının boş bırakılarak cephesinin ahşap ile kaplandığı görülmüştür. Buna karşın hımsız dolgulu duvarlara sahip ahşap yapılara da yerinde gözlem sırasında rastlanmıştır. Eski ve yakın tarihli haritalar ile güncel hava fotoğraflarından görüldüğü üzere yapılar çoğunlukla bitişik nizam inşa edilmiştir. Ancak tekil olarak tasarlanan ve inşa edilen bahçeli yapılar da bulunmaktadır. Bitişiklerdeki yapıların yıkılması nedeniyle ayırık nizam haline gelen yapılar da yerinde tespit edilmiştir. Alan çalışması kapsamında Süleymaniye ve Zeyrek ağırlıklı olmak üzere tarihi yarımada genelinde 105 adet ahşap yapı incelenmiştir. Bu yapıların 73 adeti bitişik nizam yapı iken 32 adeti ayırık nizamdır. Tarihi yarımada'daki geleneksel ahşap yapıların bitişik veya ayırık nizamda olmasına ve bulundurduğu duvar sistemine göre dört farklı yapı tipi belirlenmiştir.



Şekil 1. Araştırma süreci ve yöntemi

Taşıyıcı sistem kurgusu ve malzeme farklıları bağlamında bölgede bulunan ahşap yapılar literatür taramasına bağlı olarak elde edilen deprem verileri doğrultusunda değerlendirilerek depreme karşı muhtemel davranışları yorumlanmıştır. Bölgedeki yapıların depreme karşı sahip oldukları güçlü ve zayıf yönler maddeler halinde listelenmiştir.

3. Geçmiş Depremlerde Ahşap Konutların Performansı

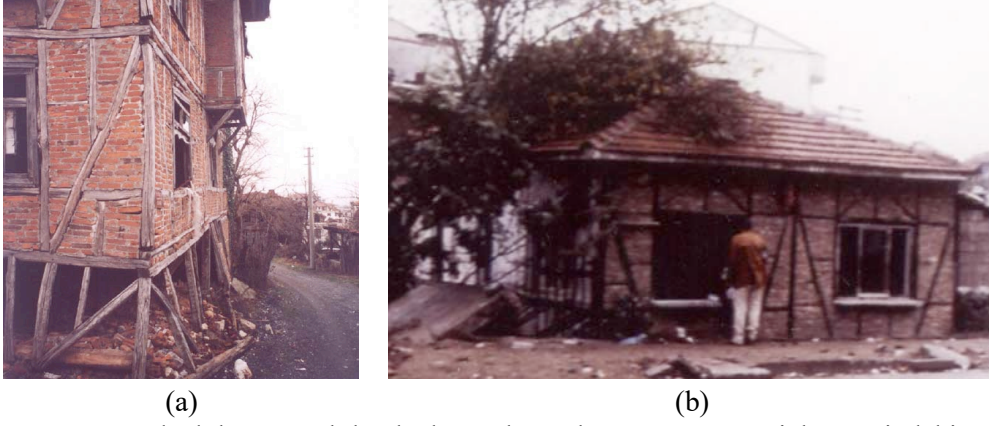
Marmara Bölgesinde benzer mimari özelliklere sahip çok sayıda ahşap yapı bulunmaktadır. 1999 depremlerinden sonra Kocaeli ve Adapazarı çevresindeki geleneksel yapılarda çalışmada çok sayıda ahşap iskeletli yapının hasar aldığı görülmüştür. Aksoy ve Ahunbay (2005), 20. yüzyılın başında yapılmış olan geleneksel yapılar ve 1940-1970 arası Bayındırlık Bakanlığı'nın uyarılarına göre yapılmış olan yakın tarihli yapılar (Şekil 2) olmak üzere iki farklı tipte ahşap iskeletli konut sistemini incelemiştir. İncelenen geleneksel yapılar daha çok hımış yapıda ve 1-3 kat aralığındadır. Yakın tarihli yapılarda ise standart ölçülerde malzemeler bulunmaktadır ve dolgu malzemesi olarak tuğla tercih edilmiştir. Geleneksel yapılarda zemin katı kargir iken üst katları ahşap veya tüm katları ahşap olurken yakın tarihli yapılarda ahşap iskelet, taban aracılığı ile temele oturtulmuştur. Payanda geleneksel yapılarda dikmelerin orta noktasına yakın bir noktaya dayandırılırken yakın tarihli yapılarda çapraz payanda olarak köşegen olacak şekilde yerleştirilmiştir.



Şekil 2. 1999 depreminde hasar almamış geleneksel ahşap yapılar (Aksoy & Ahunbay, 2005)

Bölgedeki yapıların deprem karşı dayanımlarını arttıran özellikler şunlardır:

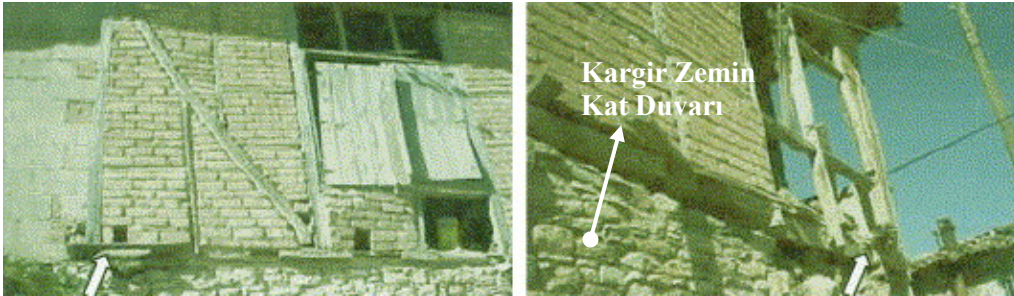
- Taşıyıcı elemanların güncel yönetmeliğe uygun olması
- Payanda birleşiminin düzgün yapılması
- Bağlantı noktalarında metal kenetli bağlantıların uygulanması
- Yapıların basit ve simetrik plana sahip olması



Şekil 3. a. Hımiş yapıda dolgunun yıkılarak ahşap elemanlara zarar vermesi, b. Zemindeki sıvılaşmaya bağlı yapının oturması (Aksoy & Ahunbay, 2005)

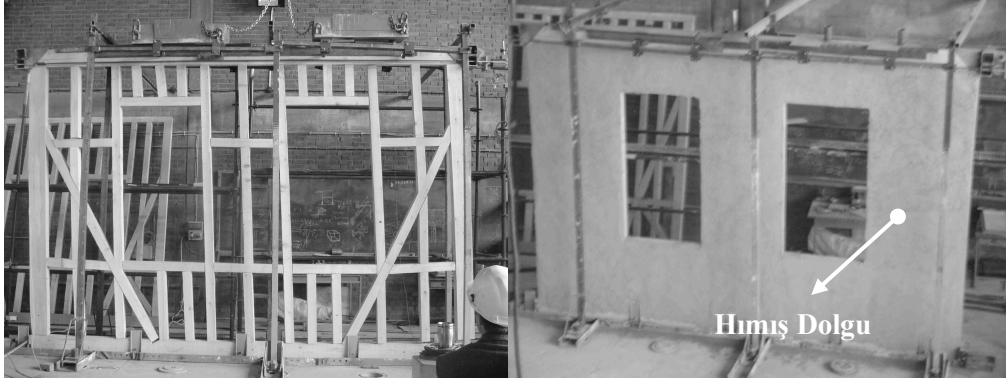
Bölgedeki yapıların depreme karşı dayanımlarını azaltan özellikler şunlardır:

- Yapıların sağlam zemine oturtulmaması (Şekil 3b)
- Kargir zemin kat duvarlarının düzensiz örgü sistemine sahip olması,
- Kargir zemin kat duvarlarında rijit hatıl kullanılmaması
- Ahşap strüktür bileşenleri ile temel bağlantısının zayıf olması (Şekil 4)
- Farklı kat duvarlarında farklı yapım tekniklerinin uygulanması
- Katlar arası yükseklik farkının olması



Şekil 4. Ahşap iskelet duvar – yığma taş duvar bağlantısının zayıf olması (Doğangün vd., 2006)

Aktaş ve diğerleri (2010), geleneksel Safranbolu evleri üzerine yaptığı bir çalışmada mevcut geleneksel evlerde bulunan bir duvar örneğini yerel ustalar aracılığıyla aynı büyüklük, kurgu ve malzeme özelliklerine sahip olacak şekilde tekrar üreterek bir takım laboratuvar testine tabi tutmuştur. Şekil 5'te görülmekte olan deneyler başlangıçta dolgusuz ahşap çerçevelerle gerçekleştirilmiş ve daha sonra geleneksel olarak hazırlanmış tuğla, kerpiç ve taş dolgulu ahşap çerçevelerle tekrarlanmıştır. Dolgu malzemenin varlığı yapının yük taşıma kapasitesini 1,5-2 kat artırırken aynı zamanda yanal öteleme miktarının azalmasına sebep olmuştur. Yanal ötelenme arttıkça dolgulu ahşap çerçevelerin bağlantı noktasındaki çivilerin bağlantı noktalarından çıktığı gözlemlenmiştir.



Şekil 5. Deney uygulamaları (Aktaş vd., 2010)

Ahşap iskelet sisteminde geleneksel dolgu malzemeleri olan taş, tuğla veya kerpiç yerine hafif ve esnek bir uygulama olan bağdadi tekniğinin tercih edilmesi sistemin yanal kuvvetlere karşı direncini arttırmaktadır (Güçhan, 2018). Kargir zemin kat duvarları depremden herhangi bir hasar almamışken ahşap iskelet sistemin tamamen yıkıldığı örnekler görülmektedir. Şekil 6a'da bağdadi teknikle inşa edilen duvarlar yapının yıkılması durumunda blok halinde hareket ettiği görülmektedir.



Şekil 6. Kahramanmaraş'ta üst katı göçmüş bağdadi tekniği ile inşa edilmiş ahşap yapı, 2023



Şekil 7. Bağlantı noktasında hatalı uygulama, Kocaeli (Doğangün vd., 2006)

Hımış yapılarda ahşap taşıyıcılar arasında gergi bağlantıları bulunmadığı durumlarda deprem sırasında duvar dolgularının taşıyıcı sistemden ayrılarak kısmen döküldüğü görülmektedir (Şekil 8). Dizeme ve bağdadi tekniği ile inşa edilmiş yapılarda dolgular taşıyıcı sistemle birlikte bir hareket ettiği için bütünlüğünü korumaktadır (Doğangün vd., 2006).



Şekil 8. Hımsıy yapıda dolgu dökülmesi (Doğangün vd., 2006)

Dışkaya (2011), İstanbul’da tarihî yarımadaadaki 20. yüzyılın başlarında sıra ev olarak inşa edilmiş bir yapıyı, 1999 depremlerindeki sismik verilere göre simülasyon yardımı ile analiz etmiştir. Şekil 9’da görülen ahşap karkas yapı, kargir bir bodrum kat ile birlikte zemin ve üzerindeki iki kattan oluşmaktadır. Cephe dışta ahşap ile kaplanırken içte bağdadi çita kullanılmış ve dolgusuz yapılmıştır. Yapının mimari ve malzeme özellikleri baz alınarak sağlam yapı, eski yapı ve düğüm noktaları çürümüş yapı olmak üzere üç farklı durum analiz edilmiştir. En kötü senaryoda dahi yapının deprem sırasında ayakta kalacağı saptanmıştır.



Şekil 9. Tarihi yarımadaadaki konutun restitüsyon kesiti (Dışkaya, 2011)

Son olarak Kahramanmaraş Pazarcık ve Elbistan merkezli depremlerde çok sayıda geleneksel yapı farklı düzeylerde hasar görmüştür. Bölgedeki ağır hasar alan veya yıkılan geleneksel ahşap yapılarda taşıyıcı dikmelerin temele kadar ulaştırılmaması, kargir zemin kat duvarlarının yetersiz olması, ahşap iskeletin kargir zemin kat duvarına sağlam bir şekilde oturtulmaması ve taşıyıcı eleman bağlantılarının yeterli olmaması göze çarpmaktadır. Şekil 10’da görülen yapının bağdadi çitalarla inşa edilmiş duvarları deprem sırasında bir perde duvar gibi hareket etmektedir. Bağlantı noktalarında zayıflık duvarın düzlem dışı hareket ederek devrilmesine yol açmıştır.

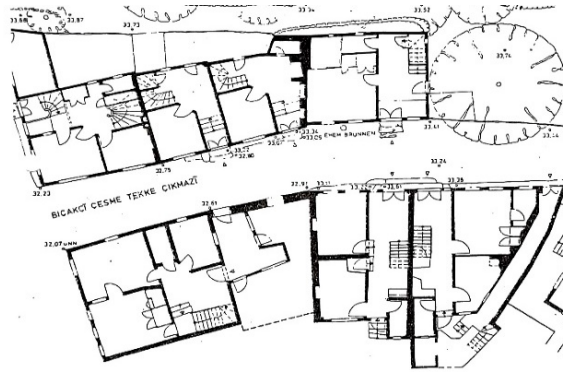


Şekil 10. Malatya’da tamamen yıkılmış bağdadi tekniği ile inşa edilmiş ahşap yapı, 2023

4. İstanbul’da Tarihi Yarımada’daki Ahşap Konut Örnekleri

4.1. Mimari Özellikler

Haydar Mahallesi, Zeyrek, Sultanahmet, Küçükayasofya, Süleymaniye, Vefa, Aksaray ve Laleli gibi yerlerde orta gelir grubunun ikamet ettiği birbirine benzer sıra evler bulunmaktadır. Kısmi kargir bodrum ve iki kat ahşap karkas görülmektedir. Bitişik nizamdaki sıra evlerin cephelerinde cumba ve açıklık birbirini tekrar etmektedir. Evler buldukları parsellerin sokak sınırına yerleşirken arka taraflarında bahçeleri bulunmaktadır. Kargir yapılar ile ahşap yapıların plan tipolojisi açısından benzerlikleri söz konusudur. Genel olarak iç sofalı plan tipleri görülmektedir (Şekil 11). Zamanla ihtiyaca göre yan sofa ve eyvanla genişletilen örnekler vardır. Parsel genişlikleri 5-6 metre, parsel uzunlukları ise 8-10 metre arasında değişiklik göstermektedir (Çobançoğlu vd., 2018). Ayrık düzendeki evler ise daha büyük alana sahip olurken cephe kurguları da farklılaşmaktadır. Genellikle varlıklı ailelerin oturduğu ayrık düzendeki evler yine geleneksel mimari plan şemalarına uygun olarak inşa edilmiş bahçeli yapılardır. Ortada geniş bir sofa ve sofayı çevreleyen odalar bulunmaktadır.



Şekil 11. Zeyrek’te bir sokaktaki ahşap yapıların zemin kat planları (İBB Etüd ve Projeler Daire Başkanlığı, 2009)

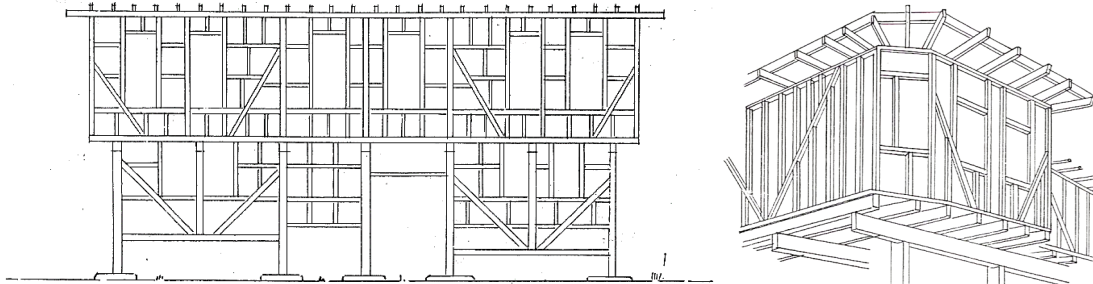
Şekil 12’de görüldüğü üzere ahşap karkas yapılar çoğunlukla kısmi kargir bodrum kat üzerine iki kat olarak inşa edilmiştir. Zemin katta mutfak ve tuvalet gibi servis alanları bulunurken üst katlarda yaşam mekânları bulunur. Yaz aylarında kullanılan en üst katın kat yüksekliği, kış aylarında kullanılan ara katın kat yüksekliğinden fazladır. Zemin katlar parsel sınırında tam otururken üst katlar düz, gönye veya çokgen çıkmalarla sokağa taşma yapmaktadır. Cephede ikili veya üçlü pencere sistemi bulunmaktadır. Çoğunlukla $\frac{1}{2}$ oranına sahip düşey dikdörtgen konumlu pencerelerin, açılış mekanizmaları giyotindir. Yarım kargir katların yüksek pencereleri ise demir parmaklık ile kapatılmıştır. İstanbul çevresinde 18. yüzyıldan itibaren ahşap karkas sistemin dikmeleri arası boş bırakıldığı, dış cephesinin ahşap malzeme ile kaplandığı, iç cephesinin ise bağdadi tekniği ile sıvandığı gözlemlenmektedir. 2,5 cm kalınlığında ahşap kaplamalar yalı baskısı ya da fugalı olarak uygulanmıştır (Eldem, 1987).



Şekil 12. Süleymaniye’deki geleneksel ahşap konut örnekleri

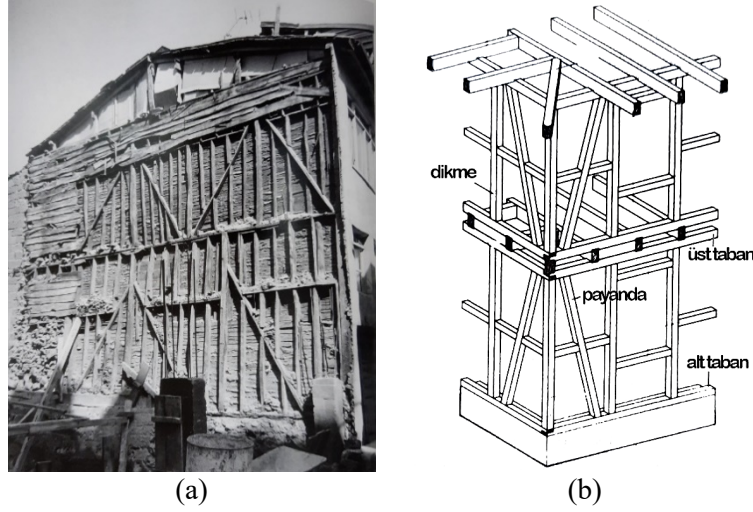
4.2. Taşıyıcı Sistem ve Malzeme

Ahşabın su ile bağlantısını kesmek için zemin katta kargir duvar kullanılmıştır. Kargir duvarda zeminden itibaren 40-50 cm üzerine ahşap taban yerleştirilmiş, köşelerde ise yarım bindirme tekniği ile bağlanmıştır. Başlıklarında üzerine oturtulan üst taban iki katlı evlerde ana kirişleri taşıırken tek katlı evlerde bırakma kirişlerini taşır.



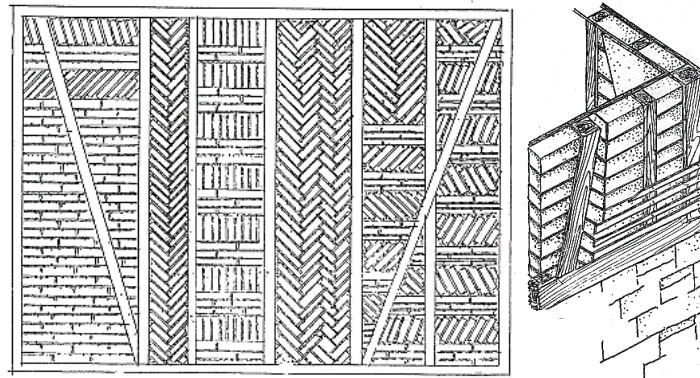
Şekil 13. Ahşap iskelet yapılarında taşıyıcı sistem kurgusu (Kafesçioğlu, 1955)

19. Yüzyılın ikinci yarısında ise çift taban yerine tek tabanlı sistemlerin kullanımı yaygınlaşmıştır. 12x12 cm boyutlarındaki ana dikmeler başlıklı kullanılarak 150-200 cm aralıklarla duvar boyunca yerleştirilmiştir. Bitişik olmayan cephelerde 120-150 cm aralıklı yerleştirilen dikmeler pencere oluşturulmasına imkân vermektedir. Ana kirişlerin araları 200 cm'ye kadar ulaşırken, tali kirişler 40-70 cm arasındadır (Eldem, 1987).



Şekil 14. a. Zeyrek'te bir yapının taşıyıcı sistemi (Bachmann, 2008), b. Ahşap iskelet yapılarında taşıyıcı elemanlar (Hasol, 2021)

Döşemelerde kullanılan kaplama tahtalarının kalınlığı 2,5 cm, genişliği ise 30 cm'ye kadar varmaktadır. Duvarların iç yüzeyleri bağdadi tekniği ile sıvanırken dış yüzeylerinde 2,5 cm kalınlıkta 25 yükseklikte ahşap kaplamalar görülmektedir. (Çobancoğlu vd., 2018). Duvarlar genellikle dolgu malzemesi olmadan inşa edilirken kerpiç ve tuğla dolgulu duvar örneklerine de rastlanmaktadır. Taşıyıcı sistem için kestane, çam ve meşe gibi orta sertlikte ağaç türleri tercih edilmiştir. Kaplama tahtalarında ise genellikle çam ağacı kullanılmaktadır (Eldem, 1987).



Şekil 15.-Ahşap iskelet duvar sisteminde hımış dolgu tipleri (Kafesçioğlu, 1955)

5. İstanbul'da Tarihî Yarımada'daki Ahşap Konut Tipolojilerinin Deprem Performansının Değerlendirilmesi

Tarihî yarımada'daki geleneksel ahşap konutların mevcut örnekleri incelendiğinde yapıların yapım tekniğinin bir tipoloji oluşturduğu görülmektedir. İskelet sistemin kurgusu ile kullanılan ahşap yapı elemanlarının malzeme ve kesit özellikleri büyük ölçüde benzeşmektedir. Mimari mekân kurgusu ve cephedeki pencere yerleşimlerinde de ortak bir mimari dil söz konusudur.

Tablo 1'de tarihî yarımada'da bulunan farklı tipolojideki geleneksel ahşap yapıların deprem performansı yorumlanmıştır. Öncelikle tasarım, strüktür, yapım ve kullanım aşaması olmak üzere dört ana değerlendirme kriteri belirlenmiştir. Ardından her bir kriter detaylandırılarak alt kriterler oluşturulmuştur. Son olarak alan çalışması ile incelenen yapıların benzer özellikleri ele alınarak oluşturulan dört farklı konut tipolojisinin belirlenen alt kriterlere göre deprem performansı değerlendirilerek derecelendirilmiştir. Derecelendirme sırasında tipolojilere ait seçilmiş bir yapı örneği yerine tipolojilerin genel yapısal özelliklerine odaklanılmıştır. Değerlendirmeler benzer yapısal özelliklere sahip yapıların geçmiş deprem performansına, Türkiye'deki deprem yönetmelikleri esaslarına ve karşılaştırmalı analiz verilerine göre yapılmıştır.

5.1. Tasarım

Tarihî yarımada'da bulunan bitişik nizam konutlarda dikdörtgene benzer köşeli plan tipolojileri mevcuttur. Ayrık nizam konutlarda da plandaki simetri büyük ölçüde korunmuştur. Bu simetri deprem kuvvetinin yapı elemanları üzerinde düzgün dağılmasına olanak sağlamaktadır. Katlar arası yükseklik farkının fazla olması deprem sırasında katların farklı hareket etmesine neden olmaktadır. Farklı katlarda farklı tekniklerin uygulanması durumunda dolgulu duvarlara deprem kuvveti daha fazla etki etmektedir. Boşluklu duvarlara sahip katlarda yumuşak kat etkisi görülmektedir. Bu durumda yapıda ağır hasarların oluşması beklenmektedir. Girintili plana sahip olan yapılarda ağırlık arttıkça burulma etkisi de artmaktadır. Dolayısıyla girintili plana sahip yapılar içerisinde duvar ağırlığı fazla olan dolgulu yapılar deprem kuvvetinden daha fazla etkilenmesi beklenmektedir.

Türkiye'nin deprem ile ilgili ilk yönetmeliği 1940 yılında yürürlüğe girmiştir ve deprem yönetmeliği 1940'tan günümüze kadar 9 kere güncellenmiştir. 2018 yılında yayımlanan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği onuncu ve son yönetmeliktir. 1940 yılı öncesinde geleneksel ahşap yapılarla ilgili bir yönetmelik bulunmamaktadır. 1940 ve sonrasında yayımlanan yönetmeliklerde geleneksel ahşap yapılar için bina yüksekliğinin sınırlandırılması,

zemin kattaki kargir duvarın kurulumu ve taşıyıcı sistem elemanlarının boyutlandırılması ile ilgili kurallara yer verilmiştir. Özellikle dikme, kiriş ve payanda birleşimlerinde geçmeli birleşimin kullanılması ve çivi ile bu birleşimlerin desteklenmesi önerilmiştir. 2007 yılında yayımlanan deprem yönetmeliğinde ahşap yapılarla ilgili bir kısım bulunmamaktadır. 2018 yılında güncellenen deprem yönetmeliğinde ahşap yapılar tekrar ele alınmıştır. Ancak geleneksel ahşap iskelet yapılarla ilgili kurallar detaylı değildir. Ahşap iskeletin kurulumu ve taşıyıcı elemanların yapısal özellikleri ile ilgili bazı kurallar 1953 yılında yayımlanan deprem yönetmeliği ile benzerlik gösterilmiştir (Avlar & Yıldırım, 2021). Güncel deprem yönetmeliğinde yapının mimari tasarımı ile ilgili bir öneri bulunmazken döşeme ve duvarların uygulama şekilleri ve ölçüleri ile ilgili bazı bilgiler mevcuttur. Son olarak 2024'te ahşap yapılarla ilgili Ahşap Binaların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik yayımlanmıştır. Ahşap yapılar için kullanılacak malzemenin yapısal özellikleri, farklı türde ahşaplar için boyut katsayıları ve birleşim yöntemleri tanımlanmıştır. Deprem performansına yönelik yapısal modelleme, analiz ve hesaplama yönteminin yanı sıra kuvvet etkileri açıklanmıştır. Ahşap perde elemanlarının düzenlenmesi, bağlantı elemanlarının birleşimi ve döşeme tasarımı gibi yapısal tasarıma yönelik başlıklar da bulunmaktadır.

5.2. Strüktür

Kesitleri yetersiz büyüklükte olan bazı taşıyıcı ahşap elemanların kullanım ömrü boyunca oluşan hasarlar nedeniyle taşıma kapasitelerini kaybettiği gözlemlenmiştir. Bu durumdaki yapılarda büyük bir deprem etkisi karşısında yıkıcı hasar oluşma ihtimali yüksektir. Ancak kerpiç veya tuğla dolguya sahip duvarlar rijit bir davranış göstermektedir. Dolgulu duvarı bulunan yapılarda taşıyıcı elemanlar yetersiz kesit boyutuna sahip olsa bile duvar dolgusu yapının daha az hasar alarak ayakta kalmasını sağlayabilir. Yetersiz birleşim sistemleri ise deprem kuvveti karşısında yatay ve düşey elemanların birbirleriyle olan bağlantısının kaybetmesine neden olmaktadır. Bitişik nizam yapılarda, konutlar deprem sırasında gelen yanal enerjiyi sönmüleyerek birbirlerinin yıkılmasına engel olmaktadır. Payanda yerleşimi ise özellikle ahşap kaplamalı dolgusuz duvarlarda daha önemlidir. Yapının yanal deprem kuvvetine karşı rijitliğini sağlayan payandaların köşegen olacak şekilde tabanlara bağlanması durumunda deprem performansını arttırdığı söylenebilir. Payandanın dikmeye bağlanması durumunda, deprem etkisiyle dikmelerin bağlantı noktalarında kopma meydana gelmektedir. Dolgulu duvara sahip yapılarda ise duvar rijit bir davranış sergilediği için payandaların düzensiz yerleşiminin olumsuz etkisi dolgusuz duvarlara göre daha az olacaktır.

5.3. Yapım

Yapının sağlam zemine oturmadığı durumlarda binada oturma, yan yatma ve kayma hasarı meydana gelebilmektedir. Zemin kat kargir duvarlarında örgü sisteminin düzensiz olması, moloz taş gibi uygun olmayan bileşen formunun tercih edilmesi ve zayıf bağlayıcı harç kullanılması, kargir duvarın deprem kuvveti karşısında dağılması ve yapının yıkıcı hasar alması ile sonuçlanmaktadır. Ahşabın uygun koşullarda kurutulmaması, içinde fazla nem barındırmasına ve mukavemetini kaybetmesine sebep olmaktadır. Buna bağlı olarak özellikle dolgusuz yapılarda deprem kuvveti karşısında yapının ağır hasar alması olasıdır. Birleşim tekniklerinin doğru uygulanmaması durumunda özellikle dolgulu duvarların rijit hareketi sonucu yapı yıkıcı hasar alabilir. Aynı şekilde birleşim noktaları zayıf bağdadi duvarlı yapılarda duvar panel gibi davranış gösterdiği için deprem sırasında duvarların düzlem dışı devrilmeleri görülmektedir. Dolgu ve kaplama bağlantılarının eksik yapıldığı durumlarda deprem etkisiyle dolgu ve kaplamaların dökülmesi yıkıcı bir etki oluşturmayacağı için az hasarlı bir davranış beklenmektedir.

5.4. Kullanım Aşamasında

Bakımsızlık ve atmosferik etkilerden kaynaklı yüzeysel bozulmalar uzun vadeli yapısal hasarlara neden olur. Aynı şekilde biyolojik ve kimyasal bozulmalar da ahşap elemanların taşıyıcılığını büyük ölçüde düşürmektedir. Onarım aşamasındaki yanlış müdahaleler de yapının deprem sırasında ağır hasar almasına neden olabilir. Kullanım aşamasında taşıyıcıların çevresel etkenlerden dolayı gördüğü etkiler ilerledikçe yapının deprem performansı da azalmaktadır.

5.5. Değerlendirme

Tablo 1’de hasar nedenlerinin konut tipolojilerine üzerindeki hasar dereceleri görülmektedir. Dört ana başlık altında anlatılan ve detaylandırılan hasar nedenlerinin her bir yapı tipolojisi üzerinde farklı deprem hasar derecesine sahip olacağı tespit edilmiştir. Örnek olarak tasarım kaynaklı hasar nedenleri incelendiğinde T2 ve T4’ün duvarlarının dolgulu olması yapının kütlelerini arttırmaktadır ve T1 ve T3’e göre daha büyük deprem kuvvetlerine maruz kalacağı için hasar derecesi genellikle daha fazla beklenmektedir. Öte yandan strüktürel hasar nedenleri incelendiğinde T2 ve T4’ün sahip olduğu dolgulu duvarlar taşıyıcı sisteme katkı sağladığı için hasar derecesinin diğer tipolojilere göre daha az olacağı öngörülmüştür. Aynı duvar sistemine sahip T2 ve T4 karşılaştırıldığında ise bitişik nizam olan T2’nin bitişikindeki yapıların yanal deprem kuvvetlerini sönmemesinden dolayı strüktürel hasar nedenlerinin genellikle daha az hasar derecesine sahip olacağı öngörülmüştür. Yapım sürecinden kaynaklanan hasar nedenleri ise her tipoloji için büyük ölçüde benzer etkilere sahiptir. Birleşim

tekniklerinin doğru uygulanmaması ayırık nizam olan T2 ve T4 için daha fazla deprem hasar derecesine sahiptir. Kullanım aşamasında ortaya çıkan hasar nedenlerinin deprem hasar dereceleri birbirine benzerdir.

Tablo 1. Hasar nedenlerinin konut tipolojilerine bağlı olarak hasar dereceleri.

Ana Kriterler	Hasar Nedenleri Alt Kriterler	Hasar Derecesi Yapı Tipolojileri			
		T1	T2	T3	T4
Tasarım	Katlar arası yükseklik farkı	■	■	■	■
	Deprem yönetmeliğine uygun olmaması	■	■	■	■
	Farklı katlarda farklı tekniklerin uygulanması	■	■	■	■
	Girintili planlara sahip olması	■	■	■	■
Strüktürel	Yetersiz kesit boyutları	■	■	■	■
	Yetersiz birleşim sistemleri	■	■	■	■
	Düzensiz payanda yerleşimi	■	■	■	■
Yapım	Yapının sağlam zemine oturtulmaması	■	■	■	■
	Kargir duvarlarda düzensiz örgü sistemi uygulanması	■	■	■	■
	Kargir duvarlarda uygun olmayan bileşen formu	■	■	■	■
	Kargir duvarlarda zayıf bağlayıcı harç	■	■	■	■
	Uygun koşullarda kurutulmuş ahşabın kullanılmaması	■	■	■	■
	Birleşim tekniklerinin doğru uygulanmaması	■	■	■	■
	Taşıyıcı sistem ile dolgu veya kaplamanın bağlantısının eksik olması	■	■	■	■
Kullanım Aşamasında	Bakımsızlık	■	■	■	■
	Yanlış müdahaleler	■	■	■	■
	Taşıyıcı sistemdeki biyolojik bozulma	■	■	■	■
	Yüzeysel atmosferik etkiler	■	■	■	■

T1: Bitişik Nizam, Cephesi Ahşap Kaplamalı, T2: Bitişik Nizam, Dolgulu Duvar,

T3 Ayırık Nizam, Cephesi Ahşap Kaplamalı, T4: Ayırık Nizam, Dolgulu Duvar

■ Yıkıcı Hasar ■ Ağır Hasar ■ Orta Hasar ■ Az Hasar ■ Hasarsız

6. Sonuçlar

Büyük depremlerin geleneksel ahşap sistemleri etkilediği açıkça görülmektedir. Geçmiş depremler ve Kahramanmaraş depremlerindeki verilerden yola çıkarak farklı bölgelerdeki mimari mirasın korunması gerekmektedir. Elde edilen verilere göre deprem bölgelerindeki ve İstanbul'da tarihî yarımadaadaki geleneksel ahşap yapıların deprem performanslarının belirlenebilmesi ve gerekli önlemlerin alınabilmesi için çıkarılan sonuç ve öneriler aşağıda özetlenmiştir.

- Plan tipolojilerine bağlı olarak tasarımsal hatalar yapıların ağır hasar alması ile sonuçlanabilir.
- Farklı doğrultularda taşıyıcı duvarların bulunması yapının deprem sırasında daha az hasar almasına katkı sağlar. X ve Y doğrultusunda perde duvar gibi çalışacak iç bölme

duvar düzenlemelerinin yeterli oranda bulunması yapının deprem performansı açısından olumludur. Bu özelliklere sahip olmayan yapılar için düşeyde sürekli olması şartıyla duvar eklenmesi yapının deprem performansını arttıracaktır.

- Simetrik plana sahip yapıların girintili plana sahip yapılardan daha az hasar alacağı öngörülmektedir.
- Katlar arası yükseklik farkı ve farklı katlarda aynı yapım sisteminin uygulanmaması katların deprem esnasında farklı kuvvetlere maruz kalacağını göstermektedir.
- Yetersiz kesit büyüklüğünden kaynaklanan strüktürel hatalar ağır veya yıkıcı hasar ile sonuçlanabilir.
- İskelet sistemdeki dikme, taban ve payanda birleşim noktalarındaki bağlantı sistemlerinin zayıf olması özellikle dolgulu duvarlara sahip olmayan yapılarda yıkıcı etkilere neden olabilir.
- Yatay yükleri karşılaması için kullanılan payandaların alt ve üst taban yerine dikmelere bağlanması durumunda, dikmelere gelen yanal yük arttığı için dikme bağlantılarında kopma meydana gelebilir. Dikme bağlantıları kopan yapılarda yıkıcı hasar beklenir.
- Zemin kattaki rijit yapı sistemi ile üst katlardaki esnek iskelet kurguya sahip yapı sisteminin farklı salınım hareketlerine bağlı olarak birleşim yerlerinde hasar oluşabilmektedir.
- Kullanım aşamasındaki bakımsızlık nedeniyle çevresel ve insan kaynaklı etkiler ahşapta kimyasal ve biyolojik bozulmalara yol açmaktadır. Bu bozulmalar hem kesit üzerinde hem de birleşim noktalarında gerekli performansın sağlanmasının önüne geçmektedir.
- Ahşap bileşenlerin birleşiminde çivi gibi zayıf bağlantılar yerine geçmeli birleşimlerin tercih edilmesi ve birleşimi güçlendirecek metal kenetlerin vidalanması yapının deprem performansını arttıracaktır. Bu tip birleşimlere sahip olmayan yapılar deprem sırasında yıkıcı etkiye açıktır.

Mimari mirasın sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için geleneksel ahşap konutların yapısal özelliklerinin kayıt altına alınması gerekmektedir. Özellikle beklenen Marmara depremi karşı yapıların performanslarının belirlenerek gerekli önlemler alınmalıdır. Benzer yapısal özelliklere sahip diğer bölgelerdeki yapılar için de gerekli tespitler ve değerlendirmeler yapılmalıdır.

Yazarların Katkısı

1. Yazar: %50

2. Yazar: %50

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

Aksoy, D. & Ahunbay, Z. (2005). Geleneksel ahşap iskeletli Türk konutu'nun deprem davranışları. *İTÜ Dergisi Seri A: Mimarlık, Planlama, Tasarım*, 4(1), 47-58.

Aksoy, D. (2003). *Geleneksel ahşap karkas yapıların deprem davranışları*. (Doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Aktaş Erdem, Y. D., Akyüz, U., Erdil, B., Türer, A., & Şahin Güçhan, N. (2010). *Assessment of seismic behavior of traditional timber frame Ottoman Houses: Frame tests*. 1st International Conference on Structures and Architecture (ICSA) (ss.1157-1164). Guimaraes, Portugal.

Avlar, E. & Yıldırım, H. S. (2021). Deprem mevzuatı bağlamında Türkiye'deki geleneksel ahşap karkas yapı kurallarının analizi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(78), 1117-1137.

Bachmann, M. (2008). İstanbul Ahşap Evlerinin Teknik ve Yapısal Özellikleri, Ahşap İstanbul Konut Mimarisinden Örnekler, İstanbul.

Çobancoğlu, T., Güler, K., & Güleycan Okyay, G. (2018). İstanbul Tarihi Yarımada'da ahşap konut mimarisinin belgelenmesi: Geleneksel Haydar Mahallesi ve koruma sorunları. *METU Journal of the Faculty of Architecture*, 35(1), 27-49.

Dişkaya, H. (2011). 19. yüzyıl İstanbul geleneksel ahşap karkas yapılarında deprem etkisinin sonlu elemanlar yöntemi ile değerlendirilmesi. (Doktora tezi). Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Doğangün, A., Tuluk, Ö. İ., Livaoğlu, R., & Acar, R. (2006). Traditional wooden buildings and their damages during earthquakes in Turkey. *Engineering Failure Analysis*, 13(6), 981-996.

Eldem, S. H. (1987). *Osmanlı Dönemi Türk Evi III*. İstanbul: TAÇ Vakfı.

Hasol, D. (2021). *Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü*. İstanbul: YEM Yayınları.

İBB Etüd ve Projeler Daire Başkanlığı. (2009). *Zeyrek'te Sivil Mimari*. İstanbul.

Kafesçioğlu, R. (1955). *Kuzey-Batı Anadolu'da Ahşap Ev Yapıları*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi.

Güçhan, N. Ş. (2018). History and characteristics of construction techniques used in traditional timber Ottoman houses. *International Journal of Architectural Heritage*, 12(1), 1-20. <https://doi.org/10.1080/15583058.2017.1336811>

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