T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AFET SONRASI HIZLI KALICI KONUT İNŞASINDA PREFABRİK CEPHE SİSTEMLERİNİN UYGULANABİLİRLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mustafa Enes BERK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimarlık Anabilim Dalı

Konut Üretimi ve Yapım Yönetimi Programı

Danışman

Doç. Dr. Serhat BAŞDOĞAN

Temmuz, 2025

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AFET SONRASI HIZLI KALICI KONUT İNŞASINDA PREFABRİK CEPHE SİSTEMLERİNİN UYGULANABİLİRLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mustafa Enes BERK tarafından hazırlanan tez çalışması 16.07.2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Konut Üretimi ve Yapım Yönetimi Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Serhat BAŞDOĞAN
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Serhat BAŞDOĞAN, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Doç. Dr. Kunter MANİSA, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Nezih Recep AYSEL, Üye
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi _____

Danışmanım Doç. Dr. Serhat BAŞDOĞAN sorumluluğunda tarafımca hazırlanan "Afet Sonrası Hızlı Kalıcı Konut İnşasında Prefabrik Cephe Sistemlerinin Uygulanabilirliğinin Değerlendirilmesi" başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Mustafa Enes BERK

İmza

Değerli Hocama,

Aileme

ve

Eşime

TEŞEKKÜR

Öncelikle tez çalışmamda ve yüksek lisans eğitimim süresince açık görüşlülüğü, vizyonu, fikirleri ve tecrübesiyle sağladığı yardımlar sebebiyle danışman hocam Sayın Doç. Dr. Serhat BAŞDOĞAN'a teşekkür ederim.

Süreç içerisinde her zaman sonsuz desteklerini ve sevgilerini benden esirgemeyen kıymetli hayat arkadaşım ve eşim Beyza'ya,

Annem Hatice BERK, babam Oğuz BERK, kardeşim Şevval BERK, anneannem Şahidane KOÇ ve tüm aileme,

Meslekteki ustalarım ve mentörlerim olan Sayın Devrim ŞİMŞEK, Mehmet Seyfi GÖL ve Semanur KOÇ KEMALOĞLU'na,

Çalışmalarımda tecrübe aktarımları ve emekleri için Sayın Ertan KOÇ, Mustafa KOÇ, İrfan Aziz KOÇ ve Müberra KOÇ'a,

Akademik hayatıma devam edebilmem için bana destek veren yöneticilerim ve iş arkadaşlarıma,

Birbirimize sürekli motive ettiğimiz değerli sıra arkadaşlarıma,

Ve son olarak kıymetli dostlarıma,

Sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Mustafa Enes BERK

İÇİNDEKİLER

KISALTMA LİSTESİ viii

ŞEKİL LİSTESİ x

TABLO LİSTESİ xiii

ÖZET xv

ABSTRACT xvii

1 GİRİŞ 1

1.1 Hipotez . . . 1
1.2 Literatür Özeti . . . 2
1.2.1 Büyük Depremler Sonrası Konut Üretimi ve Kahramanmaraş Depremleri Sonrası Konut Üretimi . . . 2
1.2.2 Prefabrik Modüler Üretim ve Konvansiyonel Üretim . . . 2
1.2.3 Prefabrik Modüler Üretim için Veriler . . . 5
1.2.4 Prefabrik Cepheler ve Cephe Kavramı . . . 6
1.3 Problemin Belirlenmesi . . . 6
1.4 Araştırma Soruları . . . 7
1.5 Tezin Amacı . . . 7
1.6 Çalışmanın Önemi ve Kapsamı . . . 9
1.6.1 Çalışmanın Önemi . . . 9
1.6.2 Çalışmanın Kapsamı ve Kısıtlılıkları . . . 9
1.7 Araştırma Metodolojisi ve Veri Toplama . . . 11

2 YAPIMDA ENDÜSTRİLEŞME: PREFABRİK MODÜLER KONUT VE CEPHE SİSTEMLERİ 14

2.1 Prefabrik Modüler Cepheler ve Özellikleri . . . 16
2.2 Yapım Gereçlerine Göre Prefabrik Modüler Yöntemler . . . 22
2.2.1 Beton Esaslı Malzemeler . . . 23
2.2.2 Metal Esaslı Malzemeler . . . 26
2.2.3 Ahşap Bazlı Malzemeler ve CLT . . . 29

2.3 Prefabrik Modüler Yapıların ve Cephelerin Üretim Şekilleri 32
2.4 Prefabrik Modüler Yöntemin Yapım Hızına ve Maliyetine Etkisi . . 38
2.5 Prefabrik Modüler Yapım Sistemlerinde Güvenlik ve Sürdürülebilirlik 44

3 TÜRKİYE VE DEPREM BÖLGESİNDE PREFABRİK MODÜLER KONUT ÜRETİMİ İÇİN VERİLER VE ÖNGÖRÜLER 48
3.1 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremlerinin Konut Stoğuna Etkileri 48
3.2 Konut Stoğunun Yeniden Üretimi için Öngörüler ve Veriler 51
3.3 Prefabrik Modüler Üretim Verileri 55
3.3.1 Betonarme Prefabrik için Türkiye Üretim Verileri 57
3.3.2 Çelik Prefabrik için Türkiye Üretim Verileri 61
3.3.3 Ahşap-CLT Prefabrik için Türkiye Üretim Verileri 64
3.3.4 Deprem Bölgesinin Sosyoekonomik Yapısı ve Yeniden Üretim için Altyapı Verileri 65

4 TÜRKİYE VE DEPREM BÖLGESİ İÇİN PREFABRİK MODÜLER TEKNOLOJİLER İLE KALICI KONUT ÜRETİMİNİN ZAMAN, MALİYET VE KALİTE ARAŞTIRMASI: PREFABRİK MODÜLER CEPHELER 69
4.1 Araştırma Modeli 70
4.2 Konut Üretimi Yapan Firma Sahipleri ve Temsilcileri ile Yüz Yüze Görüşmeler 70
4.2.1 Yüz Yüze Görüşmeler için Çalışma Grubu ve Özellikleri . . 71
4.2.2 Veri Toplama Aracı ve Verilerin Toplanması 73
4.2.3 Pilot Görüşmeler 73
4.2.4 Katılımcılar ile Yarı Yapılandırılmış Yüz Yüze Görüşmeler . 74
4.2.5 Görüşmelerden Elde Edilen Verilerin Analizi 74
4.3 Araştırmanın Genele Yayılması: Sektör Görüş Anketi 88
4.3.1 Sektör Görüş Anketi için Çalışma Grubu ve Özellikleri . . . 88
4.3.2 Anket Verilerini Toplama Aracı ve Verilerin Toplanması . . 90
4.3.3 Sektör Görüş Anketinin Tasarımı 90
4.3.4 Sektör Görüş Anketi Verilerinin Analizi 91
4.3.5 Anketten Elde Edilen Bulgular 93
4.4 Konvansiyonel Cephe Üretimi ve Prefabrik Cephe Üretimi Nizam Çeşitlerine Göre Saha Araştırması 117
4.4.1 Ayrık Nizam (Dört Cepheli) 118
4.4.2 Bitişik Nizam (Üç Cepheli) 120
4.4.3 Blok Nizam (Tek ya da İki Cepheli) 123
4.5 Araştırmanın Değerlendirilmesi 124

5 SONUÇ **129**

KAYNAKÇA **132**

A EK 1- ANKET FORMU **140**

B EK 2- MÜLAKAT SORULARI **145**

C EK 3- ONAM FORMU **147**

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR **149**

KISALTMA LİSTESİ

AA	Anadolu Ajansı
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ADNKS	Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi
AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AIA	The American Institute of Architects (Amerikan Mimarlar Enstitüsü)
ANSI	American National Standards Institute (Amerikan Standartlar Enstitüsü)
CLT	Cross Laminated Timber (Çapraz Lamine Ahşap)
FSC	Forest Stewardship Council (Orman Yönetim Konseyi)
GRC	Glass reinforced concrete (Cam elyaf destekli beton)
GRP	Glass reinforced plastic (Cam elyaf destekli plastik)
GSYH	Gayrisafi yurt içi hasıla
GYODER	Gayrimenkul Yatırımcıları Derneği
ISO	International Standart of Organization (Uluslararası Standartlar Teşkilatı)
LEED	Leadership Energy Environmental Design (Enerji ve Çevre Tasarımında Öncülük)
MSGSÜ	Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi
NIBS	National Institute of Building Sciences (Ulusal Yapı Bilimleri Enstitüsü)
OHAL	Olağanüstü Hal
OSCC	Off-Site Construction Council (Şantiye Dışı İnşaat Konseyi)
SBB	Strateji ve Bütçe Başkanlığı
TERRA	Türkiye Earthquakes Recovery And Reconstructıon Assessment (Türkiye Deprem Toparlanma ve Yeniden İmar Değerlendirmesi)
TPB	Türkiye Prefabrik Birliği
TUCSA	Türk Yapısal Çelik Derneği
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UNDP	United Nations Development Programme (Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı)
UNFPA	United Nations Population Fund (Birleşmiş Milletler Nüfus Fonu)
USD	United States Dollars (Amerika Birleşik Devletleri doları)

WSA	World Steel Association (Dünya Çelik Birliği)

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Üretim uygunluğu için kıstaslar……..……...**4**
Şekil 1.2 Araştırma şeması……..……...…**13**
Şekil 2.1 Manning Kulübesi Londra……...**15**
Şekil 2.2 Bauhaus Binası ……..……**16**
Şekil 2.3 Prefabrik bir cephenin şantiye ortamında giydirilme süreci……..……...**19**
Şekil 2.4 Prefabrik cephenin elemanının vinç yardımıyla yapı üzerine taşınması ve monte edilmesi.....**20**
Şekil 2.5 Arch Betonica cam elyaf destekli motifli hafif beton cephe paneli…..…**21**
Şekil 2.6 Haydar Aliyev Kültür Merkezi……..……..……**21**
Şekil 2.7 Haydar Aliyev Kültür Merkezi……..……..……**22**
Şekil 2.8 Mucize Konut Aktek Palmiye Konutları……**24**
Şekil 2.9 Çift duvar panel sistemi ile üretilmiş bir inşaat……**25**
Şekil 2.10 Kendinden yalıtımlı GRC prekast beton cephe panelleri…….……**26**
Şekil 2.11 Türkiye'den bir hafif çelik prefabrik yapı şantiyesi……..……**27**
Şekil 2.12 2016 yılında tamamlandığında dünyanın en yüksek modüler konut binası olan B2 461 Dean Street Yapısı....……..**28**
Şekil 2.13 Paslanmaz çelik cephe panelleri……..……..……**29**
Şekil 2.14 CLT üretimi temel üretim süreci ……..**30**
Şekil 2.15 CLT (Cross Laminated Timber, Çapraz Lamine Ahşap) ile prefabrik olarak üretilmiş elemanların montajı……..……..**30**
Şekil 2.16 Brock Commons Tallwood House ……**31**
Şekil 2.17 Hacimsel birimlerin montajı ve hibrit seviye birimlerin montajı…..…**33**
Şekil 2.18 Prefabrik yapıların modülerlik seviyesine göre tipolojileri…..…….**33**
Şekil 2.19 Bitmiş birim modüllerden oluşan B2 461 Dean Street Yapısı……..**34**
Şekil 2.20 Ytong donatılı taşıyıcı duvar paneli ……..**35**
Şekil 2.21 Dolaylı ve doğrudan mekanik montaj sabitleme ……..**36**

Şekil 2.22 Kirişten kirişe taşıyıcı olmayan cephe paneli montajı……..**36**
Şekil 2.23 Betonarme ve alüminyum sandviç panel detayı …….……..**37**
Şekil 2.24 Prefabrikasyon / modülarizasyonun sağladığı proje maliyetindeki düşüş düzeyi grafiği **...**…….……**39**
Şekil 2.25 3-4 katlı aile apartmanı için geliştiricilerden ve müteahhitlerden alınan veriler ile prefabrik yapı ve konvansiyonel yapı birim maliyet kıyaslaması **...**……....**40**
Şekil 2.26 Prefabrik modüler yapılarda yapılan değişikliklerin, yapım aşamasına göre maliyeti ve etkinliği …….……**41**
Şekil 2.27 Weckenmann Çift Duvar Panel otomasyon sistemi üretim bandı…….**42**
Şekil 2.28 Bitmiş volümetrik birimlerden oluşan yapıların konvansiyonel üretilmiş yapılar ile yapım süreci kıyaslaması **..**……..…..**43**
Şekil 2.29 Prefabrik yapıların konvansiyonel yapılar ile yapım süreçleri karşılaştırması ……...**43**
Şekil 2.30 ABD'de ölümlü iş kazalarının sektörlere göre sayıları…….**45**
Şekil 2.31 Konvansiyonel ve modüler yapım teknikleri atık miktarı kıyaslaması**.47**
Şekil 3.1 Kahramanmaraş'ın deprem öncesi ve sonrası çekilen fotoğrafları…….**49**
Şekil 3.2 Deprem sonrası Kahramanmaraş'ta yıkılan bir otoyol……**51**
Şekil 3.3 Töhoku Depremi ve Tsunamisi sonrası bir yerleşim alanı görüntüsü….**54**
Şekil 3.4 2008 Sichuan Depremi sonucunda oluşan bir enkaz alanı……..**55**
Şekil 3.5 Ülkelere göre prefabrik konutların tüm konutlar içindeki oranı…….....**56**
Şekil 3.6 Deprem bölgesi ve diğer coğrafi bölgelerin üretim kapasitesi kıyaslaması ……...…….**60**
Şekil 3.7: TPB üyesi betonarme prefabrik yapı üreticisi firmaların ve tesislerin konumları ve deprem bölgesi …..…….……**60**
Şekil 3.8 Yerinde dönüşüm köy tipi konutlar için yeni yapım teknolojileri ve bina modelleri ……..…**61**
Şekil 3.9 Dünya'nın en büyük 20 çelik üreticisi **...**……..…..**62**
Şekil 3.10 Dünya üzerinde 2020 yılında aktif CLT üreticilerinin bulunduğu ve bulunmadığı (beyaz renkli) ülkeler …...…..……..…**65**
Şekil 3.11 Deprem bölgesindeki illerin demografik dağılımı …...…….……**66**

Şekil 3.12 Deprem bölgesindeki illerin nüfus bağımlılık oranları ……..……...**66**
Şekil 3.13 Kişi başına düşen GSYH, dolar bazında ……..……**67**
Şekil 3.14 İktisadi faaliyet kollarına göre yüzdelik GSYH ……..……....**68**
Şekil 4.1 G1 ve G2 grupları arasındaki eğitim seviyelerinin karşılaştırmalı gösterimi .....……**95**
Şekil 4.2 G1 ve G2 grupları arasındaki mesleki deneyim seviyelerinin karşılaştırmalı gösterimi ....……**95**
Şekil 4.3 G3 ve G4 grupları arasındaki mesleki grupları farkının karşılaştırmalı gösterimi ……...**101**
Şekil 4.4 G3 ve G4 grupları arasındaki çalışma alanlarının farkının karşılaştırmalı gösterimi ……..……....**101**
Şekil 4.5 G3 ve G4 grupları arasındaki mesleki deneyim farkının karşılaştırmalı Gösterimi ..…….... **102**
Şekil 4.6 G5, G6 ve G7 grupları arasındaki mesleki grupları farkının karşılaştırmalı gösterimi ……...**106**
Şekil 4.7 G5, G6 ve G7 grupları arasındaki mesleki deneyim farkının karşılaştırmalı gösterimi….……...……...**106**
Şekil 4.8 G8 ve G9 grupları arasındaki mesleki grupları farkının karşılaştırmalı gösterimi…….…...**112**
Şekil 4.9 G8 ve G9 grupları arasındaki akademik seviye farkının karşılaştırmalı gösterimi ……..**112**
Şekil 4.10 G8 ve G9 grupları arasındaki çalışma alanlarının farkının karşılaştırmalı gösterimi …..……...**113**
Şekil 4.11 Apartman Projesi Karşılaştırmalı render ve fotoğraf görselleri …..….**118**
Şekil 4.12 Apartman projesi cephe görseli……..….**119**
Şekil 4.13 Ferman Caddesi 25 cephe görselleri …….……..….**121**
Şekil 4.14 Cebeci Apartmanı cephe görselleri …….……....**122**
Şekil 4.15 Hasbahçe A-B Blok cephe görselleri…..…….**123**

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1 İl bazında hasar tespit raporu (6 Mart 2023)**……..…….…...50**
Tablo 3.2 Depremlerin toplam maliyet ve harcama tahmini**……..52**
Tablo 3.3 TPB 2021 yılı sektör analizi**…….….57**
Tablo 3.4 İnşaat malzemelerinin tüketimi içerisinde betonarme prefabrik üretiminin payı (TBP üyesi firmaların tüketimi) **….…….…...59**
Tablo 3.5 Türkiye ham çelik üretim verileri 2000-2020**……....62**
Tablo 3.6 Türkiye çelik yapıların imalat istatistikleri ve çelik yapı oranları **.....…63**
Tablo 4.1 Çalışma grubunda yer alan yüz yüze görüşme yapılan mülakat katılımcılarının kişisel özellikleri**...……...72**
Tablo 4.2 Tematik analizin aşamaları**……...…….75**
Tablo 4.3 Yapılan mülakatlar sonucunda katılımcıların prefabrik cephelere ilişkin görüşlerinin tematik analizi **..……76**
Tablo 4.4 Katılımcıların demografik bilgileri ve katılımcı alt grup isimleri**…….90**
Tablo 4.5 Ankette bulunan görüş soruları ve tüm katılımcıların cevapları ile elde total sonuçları**……92**
Tablo 4.6 Mesleki alt gruplar **....…….……94**
Tablo 4.7 Mesleki alt gruplar özelinde katılımcıların görüş sorularına cevapları**.96**
Tablo 4.8 Akademik derecelere göre alt gruplar **…….....100**
Tablo 4.9 Eğitim düzeyine göre alt gruplar özelinde katılımcıların görüş sorularına cevapları **…...……..102**
Tablo 4.10 Katılımcıların yapı üretiminde rol aldığı süreçlere göre alt gruplar**..105**
Tablo 4.11 Yapı üretiminde rol aldıkları süreçler özelinde katılımcıların görüş sorularına cevapları **…….……...…107**
Tablo 4.12 Mesleki deneyimlerine göre alt gruplar**…….……111**
Tablo 4.13 Yapı üretiminde mesleki deneyimlerine göre katılımcıların görüş sorularına cevapları **…….…..114**

Tablo 4.14 Ayrık nizam prefabrik cepheli yapı **…….118**
Tablo 4.15 Ayrık nizam konvansiyonel yöntem cephesi yapılmış yapı **……..119**
Tablo 4.16 Bitişik nizam konvansiyonel yöntem cephesi yapılmış yapı**……..121**
Tablo 4.17 Bitişik nizam prefabrik cepheli yapı**……..……..……..…….122**
Tablo 4.18 Blok nizam prefabrik cepheli yapı **…..……..……..……..…….123**

ÖZET

Afet Sonrası Hızlı Kalıcı Konut İnşasında Prefabrik Cephe Sistemlerinin Uygulanabilirliğinin Değerlendirilmesi

Mustafa Enes BERK

Mimarlık Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Serhat BAŞDOĞAN

Afetler; doğa, teknoloji ya da insan kaynaklı olarak ortaya çıkan ve toplumun tümü ya da bir bölümünde ekonomik, fiziksel ve sosyal kayıplara neden olan, toplumun kendi imkânlarıyla başa çıkmakta zorlandığı durumlardır. Afetler sonrasında oluşan çalışma alanlarından biri hasar gören, kullanılmaz hale gelen ya da tamamen yıkılan konut stokunun yeniden inşa edilmesi veya iyileştirilmesidir. Depremler, konut stokunu doğrudan etkileyen en yıkıcı doğal afetlerden biridir. 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş merkezli meydana gelen iki büyük depremin ardından çevre illeri de etkileyen yaklaşık 38 bin artçı sarsıntı kaydedilmiş, bölgede yaklaşık 2 milyon yapı hasar görmüş ve 518 bin konut yıkılmış ya da ağır hasar alarak kullanılamaz hale gelmiştir. Özellikle Hatay ve Kahramanmaraş illeri büyük yıkıma uğramış, sadece bu iki şehirde yaklaşık 315 bin konutun tamamen yıkıldığı veya

yaşanamayacak derecede hasar aldığı belirlenmiştir. Bu durum, deprem sonrası kalıcı konut ihtiyacını acil bir mesele haline getirmiş; konutların hızlı, uygun maliyetli ve kaliteli biçimde yeniden inşa edilmesi, depremzedelerin güvenli barınma koşullarına en kısa sürede kavuşturulması açısından hayati önem taşımıştır. Yaşanan depremler sonrasında depremden etkilenen 11 il afet bölgesi ilan edilerek olağanüstü hâl uygulamasına geçilmiş ve kaybedilen konut stokunun yeniden sağlanması amacıyla çalışmalar başlatılmıştır.

Yapılan tez çalışması, afet sonrası hızlı kalıcı konut üretiminde prefabrik yapı ve prefabrik cephe sistemlerinin uygulanabilirliğinin değerlendirmektedir. Bu doğrultuda, özellikle prefabrik modüler yapım yöntemleri araştırılmış ve çalışma prefabrik modüler cephe sistemlerinin Türkiye için uygunluğunun analiz edilmesi üzerine odaklanmıştır.

Bu araştırma kapsamında prefabrik cephe imalatı; hız (zaman), maliyet ve kalite ölçütleri açısından konvansiyonel üretim yöntemleriyle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. İnşaat şirketi sahipleri ve temsilcileri prefabrik modüler cephe uygulamaları hakkında bazı tereddütler taşısa da sektör paydaşlarının bu sistemlere yönelik hız, maliyet ve kalite açısından genel olarak olumlu bir bakış açısına sahip oldukları tespit edilmiştir ve bu yöntemler ile afet sonra hızlı kalıcı konut üretimi sağlanabileceği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kahramanmaraş depremleri, prefabrik modüler yapılar, prefabrik yapım teknolojileri, kalıcı konut, prefabrik cepheler.

ABSTRACT

Assessment of the Feasibility of Prefabricated Façade Systems in Rapid Permanent Housing Construction After Disasters

Mustafa Enes BERK

Department of Architecture

Master of Science

Supervisor: Assoc. Prof. Serhat BAŞDOĞAN

Disasters are events of natural, technological, or human origin that cause economic, physical, and social losses affecting all or part of a society, and which communities struggle to cope with using their own resources. One of the critical areas of intervention following disasters is the reconstruction or rehabilitation of damaged, unusable, or destroyed housing stock. Earthquakes are among the most destructive natural disasters directly impacting residential buildings. Following the two major earthquakes centered in Kahramanmaraş on February 6, 2023, approximately 38,000 aftershocks were recorded, affecting surrounding provinces. Around 2 million buildings were damaged across the region, and 518,000 housing units were either destroyed or severely damaged to the point of being uninhabitable. The provinces of Hatay and Kahramanmaraş were particularly affected, with

approximately 315,000 housing units in these two cities either demolished or rendered unfit for occupancy. This situation has rendered the need for permanent post-earthquake housing an urgent priority, highlighting the critical importance of reconstructing dwellings in a fast, cost-effective, and high-quality manner to ensure that earthquake survivors can regain safe living conditions as soon as possible. Following the disaster, 11 provinces were declared disaster zones, a state of emergency was enacted, and reconstruction efforts were launched to restore the lost housing stock.

This thesis aims to evaluate the applicability of prefabricated building systems and prefabricated façade systems in the construction of permanent post-disaster housing. In this context, particular emphasis is placed on modular prefabrication methods, and the study focuses on analyzing the suitability of prefabricated façade systems for the Turkish context.

Within the scope of the research, prefabricated façade production has been evaluated in comparison with conventional construction methods in terms of speed (time), cost, and quality criteria. Although company owners and representatives in the construction sector expressed certain reservations regarding modular prefabricated façade applications, it has been concluded that stakeholders in the construction industry generally hold positive views of these systems with respect to speed, cost-effectiveness, and construction quality. In this context, it has been demonstrated that rapid permanent housing can be effectively delivered through the use of prefabricated modular systems.

Keywords: Kahramanmaraş earthquakes, prefabricated structures, prefabricated construction technologies, permanent housing, prefabricated façades.

1
GİRİŞ

1.1 Hipotez

Türkiye'de yaşanan 2023 Kahramanmaraş Depremleri sonrası kalıcı konut sağlama sürecinde kullanılan konut üretim yöntemleri dolayısıyla eksiklikler ve gecikmeler yaşanmıştır.

Bu çalışmada kalıcı konut üretiminde önemli bir pay sahibi olan konut cephesi üretiminde, prefabrik modüler cephe sistemlerinin geleneksel yöntemlerle eş zamanlı uygulandığında ya da alternatif bir yöntem olarak uygulandığında maliyet, zaman ve kalite açısından daha verimli sonuçlar doğurduğu varsayılmaktadır. Sanayi Devriminden bugüne kadar çağımızın önemli bir gerçeği olan endüstriyel üretimin cephe üretiminde rolünün artmasının maliyet, zaman ve kalite bakımından avantajlar sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışma kapsamında prefabrik modüler cephe sistemlerinin kullanımının ilk yapım maliyeti, kullanım ömrü maliyeti, bakım maliyeti konularında ekonomik olarak avantaj sağlayacağı varsayılmaktadır. Bununla birlikte bu üretimin konvansiyonel yöntemlere kıyasla daha hızlı olacağı bu sayede hem şantiyede geçen gün sayısını hem de total proje takviminde geçen süreyi azaltacağı düşünülmektedir. Prefabrik modüler cephe sistemlerinin hızlı ve daha düşük maliyetli sonuçlar sağlarken, fabrika ortamında üretim sayesinde daha kaliteli işçilik ve daha kolay denetlenebilirlik sağlayabileceği, bu sayede performans değerlerinin yükseltilebileceği varsayılmaktadır. Bu varsayımların, araştırma süresince elde edilen veriler, yapılan uzman görüşmeleri ve teknik personel görüşleri doğrultusunda şekilleneceği öngörülmektedir.

1.2 Literatür Özeti

1.2.1 Büyük Depremler Sonrası Konut Üretimi ve Kahramanmaraş Depremleri Sonrası Konut Üretimi

2023 Kahramanmaraş Depremleri sonrası yaşanan depremin büyüklüğü ve oluşturduğu hasarın büyüklüğünü anlamak için Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığının (SBB) "Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu" (2023a) ve Birleşmiş Milletler Kalkınma Programının "Türkiye'de 2023 Depremlerinden Sonra İyileşme ve Yeniden Yapılanma: Teklif ve Önerilen Projeler" raporu incelenmiştir.

Deprem sonrası yeniden kalkınma süreçleri kapsamında, kalıcı konutların yeniden inşasına yönelik çeşitli vaka incelemeleri gerçekleştirilmiştir. Comerio (2013) tarafından hazırlanan rapor, 2010 Şili Depremi sonrası konut üretimi sürecini ayrıntılı şekilde analiz etmektedir. Benzer şekilde, Kalkan, Kaçar ve Alptekin (2020) tarafından hazırlanan raporda 2011 Töhoku Depremi sonrası yeniden yapılanma süreci ele alınmıştır. Japonya Yeniden Yapılanma Ajansı'nın (2023) yayımladığı resmi belgelerden önemli veriler elde edilmiştir. 2008 Sichuan Depremi sonrasında yıkılan konutların yerine kalıcı konut üretimine ilişkin süreç, Dünya Bankası tarafından yayımlanan raporda (Bernal & Procee, 2012) detaylı biçimde ele alınmış ve bir diğer yeniden yapılanma örneği olarak değerlendirilmiştir. Bu yeniden yapılanma örneklerinde prefabrikasyon, modülarizasyon teknolojilerinin kullanım durumu incelenmiştir.

1.2.2 Prefabrik Modüler Üretim ve Konvansiyonel Üretim

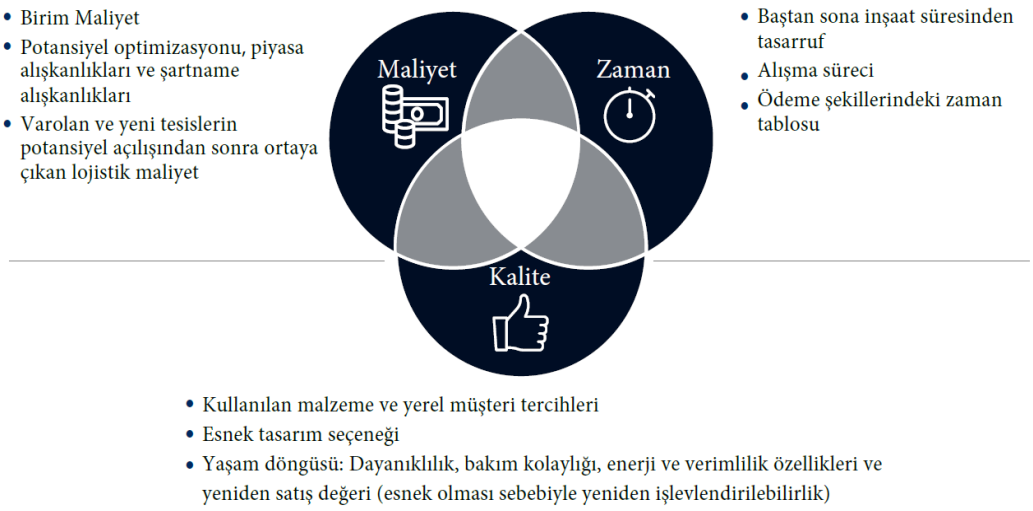
Walter Gropius 1911'de "Anıtsal Sanat ve Endüstriyel Mimari" konulu konuşmasında yapı üretiminde, parçaların prefabrikasyonu ve şantiyede montaj gibi yapım teknikleri ile makineleşmenin kaçınılmaz olduğunu vurgulamıştır. Yapılar için endüstriyel yöntemlerinin gerekliliği, mimarların endüstriyel inşaat yöntemlerinin geliştirilmesindeki rolü ve tarihsel süreçteki önemli mimari atılımlar Koman tarafından ele alınmıştır (2021). Endüstrileşmiş konut üretimi konusu, üretim malzemeleri ve fabrikasyon oranları bağlamında ele alınmış; Amerikan Mimarlar Enstitüsü (AIA) ile Ulusal Yapı Bilimleri Enstitüsü'nün (NIBS) (2018) yayımladığı Mimarlar İçin Modüler Yapı Tasarımı kitapçığında, çeşitli vaka çalışmaları aracılığıyla detaylandırılmıştır. Betonarme prefabrik yapılar için

Türkiye Prefabrik Birliğinin 2023 Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi'ndeki Beton Prefabrikasyon Konut Teknolojileri Çalıştayı takip edilmiş ve katılımcı notları alınmıştır. Dünya'da ve Türkiye'de betonarme prefabrikasyon verileri karşılaştırmalı olarak Umaroğulları ve Seitablaiev (2020) tarafından çalışılmıştır. Yaygın olarak kullanılan bir başka malzeme olan çelik Ünal ve Fenkli (2023) tarafından incelenmiş ve bu malzemenin prefabrik olarak daha sürdürebilir oluşu yine İrban ve Fenkli (2022) tarafından araştırılmıştır. Çelik yapıların betonarme yapılara karşı dezavantajlı bir yönü olarak görülen yangın güvenliği konusu Kılıç (2001) tarafından incelenmiş ve betonarme yapılar ile çelik yapıların yangın dayanımla kıyaslanmıştır. Modern ahşap yapı teknolojilerinden biri olan CLT (Cross Laminated Timber – çapraz lamine ahşap), ABD'de (Amerika Birleşik Devletleri) resmî kurumların desteğiyle hazırlanan bir el kitabında Karacabeyli ve Douglas (2013) tarafından kapsamlı biçimde ele alınmıştır. Söz konusu çalışmada, CLT malzemesinin yapısal özellikleri, üretim süreçleri ve kullanım alanları ayrıntılı olarak incelenmiştir. Buna ek olarak, CLT'nin prefabrik yapı elemanı olarak kullanımı Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2021) tarafından da ele alınmış; Türkiye'de bu malzemenin üretimi ve uygulama potansiyeline ilişkin çeşitli raporlar hazırlanmıştır.

Prefabrik modüler yapı sistemlerinin sınıflandırılması, yalnızca kullanılan malzeme ile sınırlı değildir, yapım tekniği ve üretim aşamasında elde edilen bitmişlik oranı gibi unsurları prefabrik yapıların tanımlanmasında ve sınıflandırılmasında kullanılmıştır. Morton (2011), yapım teknolojilerinde modülerlik ve prefabrikasyon kavramlarına dair kapsamlı tanımlamalar yapmış; bu tanımlamalar sayesinde prefabrik yapıları çeşitli alt gruplara ayırmıştır. NIBS ve NIBS alt grubu olan OSCC (Şantiye Dışı İnşaat Konseyi) (2018) farklı prefabrik modüler inşaat tipolojilerinin nasıl ortaya çıktığını ve bu tipolojilerin 3 boyutlu incelemelerini yapmıştır. İncelenen tipolojiler için uygulanmış vaka incelemelerine de bu raporda yer verilmiştir.

Prefabrik yapılar için yaygın olarak kullanılan malzemeler ve prefabrik modüler yapım yöntemleri çeşitli yönlerden ele alındıktan sonra prefabrik yapıların yapım hızları ve maliyetleri konvansiyonel yöntemlerle kıyaslanacak veriler ışığında araştırılmıştır. Total inşaat maliyetini hesaplamak Bertram, Fuchs, Mischke, Palter, Strube ve Woetzel (2019) tarafından modüler prefabrik yapılar ile konvansiyonel

yapıları örnekler ile karşılaştıran bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada kıyaslamalar maliyet, hız (zaman) ve kalite hesaplamalarına dayandırılmıştır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Üretim uygunluğu için kıstaslar, Bertram vd., 2019 (düzenleyen M.E.Berk)

Türkiye özelinde sektörel veriler için GYODER (Gayrimenkul Yatırımcıları Derneği, 2025) sektörel raporlar yayınlamıştır. Sektördeki nicel problemlere ek olarak nitel problemlerde bu raporlarda ele alınmıştır.

Prefabrik yapıların ve konvansiyonel yapıların karşılaştırmasında, son ürün karşılaştırması yapabilmek için çeşitli çalışmalar incelenmiştir. Buna ek olarak son ürünü elde etmeden önceki yapım süreçlerinde ve yapım sonrası kullanım süreçlerinde; güvenlik, verimlilik ve sürdürülebilirlik konuları da çalışma içerisinde incelenmiştir. ABD Çalışma Bakanlığı İşçi İstatistikleri Bürosu'nun (2021) yaptığı iş kazası analiz raporu incelenmiştir. Bertram ve arkadaşları (2019), gerçekleştirdikleri çalışmada, prefabrik üretim süreçlerinde iş gücünün büyük ölçüde fabrika ortamına kaydırılabileceğini ortaya koymuştur. Ayrıca Becker, Fullen ve Takacs (2003), Smith ve Timberlake (2010), Morton (2011), Fard, Hakim, Kibert ve Terouhid (2015) ile O'Connor, O'Brien ve Choi (2015) tarafından yapılan araştırmalarda, prefabrik modüler konut üretimi ile geleneksel inşaat yöntemleri iş güvenliği açısından karşılaştırılmıştır. İki yöntem içinde avantajlar ve dezavantajlar bu çalışmalarda incelenmiştir. Austin, Baldwin, Shen, Poon ve Wong (2009), konvansiyonel ve prefabrik yapı sistemlerini karşılaştırmalı olarak ele aldıkları çalışmalarında, her iki yöntemdeki malzeme kullanım miktarlarını ve

üretim süreci sonunda oluşan atık madde miktarlarını analiz etmişlerdir. Morton (2011), prefabrik yapıların da konvansiyonel yapılar gibi çevre dostu üretim sağlayabileceğini ve bu yapılar için çevreci yapı sertifikalarının alınabileceğini ifade etmiştir. Ayrıca, NIBS (2018) ve Velamati (2012) tarafından yapılan çalışmalarda, farklı yapı türlerinin çevresel etkileri incelenmiş; ortaya çıkan çevre, gürültü ve görüntü kirliliği ile yakıt tüketimi gibi unsurlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

1.2.3 Prefabrik Modüler Üretim için Veriler

Prefabrik yapılar kapsamlı bir şekilde incelenip, konvansiyonel yapılarla karşılaştırmalı analizleri yapıldıktan sonra, Türkiye'de özellikle deprem bölgeleri özelinde üretim verileri ve sektörel raporlar değerlendirilmiştir. Sektör temsilcilerinin güncel görüş ve analizleri, GYODER tarafından yayımlanan İnşaat Sektörü ve İş Gücü Dinamikleri Raporu (2025) kapsamında ele alınmıştır. Küresel ve Avrupa ölçeğinde prefabrik konut üretimine ilişkin veriler ise McKinsey Capital Projects & Infrastructure tarafından yayımlanan örnek proje verileri raporundan (2019) elde edilmiştir. Türkiye'ye ilişkin bulguların daha sağlıklı yorumlanabilmesi amacıyla, Avrupa ülkeleri ile Türkiye'nin üretim verileri Seitablaiev ve Umaroğulları (2020) tarafından karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Deprem sonrası beklenilen ve gerçekleşen konut üretim kapasitesi BBC (2024) tarafından ve Türkiye Cumhuriyeti Devleti tarafından yapılan çalışmalar Anadolu Ajansı (AA) (2024) aracılığıyla kamuoyu ile paylaşılmıştır. Dönem koşullarını tam olarak anlamak için ulusal gazete haberleri (Sakarya, 2023) ve devlet ajansı olan AA'nın diğer haberleri incelenmiştir. Ülkemizde konut üretiminde prefabrik üretimin bölgesel üretimi için bir örnek olarak Behruz ve Altuğ Çinici'nin Çorum Binevler toplu konut üretimi incelenmiştir (Atay, 2019).

Farklı prefabrik üretim sistemleri farklı üretim kapasitelerine ve farklı kullanım yaygınlıklarına sahiptir. Bu noktada Türkiye'nin betonarme prefabrik üretimi için kapasite verileri ve öngörüler Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2023) deprem sonrası çalışma raporlarında ve Türkiye Prefabrik Birliği (TPB) (2022) yıllık raporlarında incelenmiştir. Bu raporlar beton prefabrikasyon için üretim kapasitesi büyüklüğü incelenmiştir. Türkiye'de yaygın olarak kullanılan inşaat malzemelerinden biri olan çeliğe ilişkin kapasite verileri ve sektörel öngörüler, Türk Yapısal Çelik Derneği (TUCSA) tarafından yayımlanan

raporda (2021) sunulmuştur. Küresel ölçekte ise World Steel Association (WSA) (2024), Türkiye'nin çelik üretim kapasitesini diğer ülkelerle karşılaştırmalı olarak ele alarak mevcut durumu değerlendirmiştir. Ahşabın işlenmiş bir hali olan CLT için dünya genelindeki üretim verileri Muszynski, Larasatai, Guerrero, Albee ve Hansen (2020) tarafından ortaya konulmuştur. Türkiye Cumhuriyeti Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2021) verileri ve raporları ile Türkiye'de CLT üretimi kapasitesi incelenmiştir.

Türkiye özelinde incelenen veriler ile birlikte deprem bölgesindeki illerin üretim verileri ve sosyoekonomik düzeyleri ayrıca incelenmiştir. Birleşmiş Milletler Nüfus Fonu (UNFPA) (2023) ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜIK) (2022) yaptığı çalışmalar ile bölgedeki sosyoekonomik durumu nicel veriler ile ortaya koymuştur.

1.2.4 Prefabrik Cepheler ve Cephe Kavramı

Cephe kavramı, mimari terminoloji bağlamında Hasol (1990) ve Eyüce (2002) tarafından tanımlanmış ve işlevsel açıdan açıklanmıştır. Prefabrik giydirme cephe sistemleri ise tarihsel gelişim süreci içerisinde Yaman (1998) ve Güvenli (2006) tarafından incelenmiştir. Ayrıca, Akyürek (1991), prefabrik cephe sistemlerinden (cam giydirme cepheler) beklenen avantajlara yönelik kapsamlı bir değerlendirme sunmuştur.

1.3 Problemin Belirlenmesi

Söz konusu 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri sonrası bölgedeki yapı stoğunda büyük bir yıkım gerçekleşmiştir. Evleri yıkılan veya kullanılamaz hale gelen yaklaşık 2,7 milyon depremzede başka şehirlere göç etmiş (Karatay & Çilmi, 2024), konutları kullanılamaz hale gelen veya yıkılan depremzedeler ise geçici barınma sistemlerinde yaşamaya mecbur kalmıştır. Söz konusu insanların kalıcı konutlara ulaşması için belirlenen politika konvansiyonel inşaat yöntemlerini ön plana çıkartacak şekilde olmuştur. Belirlenen plan depremin üstünden belli bir vakit geçmesine rağmen büyük bir nüfusa kalıcı konut sağlayamamıştır. Bu sebeple farklı yöntemlere ihtiyaç duyulduğu tespit edilmiştir. Kalıcı konutların depremzede vatandaşlara hızla, düşük maliyetle ve kaliteli olarak sağlanması karşısında engel olan bazı durumlar şunlardır;

- Konut üretiminin ağırlıklı olarak geleneksel yerinde yapım yöntemlerine dayanması; bu yöntemin hız açısından yetersiz kalması ve ortaya çıkan yapıların hem maliyet hem de kalite açısından istenen düzeyde olmaması
- Uygun maliyetli, hızlı ve kaliteli konut üretiminde yaşanan zorlukları; iş gücü, malzeme ve lojistik maliyetlerinin artarken nitelikli ürünlere ve personele ulaşmanın zorlaşması
- Alternatif konut üretim yöntemlerinin Türkiye'de yaygın olmaması ve deprem gibi afetler sonrasında alternatif konut üretim yöntemlerini destekleyen politik desteğin olmaması
- Türkiye'de ve dünyada yaşanan mali krizler sonucunda erişilebilir sağlıklı konut maliyetlerinin yüksek olması

Oluşan durum karşısında alternatif konut üretim teknolojilerinin araştırılması bu çalışmanın problemi olarak belirlendi.

1.4 Araştırma Soruları

Araştırma belirlediği sorunu şu sorular ile araştırmaktadır:

- Prefabrik modüler konutların ve prefabrik cephelerin özellikleri nelerdir, bu özellikler ne gibi avantajlar ve dezavantajlar ortaya koymaktadır?
- 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri sonrasında Türkiye'de konut stoğu nasıl etkilenmiştir, konut stoğundaki azalışın yeniden üretimi için dünya genelindeki örnek vakaların yeniden üretim verileri nelerdir?
- Türkiye ve deprem bölgesi özelinde prefabrik modüler yapı üretim kapasitesi için veriler nedir?
- İnşaat süresi ve maliyetleri üzerinde önemli etkisi bulunan cephe imalatlarının prefabrik modüler yöntemlerle gerçekleştirilmesinin hız, maliyet ve kalite açısından etkileri nelerdir?

1.5 Tezin Amacı

Bu çalışmanın temel amacı, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri sonrasında deprem bölgesinde oluşan konut açığını ve olası gelecek depremlerde oluşacak konut stoku açıklarını en hızlı şekilde kapatmak için

alternatif bir yöntem olarak prefabrik modüler yapım tekniklerini araştırmaktır. Tanımlanan bu temel amaç doğrultusunda belirlenen hedefler şunlardır:

- Bu amaç doğrultusunda prefabrik modüler yapıların tanımlanması, malzemelerinin araştırılması ve üretim şekillerinin ortaya konması hedeflenmiştir.
- Prefabrik modüler yöntemlerin avantaj ve dezavantajlarının araştırılarak, deprem bölgesinde hâlihazırda kullanılan konvansiyonel konut üretim yöntemleri ile prefabrik modüler yöntemlerin karşılaştırmalı olarak incelenmesi hedeflenmiştir.
- 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinin yarattığı yıkımın boyutlarının ortaya konması hedeflenmiştir.
- Deprem bölgesinin sosyodemografik yapısının ülke geneli ile karşılaştırmalı olarak incelenmesi hedeflenmiştir.
- Yıkılan konut stoğunun yeniden inşasının uygulanabilirliğini değerlendirmek amacıyla, dünya genelinde büyük depremler sonrası gerçekleştirilen konut üretim süreçlerinin incelenmesi hedeflenmiştir.
- İnşaat süresi ve maliyetleri üzerinde önemli etkisi bulunan cephe imalatlarının hız, maliyet ve kalite kriterleri çerçevesinde konvansiyonel ve prefabrik modüler yöntemler açısından karşılaştırılması ve bu doğrultuda sektör temsilcilerinin görüşlerine ulaşılması hedeflenmiştir.
- Sektörel görüşleri analiz etmek amacıyla konut üretimi yapan firmaların temsilcileriyle yapılan görüşmeler ile deneyimlerin elde edilmesi hedeflenmiştir.
- Elde edilen deneyimler doğrultusunda oluşturulan sorular aracılığıyla, inşaat sektörü paydaşlarının hız, maliyet ve kalite kriterleri açısından prefabrik modüler cephe sistemlerine ilişkin görüşlerinin alınması hedeflenmiştir.
- Sektör temsilcilerinin görüşlerinin saha araştırması sonuçları ile uyumluluğunun değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

1.6 Çalışmanın Önemi ve Kapsamı

1.6.1 Çalışmanın Önemi

Yaşanan depremler Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi'ne (ADNKS) (akt. Güvendi, 2023) göre deprem 11 şehirde toplam 14.013.196 kişiyi etkilemiştir. Bu nüfus Türkiye nüfusunun %16,43'ünü oluşturmaktadır. Depremlerin Türkiye'nin Suriye sınırına yakın bir noktada gerçekleşmesi sebebiyle Suriye'nin bazı sınır kentleri de yıkıma uğramış ve konut stoğunda kayıplar yaşanmıştır. Bölge halkının kişi başı düşen GSYH'si Türkiye ortalamasının bir hayli altındadır (TÜİK, 2022). Bu durum hızlı ve ucuz konuta olan ihtiyacı daha da elzem hale getirmektedir. Bölgede hizmet sektörü ve tarım sektörü ön plandadır. İnşaat sektörü iktisadi faaliyet kolları içinde küçük bir paya sahiptir (Elâzığ hariç; 2020 Elâzığ Depremi sonrasında yapılan inşaat faaliyetleri sebebiyle). Barınma Hakkı, Birleşmiş Milletler tarafından insan hakları hukukunda temel bir hak olarak kabul edilmektedir. Türkiye coğrafyası üzerinde fay hatları bulunması ve potansiyel depremlere ev sahipliği yapma ihtimali sebebiyle hızlı kalıcı konut üretimi planlaması hayati bir önem taşımaktadır. Afetzedelerin hızla kalıcı konutlara ulaşması gerekmektedir. Bu çalışma afetzedelere barınma haklarını daha hızlı, ucuz ve konforlu bir şekilde sağlanmasını işlemesi sebebiyle önemlidir.

1.6.2 Çalışmanın Kapsamı ve Kısıtlılıkları

Prefabrik modüler inşaat yöntemleri çeşitli ekonomik, ekolojik ve sosyal sürdürülebilirlik avantajları açısından dünyada konut üretiminde konvansiyonel yönteme alternatif bir yöntem olarak görülmektedir. Çalışma; prefabrik modüler inşaat yöntemlerini ve özelliklerini inceleyerek, uygulanabilirlik açışından değerlendirmeyi Türkiye coğrafyası içerisinde kısıtlandırılmıştır. Konut üretimi çok geniş bir alan olduğu göz önüne alınarak araştırma yüz yüze mülakatlar, anket ve saha araştırması kısmında prefabrik cepheler üzerinde kısıtlandırılmıştır. Cepheler proje takviminde zaman yönetiminde önemli bir zaman dilimini kaplarken maliyet açısından, cepheler toplam yapı maliyetinin yaklaşık %15-40'ını temsil etmektedir (Hall, 2002).

Bu tez çalışması, belirli bir konu ve belirtilen kapsam çerçevesinde yürütülmüş olup, araştırma sürecinde çeşitli sınırlılıklar söz konusu olmuştur. Araştırma sorularına odaklı kalmak, kaynaklara erişim, zaman ve bütçe kısıtları gibi

nedenlerle bazı alanlara sınırlı düzeyde yer verilebilmiştir. Aşağıda bu çalışmanın temel kısıtlılıkları madde madde açıklanmıştır:

- Yapılan yüz yüze mülakat ve anket çalışmalarında son kullanıcı görüşleri kapsam dışı bırakılmıştır. Çalışmada öncelikli olarak teknik personel ve sektör temsilcileriyle veri toplanmış, prefabrik konutlarda yaşayacak son kullanıcıların (konut sahipleri, depremzedeler vb.) görüşlerine yer verilmemiştir. Bu durum, kullanıcı deneyimi perspektifinin değerlendirme dışı kalmasına neden olmuştur.
- Yapılan yüz yüze mülakat ve anket çalışmalarında mavi yaka çalışanların görüşlerine başvurulmamıştır. Anket ve mülakat çalışmaları yalnızca teknik beyaz yaka personelle gerçekleştirilmiştir. Şantiyede aktif rol alan ustalar ve işçiler gibi mavi yaka çalışanların bilgi ve deneyimlerine başvurulamamıştır.
- Saha araştırması kapsamında hız ve maliyet verileri elde edilirken, kalite verileri sınırlı kalmıştır. Saha araştırmaları sırasında hız ve maliyet gibi daha somut ve ölçülebilir parametrelere odaklanılmış; kalite kriterleri ise yeterli düzeyde veriyle desteklenememiştir. Kalite değerlendirmesi büyük ölçüde literatüre dayalı kalmıştır.
- Saha araştırması kapsamında sürdürülebilirlik ve güvenilirlik konuları test edilmemiştir. Prefabrik yapıların ve cephelerin sürdürülebilirlik ve güvenilirlik potansiyelleri teorik olarak tezde incelenmiş; ancak bu nitelikleri doğrulamaya yönelik deneysel ya da teknik test çalışmaları, zaman ve maliyet kısıtları nedeniyle yapılmamıştır.
- Yapılan araştırma kısmı yalnızca deprem bölgesiyle sınırlı kalmamıştır. Olası gelecek afet senaryoları göz önünde bulundurularak yalnızca deprem bölgesindeki paydaşlarla değil, Türkiye genelinde faaliyet gösteren sektör temsilcileriyle de mülakat ve anket çalışmaları yapılmıştır. Bu durum yerel koşullara özgü değerlendirmeleri sınırlayabilir.
- Lojistik süreçler detaylı analiz edilmemiştir. Prefabrik yapı sistemlerinde lojistik, maliyet ve hız açısından önemli bir bileşen olmasına rağmen, anket ve mülakatlarda lojistik süreçlere (nakliye, montaj süresi vb.) özel olarak yer verilmemiştir.

- Alternatif yapım teknolojileri tez çalışmasında kapsam dışı bırakılmıştır. Araştırmada yalnızca prefabrik modüler yapım yöntemlerine odaklanılmış; 3D yazıcı teknolojileri gibi yeni nesil üretim yöntemleri karşılaştırmaya dahil edilmemiştir.
- Prefabrik yapı malzemelerinin çeşitliliği derinlemesine ele alınmamıştır. Prefabrikasyon sistemlerinde kullanılan malzemelerin türleri ve özellikleri oldukça çeşitlidir. Bu çalışma genel bir çerçeve sunmuş olsa da malzeme bazlı teknik ayrıntılar kapsam dışında tutulmuştur.

1.7 Araştırma Metodolojisi ve Veri Toplama

Bu tez çalışması, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri sonrasında Türkiye'de kalıcı konut üretiminde prefabrik modüler cephe sistemlerinin uygulanabilirliğini sektör görüşleri ile ortaya koymuştur. Çalışma kapsamında, prefabrik ve konvansiyonel yapım yöntemleri; zaman, maliyet ve kalite ölçütleri çerçevesinde karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır. Türkiye'de prefabrik yapım teknolojilerinin potansiyel avantaj ve dezavantajlarını belirlemek amacıyla yürütülen araştırma, kapsamın genişliği nedeniyle konut yapılarına ait cephe sistemleri ile sınırlandırılmıştır. Bu bağlamda hem nitel hem de nicel veri toplama ve analiz yöntemlerinin bir arada kullanıldığı karma araştırma yöntemi benimsenmiş, böylece elde edilen bulguların geçerlik ve güvenirliğinin artırılması hedeflenmiştir. Çalışmanın yöntemsel yapısı, Creswell'in sıralı araştırıcı (keşfedici ardışık desen) modeline dayanmaktadır. Bu modelin seçilmesindeki temel gerekçe, araştırma probleminin hem karmaşık yapısı hem de alan verilerinin sınırlılığı nedeniyle önce nitel keşif yapılıp, ardından elde edilen bulguların geniş örneklemle sınanmasını gerektirmesidir. Araştırma süreci boyunca hem akademik literatürden hem de sektör içinden elde edilen bilgiler bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmiştir.

Çalışmanın ilk aşamasında teze konu olan problemin tam olarak anlaşılması ve öne sürülen çözüm yönteminin detaylı bir şekilde incelenmesi adına bir literatür taraması yapılmıştır. Yapılan literatür taramasında yaşanan depremin büyüklüğünün ortaya konması amaçlanmıştır. Depremin büyüklüğünü ve etkilerini anlamak amacıyla, Türkiye Cumhuriyeti devletine ait kurumlar ile Birleşmiş Milletler ve Dünya Bankası gibi uluslararası kuruluşların veri tabanları taranmıştır. Bu kapsamda afet sonrası konut üretimine ilişkin çeşitli raporlar incelenmiştir.

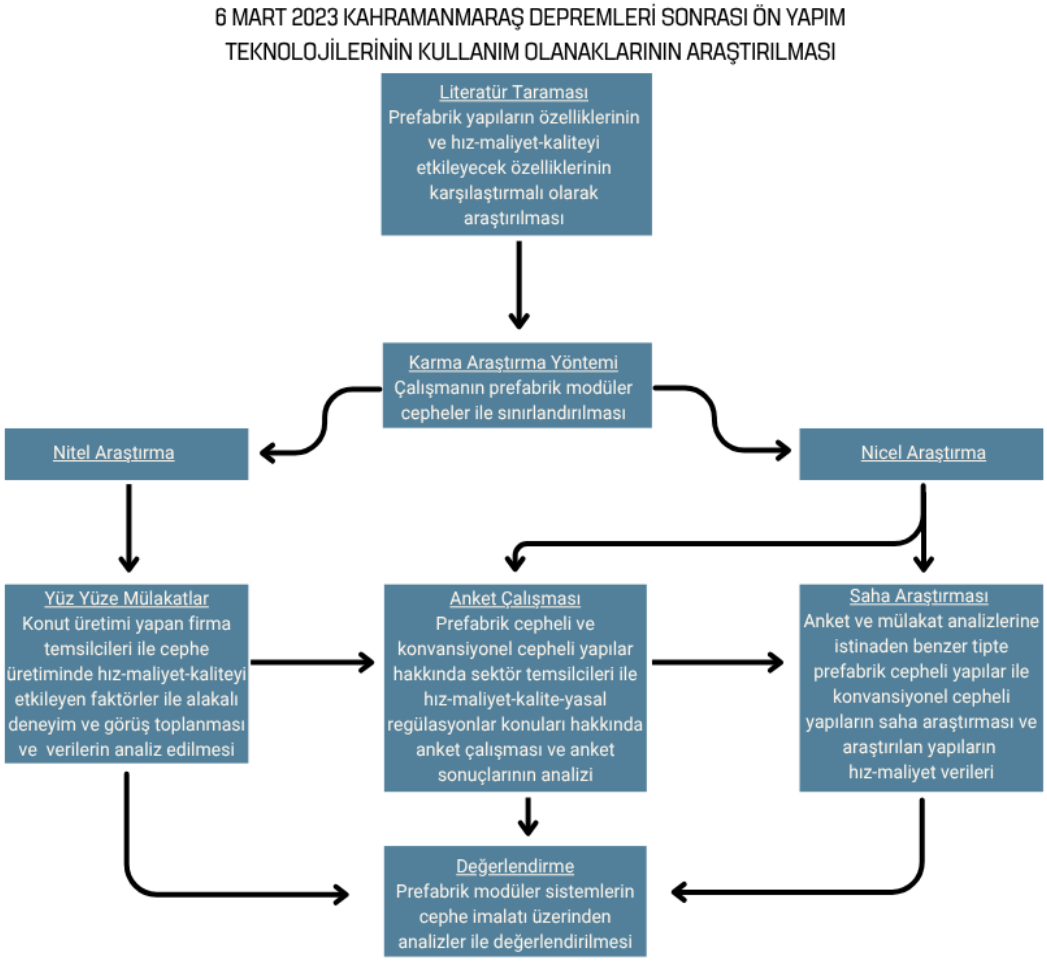
Ayrıca benzer büyüklükteki depremlerdeki yeniden yapılanma süreçleri örnek alınarak karşılaştırmalı değerlendirmeler yapılmıştır. Daha sonrasında ise prefabrik modüler yapı ve cephe sistemleri için detaylı bir literatür taraması yapılmıştır. Bu araştırmalar yapılırken Yıldız Teknik Üniversitesi Kütüphanesi Alternatif Kampüs Dışı Erişim Sisteminden, Dergipark veri tabanından, Web of Science veri tabanından, YÖKTEZ veri tabanından ve AIA açık kaynaklarından yararlanılmıştır. Belirtilen sistemlerde bulunan arama motorlarında "deprem sonrası yeniden yapılaşma", "prefabrik kalıcı konut üretimi", "prefabrik konut üretimi", "modüler konut üretimi", "prefabrik cepheler", "giydirme cepheler", "cephe teknolojileri" anahtar kelimeleri Türkçe ve İngilizce olarak aratılmıştır. Elde edilen kaynakların referans aldığı çalışmalar da incelenerek elde edilen veriler kümülatif olarak toplanmıştır. Araştırılan konularda uzmanlarla tanışmak ve veriler elde etmek için Türkiye Prefabrik Birliği ve Türkiye Cephe Derneğinin yüz yüze ve online etkinliklerine katılım sağlanmıştır. Toplanan veriler ve dokümanlar Microsoft klasörlerinde alakalı konu başlıkları altında tez içerisinde kullanılmak üzere sınıflandırılmıştır.

Araştırmanın ikinci aşamasında, konunun derinlemesine anlaşılabilmesi amacıyla nitel veri toplama yöntemi olarak yarı yapılandırılmış yüz yüze görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar; konu üretimi yapan inşaat firması sahipleri veya firma temsilcilerinden oluşan 15 sektör temsilcisidir. Görüşmeler, "cephe imalatı" ile sınırlandırılmıştır. Katılımcıların deneyimlerinden yola çıkılarak hız, maliyet, kalite ve yasal sınırlandırmalar başlıklarında temalar oluşturulmuştur. Görüşmeler Braun ve Clarke'ın Tematik Analiz Yöntemi ile analiz edilmiştir. Analizler yapılırken MaxQDA yazılımı ve TurboScribe yapay zekâ yazılımı kullanılarak görüşmeler yazılı metinlere dönüştürülmüştür. Temaların ve kodların oluşturulması için yine MaxQDA yazılımından faydalanılmıştır.

Üçüncü aşamada, elde edilen nitel bulgular doğrultusunda oluşturulan sorular ile Türkiye genelinde inşaat sektöründe çalışan teknik personellere yönelik nicel bir anket çalışması yapılmıştır. Anket 366 katılımcı ile uygulanmış, örneklem büyüklüğü %95 güven düzeyi ve %5,1 hata payına göre hesaplanmıştır. Elde edilen veriler önceki nitel verilerle ilişkilendirilerek analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar anket katılımcıları içerisinde alt gruplar oluşturularak karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir. Anket çalışması katılımcılar ile Google Forms internet sayfası

üzerinden paylaşılmıştır ve Google Forms ile bağlantılı olarak çalışan Google Tablolar üzerinden anket sonuçları Microsoft Excel dokümanı olarak indirilmiştir. İndirilen anket sonuçları alt gruplar arasında kıyaslamalı olarak SPSS 27.0 yazılımından yararlanılarak analiz edilmiştir.

Dördüncü aşamada mülakatlar ve anket çalışmasından elde edilen bulgular bir saha araştırması yapılarak 5 yapı özelinde incelenmiş ve veriler çalışma içerisine eklenmiştir. Yapılan çalışmanın araştırma şeması Şekil 1.2'de olduğu gibidir.

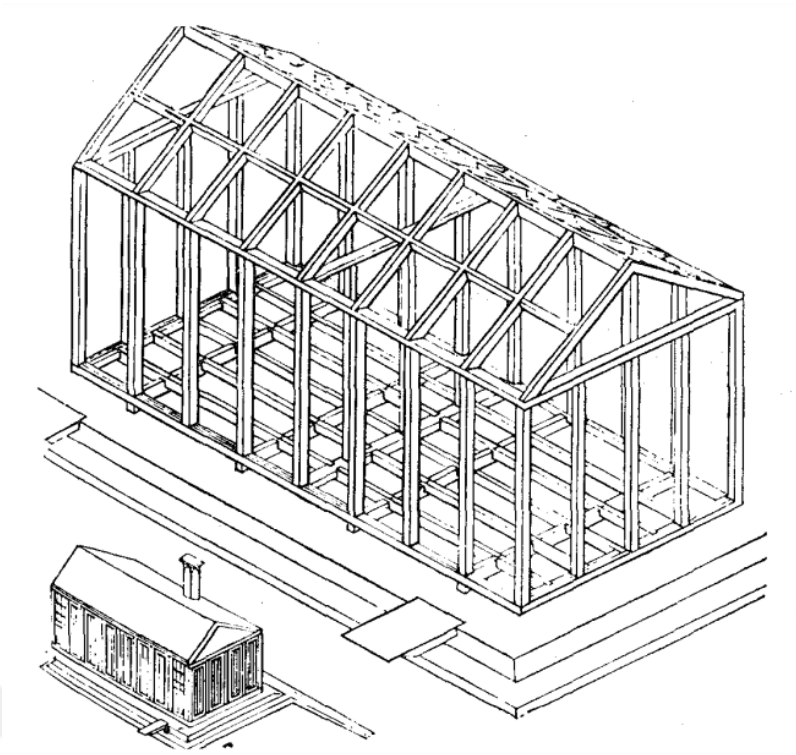


Şekil 1.2 Araştırma Şeması

Araştırma; yapılan yüz yüze görüşmelerden, yapılan anketten, konferans notlarından, saha araştırmalarından elde edilmiş fotoğraflardan ve gözlemlerden birincil bilgiler içerir. Buna ek olarak ilgili kurum ve kuruluşlardan alınan veriler ve belgelerden, veri tabanlarından, gazeteler ve haber ajanslarından, bilimsel makalelerden, denemelerden ve kitaplardan elde edilmiş ikincil bilgiler içerir.

2
YAPIMDA ENDÜSTRİLEŞME: PREFABRİK MODÜLER KONUT VE CEPHE SİSTEMLERİ

Prefabrik ya da prefabrike kelime anlamı olarak Oxford sözlüğüne göre kullanım arazisi dışında fabrikalarda üretilip kullanım arazisi üstünde hızlı bir şekilde montajlanabilen ürünleri ifade etmektedir. Gültek (2012) prefabrikasyonu yapının tamamı veya büyük bir bölümünün fabrika ve atölye ortamında üretilmesi olarak tanımlamıştır. Beton prefabrik üretimin geçmişi ise betonun ilk bulunmasına kadar antik Roma'ya yaklaşık iki bin yıl öncesine dayanıyor (Akt. Gültek vd., 2023). Endüstriyel üretim, konut sektörü için sanayi devrimin sonrasından günümüze kadar önemli ve canlı bir olgudur; İngiliz kolonilerinin genişlemesi ile önden üretimli yapıların ihtiyacı ön plana çıkmıştır. Bu fikir ilerleyen zamanlarda Ludwig Mies van der Rohe, Walter Gropius ve Konrad Wachsmann gibi Modernist mimarlar tarafından ileri taşınmış ve ulaşılabilir konut fikirleri olarak ortaya atılmıştır (Vogler, 2015). Bilinçli olarak üretilmiş ilk prefabrik yapının geçmişi 200 yıl öncesine kadar dayanmaktadır (Şekil 2.1). Gropius 1911'de Hagen'deki "Anıtsal Sanat ve Endüstriyel Mimari" konulu konuşmasında yapı üretiminde, parçaların prefabrikasyonu ve şantiyede montaj gibi yapım teknikleri ile makineleşmenin kaçınılmaz olduğunu; prefabrikasyonun tasarımsal olarak kısıtlayıcı olduğunu onaylasa da iyi bir tasarımcının bununla baş edebilmek gibi bir vazifesi olduğunu vurguluyordu. Gropius mimarlığın insanların değişen ihtiyaçlarına karşılık veren bir meslek olduğunu ve sanat ile teknolojinin birleşmesinin mimarın bir vazifesi olduğunu düşünüyordu (Koman, 2021). Yapımda endüstrileşmeye yönelik güçlü girişimler 1920'lere yaklaşırken görünmüş ve Le Corbusier, Gropius, Mies Van Der Rohe gibi dönemin öncü mimarları yapılarında prefabrik elemanlar kullamıştır (Gültek vd., 2023).



Şekil 2.1 Manning Kulübesi Londra, Henry Manning, 1846; akt. Lewis, 1985.

Süregelen zaman içerisinde prefabrik yapılar çoğunlukla zorunlu şartlar sebebiyle tercih edilmiştir. Prefabrik yapıların uygulanabilirliği üretim yapılan fabrikanın konumu ve montajın yapılacağı saha ile doğrudan bağlantılıdır. Bu ihtiyaçlar doğrultusunda yapılar tamamen prefabrik olarak üretilebileceği gibi yarı konvansiyonel yarı prefabrik olarak da üretilebilir. Bu durum üretimin şeklini, montajın tipini, üretim yapılacak malzemenin çeşitliliği gibi durumları etkilemektedir.

Ereğli Demir ve Çelik Fabrikası lojmanları 1962-65 yılları arasında Türkiye'nin ilk prefabrik konut adaları olarak gerçekleşen bir toplu konut çalışmasıdır (Büyükyıldırım, 2020). Zaman içerisinde endüstriyel üretim konut üretiminin içerisinde çeşitli mimari denemeler ile entegre edilmeye çalışılmıştır. Behruz ve Altuğ Çinici'nin 1971-1975 yılları arasında projelendirip uyguladığı Çorum Binevler Konut Yerleşimi projesi prefabrikasyonun yerel üretimle desteklenmesi adına Türkiye'den önemli bir örnektir. Projede, yerel istihdam yaratmak amacıyla prefabrik üretim tesisi, hafif beton atölyesi ve ahşap atölyesi gibi yapılar inşa edilmiştir. Bu prefabrik üretim tesislerinde üretilen ürünler konutların inşasında ve cephe tasarımında kullanılmıştır (Atay, 2019). Ülkemizde prefabrik üretim konut alanında girişimler olmuş olsa da yaygınlaşmış bir uygulama değildir. Prefabrik

cephe sistemlerinin ise uygulamaları günümüzde özellikle sıkışık kent alanlarında ve yüksek katlı yapılarda çeşitli örneklerle karşımıza çıkmaktadır.

2.1 Prefabrik Modüler Cepheler ve Özellikleri

Cephe kelimesi yapılar için Doğan Hasol (1990/2019) tarafından mimarlık sözlüğünde "bir binanın görünen yüzeylerinden her biri, özellikle ön yüz veya bina yüzüne dik doğrultuda sonsuzdan bakılan görünüş" olarak açıklanmıştır. Cephe kelimesi yerine kullanılan alternatif bir başka kelime de "yüz" dür. Eyüce (2002) "yüzü" binanın içi ve dışını birbiri ile ilişkilendiren bir arakesit olarak tanımlamış ve cephenin hem iç mekâna hem dış mekâna karşı yükümlülükleri olduğunu belirtmiştir.

Giydirme cephe sistemleri ilk olarak Walter Gropius'un 1926'da Dessau'daki Bauhaus okulunun tasarımında uygulanmıştır (Şekil 2.2). Bu modern ve işlevsel yaklaşım, II. Dünya Savaşı sonrası ticari yapılarda yaygınlaşmıştır, zaman içerisinde titanyum, paslanmaz çelik, lamine cam, fiber takviyeli cephe panelleri, kompozit malzemeler inşaat sektöründe cephe malzemesi olarak popülerlik kazanmıştır (Abdelfettah, 2023).



Şekil 2.2 Bauhaus Binası, 2024, Gili Merin

Üç farklı prefabrik yapı sistem bulunmaktadır; çerçeve sistemler, panel sistemler ve hücre sistemler (Harris vd., 2021). Hücre sistemler hücresel (volümetrik)

birimlerden oluşur ve yatay düşey paneller birlikte çalışır. Hücresel birimlerden oluşan prefabrik yapılarda en dıştaki hücrelerin dışarıya bakan düşey panelleri cepheyi oluşturur. Bu sistemde genellikle hücrenin kendisi yani cephe kısımları bir taşıyıcı eleman görevi de üstlenmektedir. Panel sistemlerde düşey paneller, dış örtüyü oluşturmak ve mahalleri ayırmakla beraber taşıyıcılık görevi de üstlenmektedir. Fakat iskelet sistemlerde yapının bir taşıyıcı iskeleti bulunur ve cephe panellerinin görevi sadece yapının dış örtüsünü oluşturmaktır. Şekil 2.3'te görüldüğü üzere görseldeki yapının betonarme bir taşıyıcı sistemi bulunmakla birlikte paneller yükünü bu sisteme aktarmaktadır. Paneller kendi ağırlığı taşırken bu yükü çelik karkas sistemleri ile binaya aktarmaktadır.

Özellikle Endüstri Devrimi sonrası gelişen yeni teknolojilerle ve modern mimarinin yaygınlaşması ile giydirme prefabrik cepheler en önemli mimari elemanlardan biri haline gelmiştir ve yaygınlaşmıştır, malzeme teknolojisinin de bu dönemde gelişmesi ile tekil malzemeler yerine geliştirilmiş "kompozit" malzemeler yani bileşimler kullanılmaya başlanmıştır (Güvenli, 2006). Zaman içerisinde cephe elemanları, yapının dış kabuğu olarak ana taşıyıcı sistemden ayrışarak, farklı performans kriterlerini karşılayacak biçimde gelişim göstermiştir. Strüktürel sistemi tamamlanmış bir yapının dış etkenlerden korunması amacıyla, yapı kabuğunun kısa sürede kapatılması önem kazanmıştır. Bu gereksinimi karşılamak üzere geliştirilen ve yüksek düzeyde performans sağlaması hedeflenen hazır cephe panelleri, yapısal dönüşümün önemli bileşenlerinden biri haline gelmiştir (Akkan ve Vural, 2022). Alüminyum, paslanmaz çelik, cam, betonarme (çelik ve betonun birlikte kullanıldığı malzemeler), katkılı betonlar, cam elyaf katkılı beton paneller (GRC: glass reinforced concrete), laminat paneller (sıkıştırılmış kâğıt katmanlarından elde edilmiş paneller) ve gelişen teknoloji ile çok daha fazla kompozit prefabrik cephe malzemesi yapılarda günümüzde kullanılmaktadır. Yaman (1998) metal esaslı malzemelerden üretilen prefabrik cepheleri son çeyrek yüzyılın en önemli yapısal gelişimi olarak görmektedir. Bunun sebepleri olarak daha hafif ve daha ince işlenebilmesi, seri üretime açık olması, hızlı olması, estetik olması, kirlenmeye karşı direnci ve daha büyük ölçüde panellerin oluşturulabilmesi görülmektedir (Akyürek, 1991). Prefabrik cephe panelleri fabrikalarda çeşitli şekillerde üretilebilir. Panelin büyüklüğü kullanılan malzemenin özelliklerine ve panelin taşıyıcı sistemine göre değişkenlik gösterebilir. Bununla birlikte fabrikadan

şantiyeye taşınacak bir ürün olacağı için taşıma yöntemine göre de panel büyüklükleri kısıtlanabilir. Paneller fabrika ortamında yalıtımlı veya yalıtımsız olarak üretilebilir. Buna ek olarak paneller kaplamalı, kaplamasız, boyalı ya da astarlı olacak şekilde üretilip inşaat sahasına transfer edilebilir (Oktuğ, 1991). Farklı tiplerde üretim ve malzeme kullanımının ortaya çıkmasının nedeni olarak; tasarım ihtiyaçları, üretim teknolojileri, montaj yöntemleri ve işlevselliğe yönelik taleplerin değişmesiyle birlikte, cephe sistemlerinde hava ve su sızdırmazlığı, ısı ve ses yalıtımı, nem kontrolü, güneş ışınımına karşı direnç ve yangın dayanımı gibi performans kriterlerinde önemli gelişmeler yaşanmış olmasıdır (Atalay, 2006). Fabrika ortamın üretilen panellerin büyüklüğüne göre cephe elemanları iskele veya vinç yardımıyla monte edilebileceği gibi (Gültek vd. 2023) (Şekil 2.3 ve Şekil 2.4), bazı hafif cephe malzemeleri ise bina içerisinde taşınarak da monte edilebilir (Şekil 2.5).

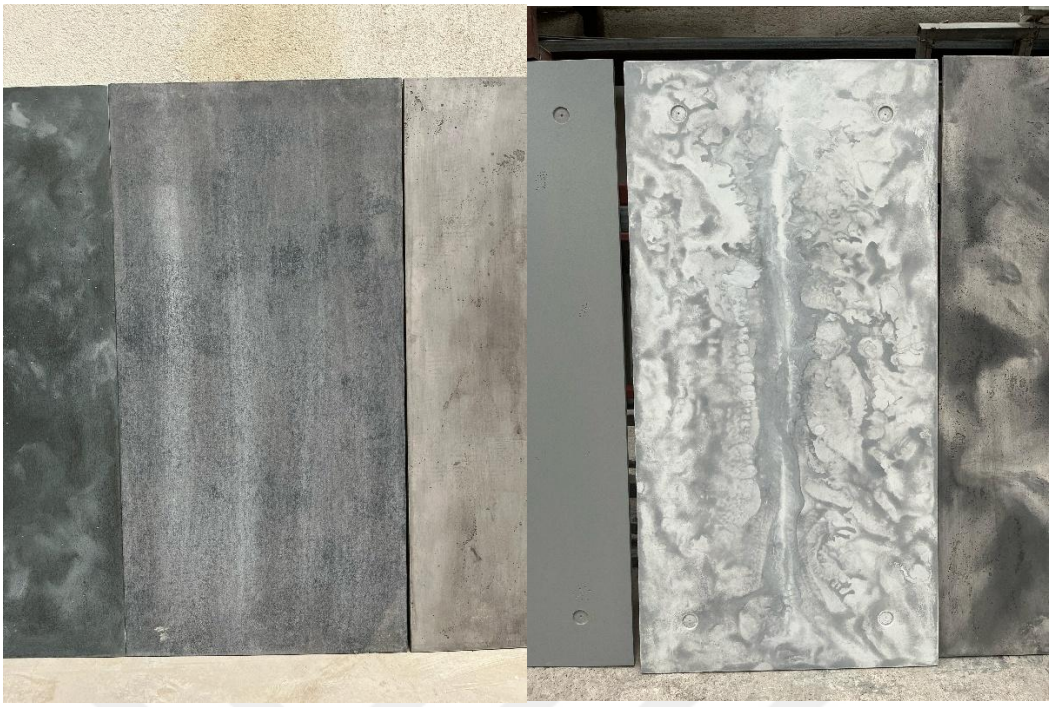


Şekil 2.3 Prefabrik bir cephenin şantiye ortamında giydirilme süreci, İncesu Kayseri, 2024, Mustafa Enes Berk



Şekil 2.4 Prefabrik cephenin elemanının vinç yardımıyla yapı üzerine taşınması ve monte edilmesi, İncesu Kayseri, 2024, Mustafa Enes Berk

Prefabrik cephe panellerinin, önceki bölümlerde işlenilen prefabrik üretim ile sağlanan özelliklerine ek olarak farklı olarak, bazı ekstra avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Özellikle beton esaslı prefabrik cephe panellerinde pek çok renk, motif ve yüzey tekstürü olanakları bulunmaktadır (Şekil 2.5) (Gültek vd., 2023). Buna ek olarak prefabrik cephe panelleri yenilikçi formlar oluşturmak için de uygun bir yöntemdir. Zaha Hadid Architects tarafından tasarlanan Haydar Aliyev Kültür Merkezi'nin (Şekil 2.6) çeperi cam elyaf destekli plastik (GRP) ve GRC kullanarak prefabrik cephe panelleri ile yapılmıştır (Zaha Hadid Architects, 2012). Prefabrik paneller sayesinde yapının eğrisel formları ortaya çıkartılmıştır (Şekil 2.7).



Şekil 2.5 Arch Betonica cam elyaf destekli motifli hafif beton cephe paneli, 2025, Mustafa Enes Berk



Şekil 2.6 Haydar Aliyev Kültür Merkezi, Zaha Hadid Architects 2007-2012, (Iwan Baan)



Şekil 2.7 Haydar Aliyev Kültür Merkezi, Zaha Hadid Architects 2007-2012, (Helene Binet)

2.2 Yapım Gereçlerine Göre Prefabrik Modüler Yöntemler

Prefabrik modüler yapılar farklı hammaddelerin farkı şekilde işlenmiş halleri ile üretilebilir. Çimento, çelik ve ahşaptan bazlı malzemeler prefabrik yapıların üretilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Alüminyum, cam, polimer, kompozit malzemeler, plastik ve bazı alaşımlar da prefabrik bazı materyaller olarak eklenebilir fakat bu malzemeler genellikle taşıyıcı malzeme olarak kullanılmamaktadır (Dağ, 2023). Yine aynı şekilde ahşap, beton ve çelik de kullanım yerine göre taşıyıcı olmayan malzemeler olarak da kullanılabilir. Bu malzemeler yerine göre tek başına bir yapıyı veya yapının iskeletini oluşturabilse de birden fazla malzemenin prefabrik elemanlar olarak üretilip beraber kullanıldığı sistemler de mevcuttur. Bu sistemler cephe içinde geçerlidir. Prefabrik cepheler giydirme cepheler olabileceği gibi taşıyıcı perde duvar işlemi gören panellerden de oluşabilir. Depremi (acil kalıcı konuta ihtiyaç olan diğer durumlarla birlikte) yaşayan bölgenin yeniden prefabrik olarak inşası için malzeme seçiminde malzemenin kolay ulaşılabilir ve ekonomik olması da önemlidir (Kalkan vd., 2020).

2.2.1 Beton Esaslı Malzemeler

Beton agreganın bağlayıcı bir madde ve su ile karıştırılmasından elde edilen malzemedir. Betonarme ise çelik malzemeler ile eğilme ve çekme kuvvelerine karşı güçlendirilmiş betonun adıdır. Betonarme, prefabrik yapı tiplerinde sıkça kullanılan bir malzemedir. Betonarme yüksek dayanım gücüne sahip bir malzemedir. Betonarmeyi oluşturan çelik ve betonun (betonu oluşturan agreganın özellikleri dahil) özelliklerine bağlı olmakla birlikte malzeme yangın dayanımı yüksektir (Kılıç, 2001). Kalıplamaya göre farklı ebatlarda ve formlarda üretim sağlanabilmektedir. Fabrikada üretim ile sahada üretimi imkânsız olan açıklıkları geçecek ürünler üretilebilir (TPB, 2023). Hızlı ve kolay montajlanabilen bir malzemedir. Türkiye içerisinde hammadde temini kolay bir prefabrik yapı malzemesidir. Bununla birlikte betonarme yapılar konvansiyonel yapılarda olduğu gibi prefabrik yapılarda da diğer malzemelere göre daha ağır yapılar üretmektedir. Betonarme prefabrik yapı elemanları da aynı şekilde ağırlığı fazla olması sebebiyle montaj sahasına nakliyesinde tonaj kısıtlamalarından daha çok etkilenmektedir. Yapının ömrü dolduğunda betonun yine diğer malzemelere göre daha zor dönüştürülebilir bir malzeme olması sebebiyle sürdürülebilirliği diğer malzemelere kıyasla düşüktür.

Türkiye'de betonarme prefabrik günümüzde sanayi yapılarında sıklıkla kullanılmaktadır fakat bu durum konut üretimi için geçerli değildir. Aslında betonarme prefabrik konut üretimi Türkiye için geç fark edilen bir konu değildir. Türkiye'de resmi ilk betonarme prefabrikasyon konut yapıları 1964-1965 yıllarında inşaatı tamamlanan Ereğli Demir ve Çelik Fabrikası lojmanlarıdır (Büyükyıldırım, 2020).

Türkiye'den bir betonarme prefabrik yapı örneği olarak Mucize Konut Aktek Palmiye Konutları 2005 yılında Alacalı Yapı tarafından Van'da inşaat edildi (Şekil 2.8). Yapının prefabrik çubuk elemanları (kolonlar, kirişler vb.) ve prefabrik döşemeleri fabrika ortamında üretilip sahada montajlanmıştır. C50 beton kullanılarak Ala-Sawa sistemi ile yapılan bu konut yapısı 2011 yılında yaşanan Van Depremi esnasında çevre binalar yıkılmasına rağmen hasarsız bir şekilde depremi atlatmıştır (TPB Konferansı Notları, 2023). 7,2 Mw büyüklüğündeki deprem 25 saniye sürmesine rağmen yapı yüksek dayanım göstermiştir. Çok katlı bir konut yapısıdır ve konvansiyonel yöntemle planlanan bir konut yapısına göre çok daha

hızlı bir şekilde inşa edilmiştir. Betonarme prefabrik yapılar çok katlı konut inşaatları için uygun ve hızlı bir yapım yöntemidir. İsveç'te 2009 yılı verilerine göre alçak katlı müstakil yapılar için genellikle ahşap prefabrik yapılar kullanılırken, 4 kat ve daha yüksek katlı yapılar için betonarme prefabrik yöntemin kullanılma oranı %90'dır (Jonsson, 2009).

Betonarme prefabrik konut inşaatları çubuk elemanlardan yapılabileceği gibi beton paneller ve bitmiş modüler birimlerden de yapılabilir. Şekil 2.9'da Türkiye'de çift duvar panel sistemi ile üretilen bir prefabrik bina inşaatı görülmektedir. Panel sistemler ve döşemeler fabrikalarda üretilip inşaat sahasında montajlanıp ıslak birleşim ile birbirlerine sabitlenmiştir.



Şekil 2.8 Mucize Konut Aktek Palmiye Konutları, Alacalı Yapı, Van Türkiye, 2005.



Şekil 2.9 Çift duvar panel sistemi ile üretilmiş bir inşaat, Türkiye, Ete Beton, 2023.

Beton paneller taşıyıcı paneller olarak projelerde kullanılabileceği gibi yapı taşıyıcıları tarafından taşınan prefabrik cephe kabuk elemanları olarak da kullanılabilmektedir. Şekil 2.10'da cam elyaf destekli betonarme cephe paneli örneği gözükmektedir. Bu paneller kendinden yalıtımlı olarak üretilebilir, aynı zamanda binanın iç tarafına bakan yüzeyleri de işlenmiş halde de üretilebilir. Bu sayede hem iç hem dış duvarlar tek bir montaj ile çözümlenmiş olur. Sandviç panel mantığı ile üretilen cephe panelleri, su, nem, ısı ve ses yalıtımı katmanlarını içinde barındırabilmektedir.



Şekil 2.10 Kendinden yalıtımlı GRC prekast beton cephe panelleri, Konya, 2025, Mustafa Enes Berk

2.2.2 Metal Esaslı Malzemeler

Metal esaslı yapı malzemelerinden en yaygın olanı çeliktir. Çelik işlem görmüş demirden yapılan bir alaşımdır. Çelik üretiminden uygulanan işlemler sayesinde demirden daha sağlam ve daha hafiftir. İşlenme şekillerine göre farklı tipleri bulunmaktadır. Çelik yapılar hafif çelik yapılar ve ağır çelik yapılar olarak ikiye ayrılır. Hafif çelik yapılar, malzeme et kalınlığı daha ince ürünlerle inşa edildiği için bu ismi almıştır. Ağır çelik elemanlarda çelik ısıl işlem görerek sıcakta form kazanırken hafif çelik elemanlarda soğukta form kazandırılır (Ünal & Fenkli, 2023). Çelik, betonarmeye göre daha hafif olmasına rağmen, birim hacimde daha yüksek taşıma kapasitesine sahiptir. Hafif çelik yapılar orta ve düşük katlı prefabrik konutlar üretmeye daha uygundur (Şekil 2.11), ağır çelik yapılar ise dünyanın en yüksek yapılarında dahi karşımıza çıkmaktadır (Günel ve Ilgın, 2014). Çelik küçük kesitlerde büyük yükler taşıyabilmesi sayesinde modüler prefabrik yapılarda diğer malzemeler ile birlikte sıklıkla kullanılmaktadır. Çelik ve metal esaslı diğer ürünler taşıyıcı kapasitelerine ek olarak dış koşullara karşı dayanıklı olması sebebiyle cephe elemanı olarak da kullanılabilmektedir.

Şekil 2.12'de görülen Shop Architects tarafından tasarlanan B2 yapısı bittiği zaman dünyanın en uzun modüler konut yapısıydı. AIA ve NIBS'ın (2019) raporuna göre 32 katlı yapı, çelik karkaslı 930 prefabrik modüler birimlerden oluşmakta olup ve

yaklaşık %60'ı fabrika ortamında üretilmiştir. Güçlü bir taşıyıcı olması ile birlikte farklı türleri ile cephe kaplamak, korkuluklar üretmek ve diğer yapısal görevler içinde kullanılabilmektedir. Prefabrik bir yapıdaki çelik malzemeler zaman içerisinde yıprandığı takdirde yenilenebilir ve bu sayede daha uzun bir yapı ömrü sağlanabilir. Aynı şekilde yenilenmek üzere değiştirilen prefabrik çelik yapı elemanları neredeyse tamamen dönüştürülebilir. Bu sayede metallerin geri dönüşümü büyük bir sektör oluşturmakta ve demir çelik endüstrisinin ayrılmaz bir parçası olarak kabul edilmektedir (Ergün ve Bulut, 2024). Özellikle hafif çelik yapılar için montaj ve nakliye kıyasla daha kolaydır. Türkiye ekonomisi içerisinde çelik betonarmeye kıyasla daha yüksek üretim maliyetine sahiptir. Bir diğer dezavantaj olarak çelik yapıların ısı iletkenlikleri yüksek ve yangın dayanımları kıyasla daha düşüktür. Bunun sebebi çeliğin yanıcı olması değil, yüksek sıcaklıkta şekil değiştirmeye ve yüksek oranda genleşmeye yatkın olmasıdır (Kılıç, 2001).



Şekil 2.11 Türkiye'den bir hafif çelik prefabrik yapı şantiyesi, AA, 2018



Şekil 2.12 2016 yılında tamamlandığında dünyanın en yüksek modüler konut binası olan B2 461 Dean Street Yapısı, SHoP Architects

Metal esaslı malzemeler tasarımsal ve teknik kaygılar ile yapılarda prefabrik cephe elemanları olarak da sıkça kullanılmaktadır. Alüminyum cepheler, paslanmaz çelik cepheler ve çeşitli metallerden oluşan kompozit cepheler yaygın olarak kullanılan prefabrik cephe türleridir (Şekil 2.13).

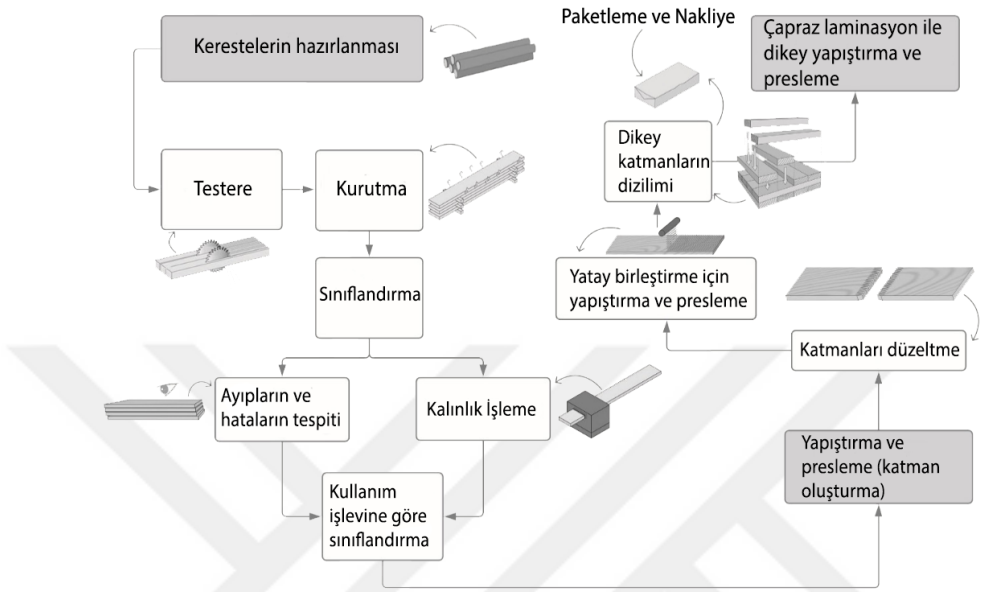


Şekil 2.13 Paslanmaz çelik cephe panelleri, 2025, Delta Cephe

2.2.3 Ahşap Bazlı Malzemeler ve CLT

Ahşap bazlı malzemeler bir diğer yaygın prefabrik yapı malzemesidir. Fabrika ortamında işlenmiş kereste bazlı malzemeler taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan prefabrik elemanlar olarak kullanılmaktadır. CLT (Cross Laminated Timber) yani çapraz lamine ahşap elemanlar prefabrik yapı yapımında son yıllarda gelişmekte ve yaygınlaşmaktadır. Ahşap bazlı ürünler tamamen doğal olması ile tamamen dönüştürülebilir ve sürdürülebilir malzemelerdir. Bununla birlikte üretim sırasında açığa çıkan karbon dioksit salınımı diğer tüm malzemelere kıyasla çok düşüktür (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Raporu, 2021). Endüstriyel ormanlarda üretilebilen malzeme ormanları da koruyarak tamamen çevresel bir tutumla üretilebilir. FSC (Forest Stewardship Council- Orman Yönetim Konseyi) belgesi, ormanlardan sürdürülebilir ürün teminini garanti eden bir sertifika sistemidir. Bu belge, ormanların ekolojik, sosyal ve ekonomik açılardan sürdürülebilir olduğunu gösterir. Endüstriyel üretim için kullanılan her ağacın yerine yenisinin konulduğunu garanti eder). CLT gibi özel işlenmiş bazı ahşap malzeme tipleri, normalde yangına karşı düşük dayanıma sahip bir hammaddeden üretilmiş olsa bile, daha makul seviyelerde yangın dayanımlarına ulaştırılmaktadır. CLT, ahşap parçaların yapıştırıcı madde yardımı ile belirli bir düzen içerisinde (birleşim yönleri, ağacın damarlarının yönleri, kalınlıkları, kesim açıları vb.) üretilip birbirine sabitlenmesi ile elde edilir

(Şekil 2.14). Bu işlem sayesinde taşıyıcı kapasitesi yüksek prefabrik yapı elemanları üretilmektedir. Üretilen elemanlar (taşıyıcılar, döşemeler, ara elemanlar, merdivenler ve dış cephe elemanları) ile orta yükseklikte konutlar rahatlıkla üretilmektedir (Şekil 2.15).



Şekil 2.14 CLT Üretimi temel üretim süreci, Kurzinski vd., düzenleyen M.E.Berk, 2022



Şekil 2.15 CLT (Cross Laminated Timber, Çapraz Lamine Ahşap) ile prefabrik olarak üretilmiş elemanların montajı, Dalheim, 2017

Genellikle katmanlar iğne yapraklı ve yumuşak ağaçların kerestelerinden elde edilmektedir (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Raporu, 2021). Proje bazlı üretime daha uygun olan CLT, raf ürünü olarak da üretilebilir. Kendi iç yapısı sayesinde doğal ses yalıtkanı ve termal yalıtkan bir malzemedir. Birim ağırlığı diğer malzemelere kıyasla daha düşüktür. Buna karşın CLT daha nitelikli bir iş gücüne ve yapım süreci organizasyonuna ihtiyaç duymaktadır. Çünkü CLT paneller yüksek nem çekme eğilimine sahiptir ve nakliye, montaj gibi süreçlerde diğer malzemelere

kıyasla daha iyi korunmalıdır (Karacabeyli & Douglas, 2013). Henüz yeni gelişmekte olan bir sektör olması ve hammadde sıkıntıları sebebiyle CLT ile yapılan prefabrik yapılar kıyasla daha yüksek inşaat maliyetleri yaratmaktadır. Ülkenin coğrafi konumu ve gerekli ağaçların yetiştiği ormanlara ne oranda sahip olduğu da maliyet açısından önemlidir. Türkiye bu gibi sebeplerden ötürü Avrupa kıtasına kıyasla daha maliyetli bir şekilde CLT üretimi yapmaktadır (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Raporu, 2021). Yine oturmamış bir sektör olması sebebiyle özellikle gelişmekte olan ülkelerde mevzuatlar ve yönetmelikler açısından kısıtlı kalmış bir malzemedir. ABD, Japonya, Çin, Brezilya ve birkaç diğer ülke CLT ve diğer ahşap bazlı malzemelerin üretimlerine ilişkin bazı standartlar yayınlamıştır, ANSI/APA PRG 320 ABD'nin çapraz lamine ahşap ve kereste standartlarını belirlemiştir, ISO'nun (International Standart of Organization) CLT standartı ise ISO 12696-1:2019'dur (Kurzinski vd., 2022).

Ahşap doğası gereği hammadde olarak dış etkenlere karşı yüksek dayanımlı bir ürün değildir. Fakat işlenmiş ahşap ürünlerle ve kompozit malzemelerle doğal ahşap cepheler üretmek mümkündür. Şekil 2.16'da CLT prefabrik taşıyıcı sistemler kullanılmış bir yapıda yine ahşap bazlı prefabrik cephe panellerinin montajı görülmektedir.

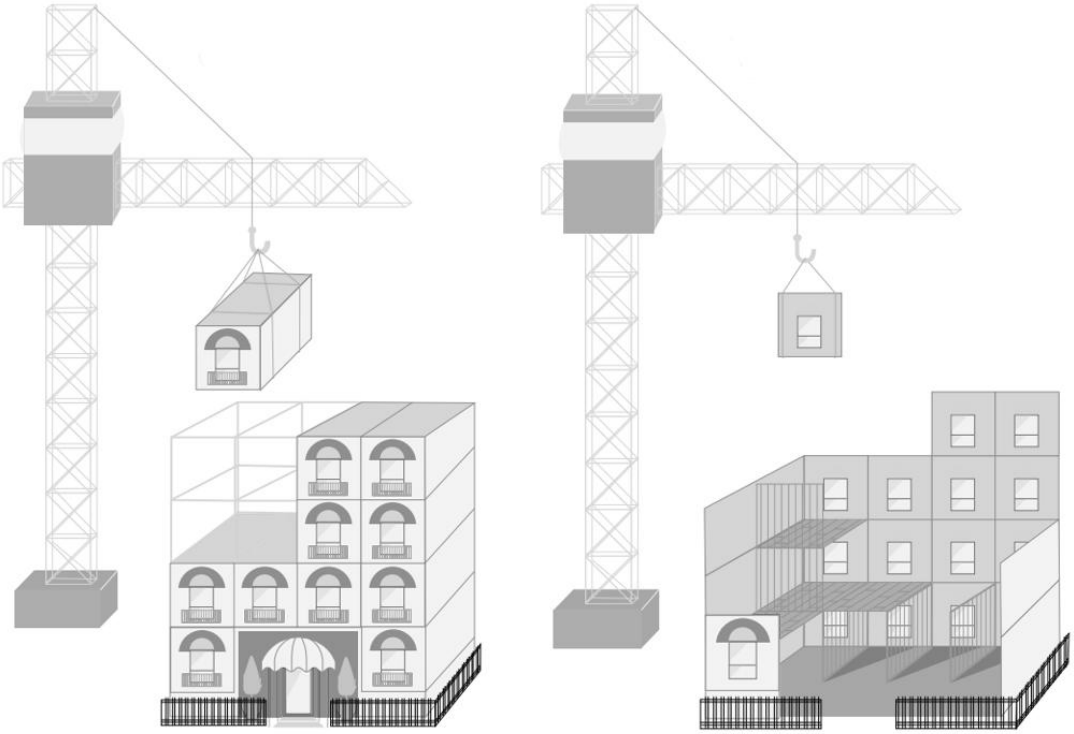


Şekil 2.16 Brock Commons Tallwood House, 2017, Acton Ostry Architects

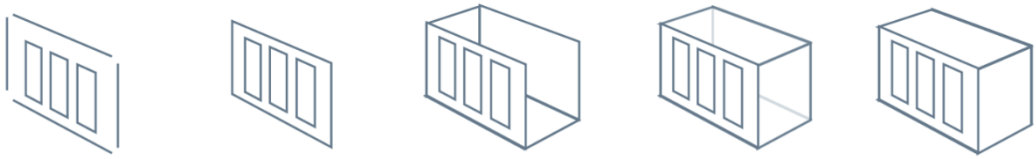
2.3 Prefabrik Modüler Yapıların ve Cephelerin Üretim Şekilleri

Prefabrik modüler yapılar farklı malzemelerle üretilebileceği gibi farklı yapım teknolojileri, farklı üretim şekilleri ile de üretilebilir. Yapıların konumları, yapı bölgesindeki hammadde ve yapı malzemelerinin tedarik kolaylığı, arazi formu, yapıya ulaşım sağlanacak yollar gibi çeşitli faktörler yapının üretim şeklinde önemli belirleyicilerdir. Üretim şekli çoğunlukla tasarıma bağlı bir faktördür. Bununla birlikte belirlenen üretim şekli yapının montajını makul kılacak şekilde yapılmalıdır. Bir yapıyı tamamen prefabrik ya da yerinde yapım olarak sınıflandırmaktan ziyade bu iki üretim şeklinin hibrit bir şekilde kullanımı da zaman zaman avantajlı bir durum sağlayabilir.

Fabrikada üretilen yapı elemanları kolon, taşıyıcı panel, kiriş, döşemeler, çatı kirişleri, makaslar, çatı aşığı, lento, bitmiş pencere kasaları, giydirme cepheler, tesisat ve elektrik sistemi elemanları gibi küçük birimler olarak üretilebilmektedir. Bununla birlikte bu elemanlarda fabrika ortamında birbiri ile montajlanarak daha büyük bitmiş birimler olarak da üretilebilmektedir (volümetrik üretim, panel üretim, birim elemanlar üretimi vb.) (Şekil 2.17). Buna ek olarak, duvarlardan mekanik sistemlere, boyamadan halıya kadar her şey montaj hattında tamamlanabilir (Morton, 2011). Birim ürünler ile bitmiş birim hacimler arasında farklı seviyelerde modülerlik tipleri de bulunmaktadır (Şekil 2.18). Bu durum şantiye ve konumunun uygunluğu, tasarım parametreleri ve müşteri talebi gibi girdiler ile bahsedilen farklı üretim tipolojilerini ortaya çıkartmaktadır. Prefabrik yapının üretim tipolojisine göre yapının cephesi; prefabrik birim elemanlar, prefabrik panellerden oluşabileceği gibi bitmiş birim hücrelerin dış cepheye bakan çeperleri olarak da oluşabilir. NIBS ve NIBS alt grubu olan OSCC (2018) raporuna göre, hacimsel modüler yaklaşım uygulandığında binanın yaklaşık yüzde 95'e şantiye dışında üretilecek. Şekil 2.19’da bitmiş modüler birimlerden oluşan bir konut yapısı saha montaj uygulaması görülmektedir.



Şekil 2.17 Hacimsel birimlerin montajı ve hibrit seviye birimlerin montajı, AIA, Building Green, NIBS ve Wilson, düzenleyen M.E. Berk, 2019



Şekil 2.18 Prefabrik yapıların modülerlik seviyesine göre tipolojileri, NIBS, düzenleyen M.E.Berk, 2018.



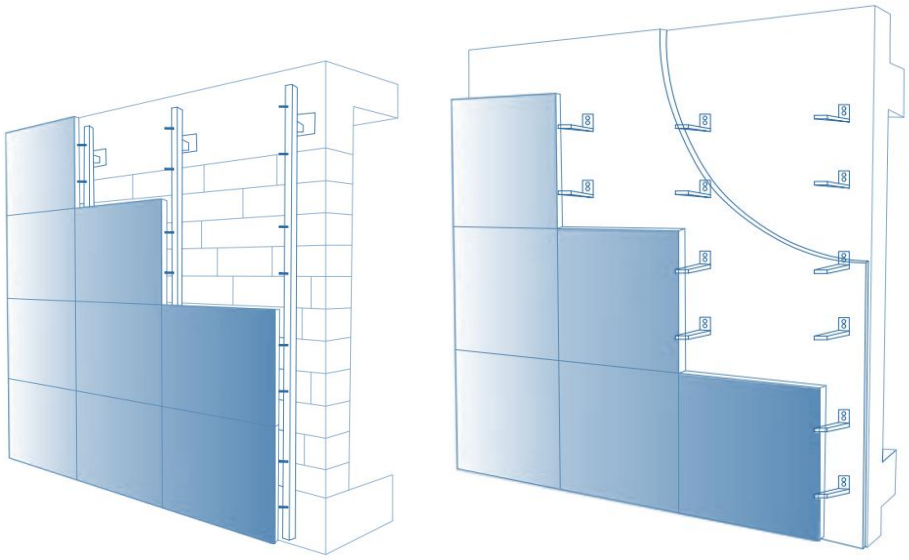
Şekil 2.19 Bitmiş birim modüllerden oluşan B2 461 Dean Street Yapısı, SHoP Architects

Prefabrik cepheler taşıyıcı olup olmamasına göre veya üretilen malzemeye göre çeşitli şekillerde üretilip yapıya monte edilebilir. Taşıyıcı paneller üst kattan gelen yükleri bir perde duvar işlevi görerek alt katlara ve en son yapının temeline iletirler. Bu paneller yük taşıma işlevini sağlayabilmek adına donatılı olarak üretilebilir (Şekil 2.20). Taşıyıcı cephe panelleri genellikle sandviç panel mantığında hem iç hem dış yüzey kullanılacak halde tasarlanmaktadır.

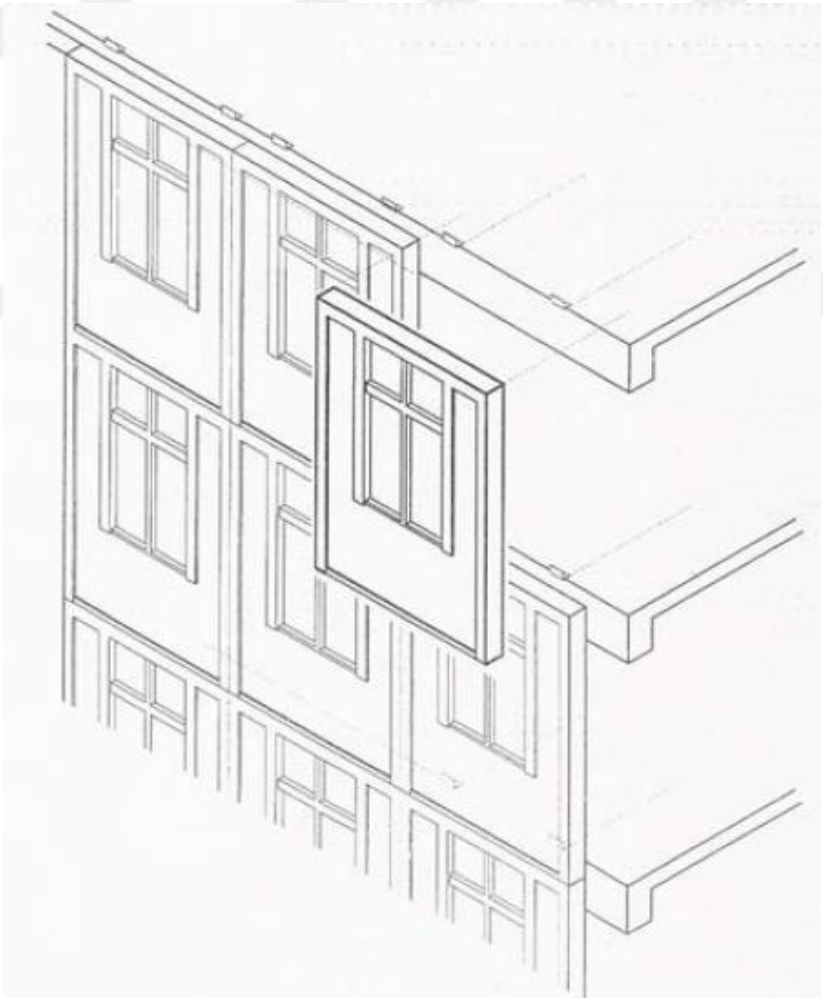


Şekil 2.20 Ytong donatılı taşıyıcı duvar paneli

Taşıyıcı olmayan cephe panelleri ise genellikle panelin ağırlığını binaya aktaracak bir karkas sistemine ihtiyaç duymaktadır. Bu sistemlerde panel kendi ağırlığını taşır ve bu yükü de binanın iskeletine mekanik montaj yöntemleri ve ankrajlar sayesinde aktarır. Eğer monte edilecek panelin hemen arkasında taşıyıcı bir yapı elemanı yoksa dolaylı montaj yapılır. Bu yöntemde en yakın iki taşıyıcı arasından kayıtlar atılır ve paneller bu kayıtlar üstüne montajlanır. Doğrudan sabitleme de ise monte edilecek panelin hemen arkası taşıyıcı olmalıdır. Böylece panelin kendisi bu arkasına sabitlenecek ankrajlara monte edilebilir (Şekil 2.21). Arkasında hem taşıyıcı hem de taşıyıcı olmayan yüzeyler bulunan panellerde taşıyıcı panelin ağırlığı ve tasarıma uygun olarak taşıyıcı yüzeylere denk gelen kısımlardan montaj yapılabilmektedir. (Şekil 2.22).



Şekil 2.21 Dolaylı ve doğrudan mekanik montaj sabitleme, Belenco Akademi



Şekil 2.22 Kirişten kirişe taşıyıcı olmayan cephe paneli montajı, 1998, Yaman

Taşıyıcı olmayan cephe panelleri Şekil 2.23'te olduğu gibi hem iç hem dış yüzeyi kullanıma uygun halde sandviç panel mantığıyla üretilebileceği gibi Şekil 2.21'de

görüldüğü üzere sadece dış yüzeyi kullanıma hazır olarak da üretilebilir. Bu panellerin binanın iç tarafına bakan kısımlarında yapının iç yüzeylerini oluşturacak katmanlar bulunmaktadır.



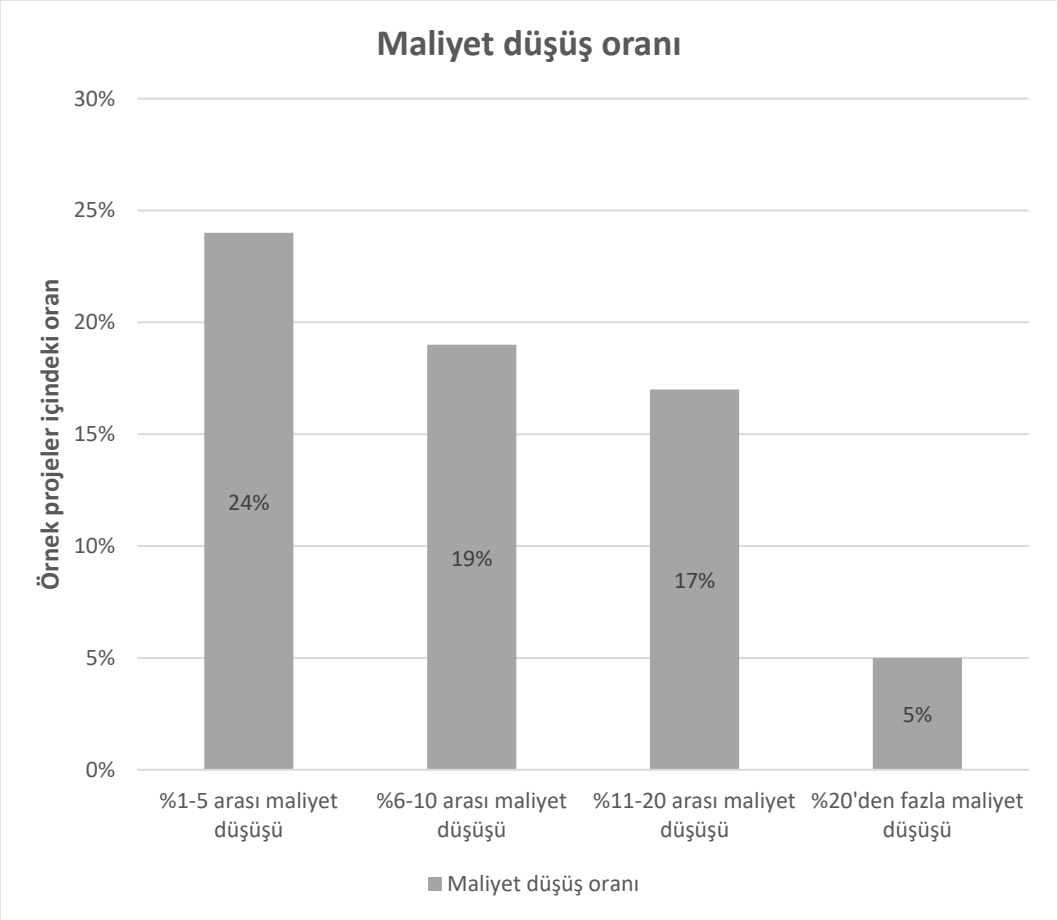
Şekil 2.23 Betonarme ve alüminyum sandviç panel detayı, 2024, Mustafa Enes Berk

Taşıyıcı olmayan prefabrik cephe sistemleri mekanik montajlı olabileceği gibi yapıştırıcı harçlar sayesinde de binaya yükünü aktarabilir. Bu sebeple ıslak birleşimli cephe panelleri bina üzerinde tutunabileceği bir yüzeye ihtiyaç duymaktadır. Bu durum malzemenin tipine ve büyüklüğüne göre değişiklik göstermektedir. Islak birleşimler, yüksek katlı binalarda yer çekimi, rüzgar yükü, sıcaklık değişimlerine bağlı olarak oluşan genleşme ve büzüşme hareketleri, titreşim gibi sebeplerle düşme ihtimali oluşturabilir. Bu durum yaya trafiği güvenliği açısından büyük tehdit oluştur ve bu sebeple ıslak birleşimler yüksek katlı binalarda tercih edilmemektedir.

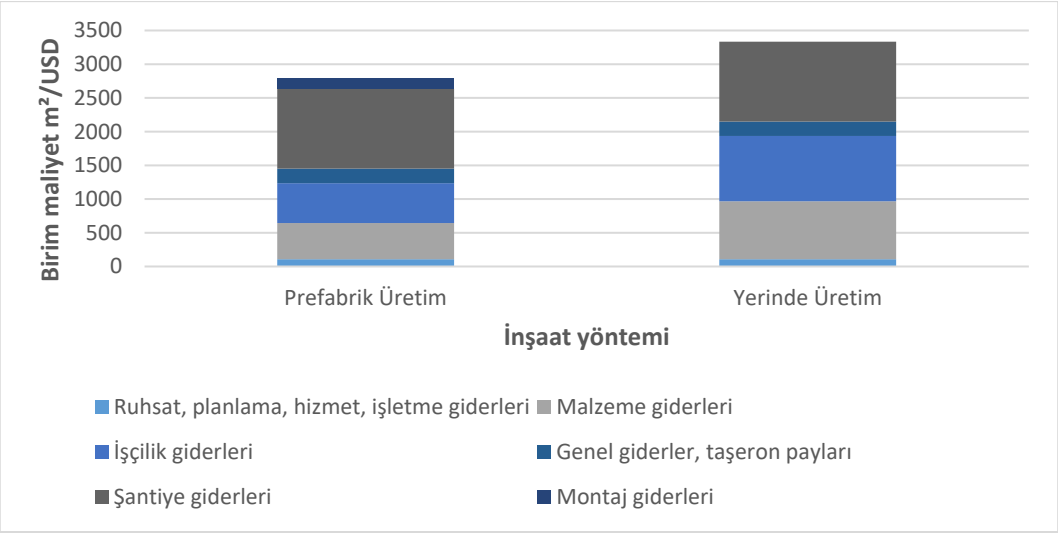
2.4 Prefabrik Modüler Yöntemin Yapım Hızına ve Maliyetine Etkisi

Prefabrik yapıların maliyetleri malzeme harcaması, iş gücü giderleri ve lojistik giderleri üstünden hesaplanabilmektedir. 6 Şubat Kahramanmaraş Depremleri sonrası yeniden inşa edilecek konutlardan dolayı daha önce beklenilmeyen bir konut talebi oluştu. Bu durum sektörünün neredeyse kademesinde mevcut arzın talebi karşılayamamasına sebep oldu. Bu talep fazlası işgücü ve malzeme fiyatlarını arttı ve inşaat makine ve ekipmanlarına olan talebi de zirveye çıkarmıştır. 6 Şubat depremleri sonrası deprem bölgesinde artan işçi talebi sebebiyle deprem bölgesinde oluşan yevmiyelerin ilk kez büyükşehirlerdeki yevmiyelerin üstüne çıktığı ifade edilmektedir. Daha önce büyükşehirlerde oluşan yevmiyeler ülkenin geri kalanına öncülük ederken bugün tam tersi bir sürecin yaşandığı anlaşılmaktadır (GYODER İnşaat Sektörü ve İş Gücü Dinamikleri Raporu, 2025). Oluşan talep sonucunda konut üretimini hızlandırmak ve yükselen inşaat maliyetleri düşürmek için prefabrik modüler yapım teknolojileri makul bir seçenek olarak önümüze çıkmaktadır. Prefabrik modüler üretimin, üretim tesisleri, ekipman, bakım, kiralama üstünden ekstra bir maliyeti vardır. Modern teknolojiler hayatımıza girdiğinde, kısa vadede, iki sebeple inşaat maliyetlerinin artması beklenmekte: İlk olarak, prefabrik modüler üretim için gerekli makineler büyük yatırımlar gerektirdiği için birim maliyetler de yükselecektir. İkinci sebep ise bu makinelerin gerektirdiği nitelikli işgücüne ödenecek maaşlar bugünün amele ve usta ücretlerinden büyük olasılıkla daha yüksek olacaktır, fakat teknolojik ilerlemeler sebebiyle uzun vadede maliyetleri düşürmesi de mümkündür. Prefabrik modüler üretim ile vakitten sağlanacak tasarruf ile bu giderlerin amorti edileceği de öngörülmektedir (GYODER İnşaat Sektörü ve İş Gücü Dinamikleri Raporu, 2025). Prefabrik modüler üretimde malzeme giderleri yerinde yapım bir inşaat ile benzerlik gösterse de sistemli bir seri üretim sistem ile yerinde yapım konvansiyonel bir inşaata kıyasla malzeme sarfiyatı düşürülebilmektedir. İş gücü giderlerin de daha yüksek otomasyon ve planlı üretim sağlanabilmesi sebebiyle prefabrik yapıların çeşitli avantajları bulunmaktadır. Bu avantajlar sayesinde total yapım maliyeti aşağı çekilebilmektedir. Şekil 2.24'te prefabrik modüler yapılar üzerinde yapılan araştırmada, prefabrikasyon ve modülarizasyon uygulanan binalarda konvansiyonel üretime kıyasla hangi oranda maliyet düşüşü yaşandığı

gösterilmiştir. Şekil 2.25'te ise örnek bir proje üstünden maliyet tasarruflarının harcama kalemleri üstünden konvansiyonel üretim ile kıyası yapılmıştır. Prefabrik üretimin sistemli yapılması halinde maliyet tasarrufunun büyük bir kısmının işçilik, malzeme ve genel giderlerden düştüğü görülmektedir. İnşaatın ana kalemini oluşturan malzemelerle beraber elektrik, tesisat ve iklimlendirme sistemleri gibi maliyeti yüksek sistemler de prefabrikasyona dahil edilip işin çoğunluğu şantiye dışında yapılabilir ve bu sayede önemli ölçüde tasarruf edilir (Bertram vd., 2019).



Şekil 2.24 Prefabrikasyon / modülarizasyonun sağladığı proje maliyetindeki düşüş düzeyi grafiği, McGraw-Hill Construction Smart Market Raporu, düzenleyen M.E.Berk, 2011.



Şekil 2.25 3-4 katlı aile apartmanı için geliştiricilerden ve müteahhitlerden alınan veriler ile prefabrik yapı ve konvansiyonel yapı birim maliyet kıyaslaması, 2017 Galente, Draper-Zivets ve Stein, The Terner Center.

Prefabrik yapılarda inşaat süresinin azaltılabilme potansiyeli ve maliyetlerin daha düşük seviyelere çekilebilme potansiyelinin çeşitli sebepleri vardır. Bu süreci makul kılan ana özellik üretimin fabrikada yapılıyor olmasıdır (Seitablaiev ve Umaroğulları, 2020). İlk fabrika kurulumu ve kalıplandırma süreci sonrası uzun vadede bu üretim daha da hesaplı bir üretim yöntemi olarak öne çıkıyor.

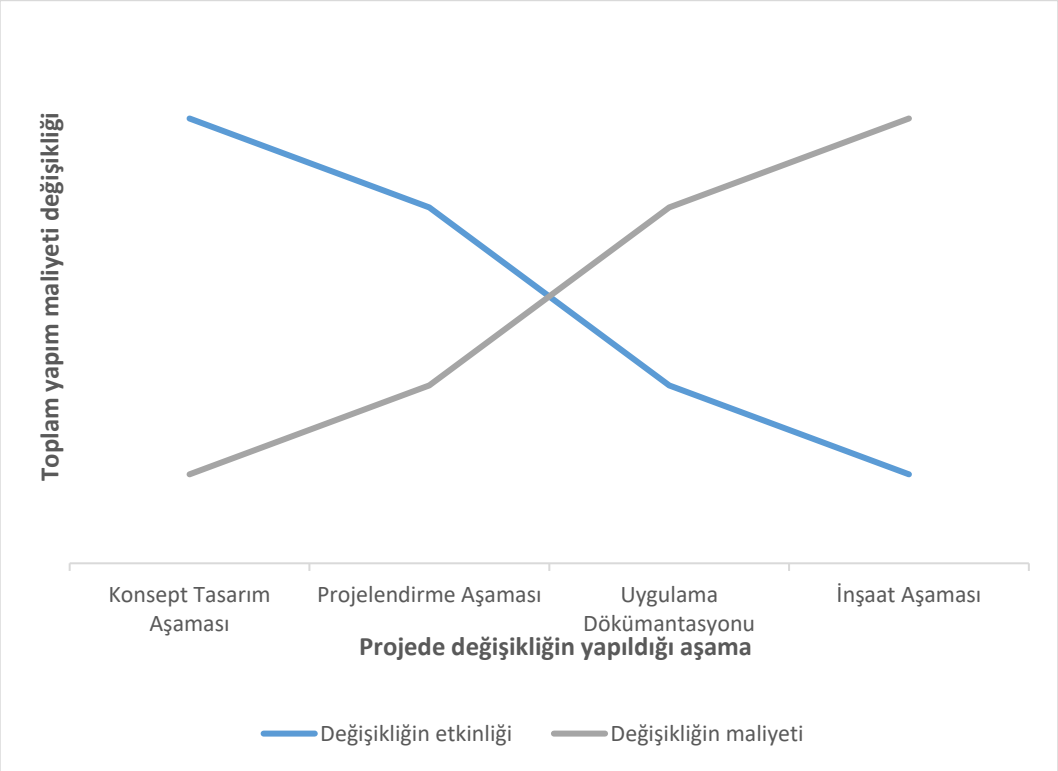
Fabrika ortamında yapılan üretim mevsimsel ve çevresel faktörlerden etkilenmemektedir. Buna karşın şantiye ortamında yapılan üretim yağışlar, fırtınalar, soğuk hava gibi faktörlerden sıklıkla etkilenmektedir ve bu durum üretim programını da çoğunlukla aksatmaktadır. Prefabrik yapılarda ise sahada montaj için geçirilen kısa süre haricinde üretim programında çevresel ve mevsimler koşullar sebebiyle aksama olmamaktadır (NIBS, 2018).

Üretimin bir bant üretim gibi düzenli işlemesi sebebiyle daha az iş makinasına ihtiyaç duyulmaktadır. Prefabrik üretimde kullanılan ekipmanın da neredeyse hepsi (vinç gibi montaj makinaları hariç) fabrika ortamında bulunmaktadır. Bu sebeple kıyasla daha küçük bir şantiye sahasında inşaat yürütülebilmektedir. Türkiye'de konut stoğunun büyük bir bölümünün betonarme olarak yapıldığı düşünüldüğünde beton mikserlerinin kullanımının da prefabrik üretim ile azaltılabileceği görülmektedir. Prefabrik beton yapı elemanları üreten tesislerin çoğunluğunda

tesisin kendi beton santrali bulunması da bu durumu destekleyen bir veridir (TBP MSGSÜ (Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi) Sempozyumu, 2023).

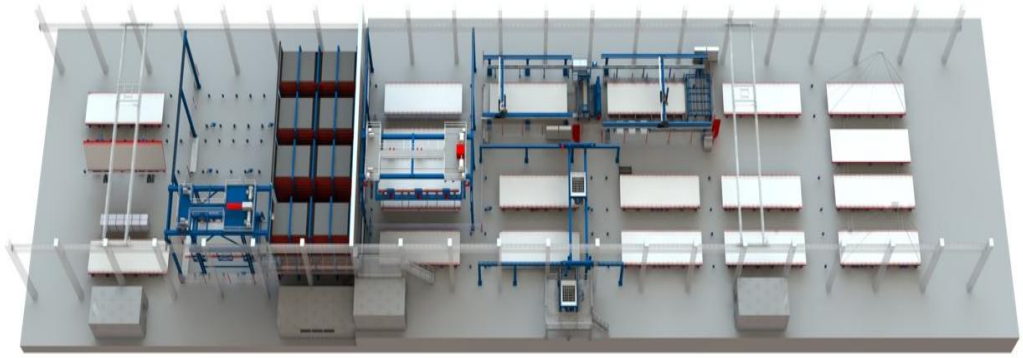
Prefabrik yapılarda üretimin fabrikada daha otomasyonlu ve daha nitelikli iş gücü ile yapılması sayesinde daha az imalat hatası ile karşılaşılmaktadır. İşçilik hatalarının azaltılması hem zaman kayıplarını önlemektedir hem de gereksiz malzeme sarfiyatının önüne geçerek maliyeti düşürmektedir.

Prefabrik yapılar, yerinde yapım inşaatlara göre farklı mimari ve mühendislik detaylarına sahiptir. Birleşim noktaları, taşıyıcılık güçleri, prefabrik elemanların ölçü sınırları gibi konvansiyonel yapılara göre farklı tasarım kriterlerine sahiptir. Bu durum sebebiyle kendine has tasarımsal entelektüel birikim ihtiyaçları vardır. Prefabrik yapılarda tasarım üretime uygun şekilde yapılmalıdır. Aksi takdirde ilerleyen aşamalarda yapılacak değişiklikler maliyet artışına sebep olabilir (Şekil 2.26) Doğru tasarım kriterleri uygulandığı takdirde iş gücü ihtiyacı oldukça düşmektedir ve bu sayede yapım maliyeti de aşağı çekilmektedir.

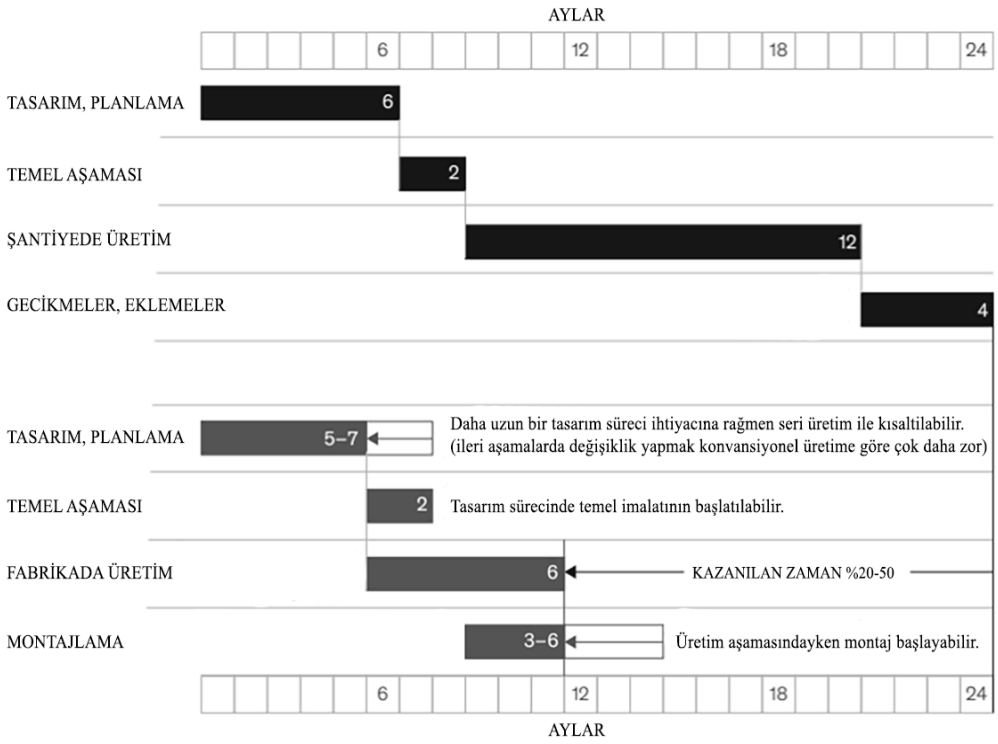


Şekil 2.26 Prefabrik modüler yapılarda yapılan değişikliklerin, yapım aşamasına göre maliyeti ve etkinliği, 2018, Amerikan Mimarlar Enstitüsü (AIA) (düzenleyen M.E.Berk)

Doğru tasarım ve mühendislik süreçlerinin sağlanması ile sürece hakimiyetin yüksek olması ile prefabrikasyon üretim henüz ruhsat aşamasındayken başlatılabilir. Seri üretim yapı tiplerinde stok oluşturulabilir. Bu sayede yapı elemanları kıyasla erken bir şekilde imal edilebilir. Aynı şekilde fabrikada üretim devam ederken bitmiş ürünlerle montaj başlatılarak zaman tasarrufu sağlanabilir (Şekil 2.28). Konvansiyonel üretimde tek kolda sahada sağlanan üretim bir üretim olması ve süreçlerin birbirini bağlayıcı olması gibi dezavantajları barındırmayan prefabrik modüler üretim sistemleri, yapının %20-50 daha erken teslim edilmesini sağlayabilir (Şekil 2.29). Sürecin kısalması inşaat şirketlerinin yeni işlere yönelmesine olanak sağlar ve üretim arzını yükseltir. Sonuç olarak kazanılan zaman müşteriye maliyette bir azalma olarak yansıyabilir. Örnek bir üretim bandı sistemi olarak Şekil 2.27'de otomatik çift duvar panel sistemi görülmektedir. Alman şirketin sağladığı kurulum sistemi ile sadece 9 personel ile günde 4080 m² kapasite ile çift cidarlı beton duvar panelleri üretilebilmektedir. Bu sayı yılda 2500 adet 100 m²'lik konut alanı üretebilecek bir kapasiteye denk gelmektedir. Çift cidarlı duvarlar üreten bu sistem 10 metre genişlik ve 3,1 metre yüksekliğe kadar standart üretim yapabilmektedir ve otomasyon sistem kalite kontrol işlemini de kendi içerisinde sağlamaktadır (Ivanov, 2023). Prefabrik sektörü için Türkiye'de yarı otomasyon sistemler kullanılsa da bu şekilde tam otomasyon kullanan bir üretim tesisi bulunmamaktadır.



Şekil 2.27 Weckenmann Çift Duvar Panel otomasyon sistemi üretim bandı 2023, TPB (Türkiye Prefabrik Birliği) Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Çalıştayı Sunumu



Şekil 2.28 Bitmiş volümetrik birimlerden oluşan yapıların konvansiyonel üretilmiş yapılar ile yapım süreci kıyaslaması, McKinsey Capital Projects & Infrastructure örnek proje verileri raporu, düzenleyen M.E.Berk, 2019



Şekil 2.29 Prefabrik yapıların konvansiyonel yapılar ile yapım süreçleri karşılaştırması, M.E. Berk

Daha sağlıklı ve teknolojik ortamda üretilen prefabrik yapı elemanları sayesinde hata payları azaltılmaktadır ve üretim sürecini etkileyen dış faktörler çoğunlukla ortadan kaldırılmaktadır. Bu durum daha başarılı ön maliyet tahminleri yapmanın önünü açar. Bu sayede müşteriler, üreticiler ve ara firmalar gereksiz sermaye paylarını minimuma indirebilirler (TBP MSGSÜ Sempozyumu, 2023).

Prefabrik yapı elemanlarının üretildiği yerden şantiye alanına taşınması gerekmektedir. Üretim alanı ve montaj alanı arasındaki uzaklık prefabrik yapıların maliyetinde önemli bir maliyet kriteridir. Aynı şekilde lojistik için ayrılan sürede inşaat sürecindeki planları zaman yönünden etkilemektedir. Bu sebeple prefabrik

yapıların tercihinde (veya prefabrik yapım yöntemi ve malzemenin tercihinde) maliyet ve hızın daha makul seviyelere getirilebilmesi için üretim alanın ve montaj alanı mesafesi daha yakın olmalıdır (TBP MSGSÜ Sempozyumu, 2023). Fakat, deprem özelinde bu durum ikinci plana atılabilir. Deprem bölgesinde barınma hakkını kaybetmiş insanlara daha hızlı bir şekilde konut üretimi sağlanabilmesi adına ülkenin depremden etkilenmemiş kıyasla uzak konumlarında da üretim sağlanabilir.

Deprem bölgesinde iş gücünün azalması ve yeniden kalkınma sağlanması adına iş gücü talebinin artması sonucunda işçilik maaliyetleri konut üretimi maliyetinde büyük bir kalem haline gelmiştir. 2023 Kahramanmaraş Depremleri sonrasında deprem bölgesinde de işçi maaşları çok yükselmiş ve büyük bir maliyet haline gelmiştir (Sakarya, 2023). Bu sebeple lojistik maliyetleri artacak olmasına rağmen deprem bölgesine uzak başka bölgelerde sağlanan prefabrik konut üretimi total maliyet açısından kabul edilebilir seviyelerde kalabilir. Aynı zamanda deprem bölgesinin iş gücü stoğu kullanılmadan bölgedeki konut üretimi de hızlandırılabilir.

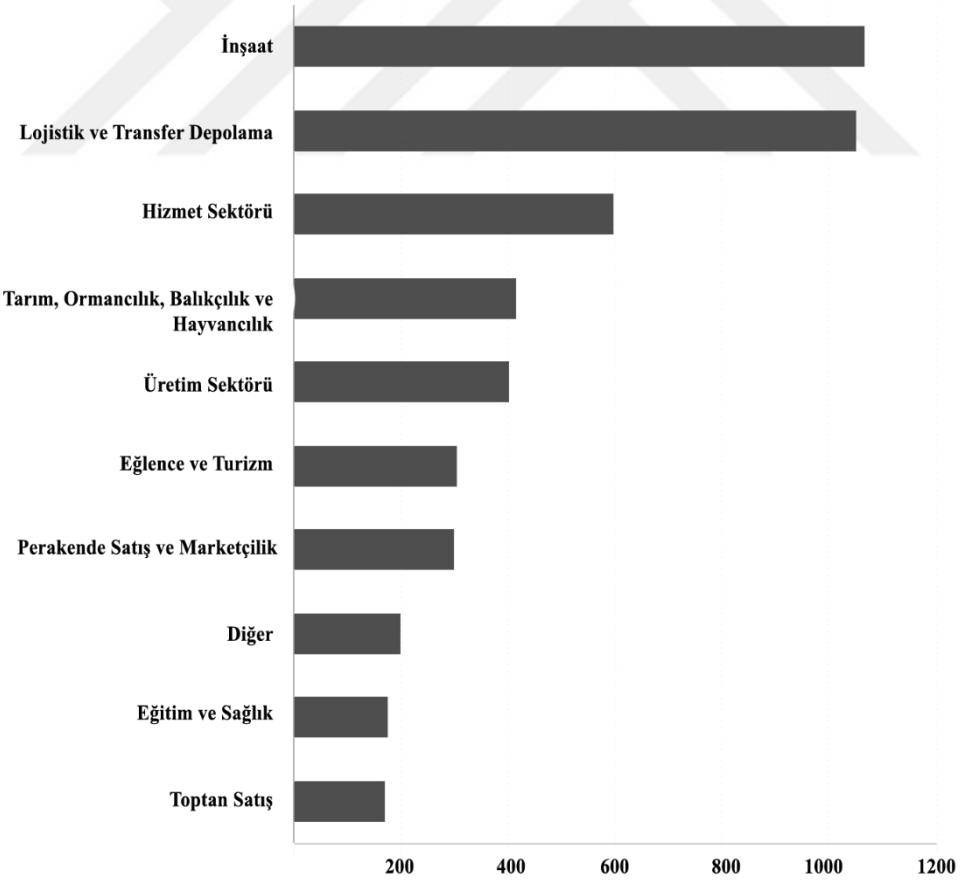
2.5 Prefabrik Modüler Yapım Sistemlerinde Güvenlik ve Sürdürülebilirlik

2023 Kahramanmaraş Depremleri ve deprem sonucunda oluşan yıkımlar, inşaat prosedürlerindeki denetimsizlik ve inşaat kalitesi eksikliğini çarpıcı bir gerçek olarak gün yüzüne çıkmıştır. Prefabrikasyon üretim, yerinde yapım yapılara oranla, kolaylıkla denetlenebilirlik sunmaktadır. Fabrikasyon ve otomasyon üretimi sayesinde kalite kontrol hizmeti kolaylıkla sağlanabilmektedir. Fabrika girişinde hammadde için kalite kontrolü ve fabrika çıkışında son ürün için kalite kontrolü, bir şantiye ortamına kıyasla çok daha kolay takip edilebilmektedir. Daha az insan gücüne ihtiyaç duyması da insan kaynaklı hatalarında azaltılmasını sağlamaktadır.

ABD Çalışma Bakanlığı İşçi İstatistikleri Bürosu'nun 2021 yılı için yaptığı çalışma sonucunda ölümlü iş kazalarının en çok yaşandığı sektör inşaat sektörü olmuştur (Şekil 2.30). Yine aynı kurumun yaptığı çalışmaya göre iş kazalarındaki bir numaralı neden düşme olarak belirtilmiştir. Prefabrik modüler bir yapının üretiminde iş gücü faaliyetlerinin %80 kadarı şantiye dışına çıkarılabilmektedir (Bertram vd., 2019). Bu durum fabrikalarda üretim ile daha kontrol edilebilir olmaktadır ve yüksekten düşme riski minimuma inmektedir. Ayrıca fabrikalar yağış

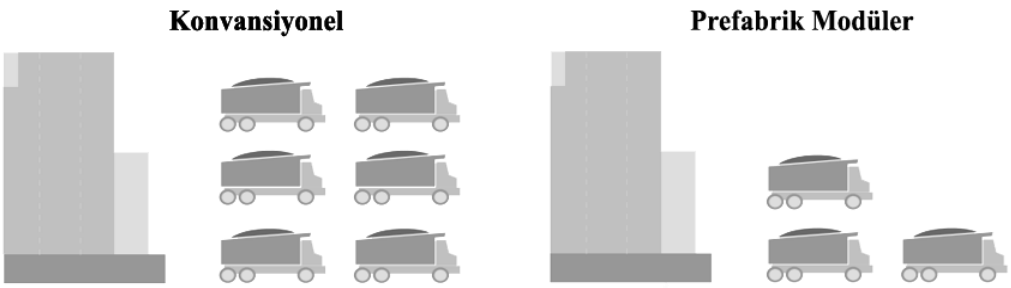
ve rüzgâr gibi dış çevresel faktörlerden çok fazla etkilenmediği için güvenlik kazalarını azaltmak daha mümkündür. Prefabrik modüler üretimde total inşaat süresinin azalması da iş kazası yaşanması ihtimalini düşürmektedir (Fard vd., 2015). Modüler yöntem kullanılan inşaatlarda, şantiye ekipmanları ve iş makinalarının gereksiz kullanımı ve kapladıkları hacimler azalır ve bu sayede; karmaşık şantiyeler daha düzenli ve ideal bir çalışma ortamı haline gelir, işyerindeki insan, ekipman ve trafik sayısının daha az olması sağlanır, inşaatta iş kazalarının sayılar azaltılır (Morton, 2011).

Ayrıca, sahadaki iş miktarı azaldıkça daha az işçiye ihtiyaç duyulur ve onları yönetmek nispeten kolaydır (Smith & Timberlake, 2010). İşçiler, üretim fabrikalarında tekrarlanan görevleri yerine getirdikleri için çalışma alanına ve işe daha aşina olabilirler (O'Connor vd., 2015). Modüler prefabrik inşaat, bu avantajları nedeniyle genellikle geleneksel inşaat yöntemlerinden daha güvenli bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Becker vd., 2003).



Şekil 2.30 ABD'de ölümlü iş kazalarının sektörlere göre sayıları, ABD Çalışma Bakanlığı İşçi İstatistikleri Bürosu, düzenleyen M.E.Berk, 2022.

Modüler prefabrik yapım teknikleri iş güvenliği açısından sağlıklı olduğu kadar ekonomik, sosyal ve ekolojik olarak da sürdürülebilirlik sağlamaktadır. Konvansiyonel yapı üretimine kıyasla prefabrik modüler üretim teknikleri yaklaşık yarı yarıya atık üretmektedir (Şekil 2.31). Bu durumun fabrika ortamında üretimin sağladığı bir avantajdır. Organize bir sıralı üretimde giren hammadde ve çıkan ürün kontrolü sağlamak fabrika ortamında daha kolaydır. Fabrikada üretim temel inşaat malzemeleri olan ahşap, sıva, çakıl, kum ve demirin kullanımı azaltır ve hammadde tasarrufu sağlar (Austin vd., 2009). Aynı şekilde oluşan atığın kontrolü de daha kolay sağlanmaktadır. Bu sayede prefabrikasyon atık azaltımı için önemli fırsatlar sunmaktadır (Austin vd., 2009). Prefabrik olarak üretilen yapı elemanlarının eskime veya bozulma durumunda da değiştirilebilme şansı olduğu için yapı ömrü daha uzun sağlanabilmekte ve bu sayede uzun vadede atık kontrolü daha verimli sağlanabilmektedir. Bununla birlikte prefabrik modüler yapılar yeniden işlevlendirmeye de kıyasla daha uygun yapılardır. Sosyal veya ekonomik olarak sürdürebilirliğini kaybetmiş bir yapının yıkılması yerine yeniden işlevlendirilmesi ile ömrü uzatılabilir. Yeni işleve uygun şekilde yapılacak değişiklikler ile oluşacak molozun ve atıkların önüne geçilebilir. Yapıyı oluşturan birimler, yapıdan çıkarıldığında montaj tekniğinin ve malzemenin özelliğine göre yeniden kullanıma açıktır. Bu durum deprem açısından da önemlidir. Yapı bir hasar aldığında yapının onarımı konvansiyonel üretilmiş bir yapıya göre daha kolaydır. Hasar almış bir birim sağlam olanıyla değiştirilebilir. Bu durum yapının kullanım ömrünü uzatmaktadır ve atık yönetimini kolaylaştırmaktadır. Modüler binalar üretim sistemi olarak çevreci olmasının yanında kullanım ömrü boyunca da çevreci olabilir. Prefabrik modüler binalar geleneksel olarak inşa edilen binalarla aynı kategorilerde rekabet edebilir ve LEED (Leadership Energy Environmental Design) Sertifikası alabilir (Morton, 2011).



Şekil 2.31 Konvansiyonel ve Modüler yapım teknikleri atık miktarı kıyaslaması, NIBS, düzenleyen M.E.Berk, 2018.

Prefabrik modüler yapılarda şantiyede geçirilen süre konvansiyonel yapılara kıyasla daha azdır. Bu sayede yaşam alanlarında daha az görüntü ve gürültü kirliliği (%30-50 arasında düşüş) sağlanmaktadır. Şantiyeye teslimat yapmak için gelen araçların sayısıda konvansiyonel yapılara oranla %70'e kadar düşmektedir (Velamati, 2012).

3
TÜRKİYE VE DEPREM BÖLGESİNDE PREFABRİK MODÜLER KONUT ÜRETİMİ İÇİN VERİLER VE ÖNGÖRÜLER

3.1 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremlerinin Konut Stoğuna Etkileri

Deprem yaşandığı bölgede hasar ve yıkımlara sebep olup, insanları konut hakkından alıkoyan bir doğal afettir. Deprem sonrasında insanların ilk önce geçici barınma sistemleri ile korunmaları sağlanmalıdır ve devamında afetzedeler yeniden yapılaşma ile daha dayanıklı konutlara yerleştirilmelidir (Kalkan vd. 2020). Bu yapılaşma ile kaybedilen konut stoğu gerekli seviyeye ulaştırılmalıdır. Bu sayede insanların barınma hakkı sağlanmalıdır. 2023 Kahramanmaraş Depremleri ile deprem bölgesinde büyük bir yıkım gerçekleşmiştir (Şekil 3.1). Depremde evini kaybeden vatandaşlar başka şehirlere göç etmiş ya da geçici barınma sistemlerine sığınmıştır. Geçici barınma sistemlerinden kalıcı konutlara geçişin hızla tamamlanması ve konut stoğundaki açığın kapatılması için yapıların inşasına depremden kısa bir süre sonra başlanmıştır.



Şekil 3.1 Kahramanmaraş'ın deprem öncesi ve sonrası çekilen fotoğrafları, 2023, AA (Anadolu Ajansı)

Türkiye'de Kahramanmaraş ve çevresinde gerçekleşen 2 büyük deprem ve devamındaki artçılar sebebiyle yıkılan ve zarar gören yapılar olmuş, yaşanabilir konut stoğunda büyük bir eksiklik meydana gelmiştir. Deprem bölgesi içerisinde bulunan ve olağanüstü hâl ilan edilen 11 şehirde konut stoğu hasarsız, az hasarlı, orta hasarlı ve ağır hasarlı (acil yıkılması gereken veya yıkılmış halde olan konutlar) olarak 4 gruba ayrılmıştır. Belirtilen 11 şehirdeki hasarlı konut sayısı depremden 1 ay sonra Tablo 3.1'de olduğu gibi açıklanmıştır.

Tablo 3.1 İl Bazında Hasar Tespit Raporu (6 Mart 2023), T.C. Strateji ve Bütçe Başkanlığı, Kahramanmaraş ve Hatay Deprem Raporu (düzenleyen M.E.Berk)

İl	Kullanılamaz Konut (Ağır hasarlı ve yıkılmış)	Orta Hasarlı Konut	Hafif Hasarlı Konut
Adana	2.952	11.768	71.072
Adıyaman	56.256	18.715	72.729
Diyarbakır	8.602	11.209	113.223
Elâzığ	10.156	1.522	31.151
Gaziantep	29.155	20.251	236.497
Kahramanmaraş	99.326	17.887	161.137
Malatya	71.519	12.801	107.765
Hatay	215.255	25.957	189.317
Kilis	2.514	1.303	27.969
Osmaniye	16.111	4.122	69.466
Şanlıurfa	6.163	6.041	199.401
11 İl Toplamları	518.009	131.577	1.279.727

Deprem bölgesindeki 11 il olan Kahramanmaraş, Gaziantep, Hatay, Kilis, Diyarbakır, Adana, Osmaniye, Şanlıurfa, Adıyaman, Malatya ve Elazığ'da konutlarla birlikte sanayi yapıları, kamu binaları, hastaneler, iş yerleri, yollar ve altyapı birimleri de hasarlar almıştır. Yaşanan kriz ortamında konutlar ile birlikte hayatın devamlılığını sağlamak adına diğer yıkılan yapı tiplerinin üretimi hızla sağlanmalıdır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Deprem sonrası Kahramanmaraş'ta yıkılan bir otoyol, 2023, AA

3.2 Konut Stoğunun Yeniden Üretimi için Öngörüler ve Veriler

6 Şubat Kahramanmaraş depremlerinden, olağanüstü hâl ilan edilen deprem bölgesi içerisinde (Suriye ve depremden etkilenen diğer iller hariç) yaklaşık 2 milyon konut hasarlı olarak ayrılmıştır. Birleşmiş Milletler Kalkınma Programının (2023) yaşanan depremlerle alakalı raporuna göre 3 milyondan fazla insan yerinden olmuştur ve depremzedelerin yeniden yerleştirilebilmesi adına, Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı SBB Türkiye Deprem Toparlanma ve Yeniden İmar Değerlendirmesi (TERRA) (2023b) raporuna göre bölgenin yeniden inşası 103,6 milyar dolara mal olacak (Tablo 3.2). Bu süreç içerisinde konutların ve diğer yapıların yeniden inşası için hız ve maliyet çok önemli iki unsur olarak öne çıkmaktadır. Bunlarla birlikte üretilen ve üretilecek yapıların dayanıklılıkları, yükseklikleri, yapım tipleri gibi unsurlarda söz konusu hale gelmiştir. Deprem sonrası sürecin yönetiminin başarılı olmasında önemli faktörler halkın katkısı ve devletin desteğidir (Comerioi, 2013).

Tablo 3.2 Depremlerin Toplam Maliyet ve Harcama Tahmini, 2023b, Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı SBB (Strateji ve Bütçe Başkanlığı) (düzenleyen M.E.Berk)

Toplam Maliyet Tahmini	**Milyar TL**	**Milyar USD**	**GSYH oranı**
Acil Harcama	128	6,8	0,6
Kamu Kesimi Hasar Tahmini	242,5	12,9	1,1
Özel Kesim Hasar Tahmini	222,4	11,8	1,0
Konut Zarar Tahmini (Yıkılacak, yıkık, ağır hasarlı, orta hasarlı)	1.073,9	56,9	5,0
Ev içi eşya maaliyeti	58,5	3,1	0,3
Hafriyat Maliyeti (100-120 milyon Metreküp) + Konkasör (Kamu Özel)	41,9	2,2	0,2
Özel Motorlu Araç Hasarı	6,1	0,3	0,0
Ara Toplam	**1.773,2**	**94,0**	**8,2**
Motorlu Taşıt Sigorta Ödemesi Maliyeti	1,2	0,1	0,0
DASK	36,4	1,9	0,2
Esnaf Gelir kaybı	13,9	0,7	0,1
GSYH Çıktı kaybı	130	6,9	0,6
Genel Toplam	**1.955**	**103,6**	**90**

Deprem sonra 31 Mart 2023'te açıklama yapan dönemin Cumhurbaşkanı Recep Tayyip Erdoğan 1 yıl içerisinde 319 bin ve toplamda 650 bin yeni konutun depremzedelere ulaştırılacağını belirtirken bir yılın sonunda ulaşılan sayının 46 bin konut olması dönemin İç İşleri Bakan Yardımcısı Münir Karaoğlu tarafından Anadolu Ajansı ile paylaşılmıştır (Erem, 2024). Süreç içerisinde sağlanan geçici

barınma sistemleri konut ihtiyacını nicelik ve nitelik anlamında karşılayamazken kalıcı barınma için konvansiyonel yolla üretilen konutlar süreç içerisinde nicel olarak yetersiz kalmıştır. Kalıcı barınma için TOKİ önderliğinde konut üretimi yapılsa da bu süreç büyük ihtiyaca gereken hızla karşılık verememiştir. Bunun sebebi ihtiyacın büyüklüğü ve kalıcı barınma sistemlerinin tek bir yöntemle, konvansiyonel yerinde beton döküm yöntemi ile, yapılmasıdır ve bu şekilde yapılan üretim için bölgenin üretim hacminin kısıtlı olmasıdır. Kalıcı barınma ihtiyacının karşılanması için bölge içerisinde prefabrik modüler yapım teknolojileri hızlı ve güvenilir çözümler sağlayabilir. Bu yöntemle ülkenin farklı kesimlerinde de konut üretimi devam edip daha hızlı bir şekilde konut stoğundaki açık kapatılabilir.

Türkiye'de yakın tarihte gerçekleşen bir diğer büyük deprem olan Marmara Depremi sonrasında, yapılan çalışmalar ile maliyet, kolay uygulanabilirlik ve zaman faktörleri ön planda tutulmuş, az hasarlı kısımların korunması, orta ve ağır hasarlı konut sakinlerinin ise yeni yerleşim alanlarına yerleştirilmesi uygun görülmüştür (Coşkun, 2005). Buna benzer bir politika 2023 Kahramanmaraş Depremleri sonrasında da görülmektedir. Yeni yapılan yapıların eski yerleşim yerlerinden farklı daha sağlıklı zeminlere sahip alanlarda yapıldığı görülmektedir. Bu şekilde daha hızlı bir üretim sağlanabildiği gözlemlenmiştir.

Türkiye'de ulaşılan sayını bir yıl içinde 46 bin konut olmasına karşı bir diğer örnek olarak 2010 Şili Depremi ve sonrası konut üretimi incelenebilir. 27 Şubat 2010'da meydana gelen 8,8 Mw büyüklüğünde depremde 500 bin konut ciddi hasar görmüş halde bulunmaktaydı (Avrupa Komisyonu, 2010). Şili Konut ve Şehircilik Bakanlığının açıkladığı 4 yıllık program dahilinde 220 bin düşük ve orta gelirli konutunun onarılması ve yeniden inşasına karar verilmiş, dört yıllık programın orta noktasına gelindiğinde konutların %84'ünün inşaatının başladığı, %54'ünün teslim edildiği görülmüştür (Comerio, 2013).

11 Mart 2011 yılında Japonya'da tarihin ölçülmüş en büyük 5 depreminden biri olan 9,1 Mw büyüklüğündeki Töhoku Depremi ve Töhoku Tsunamisi yaşandı (Şekil 3.3). Yaklaşık 20 bin kişinin hayatını kaybettiği depremde 122 bin bina kullanılamaz hale geldi, 734 bin binada kısmı hasarlar gözlendi, oluşan durum sebebiyle 470 bin insan evlerini terk etmek zorunda kaldı ve tahmini ekonomik zarar 360 milyar USD olarak açıklandı (Akyıldız vd., 2023). Japonya Devleti tarafında bu süreç içesinde yeniden yapılanma ve kalkınma için kurullar

oluşturulmuştur. 1 yıllık süreç için afetzedelere geçici barınma desteği sağlandı ve bu süreçte yeniden yapılanma planı hazırlandı. Hazırlanan planlar, yerel yönetim ve devlet politikaları sonucunda; 2020 yılı aralık ayında, evinden olmuş vatandaşların %90'dan fazlası yeni konutlara yerleştirilmiştir. Afetten etkilenen vatandaşlar için hazırlanan toplu konut projelerinin tamamı hayata geçmiş ve bölgedeki ortalama üretim afet öncesi dönemin üzerine çıkmıştır (Japonya Yeniden Yapılanma Ajansı, 2023). Japonya bu depremi prefabrik inşaatın ülkede önemli bir pay tuttuğu bir dönemde yaşamıştır ve bu durum hızlı konut üretiminde ve konut üretim kapasitesinde bir avantaj olarak öne çıkmıştır. 2005-2016 yılları içerisinde Japonya'da üretilen yeni konutların %12-16'sı prefabrik olarak üretilmiştir (Seitablaiev & Umaroğulları, 2020). Prefabrikasyon yapı üretiminin oranı Avrupa'da %30-50 paya sahipken; Türkiye'de prefabrikasyon üretimin inşaat sektörü içerisindeki payı sadece %2-3 olarak görülmektedir (Amani & Niyazi, 2018).



Şekil 3.3 Töhoku Depremi ve Tsunamisi sonrası bir yerleşim alanı görüntüsü, Katherine Mueller, akt. NCEI (USA National Centers of Environmental Informations), 2021

Sichuan Depremi 12 Mayıs 2008 tarihinde Çin'in Wenchuan şehrinde meydana gelmiş 8,0 Mw büyüklüğünde bir depremdir (Şekil 3.4). Yaşanan deprem ve sonrasında toplam 6 milyon adet yapı yıkılmıştır (Akyıldız vd., 2023). 46 milyon insanı etkileyen deprem sonucunda; yaklaşık 70 bin kişi hayatını kaybetmiş, yaklaşık 18 bin kişi kaybolmuş, yaklaşık 15 milyon kişi evlerini terk etmek zorunda kalmıştır; deprem sonrasında 41 binden fazla yapının yeniden inşası ve kullanılabilir hale getirilmesi görevini merkezi hükumet üstlendi ve 2 yıl içerisinde bu yapıların %99'luk kısmı tamamlandı (Bernal ve Procee, 2012).



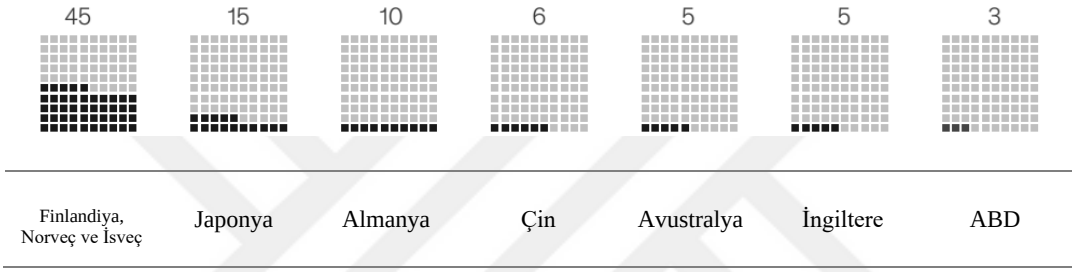
Şekil 3.4 2008 Sichuan Depremi sonucunda oluşan bir enkaz alanı, Gupta, Mallika, Rao ve Shashidhar, 2008

3.3 Prefabrik Modüler Üretim Verileri

Prefabrik üretim yani saha dışı üretim (off-site) yapı elemanlarının kullanım alanı yerine fabrika ortamında üretilmesine verilen isimdir. Konutların yapılarının elemanlarının şantiye alanı dışında üretilip, şantiyede montajlanarak yapının üretilmesi ise şantiye dışı konut üretimidir. Geleneksel yöntem olan "on-site construction" yani yerinde inşaat yöntemi ile kıyaslandığında avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu ve benzeri modern teknolojilerin (çelik konstrüksiyon, modüler inşaat çözümleri, yük taşıma makineleri, saha dışı inşaat yöntemi, duvar kırma makineleri, elektrikli iskeleler) yaygın kullanımının hem düz işçi/amele diye tabir edilen vasıfsız işçiye olan ihtiyacı hem de "usta" diye tabir edilen bazı nitelikli mavi yaka çalışana olan ihtiyacı azaltması beklenir (GYODER İnşaat Sektörü ve İş Gücü Dinamikleri Raporu, 2025).

İkinci Dünya Savaşı sonrasında çıkan ekonomik kriz sonrasında birçok sektörde olduğu gibi inşaat sektöründe de maliyetleri azaltmak ve ucuz konut üretmek için endüstrileşme hamleleri ortaya çıkmış ve prefabrik modüler yapı elemanlarının

(kolon, kiriş, döşeme ve duvar panelleri) seri üretilmesi sağlanmıştır; Türkiye'de Toplu Konut Yasası sonrasında çok katlı prefabrik modüler yapı üretimleri olmuştur (Amil & Aydın, 2004). Bu süreç ve sonrasında bazı ülkelerde konut üretiminde endüstrileşme yolunda önemli adımlar atılmış ve prefabrik modüler konut üretimi için bir pazar oluşmuştur. Türkiye ve bazı diğer ülkelerde ise bu pazar kıyasla küçük ama gelişen bir konumdadır. Kuzey Avrupa ülkelerinde toplam konut stoğu içerisinde prefabrik modüler konut oranı neredeyse yarı yarıya seviyelere ulaşmıştır (Şekil 3.5). Türkiye'de ise prefabrik konut üretim pazarı Avrupa'nın gerisinde kalmıştır. Avrupa'da kişi başına üretilen prefabrik üretim hacmi 0,38 m^3/kişi iken Türkiye'de bu oran 0,02 m^3/kişidir (Seitablaiev & Umaroğulları, 2020).



Şekil 3.5 Ülkelere göre prefabrik konutların tüm konutlar içindeki oranı, McKinsey Capital Projects & Infrastructure örnek proje verileri raporu, Bertram vd. düzenleyen M.E.Berk, 2019

Kahramanmaraş depremleri sonrası deprem bölgesinde ve Türkiye ülke genelinde konut stoğunda var olan açık büyümüştür. Deprem bölgesi dışındaki bölgelerdeki inşaat faaliyetleri duraklatılmış veya yavaşlatılmış, öncelik deprem bölgesinin kalkındırılmasına verilmiştir. Dönemin Hazine ve Maliye Bakanı Mehmet Şimşek (2024) deprem bölgesinin kalkınmasının öncelik olduğunu ve tüm finansal kaynakların bu alanda seferber edileceğini açıklamıştır. Yine bakan tarafından açıklanan Kamuda Tasarruf ve Verimlilik Paketi hamleleri doğrultusunda deprem riski bulunan tüm yapılar hariç yeni bina yapımı 3 yıl boyunca rafa kaldırılmıştır (AA, 2024).

Deprem sonrasında kaynakların hızla deprem bölgesine aktarılmasına rağmen konut üretimi beklenen ve açıklanan seviyelerin altında kalmıştır. Prefabrik modüler konut üretim sistemi, incelenen özellikleri ve konvansiyonel üretime karşı avantajları ile hızlı ve ulaşılabilir konutlar üretmek için uygun bir çözüm olabilir.

Yapılacak prefabrik modüler üretimi, Türkiye'de çok yaygın olmamakla birlikte çeşitli potansiyellere sahiptir.

3.3.1 Betonarme Prefabrik için Türkiye Üretim Verileri

Türkiye'deki betonarme prefabrik yapı sektörü konut üretimi ile ilgili bir geçmişe sahip olmasına rağmen günümüzdeki üretimin çoğu fabrikalar, ağır sanayi tesisleri, köprüler vb. alanlara hizmet etmektedir. Konut üretimi; mevzuatlar, sektör yönelimleri ve devlet desteklerinin yönü sebebiyle konvansiyonel betonarme üretim tekniğiyle ve tünel kalıp yöntemiyle yapılmaktadır. Türkiye Prefabrik Birliği (TPB) konut üretimi için konvansiyonel yöntemle rekabetçi olabileceğini ve üretim için yeterli teknik donanıma ve üretim gücüne sahip olduğunu bildirmektedir (TBP MSGSÜ Sempozyumu, 2023). TPB verilerine göre Türkiye'de 2021 yılında 109 adet betonarme prefabrik yapı üreten inşaat firması bulunmaktadır. 2021 yılında tüm betonarme prefabrik üreticilerinin üretim kapasitesi yaklaşık 2,32 milyon m^3 olmasına rağmen yapılan üretim yaklaşık 1,88 milyon m^3 olarak görülmektedir (Tablo 3.3). Sahip olunan üretim kapasitesinde ekstra bir yatırım olmaksızın fazladan prefabrik konutlar üretmek için bir alan olduğu sayısal verilerden görülmektedir. Sanayi yapılarında sıkça kullanılan betonarme prefabrik inşaat yöntemi Türkiye'de konut üretiminde geçmişte örnekleri olmasına rağmen yaygın olarak kullanılmamaktadır. Buna rağmen Tablo 3.3'ten ulaşılan verilere göre betonarme prefabrik üreticilerinin toplam kapasitesi yıllık yaklaşık 13.000 konut üretimini karşılayabilecek güçtedir.

Tablo 3.3 TPB 2021 yılı sektör analizi, TPB Sektör Raporlar, 2022

Beton Prefabrikasyon Sektörünün 2021 Yılı Profili	
Toplam firma sayısı	109
TPB Üye Sayısı	41
TPB Tesis Sayısı	51
TPB İstihdamı	4.819 kişi
Ortalama Tesis Başına İstihdam	106 işçi/tesis
Toplam Prefabrike Beton Üretimi	1.886.826 m3
TPB Üretimi ve Toplam Üretimdeki Payı	1.426.218 m3 (75.6%)

Tablo 3.3 TPB 2021 yılı sektör analizi, TPB Sektör Raporlar, 2022 (devamı)

TPB Kapasitesi	2.323.000 m3
Kapasite Kullanımı	61.4%
Ortalama Tesis Başına Üretim	27.965 m3
Birim İstihdam Başına Üretim	296 m3/işçi
TPB Üyelerinin Ürün Bazında Üretim Miktarları ve Dağılımı	
Üstyapı	969.996 m3 (51.4%)
Altyapı	305.218 m3 (16.2%)
Çevre Düzeni	115.987 m3 (6.1%)
SBD	35.017 m3 (1.9%)
TOPLAM	1.426.218 m3 (75.6%)
Üyedışı Firmaların Ürün Bazında Üretim Miktarları ve Dağılımları	
Üstyapı	398.494 m3 (21.1%)
Altyapı	45.114 m3 (2.4%)
Çevre Düzeni	14.500 m3 (0.8%)
SBD	2.500 m3 (0.1%)
TOPLAM	406.608 m3 (24.4%)
Beton Prefabrik Sektörünün Sanayi Yapılarındaki Payı	85,0%
TPB Üyelerinin Demir, Çimento Tüketimi	
Demir	193.683 ton
Çimento	569.199 ton

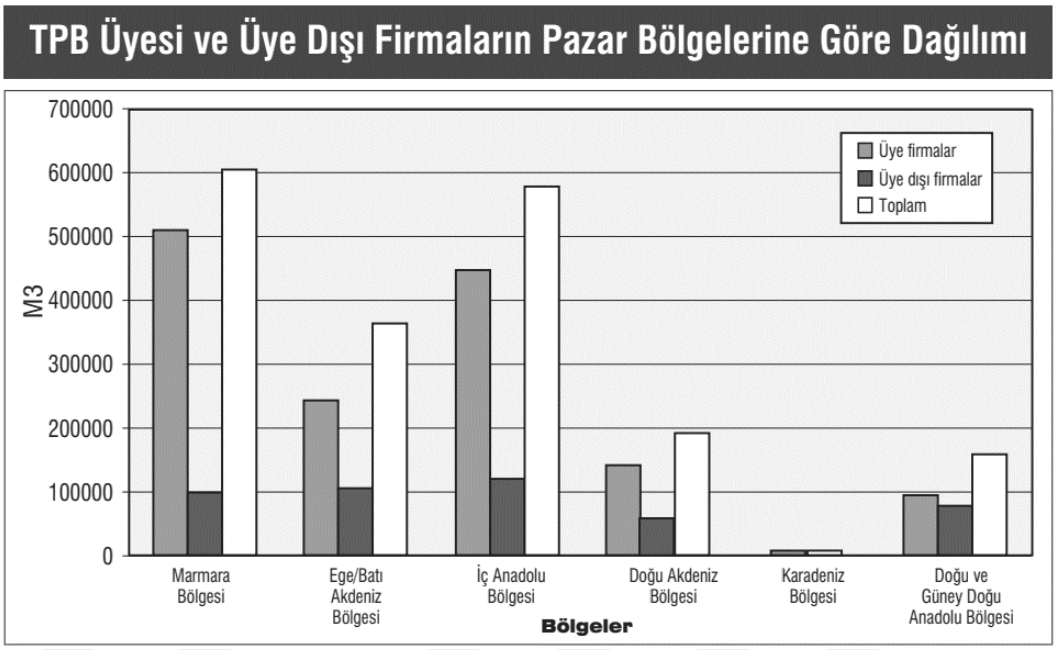
Prefabrik modüler sistemleri sanayi yapılarında %85 oranında bir paya sahip olmasına rağmen bu durum konut sektörü için geçerli değildir. Türkiye'de yaklaşık olarak üretilen her dört yapıdan üç tanesi konut türü yapılar olmasına rağmen bu konutların içerisinde prefabrik modüler inşaat yöntemleri ile üretilmiş konutların oranı sadece %4 seviyesindedir (Amani & Niyazi, 2018). Türkiye'de toplam

çimento ve demir tüketiminin sadece çok küçük bir miktarı TBP üyesi firmalar tarafından harcanmaktadır (Tablo 3.4). Bu durum betonarme prefabrik üretimin ne kadar düşük miktarlarda kaldığını göstermekle birlikte sahip olunan potansiyelin büyüklüğünü göstermektedir.

Tablo 3.4 İnşaat malzemelerinin tüketimi içerisinde betonarme prefabrik üretiminin payı (TBP üyesi firmaların tüketimi), TPB Sektör Raporları, 2022

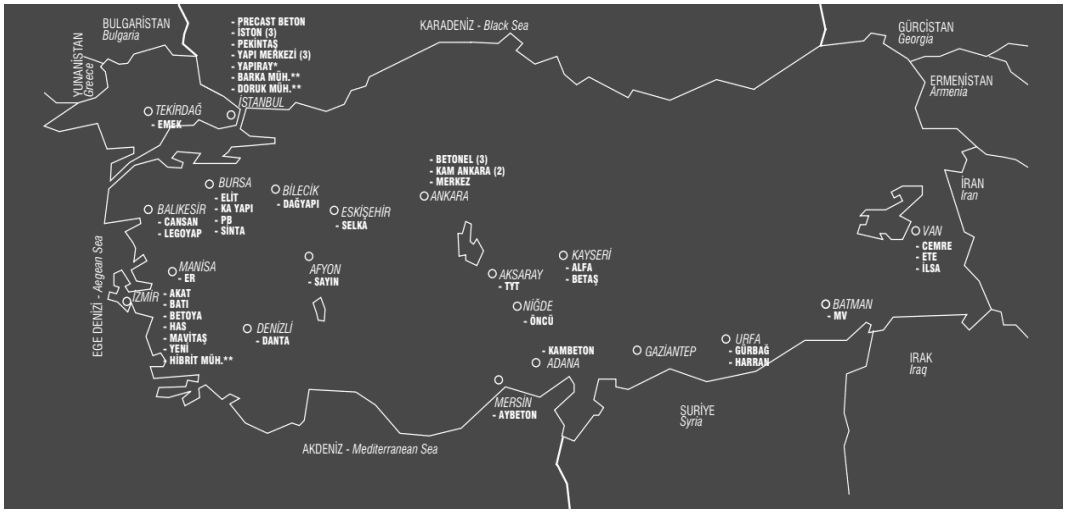
ÜRÜN	TÜRKİYE TÜKETİMİ (TON)	TPB ÜYELERİ TÜKETİMİ (TON)	TPB PAYI
ÇİMENTO CEM I 32.5-42.5 CEM II-M 32.5-42.5	45.367.424	569.199	0.013
ÇİMENTO CEM I 32.5-42.5	32.297.435	569.199	0.018
DEMİR 271010810 Demir veya alaşımsız çeliten beton demir çubuk	12.678.561	193.683	0.015

Prefabrik modüler üretim her ne kadar hızlı ve düşük maliyet opsiyonu sunabilen bir alternatif olsa da konuma bağlılığı yüksek bir üretim çeşididir. Üretim yapılan tesisler ve şantiye sahası birbirine yakın olduğu takdirde prefabrik modüler üretim daha kullanışlı ve avantajlı bir üretim yöntemine dönüşmektedir. Şekil 3.6'da depremden yoğunluklu olarak etkilenen Doğu Akdeniz bölgesi ve Doğu ve Güney Doğu Anadolu bölgelerinin betonarme prefabrik üretiminde pazar payı görülmektedir. Depremde yüksek seviyede etkilenen bu bölgelerde betonarme prefabrik üretimin diğer bölgelere oranla daha düşük seviyede olduğu görülmektedir.



Şekil 3.6 Deprem bölgesi ve diğer coğrafi bölgelerin üretim kapasitesi kıyaslaması, TPB Sektör Raporları, 2022

Deprem bölgesinde betonarme prefabrik üretimi kıyasla az olsa da bölgede ve çevre illerde üretici firmalar bulunmaktadır (Şekil 3.7). Karadeniz bölgesinin coğrafi koşulları sebebiyle betonarme prefabrik üreticisi sayısı az olmasına rağmen deprem bölgesi bu üretim tesislerinin kurulması ve sayısının arttırılması için kıyasla uygun bir coğrafyaya sahiptir.



Şekil 3.7: TPB üyesi betonarme prefabrik yapı üreticisi firmaların ve tesislerin konumları ve deprem bölgesi, TPB Sektör Raporları, 2022

TPB üyesi ve birlik dışı betonarme prefabrik üreticilerinin çoğunluğu üretimlerini çubuk elemanlar (kolon, kiriş, makas vb.) ile yapmaktadır ve Panel duvar üretici sayısı daha düşük bir orana sahiptir (TPB, 2022). Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2023) deprem sonrası verilerine göre monolitik betonarme paneller ile prefabrik olarak konut üretimi, ülke içindeki bulunan kapasite ile, günde 4 adet 120 m²'lik (bakanlık tarafından paylaşılmış tipte) konut üretebilecek hızda tespit edilmiştir (Şekil 3.8). Bu veri yılda 1460 tip konut üretimi yapılabileceğini göstermektedir. Her bir konut için teslim süresi ise 7 gün olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.8 Yerinde dönüşüm köy tipi konutlar için yeni yapım teknolojileri ve bina modelleri, Çevre, Şehircilik Ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2023.

3.3.2 Çelik Prefabrik için Türkiye Üretim Verileri

Çelik prefabrik yapılar Türkiye'de bilinen ve uygulanan bir modüler prefabrik üretim şeklidir. Hafif çelik yapılar (az ve orta katlı konutlar vd.), ağır çelik yapılar (orta, yüksek katlı konutlar, sanayi yapıları vd.) ve prefabrik konteyner tarzı yapılar olmak üzere çelik yapılar özellikle deprem sonrası daha çok ilgi görmektedir. WSA (World Steel Association) (2024) verilerine göre Türkiye 33,7 milyon ton üretim ile güncel olarak en büyük sekizinci çelik üreticisi konumundadır. Almanya ile birlikte Türkiye Avrupa'da yer alan en büyük çelik üreticilerindendir (Şekil 3.9). Türkiye'nin çelik üretim hacmi 21. yy.'da yükselen bir grafik eğilimindedir (Tablo

3.5). Grafikler Türkiye'nin çelik üretimi açısından güçlü ve yükselen bir ülke olduğunu göstermektedir.



Şekil 3.9 Dünya'nın en büyük 20 çelik üreticisi, WSA, 2024

Tablo 3.5 Türkiye ham çelik üretim verileri 2000-2020, TUCSA, 2021

Yıl	Yıllık Üretim Miktarı (Ton)	Dünya Sıralaması	Miktarı (Ton)	Oranı
2000	14.300.000	17	X	X
2001	15.000.000	15	700.000	%4,9
2002	16.500.000	13	1.500.000	%10
2003	18.300.000	13	1.800.000	%10,9
2004	20.500.000	12	2.200.000	%12
2005	21.000.000	11	500.000	%2,44
2006	23.300.000	11	2.300.000	%11
2007	25.800.000	11	2.500.000	%10,7
2008	26.806.000	11	1.006.000	%3,9
2009	25.303.000	10	-1.503.000	-%5,6
2010	29.143.000	10	3.840.000	%15,2
2011	34.107.000	10	4.964.000	%17
2012	35.885.000	8	1.778.000	%5,2
2013	34.654.000	8	-1.231.000	-%3,4
2014	34.536.000	8	-118.000	-%0,3
2015	31.517.000	9	-3.018.700	-%8,7
2016	33.163.000	8	1.645.900	%5,2
2017	37.523.900	8	4.360.800	%13,2
2018	37.311,700	8	-212.200	-%0,6
2019	33.743.100	8	-3.568.700	-%9,6
2020	35.763.000	7	2.020.000	%6
Son 20 Yıllık Toplam			20.763.000	%138,4
Son 12 Yıllık Toplam			8.757.000	%33,4

TUCSA (2021) verilerine göre; çelik sektörün yıllık üretim kapasitesine baktığımızda, çelik yapı sektörünün imalat kapasitesi reel olarak 4 milyon ton/yıl, hafif çelik yapı sektörünün ise yılda 3,5 milyon m2 yapı civarında olduğu değerlendirilmektedir. TUCSA talep edilmesi halinde bu kapasiteleri kısa sürede %25, dokuz ay içinde %50 arttırılması mümkündür. Tablo 3.6'da görüldüğü üzere prefabrik konut oranı beton prefabrikte olduğu gibi çelik prefabrik için de oldukça düşüktür, yapılarda işlenen çelik miktarı yıldan yıla artmasına rağmen 2020 yılında konut stoğunun sadece %1,5'i çelik yapı olarak görülmektedir. Tüm yapılarda kullanılan çeliğin yapı tiplerine oranı ise konut yapılarında %7,9, endüstriyel yapılarda %31,2, ticari yapılar (otel, alışveriş merkezleri ve stadyum yapıları) %26,3 ve köprü ve benzeri yapıları için %34,7 şeklindedir (TUCSA, 2021). Yapılarda kullanılan çelik taşıyıcı işlevler için kullanılabileceği gibi cephe kaplama malzemesi olarak (kompozit kaplama, alüminyum kaplama, paslanmaz çelik kaplama vs.) kullanılabilir.

Tablo 3.6 Türkiye çelik yapıların imalat istatistikleri ve çelik yapı oranları, TUCSA, 2021

Yıl	Üretilen Çelik (Ton)	Yapılarda İşlenen Çelik (Ton)	Yapı stokuna oranı		Değişim Oranı	Çelik Yapı İhracatı (1.000 $)
			Genel	Konut		
2000	14.300.000	600.000	%4,5	%1	X	360.000
2001	15.000.000	720.000	%4,5	%1	%20	468.000
2002	16.500.000	792.000	%4,5	%1	%10	514.800
2003	18.300.000	878.400	%4,5	%1	%10,9	570.960
2004	20.500.000	984.000	%4,5	%1	%12	639.600
2005	21.000.000	1.008.000	%5	%1	%2,4	655.200
2006	23.300.000	1.118.400	%5	%1	%10,9	726.960
2007	25.800.000	1.238.400	%5	%1	%10,7	804.960
2008	26.806.000	1.394.000	%5	%1	%12,6	906.100
2009	25.303.000	1.000.000	%5	%1	-%28,3	825.175
2010	29.143.000	1.100.000	%5,5	%1	%10	907.692
2011	34.107.000	1.398.864	%5,5	%1	%27,2	1.154.307
2012	35.885.000	1.794.250	%5,5	%1	%28,3	1.480.570
2013	34.654.000	1.732.700	%5,5	%1	-%3,4	1.429.780
2014	34.536.000	1.795.872	%6	%1	%3,7	1.481.908
2015	31.517.000	1.638.884	%6	%1,5	-%8,7	1.352.366
2016	33.163.000	1.857.128	%6	%1,5	%13,3	1.532.455
2017	37.523.900	2.101.338	%6	%1,5	%13,2	1.733.971
2018	37.311,700	2.089.455	%6	%1,5	-%0,6	1.724.166
2019	33.743.100	1.754.641	%6	%1,5	-%16	1.447.886
2020	35.763.000	2.002.728	%6	%1,5	%14,1	1.652.601
Son 20 Yıllık Toplam					**%233,79**	

3.3.3 Ahşap-CLT Prefabrik için Türkiye Üretim Verileri

Ahşap yapı elemanları Türkiye coğrafyasında çok eski tarihlerden beri kullanılmış bir yapı malzemesidir. Günümüzde ahşap yapıların yaygınlığı geçmiş yıllara göre daha düşük seviyelerdedir.

Dünyada CLT üretiminin 2019 yılı için 1,6-1,8 milyon m³ düzeyinde olduğu tahmin edilmektedir. 2020 yılı için veriler ise 2,0-2,5 milyon m³'tür. (Muszynski vd., 2020). Türkiye'de henüz yaygınlaşmamış ve kullanılmayan bir yapı malzemesi olarak CLT için devlet eliyle yatırım ve üretim planlamaları sağlanmıştır. 2021 yılında yapılan fizibilite raporu ile Kastamonu bölgesinde yıllık 35.000 m3 CLT üretimi yapılacak bir tesis öngörülmüştür. İş kolunu desteklemek adına vergi indirimleri vb. çeşitli teşvikler üreticilere sağlanmıştır fakat gözle görülür bir sektörel büyüme görülmemiştir. Sağlanması planlanan üretimlerle; yayla evi, kır evi, köy evi ve benzerleri gibi genellikle tek katlı ve bahçe içinde müstakil evler, kulübeler, bungalovlar, SİT alanı kulübeleri (sivil konutlar), şehir banliyölerinde iki katlı, bahçe içinde villalar, evler (sivil konutlar), şehir içinde çok katlı apartmanlar (sivil konutlar), okullar, devlet binaları, spor salonları, kültür ve sanat yapıları, otobüs ve veya tren garı binaları üretimi hedeflendi (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2021). 2023 yılı başlarında ulaşılan veriler sonucunda Türkiye'de aktif CLT üreticisi bulunmamaktadır (Şekil 3.10); güncel CLT üreticilerinin çoğunluğu Avrupa ve Amerika kıtalarında bulunmaktadır ve bu üreticilerin çoğu ulusal alanda hizmet vermektedir (Araujo & Christoforo, 2023).

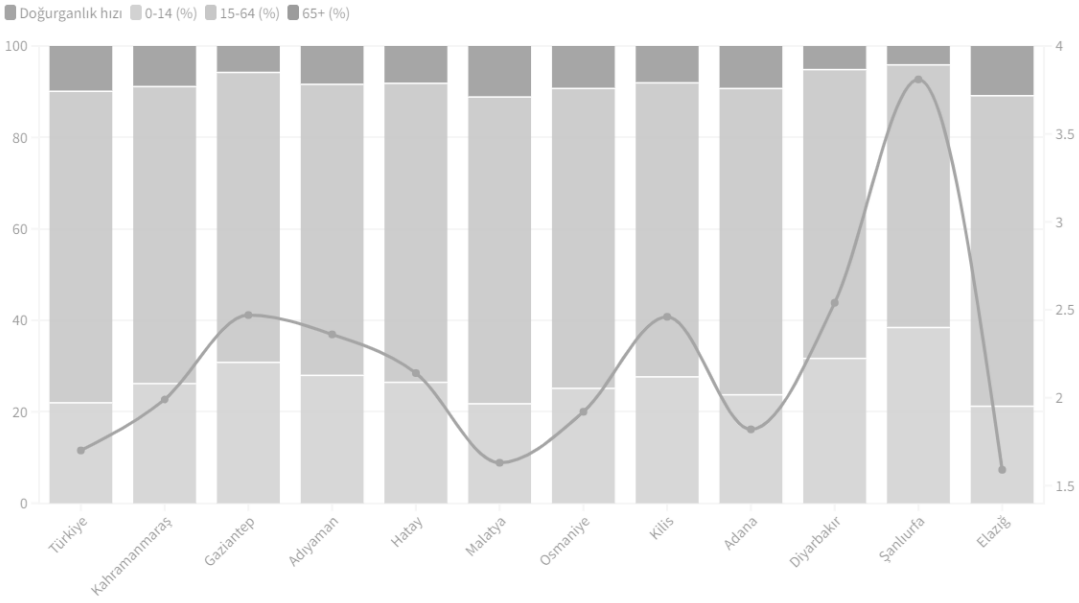


Şekil 3.10 Dünya üzerinde 2020 yılında aktif CLT üreticilerinin bulunduğu ve bulunmadığı (beyaz renkli) ülkeler, Muszynski vd., 2020.

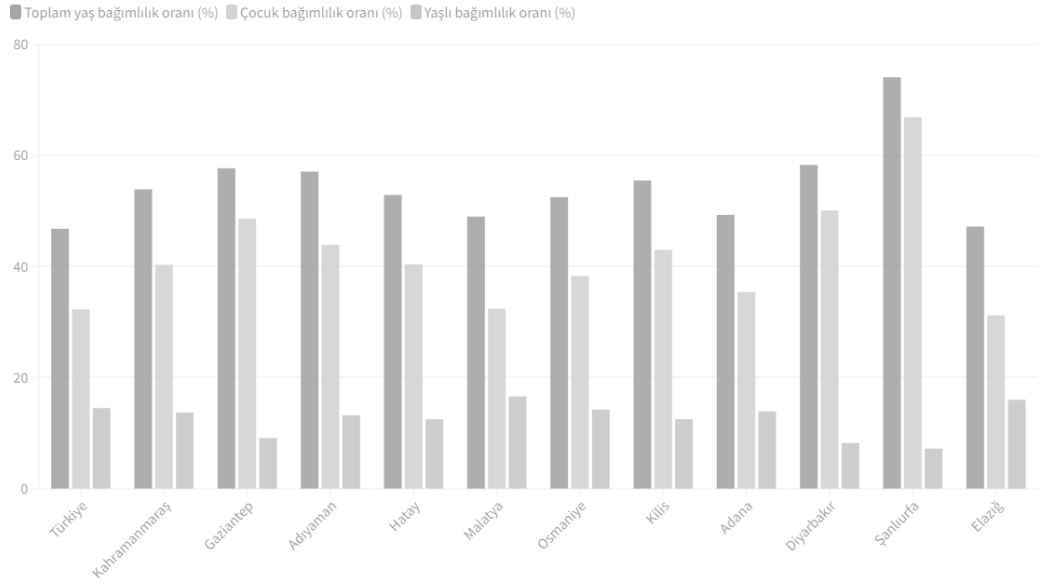
Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2023) deprem sonrası Yeni Yapım Teknolojileri ve Bina Modelleri raporunda CLT yüksek yük taşıma kapasitesine ve deprem dayanımına sahip bir malzeme olarak tanımlanıp, 9 haftada 9 katlı bir CLT yapının kaba inşaatının tamamlanabileceği öngörülmüştür.

3.3.4 Deprem Bölgesinin Sosyoekonomik Yapısı ve Yeniden Üretim için Altyapı Verileri

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri sonrasında 11 il deprem bölgesi ilan edilmiş ve bölge OHAL (olağanüstü hal) alanı ilan edilmiştir. 1,7 milyon mülteci ve 2,6 milyon genci barındıran bölgede toplamda 15,8 milyon kişi depremden etkilenmiştir ve bu sayının içinde tahmini olarak 4,1 milyon üreme çağındaki kadın ve 226 bin hamile kadın bulunduğu düşünülmektedir (UNFPA, 2023). Deprem bölgesi içine dahil edilmeyen fakat yakın coğrafyada depremden etkilenen Türkiye ve Suriye topraklarında bulunan bölgeler de bulunmaktadır. Deprem bölgesindeki nüfusun demografik dağılımı neticesinde işgücüne katılabilecek nüfus oranının (15-64 yaş arası nüfus) Türkiye ortalamasından düşük olduğu görülmektedir; buna karşın bağımlı nüfusun ise Türkiye ortalamasının üstünde olduğu görülmektedir (Şekil 3.11 ve Şekil 3.12). Bu sebeple daha düşük iş gücü gerektiren bir üretim yöntemi ihtiyacı bölge için ön plana çıkmaktadır.



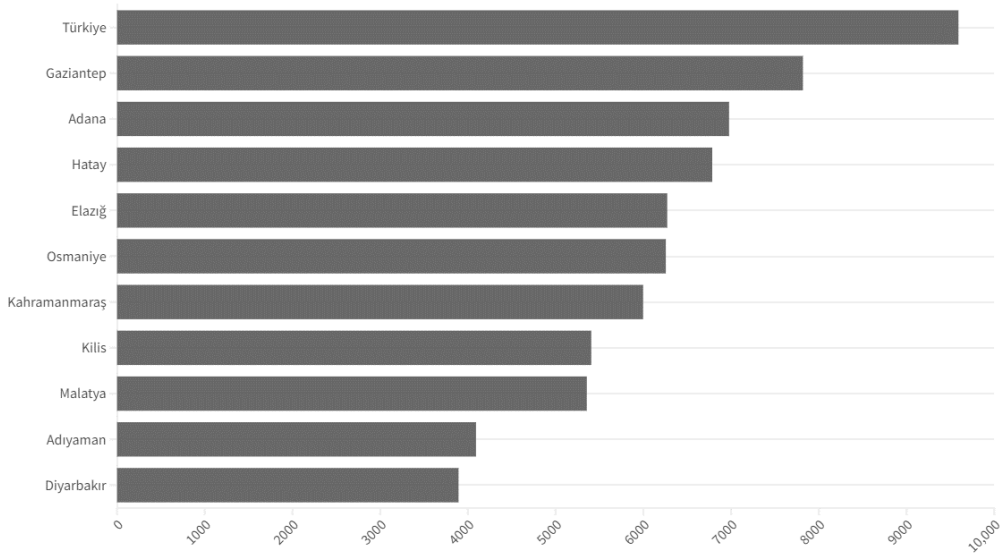
Şekil 3.11 Deprem Bölgesindeki İllerin Demografik Dağılımı, TÜİK, aktaran Toplumsal Yapı Araştırmalar Programı, Güvendi, 2023.



Şekil 3.12 Deprem Bölgesindeki İllerin Nüfus Bağımlılık Oranları, TÜİK, aktaran Toplumsal Yapı Araştırmalar Programı, Güvendi, 2023.

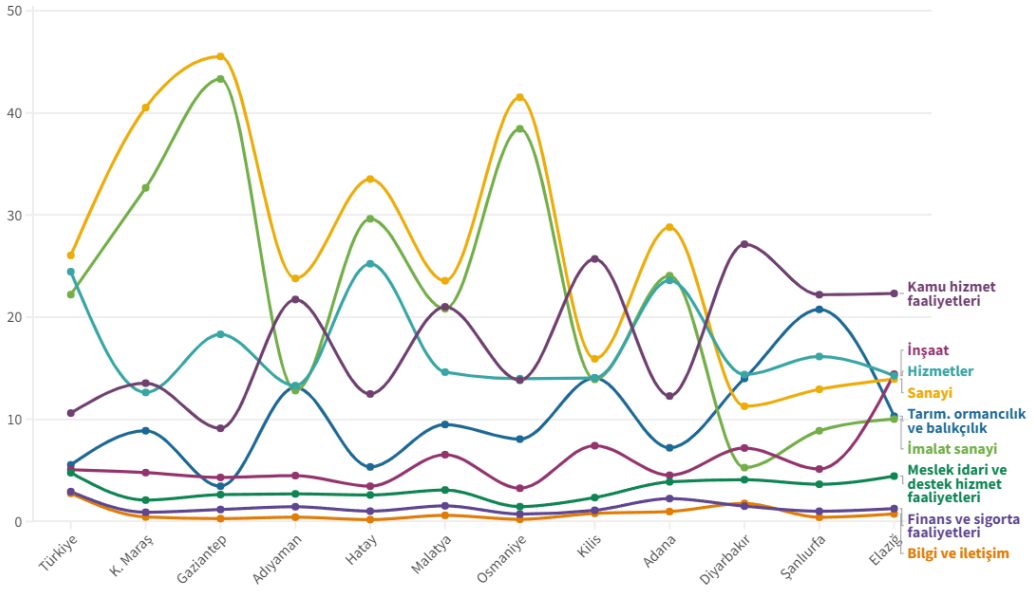
Deprem bölgesindeki şehirler tarihte büyük merkezlere, ticaret noktalarına, limanlara ve turistik yerlere sahip olmalarına rağmen bölgede bulunun şehir halklarının ortalama GSYH'si Türkiye ortalamasının bir hayli altındadır (Şekil 3.13). Sanayileşmeye sahip Gaziantep ve Adana ile bir liman kenti olan Hatay'ın

gelir seviyesi diğer kentlere oranla ortalamanın daha az altındadır. Veriler ışığında bölge özelinde yapılacak konut üretiminin daha ucuz maliyetli olması beklenebilir.



Şekil 3.13 Kişi başına düşen GSYH, dolar bazında, TÜİK, aktaran Toplumsal Yapı Araştırmalar Programı, Güvendi, 2023.

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremlerini hisseden ve deprem bölgesine dahilen edilen Elazığ'da 24 Ocak 2020 tarihinde 6,8 Mw büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir ve 547 bina tamamen yıkılmış, 6270 binada ağır hasar, 962 binada orta hasar ve 10273 binada az hasar almıştır (Kürçer vd., 2020). Elazığ'da yaşanan deprem dolayısıyla Elâzığ ve komşu kent Malatya'da inşaat sektöründe yeniden yapım sebebiyle son yıllarda bir büyüme yaşanmış olmasına rağmen bu iller dışındaki diğer deprem bölgesi illerinin inşaat sektöründeki istihdam payı Türkiye ortalamasına yakın gitmekteydi (Şekil 3.14). Bu durum inşaat iş gücü açısından bölgenin normal bir zamanda kendine yetebilecek kapasitede olduğunu gösterebilir.



Şekil 3.14 İktisadi Faaliyet Kollarına göre yüzdelik GSYH, aktaran Toplumsal Yapı Araştırmalar Programı, Merve Akkuş Güvendi, 2023.

4
TÜRKİYE VE DEPREM BÖLGESİ İÇİN PREFABRİK MODÜLER TEKNOLOJİLER İLE KALICI KONUT ÜRETİMİNİN ZAMAN, MALİYET VE KALİTE ARAŞTIRMASI: PREFABRİK MODÜLER CEPHELER

Üreticiler (konut üreticileri) her zaman hız (zaman), maliyet ve kalite arasındaki stratejik dengeyi optimize etmeye çalışmalıdır (Bertram vd., 2019). Üretilen bir konut yapısı bu üç noktadan taviz vermeden son kullanıcıya sunulmalı. Yani üretilen konut; hızlı üretilmeli, düşük maliyetli üretilmeli ve kullanıcının hayatını olumsuz etkileyecek özelliklere (uygun olmayan malzeme, kısa yapı ömrü, enerji verimsizliği, estetik zayıflık vb.) sahip olmadan üretilmelidir.

Konut üretimi çok kapsamlı bir konudur. Bu çalışmanın bu bölümüne kadar prefabrik modüler yapım yöntemleri ile konvansiyonel yapım yöntemleri genel olarak incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Bu bölümde ise detaylı inceleme ve analiz yapılabilmesi adına yapıların cepheleri için prefabrik modüler yapım yöntemleri ve konvansiyonel yapım yöntemleri belirlenen üç kriter altında (zaman (hız), maliyet ve kalite) üzerinden incelenecektir. Prefabrik cephe sistemleri bina performansını (yaşam döngüsü maliyetleri) ve maliyetini (ilk inşaat maliyetleri) doğrudan etkilemektedir ve dolayısıyla uygun, doğru, kaliteli ve ekonomik sistem seçimi önem kazanmaktadır. Bu noktada anahtar noktalar tasarım, kalite, fonksiyonellik, çevreye uyum, çok yönlülük, minimum risk ve maliyettir (Atalay, 2006).

Hazırlanan tez çalışması kapsamında yapılan yüz yüze mülakatlardaki katılımcıların tamamına cephe işlerinin projelerdeki önemi hakkında sorular sorulmuştur. Katılımcılardan gelen cevaplara göre cephe imalatı maliyetinin total proje maliyetinin %10'u ila %30'u arasında bir gider kalem olduğu ortaya konulmuştur. Bununla birlikte proje takviminde cephe imalatının %10 ile %25'lik bir zaman dilimi kapsadığı katılımcılar tarafından öngörülmüştür. Bu araştırma sonucunda cephe imalatının konut inşaatı sırasında ne kadar büyük bir iş kolu olduğu anlaşılmıştır.

4.1 Araştırma Modeli

Yapılan bu tez çalışması kapsamında deprem sonrası hızlı kalıcı konut üretimi için araştırmalar yapılmış ve prefabrik modüler inşaat yöntemleri konvansiyonel yöntemlerle kıyaslanarak incelenmiştir.

Konunun derinlemesine incelenmesi ve sonuçların daha anlaşılır olması adına araştırma kısmında hem nitel hem nicel verilere ulaşılmaya çalışılmıştır. Birden fazla veri toplama yöntemi ve analiz yöntemine sahip çalışmalarda araştırmanın karmaşıklığını yok etmek için daha açık yöntemlere ihtiyaç duyulmuştur (Creswell, 2003). Bu ihtiyacı karşılamak için nitel ve nicel araştırmalara ek olarak bir araştırma paradigması olarak karma yöntem iki yöntem arasında bir bağlantı olarak görülmektedir (Onwuegbuzie & Leech, 2004). Onwuegbuzie ve Leech (2009) karma araştırma yöntemini, bir çalışmada ya da birden fazla çalışma kapsamında hem nitel hem de nicel verilerin birlikte toplanması, analiz edilmesi ve yorumlanmasını içeren bir yaklaşım olarak tanımlamıştır (Akt., Tunalı vd., 2016). Karma araştırma yöntemi, içerdiği karmaşıklıklar ve belirsizlikler nedeniyle araştırmacılar tarafından sıklıkla tercih edilmese de nitel ve nicel yöntemleri bir arada kullanarak araştırmanın geçerlik ve güvenirliğini artıran etkili bir yaklaşımdır (Tunalı vd., 2016). Creswell (2003) araştırmacıların karma araştırma yöntemi için 6 temel tasarım öne sürmüştür. Yapılan bu çalışma Creswell'in "sıralı araştırıcı tasarım" (keşfedici ardışık desen) tasarımını kullanmaktadır. Bu karma yöntem tasarımının amacı, araştırma problemini öncelikli olarak elde edilen nitel verilerin analizi ile ortaya çıkarmaktır. Nitel sonuçlar elde edildikten sonrası elde edilen sonuçların yeni bir veri toplama amacı ile nicel veriler ile geliştirmektir. Yani nitel veriler ışığında nicel bir araştırma yapılır ve yeni sonuçlar elde edilir. Üçüncü aşamada nicel bir aşama daha yapılır ve bir önceki aşamada elde edilen nicel veriler test edilir. 3 aşamada elde edilen verilerin incelenmesi değerlendirme ve bulgular kısmında incelenir (Creswell, 2025).

4.2 Konut Üretimi Yapan Firma Sahipleri ve Temsilcileri ile Yüz Yüze Görüşmeler

Bu araştırmada karma araştırma yöntemi kullanılırken, kalıcı hızlı konut üretiminde maliyet, hız ve kalite konusundaki problemleri keşfetmek adına sektörden

katılımcılarla yüz yüze görüşmeler yapılmıştır. Yüz yüze görüşmelerde konu "cephe imalatı" ile sınırlandırılmıştır. Bu aşamada elde edilen nitel veriler Braun ve Clarke Tematik Analiz Yöntemi ile analiz edilmiştir.

4.2.1 Yüz Yüze Görüşmeler için Çalışma Grubu ve Özellikleri

Araştırmanın nitel ilk aşamasını oluşturan yüz yüze görüşmelerin çalışma grubunu, Türkiye'de inşaat sektöründe hizmet veren şirketlerin sahipleri ya da temsilcisi olan yöneticiler, mimarlar ve inşaat mühendisleri oluşturmaktadır (Tablo 4.1). Nitel araştırmalarda esas odak, katılımcı sayısından çok, elde edilen verilerin derinliği ve anlamlılığıdır (Hennink vd., 2017); bu nedenle daha çeşitli görüşlere ulaşmak amacıyla katılımcılar farklı özelliklere sahip sektör temsilcilerinden seçilmiştir. Çalışma grubunda yer alan katılımcılar, şirketlerinin konut projesini yapması kriteri ile seçilmiştir. Araştırmalarda, örneklemdeki katılımcıların sosyoekonomik durumu, eğitim düzeyi gibi çeşitlilik gerekebilir (Polat, 2022). Daha güncel görüşlere ulaşmak ve sektörde yer etmiş görüşlere ulaşmak amacı ile katılımcılar çeşitli yaş gruplarından (26-61 arası) ve çeşitli mesleki tecrübeye seviyelerinden (4 yıl ila yaklaşık 40 yıl arası) seçilmiştir. Ek olarak mezuniyet seviyesi lise (2 katılımcı), lisans (9 katılımcı), yüksek lisans (2 katılımcı) ve doktora (2 katılımcı) olan katılımcılar ile görüşülmüştür. Buna ek olarak katılımcılar Türkiye'nin farklı şehirlerinden seçilmiştir. Adıyaman'dan 1 katılımcıya, Ankara'dan 3 katılımcıya, İstanbul'dan 3 katılımcıya, Kayseri'den 6 katılımcıya, Niğde ve Kocaeli'nden ise 1 katılımcıya yer verilmiştir. Görüşmeler toplamda 15 katılımcı ile yapılmıştır. Nitel çalışmalarda örneklemin yeterli büyüklüğe ulaşması (doygunluk noktasına ulaşması) anı elde edilen verilerin tekrar etmeye başladığı aşamadır (Hennink & Kaiser, 2022). Bu sebeple röportajlarda tekrar cevapların artması ve yeni görüşlerin gelmemeye başlaması ile örneklem büyüklüğü 15. katılımcı ile sonuçlanmıştır.

Tablo 4.1 Çalışma Grubunda yer alan yüz yüze görüşme yapılan mülakat katılımcılarının kişisel özellikleri

Görev	Mesleki Tecrübe	Akademik Mezuniyet	Çalışma Alanı	Şehir	Kod
Şirket Sahibi İnşaat Mühendisi	+20 yıl	Lisans	Konut Üretimi, Yapı Malzemeleri	Kayseri	K1
Şirket Ortağı, Müteahhit	+20 yıl	Lise	Konut Üretimi	Kayseri	K2
Şirket Sahibi, İnşaat Mühendisi	10-20 yıl arası	Lisans	Konut Üretimi, Emlakçılık	Kayseri	K3
Şirket Sahibi, Müteahhit	+20 yıl	Lise	Konut Üretimi, İç Dekorasyon	Kayseri	K4
Şirket Sahibi, Müteahhit	+20 yıl	Lisans	Konut Üretimi, Sanayi Yapıları Üretimi	Kayseri	K5
Şirket Sahibi, Mimar	+20 yıl	Lisans	Konut Üretimi, Tasarım	Ankara	K6
Şirket Sahibi, İnşaat Mühendisi	+20 yıl	Lisans	Toplu Konut Üretimi, Devlet projeleri	Adıyaman	K7
Şirket Danışmanı, Akademisyen, İnşaat Mühendisi	+20 yıl	Doktora	Yüksek katlı yapılar, Statik Proje	Ankara	K8
Şirket Temsilcisi, Mimar	10-20 yıl arası	Lisans	Konut Üretimi, Kamusal Yapılar	Kocaeli	K9
Serbest Müteahhit	0-5 yıl arası	Lisans	Müstakil Konut Üretimi	Niğde	K10
Şirket Sahibi, Müteahhit	+20 yıl	Lisans	Konut Üretimi	Kayseri	K11
Şirket Sahibi, Akademisyen, İnşaat Mühendisi	+20 yıl	Doktora	Konut Üretimi	İstanbul	K12
Serbest Mimar	6-10 yıl arası	Yüksek Lisans	Konut Tasarımı	İstanbul	K13
Şirket Temsilcisi, Mimar	0-5 yıl arası	Lisans	Konut Tasarımı, İç Mekân Tasarımı	Ankara	K14
Şirket Temsilcisi, Mimar	6-10 yıl arası	Yüksek Lisans	Konut Tasarımı	İstanbul	K15

4.2.2 Veri Toplama Aracı ve Verilerin Toplanması

Araştırma verilerinin (nitel verilerin) toplanması yarı yapılandırılmış görüşmeler ile yapılmıştır. Çeşitli disiplin ve araştırma alanlarında yürütülen nitel çalışmalarda, en yaygın tercih edilen veri toplama yöntemlerinden biri mülakattır; bu bağlamda, özellikle yarı yapılandırılmış görüşmeler (mülakat) öne çıkmaktadır (Polat, 2022). Yarı yapılandırılmış görüşmeler standartlaştırılmış sorulardan oluşur ve sorular açık uçlu olarak hazırlanabilir; bu sayede görüşme yapılan katılımcıdan daha derinlemesine bilgiler elde edilebilir (Güldü, 2025). Mülakatlar sohbet havasında ilerlerler ve standartlaşmış sorulara katılımcının verdiği yanıtlar ile şekillenebilen bir süreçtir (Rubin & Rubin, 2012). Katılımcının görüşlerini rahat bir şekilde ifade edebilmesi ile bu yöntemde derinlemesine cevaplar elde edilebilir. Daha derin cevaplar alabilmek için doğrudan sebep sonuç ilişkisi içeren sorulardan ziyade deneyim odaklı sorular sorulmalıdır (Josselson, 2013). Bu noktada yapılan çalışmada önceki bölümlerde yapılan araştırma üzerine deneyim odaklı sorular hazırlanmıştır. Katılımcıların öncelikle cephe imalatı hakkındaki genel fikirlerine ve deneyimlerine ulaşılmaya çalışacak açık uçlu sorular oluşturulmuştur. Görüşmenin doğal akışı içerisinde bu imalatlar ile ilgili yaşadıkları problemler ve başarılı deneyimlerle alakalı görüşleri elde etmek hedeflenmiştir. Katılımcıların deneyimlerini aktarırken prefabrik cephelerle alakalı görüşleri "maliyet, hız (zaman) ve kalite" başlıkları altında toplanmak hedeflenmiştir. Bu amaçla taslak sorular hazırlanmıştır. Taslak sorular hazırlanması sürecinde literatürden elde edilen veriler ile birlikte sektör çalışanları ve akademisyenlerin tavsiyelerine başvurulmuştur.

4.2.3 Pilot Görüşmeler

Hazırlanan soruların test edilmesi amacı ile iki pilot görüşme yapılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler için soru adedi hakkında bir sınır veya standart yoktur fakat yüksek sayıda sorunun sorulan bir anket gibi de olmamalıdır (Polat, 2022). Bu görüşmeler sonucunda soruların sayısı ondan altıya düşürülmüştür. Bunun sebebi konuların araştırmadan çıkartılması değil, bağlantılı ve tekrar cevaba sebep olan soruların birleştirilmesidir. Yapılan görüşmelerin en sonunda katılımcılara "Bu mülakat yapıldığında değinilmesini beklediğiniz başka bir konu var mı? Sizin bu konulara eklemek istediğiniz başka noktalar var mı?" soruları sorulmuştur. Alınan cevaplar neticesinde katılımcılar, konu ile alakalı devlet regülasyonları ve

teşvikleri ile alakalı soruların yer alması gerektiğini önermişlerdir. Görüşme sorularına, tümden gelim yöntemi ile elde edilen üç araştırma başlığındaki (maliyet, hız (zaman) ve kalite) sorulara ek olarak devlet regülasyonları ve teşvikleri hakkında deneyimlere ulaşmak amacıyla bir soru daha eklenmiştir. Bu sayede kalan katılımcılarla yapılan mülakatlar, toplam 7 soru içerecek şekilde gerçekleştirilmiştir. Yapılan mülakatların soruları A Mülakat Soruları bölümünde yer almaktadır. Bu sorular katılımcılara sorulmuş temel sorular ve konu başlıklarıdır. Mülakatlarda katılımcıların konuyu yönlendirdikleri ve ilgi çeken başlıklar için ekstra sorular da sohbet ortamı içerisinde katılımcılara sorulmuştur.

4.2.4 Katılımcılar ile Yarı Yapılandırılmış Yüz Yüze Görüşmeler

Araştırmada yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerin tamamı 2025 yılının ilk yarısında yapılmıştır. Mülakatların girişi kısmında görüşmeci (görüşmeyi yapan kişi) katılımcıya (görüşme yapılan kişi) kendini tanıtmıştır ve karşı taraf hakkında demografik bilgiler elde etmeye çalışmıştır. Görüşmeci daha sonrasında bu mülakatı yapmak istemesinin sebebini katılımcılara açıklamıştır. Katılımcıların rızası dahilinde notlar, ses kayıtlar ve yazılı cevaplar alınmıştır. Ses kaydına izin veren katılımcıların görüşleri daha sonra MaxQDA yazılımı ve TurboScribe yapay zekâ yazılımı kullanılarak yazılı diyalog metinlerine dönüştürülmüştür. Mülakatlar yaklaşık 15 dakika ile 40 dakika arasında sürmüştür. Nitel araştırmanın önemli özelliklerinden biri, bir deneyim hakkında bilgi edinmektir (Merriam ve Tisdell, 2015). Bu süreç içerisinde katılımcılardan deneyim odaklı cevaplar alınmaya çalışılmıştır ve katılımcının deneyim aktarımı tamamlanana kadar bir sonraki soruya geçilmemiştir. Bu durum her katılımcının deneyimlerine göre farklı sorulara daha uzun veya daha kısa cevaplar vermesine sebep olmuştur. Bu sebeple A bölümü EK-1'de sorulan sorularla ek olarak katılımcılara mülakat sonunda eklemek istedikleri deneyimleri sorulmuştur.

4.2.5 Görüşmelerden Elde Edilen Verilerin Analizi

Yarı yapılandırılmış mülakatların analizi MaxQDA Windows yazılımı kullanarak yapılmıştır. Yapılan her yarı yapılandırılmış mülakatın hemen ardından görüşmenin analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerin analiz edilmesi için Braun ve Clarke'ın (2006) Tematik Analiz Yöntemi kullanılmıştır. Tematik Analiz Yöntemi, nitel verilerdeki temaları tanımlar ve bunlara dair içgörüler sunmak için sistematik

bir yaklaşım sağlar (Braun ve Clarke, 2012). Tematik Analiz 6 aşamadan oluşmaktadır (Tablo 4.2).

Tablo 4.2 Tematik Analizin Aşamaları, Braun ve Clarke, 2012

Aşama 1	Araştırmacının verilere aşina olması (elde edilen dokümanların tekrar tekrar incelenerek içselleştirilmesi)
Aşama 2	İlk kodların oluşturulması (dikkat çeken verilerin sistematik bir şekilde kodlanması ve alakalı verilerin bir araya toplanması)
Aşama 3	Temaların aranması (oluşturulan kodlardan ortak temaya sahip olanların temalar altında toplanması)
Aşama 4	Temaların incelenmesi (oluşturulan kodların temalar ile uyumlu oluşunun kontrol edilmesi ve tematik analiz haritasının oluşturulması)
Aşama 5	Temaların tanımlanması ve isimlendirilmesi
Aşama 6	Raporun hazırlanması (çarpıcı doğrudan alıntılardan örnekler seçilmesi, kodlanan verilerin raporlaştırılması)

Yapılan mülakatların yazılı dokümanlara dönüştürülmesinin ardından mülakatlar düzenlenerek tekrar okunmuş ve mülakatlardan dikkat çekici noktalar ile ilk kodlar oluşturulmuştur. Kodlar elde edilen verinin anlamlı bir özelliğe veya anlamlı olabilecek bir ham bilgiye karşılık gelebilecek en temel parçasıdır (Akt. Braun & Clarke, 2019). Kodlar oluşturulurken verilerin içerik ve tekrar sıklığı temel alınarak kodlama yapılmıştır. Oluşturulan bu ilk kodlar olası temalar ve alt temalar oluşturacak şekilde kümelenmiştir. Birçok kez tekrarlanan veriler alt temaları. Tematik analizde temalar iki yoldan tespit edilebilir; tümevarımsal ve tümdengelimsel. Araştırmacı oldukça özgün bir araştırma sorusundan hareketle kodlama yapabilir (tümden gelimsel yaklaşım; daha kuramsal bir analiz yaklaşımı gerektirir) ya da kodlama süreci araştırmacıyı özgün bir araştırma sorusuna da götürebilir (tümevarımsal yaklaşım gerektirir) (Braun & Clarke, 2019, s. 880). Bu çalışmada tümdengelimsel bir yaklaşım ile mülakat soruları “maliyet, hız (zaman) ve kalite” temaları, mülakatlardan katılımcılardan gelen geri dönüşler ile

tümevarımsal bir yaklaşım ile “devlet regülasyonları ve teşviği” teması ortaya çıkmıştır. En son mülakatın ardından temalar, alt temalar ve kodların birbiri ile uygunluğu kontrol edilmiştir ve bu doğrultuda tematik analiz tablosu oluşturulmuştur (Tablo 4.3).

Tablo 4.3 Yapılan mülakatlar sonucunda katılımcıların prefabrik cephelere ilişkin görüşlerinin tematik analizi, 2025, Mustafa Enes Berk

Ana Tema	Temalar	Alt Temalar ve Kodlar
Prefabrik Modüler Konut Üretimi Teknolojileri ile Kalıcı Konut Üretimini: Cephe Üretimi	Maliyet Odaklı Bakış	Yöntem kaynaklı maliyet değişimi
		Üretim hızındaki değişim ile oluşan süreç farkının maddi karşılığı
		Malzeme zaiyatı
		Kullanım ömrünün değişmesi ile maliyet değişimi
		Seri üretim şansı ile maliyet değişimi
	Hız (Zaman) Odaklı Bakış	Projelendirme ve iş programı kalitesi ile gerçekleşen hız değişimi
		Çevresel ve dış etkenler dolayısıyla yaşanan hız değişimi
		Cephe malzemelerine ulaşmanın kolaylığına göre hız değişimi
	Kalite Odaklı Bakış	Kullanım ömrü
		Performans değerleri ve dış etkenlere uygunluk
		İşçilik hataları ve kalite kontrol prosedürleri
		Estetik ve farklı formlarda cepheler üretilmesi
		Adaptiflik, esneklik ve bakım

Tablo 4.3 Yapılan mülakatlar sonucunda katılımcıların prefabrik cephelere ilişkin görüşlerinin tematik analizi, 2025, Mustafa Enes Berk (devamı)

Prefabrik Modüler Konut Üretimi Teknolojileri ile Kalıcı Konut Üretimini: Cephe Üretimi	Devlet Regülasyonları ve Teşvikleri	Belediye ve ilgili bakanlıkların cephe standartlarının yeterliliği ve kaliteye teşvik etmesi
		Yapı malzemelerinin denetimi ve mesleki yeterlilik kontrolleri

Tablo 4.3'te görüldüğü üzere tematik analiz sonucunda "Prefabrik Modüler Konut Üretimi Teknolojileri ile Kalıcı Konut Üretimini: Cephe Üretimi" ana temasında katılımcı görüşlerine istinaden oluşturulan kodlar ile "Maliyet Odaklı Bakış, Hız (Zaman) Odaklı Bakış, Kalite Odaklı Bakış ve Devlet Regülasyonları ve Teşvikleri" temaları oluşmuştur.

Katılımcıların çoğunlukla aynı konular üzerinde durduğu fakat bazı konularda zıt fikirlere bazı konularda ise çoğunluklu olarak aynı fikirlere sahip oldukları görülmüştür.

Katılımcılar, prefabrik cephelerde kullanılan malzemelerin birim fiyatlarının yüksek olduğu ve prefabrik cephelerin daha nitelikli bir işçiliğe ihtiyaç duyması sebebiyle işçilik maaliyetlerinin de daha yüksek olduğu konusunda hem fikir oldukları gözlemlenmiştir. K13 prefabrik cepheler ile ortalama maliyet artışını deneyimlerine istinaden şu şekilde özetlemiştir:

> Geleneksel yöntemlerle yapılan cephe imalatlarının, tüm ince işler maliyetinin yaklaşık %15 ila %20'si arasında bir orana sahip olduğu söylenebilir. Cephe imalatında prefabrik elemanların tercih edilmesi durumunda ise, bu oranın %30–%35 seviyelerine kadar yükselebileceği değerlendirilmektedir. Bu doğrultuda, cephe maliyetlerinde yaklaşık iki kata varan bir artışın meydana gelmesi mümkün görünmektedir (serbest mimar, 6-10 yıl arası deneyim).

K12 ise prefabrik cephe üretimi sebebiyle öngördükleri maliyet artışının sebebini şu şekilde açıklamıştır:

> Geleneksel ve prefabrik cephe uygulamalarında cephe maliyetleri arasında farklılıklar oluşturması aşikardır. Prefabrik imalatlar her daim daha maliyetli ve

> profesyonellik isteyen imalatlardır. Bu yüzden her daim hem uzun zamanlı hem de yüksek maliyetli olandır (şirket sahibi akademisyen inşaat mühendisi, +20 yıl tecrübe).

Prefabrik yöntemlerin şantiyede geçirilen süreyi azaltması sebebiyle maliyete etki göstereceği görüşü dikkat çekici bir nokta olarak görülmüştür. K14 (Şirket temsilcisi mimar, 0-5 yıl arası tecrübe) bu konuya "Geleneksel yöntemlerde malzeme, işçilik ve bununla beraber teslim süresinin oluşturduğu maliyet, prefabrik yöntemle üretildiğinde ortalama %30-40 oranlarında maliyete fayda sağlayacaktır." sözleri ile değinmiştir ve prefabrik cephe imalat yöntemlerinin proje teslim sürecine olumlu yansıyacağını belirtmiştir.

Cephe imalatı sürecinde malzeme zaiyatını konusu katılımcıların tamamı tarafından dikkat çekilmiş bir konudur. Zaiyatın doğrudan maliyete etkisi katılımcılar tarafından kabul edilmekle beraber katılımcılar çoğunlukla prefabrik üretimin fabrika ortamında olması sebebiyle malzeme zaiyatının prefabrik üretim ile daha aza indirileceği yönündedir. K9 malzeme zaiyatı konusunda görüşlerini şu ifadelerle belirtmiştir:

> Her üretimde illaki bir fire olacaktır, fabrikada da üretsen bile. Ama daha az olur, minimum olur. Burada şantiyede oran yüzde üçse sen fabrikada bunu yüzde birin altına indirirsin. Zaiyatı geri dönüşümde kullanabilirsen sıfır atık çıkartabilirsin (şirket temsilcisi mimar, 10-20 yıl arası tecrübe).

Fabrikasyon ile üretimde zaiyatı düşürebileceğini destekleyen bir görüş de K11 tarafından aktarılmıştır. K11 cephe üretiminde fabrikasyonun avantajını şu ifadelerle açıklamıştır:

> Malzeme kesimleri CNC gibi teknolojilerle hassas yapıldığından zaiyat oranı %2 seviyelerine kadar düşebilir. Buna karşılık, yerinde üretimde zaiyat oranı %10'un üzerine çıkabilir; özellikle sıva, boya ve izolasyon gibi iş kalemlerinde fire miktarı yüksektir. Dolayısıyla prefabrik sistemler hem sürdürülebilirlik hem de maliyet kontrolü açısından daha verimlidir (şirket sahibi müteahhit, +20 yıl tecrübe).

Mülakatlar malzeme zaiyatı ilgili bir önemli nokta olarak doğru projelendirme ve proje tecrübesi konusu ön plana çıkmıştır. Katılımcılar malzeme zaiyatında üretim yöntemi gibi firma tecrübesi ve doğru projelendirmenin önemli olduğunu görüş olarak bildirmiştir. K6 malzeme zaiyatı konusunda projelendirmenin önemini ve tecrübe faktörünü şu sözlerle açıklamıştır:

> Zaiyat mimarın malzeme bilgisine dayalı. Şimdi atıyorum. Mimar malzemenin fabrikadan çıkış enini boyunu bilmiyor. Atıyorum 6,1 metrelik bir cephe yaptı.

> Malzeme 6 metre. Fabrikadan senin ikinci malzeme gerekli olur. Ne oldu bu sefer? On santim için bir fire olacak. Diğer malzeme boşa gidecek. Mimar bunun malzemenin altı metre olduğunu bilse ve bu cepheyi 5,50 metre yapsa daha az fireli yapacak. Bu sayede ilk senaryodan daha az fire verdi (şirket sahibi mimar, +20 yıl tecrübe).

Yukarıda bahsedildiği üzere mülakat katılımcıları prefabrik cephe imalatının ilk inşaat maliyetinde daha pahalı olabileceğine dikkat çekmiştir. Fakat konvansiyonel yöntemlerle yapılan cephelerin kullanım ömürlerinin daha kısa olacağı yönünde yorumlarla da karşılaşılmıştır. Katılımcılar prefabrik cephelerin kullanım ömrünü daha uzun kılması sayesinde yaşam döngüsü maliyetini düşüreceği görüşüne dikkat çekilmiştir. K1 bu konuyu karşılaştırmalı bir örnek ile şu şekilde açıklamıştır:

> Bugün git St. Petersburg'un meydanında, en yeni binada 1800 (yapım yılı) küsur yazar. Hepsi prekast, hepsi taşlardır ya da beton taş malzemedir. İlk günkü gibi duruyor hepsi. Bizim 24 sene önce yaptığımız söveye git mutlaka iki kere bir yenileme ister. Yani maksimum 8-10 yıl arasında bir frekansla yenileme ister. Bu demek ki konvansiyonel yöntem daha pahalıya geliyor. Yani ucuz gibi görünüyor ama baktığında aslında bizimki çok daha pahalı ve sürekli bakım isteyen bir iş (şirket sahibi inşaat mühendisi, +20 yıl tecrübe).

Katılımcılar çoğunlukla yukarıda bahsedildiği üzere ilk inşaat maliyetinin prefabrik cephe imalatında daha yüksek olduğunu düşünse de bu maliyetin düşebileceğine yönelik de bir görüş bulunmaktadır. K9 bu görüşü şu şekilde iletmiştir:

> Şimdi bir tane yapmaya kalkarsam bir şeyi bunun maliyeti kurtarmaz. Ama devlet bir karar alır da bu işi toplu üretime dökerse o zaman tabi ki maliyet mutlaka ucuzlar yani. Çünkü şu an içinde bulunduğumuz yapı prefabrik mesela, şantiye ortamındayız. Bu konteynerden bir tane yap dediğin zaman ile işte 100 tane yap dediğin zaman maliyeti tabi çok değişir. Dolayısıyla seri üretimle maliyeti aşağı çekilebilir. (Şirket temsilcisi mimar, 10-20 yıl arası tecrübe).

Katılımcılar prefabrik cephelerin maliyetlerine ilişkin görüş ve deneyimlerini aktarırken konunun hep hız (zaman) başlığı ile temas halinde olduğu mülakatlarda gözlemlenmiştir. Aslında bu iki başlığın bir arada incelenmesi gerektiği bazı katılımcılar tarafından belirtilmiştir. Cephe imalatı ile alakalı hız teması altında katılımcıların deneyim aktarımları ve görüşleri alınmıştır. Bu noktada göze en çok çarpan ve tekrar eden görüş cephe imalatı süresinin, doğru projelendirme ile doğru orantılı olduğuydu. K1, doğru planlama yapıldığı takdirde hiç imalat süresi

beklemeden sadece montaj süresi ile cephe imalatının bitirebileceğini şu şekilde belirtiyor:

> Projenin cephe imalatı aslında projelendirme kısmında başlıyor. Yani aslında sıfır projelendirme detayını doğru çözersen imalat sürem sıfır gündür. Sebebi ise zaten kaba inşaat devam ederken imalatını devam ettirebilmen. Ondan sonra aslında sadece montaj süren kalıyor (şirket sahibi inşaat mühendisi, +20 yıl tecrübe).

K14 (şirket temsilcisi mimar, 0-5 yıl arası tecrübe) ise bu konuda "Prefabrik cephe üretimlerinde ise yapının tüm detayları proje aşamasında daha pratik ve hazır şekilde çözüldüğünden hem projelendirme sürecini hem de saha imalatını oldukça hızlandırır." sözleri ile projelendirmenin hız konusundaki önemini ön plana çıkarıyor. K11 ise prefabrik cephe elemanlarının proje sürecini hızlandırabileceğini şu sözleriyle ifade etmiştir:

> Geleneksel yöntemlerde (tuğla-sıva gibi) şantiye süresi uzarken, prefabrik cephe sistemlerinde cephe elemanları paralel olarak atölyede üretilebildiği için uygulama süresi ciddi anlamda kısalır. Bu da özellikle şehir içi projelerde şantiye lojistiğini ve genel süreyi pozitif etkiler (şirket sahibi müteahhit, +20 yıl tecrübe).

Bu görüş şehir içi sıkışık alanlarda prefabrik cephe imalatının işlevsel olabileceği görüşünü de ortaya koymuştur. Bu konudaki bir başka görüş ise doğru projelendirme ve iş planı yapılsa bile cephe imalatı süresinin kısaltılamayacağıdır. K13 (serbest mimar, 6-10 yıl arası tecrübe) prefabrik yöntemlerle cephe üretimi sağlanırken yeni iş kalemlerinin ortaya çıkacağını ve bu sebeple sürenin değişmeyeceğini "Prefabrik ya da geleneksel yöntemlerin kullanılması süre üzerinde büyük bir fark yaratmaz; çünkü prefabrikte de üretim, taşıma, montaj öncesi karkas ve yalıtım gibi hazırlık süreçleri zaman almaktadır." sözleri ile açıklamıştır.

Katılımcılar deneyimlerinden bahsederken ele alınan bir önemli noktada çevresel faktörlerdir. Cephe binanın kabuğunda yapılan bir işlem olduğu için iklimsel faktörler ve diğer çevresel faktörlerden etkilenmektedir. K7 (şirket sahibi inşaat mühendisi, +20 yıl tecrübe) cephe imalatı süresi ile deneyimleri ve öngörülerini aktarırken hava şartlarını müsaade ettiği ölçülerde görüş açıkladığını bildirmiştir. K11 çevresel etmenlerle alakalı gürültü ve atık konularına da değinerek şu şekilde görüş bildirmiştir:

> Geleneksel yöntemlerde iş gücüne dayalı bir ilerleme söz konusudur; hava koşullarına açık ortamda çalışıldığından süre uzayabilir ve kalite dalgalanabilir.

> Prefabrik sistemler, üretimin kontrollü fabrika ortamında yapılmasına imkân sağladığı için kalite standardizasyonu ve hız açısından avantaj sağlar. Şantiyede sadece montaj yapılması gerektiğinden iş gücü azalır, gürültü kirliliği gibi çevresel etkiler, atık düzenleme problemleri düşer ve termin süreleri kısalır (şirket sahibi müteahhit, +20 yıl tecrübe).

Mülakatlardan elde edilen hız (zaman) başlığı altında alının görüşler içerisinde dikkat çeken bir diğer görüş ise malzemelerin temin kolaylığıdır. K7 konvansiyonel üretimde kullandıkları malzemelere daha hızlı ulaşabildiğine şu sözlerle değiniyor:

> Ama hani eğer spesifik olarak konut üzerinden bakacak olursak. Cephe imalat süresi çok kısa aslında. Çünkü niye kısa? Hani artık bu geleneksel malzemeler o kadar yoğun bir şekilde üretiliyor ki Türkiye'nin her tarafında bir tuğla ya da brikete ulaşabiliyoruz. Önce bir duvarı örüyoruz kabaca. Ondan sonra da içeride ve dışarıda uygun ısı yalıtımı yönetmeliği var. Ona uygun bir ısı yalıtım plakası dışarıda ve üzerinde kaplamalar geliyor. Bu süreç çok hızlı yürüyor açıkçası. Yani biz kendi şantiyelerimizde nasıl söyleyeyim, iki hafta içinde cepheyi tamamlayabiliyoruz bu şekilde (şirket sahibi inşaat mühendisi, +20 yıl tecrübe).

Katılımcılar maliyet ve hız konusunda cephe imalatı ile görüşlerini mülakatlarda paylaşırken görüşmeci tarafından kalite başlığındaki görüşleri de sorulmuştur. Kalite başlığı altında mülakatlarda kullanım ömrü, performans değerleri, estetik kaygılar ve satılabilirlik gibi konularda görüşler elde edilmiştir. Kullanım ömrü konusunda katılımcılar büyük oranda prefabrik cephe üretimi sayesinde cephenin kullanım ömrünün uzayacağını düşünmektedir. K9 prefabrik cephelerin ömrünün daha uzun olmasını beklediğini ve sebebini şu şekilde açıklamaktadır:

> Yani fabrikasyon gelen cephe malzemesinin daha uzun ömürlü olabileceğini düşünüyorum. Mesela bu prekast elemanlarda daha iyi buhar kürü verilmiştir. Şimdi mesela yaz günü şantiyede dış cepheye sıva yaptığın zaman örneğin kaba sıva için söylüyorum; sulamak gerekiyor, belli bir bakım yapmak gerekiyor. Prefabrik elemanlar fabrikada bu aşamalar hazır orada yapılmış olarak geleceği için dayanımı daha yüksek olacağını düşünüyorum. Ömrü daha yüksek olur fabrikasyonda (şirket temsilcisi mimar, 10-20 yıl arası tecrübe).

Prefabrik cephe imalatının daha uzun ömürlü olacağı katılımcılar arasında yaygın bir kanı olsa da aksi yönde düşünceler de bulunmaktadır. K2 (şirket ortağı müteahhit, +20 yıl tecrübe) “Hazır olan ürünlerin Türkiye'de, taş hariç, cephe kaplamada hiçbiri uzun ömürlü olmuyor.” sözleri ile hazır cephe elemanları konusundaki karşıt fikrini ortaya koymuştur.

Kullanım ömrü ile birlikte diğer performans değerleri de katılımcıların fikir belirttiği bir alan olmuştur. Katılımcılar cephe imalatından su yalıtımı, ısı yalıtımı, darbe dayanımı gibi performans incelemelerine ve bu konudaki deneyimlerine değinmişlerdir. Yoğun bir görüş olarak performans değerlerinin prefabrik ya da konvansiyonel üretimden bağımsız bir konu olduğu ortaya konmuştur. Katılımcılar performans değerleri için daha önemli konunun doğru malzeme seçimi ve doğru uygulama olduğunu belirtmiştir. K8 (şirket danışmanı akademisyen inşaat mühendisi, +20 yıl tecrübe) cephe imalatında istenen standartlarda uygulayıcı firmanın önemine "Bir yapı için performans değerlerinde belirlenen standartlar minimum standartlardır. Bu düzenlemelerden ziyade uygulayıcı firma bu alanda deneyimli olmalı" sözleri ile vurgu yapmıştır. K5 de uygulamanın performans değerindeki önemi ve doğru malzeme seçimi hakkındaki değerlendirmesini şu şekilde yapmıştır:

> Dış cephede yapılacak sistem, özellikle enerji giderini aza düşürmek için yapılan bir sistemdir. Zaten bunları da makine mühendislerinin hesapladığı şekilde biz uygularız. Diğer tarafta da bunun uygulamasındaki yapılacak işlerde, çok kısa ömürlü olmayacağını yani uzun ömürlü olacağını düşünerek boyası ve diğer malzemeleri ona göre tercih edilir. Bu da yine maddiyata dayalı olaydır. Doğru tercihler bazı yerlerde çok iyi uygulanmaz. 5 yıl sonra bir sıkıntı yaşarsın. Bazı yerde iyi uygularsanız bu 20-25 yıla kadar uzar gider, bir darbe almadığı sürece. Diğer su yalıtımlarında zaten dış cephelerde özellikle çatı aktarımından gelen malzemeleri projeye göre kullanırız (şirket sahibi müteahhit, +20 yıl tecrübe).

Katılımcıların tamamı konut üretimi alanında tecrübe sahibi kişiler olması dolayısıyla işçilik ve imalat hatalarına ilişkin deneyim aktarımları mülakatlardan ortak bir nokta olarak göze çarpmaktadır. K11 bu konuda fabrikalar ortamında kalite kontrolün sağlanabilmesi ve ürünlerin standartlaştırılabilmesinin kolaylığı hakkında görüş bildirmiştir:

> Prefabrik cepheler bu performans kriterlerin birçoğunu fabrika ortamında test edilmiş ve sertifikalandırılmış şekilde sağlayabilir. Özellikle sandviç panel sistemlerde ısı ve ses yalıtımı performansı optimize edilebilir. Ayrıca üretim kalitesi arttığı için yüzey düzgünlüğü, boya kalitesi ve sızdırmazlık detayları daha iyi sonuç verir (şirket sahibi müteahhit, +20 yıl tecrübe).

K14 (şirket temsilcisi mimar, 0-5 yıl arası tecrübe) "Özellikle geleneksek imalatlarda yaşanan işçilik kaynaklı hatalar, prefabrik yöntemlerde minimuma

indirilebilmektedir.” diyerek işçilik hatalarının prefabrik cephe imalatı ile düşürülebileceği fikrini ortaya koyarken süreci şu şekilde açıklamaktadır:

> Yerinde yapılan cephe imalatlarında genellikle birçok farklı malzemenin birleşim detayı sahada el işçiliği ile üretilmektedir. Bu da yalıtım, sıva ve kaplama işlerinde, ısı kaybı ve sürdürülebilirlik konusunda problemler yaşatıyor. Yerinde üretilen imalat teslim aşamasında doğru şekilde yapılmış olarak görünse de zaman içerisinde yapı kullanıldıkça dökülmeler, yıpranmalar ve dayanım kayıpları yaşandığı tecrübe edilmiştir. (Şirket temsilcisi mimar, 0-5 yıl arası tecrübe)

Kahramanmaraş Depremleri sonrasında deprem bölgesinde yer alan şehirlerden Adıyaman’da toplu konut projesi üreten K7 (şirket sahibi inşaat mühendisi, +20 yıl tecrübe) projelerinde nitelikli eleman bulmakta zorlandıklarını “Kalifiye eleman yetersizliğini de özellikle son depremden sonra özellikle bunu gördük. Yani son derece nitelikli eleman sıkıntısı yaşadık. Yurt dışından bile birçok insan Türkiye'ye geldi deprem konutlarının çalışmalarında yer aldı” sözleri ile aktarmıştır. K1 ise cephe imalatında insan hata faktörü ile alakalı detay deneyimlerini şu sözlerle aktarmakta ve üretimde makineleşmenin önemini vurgulamaktadır:

> Bunu şöyle düşün bir televizyonu imalatı evde yapmak var, bir de fabrikada yapılmış var. Sen evde son teknoloji hangi malzemeyi kullanırsan kullan robotik kolay girmiyor, vibratör olaylara girmiyor. Beton katkı reçetelerin sahada göz kararıyla oluyor. Basit bir sıvadan bahsedelim şimdi. Bugün mantolama sıva ya da yapıştırıcısı sahada uygulanırken minimum 4 dakika karıştırılması lazım. Belli bir oran malzeme girmesi lazım. Şimdi usta oranı kafasına göre yani kendi kıvamına göre ayarlıyor. Minimum 4 dakika karıştırması lazım. 1 dakika bekleyip 2 dakika daha karıştırması lazım. Hamur hazırlanırken maya hazırlamak için mayalanmasını beklemek gibi. Bugüne kadar ben şantiyelerde kronometre tutmuşumdur, maksimum en uzun süreli karıştırdım diyen (gerekli harcı) 1 dakika. Çok uzun bir süre ama aslında bir dakika. Makineyi tutup da karıştırdığımda o süre o adama 10 dakika karıştırmış gibi geliyor. Sonra bir dakika bekliyor. Bir mola veriyor. Ondan sonraki 10 saniye, ikinci iki dakika olmasını beklediğimiz süreç 10 saniyede tamam oldu deniliyor. Şimdi bu imalat fabrikada öyle olmaz. Bu harcı makineler bunkerler karıştırır. Yerine koyarken vibrasyon sistemi kullanılır, işte harcın içinde katkı maddeleri kullanılır ki harcın içindeki hava boşlukları çekilsin. Ya da hava derecelerine göre katkı malzemeleri veya antifriz uygulanır. Kalıba ayırıcılar kullanılır. Şimdi şantiyedeki işi oraya indirgemek uzay mekiği ile bisikleti kıyaslamak gibi olur (şirket sahibi inşaat mühendisi, +20 yıl tecrübe).

Konut yapılarında cephe imalatı için sayısal performans verilerinin büyük bir önemi olduğu aşikardır. Fakat cephe aynı zamanda yapının dışardan gözlemlenen bir görüntüsünü de oluşturduğu için estetik faktörü de katılımcılar tarafından dikkat çeken bir nokta olmuştur. Katılımcılar cephe estetiği konusunda farklı formların oluşturulması ve satılabilirlik konuları üzerinde durmuşlardır. Bu noktada katılımcılar mülakatlarda iki görüşün üzerinde çokça ortak görüş bildirmişlerdir. Katılımcılardan, estetik kaygıların malzeme veya üretim şeklinden bağımsız olarak mimari proje ile çözümlenebileceği görüşü elde edilmiştir. K1 (şirket sahibi inşaat mühendisi, +20 yıl tecrübe) bu görüşü "Estetik mimaride çözülen bir şey, imalatta zor değil. Başta mimaride çözülebilir ve uygulanabilir sistemleri mühendis, mimar proje işleyebilirse yerinde çok kolay imalatlar uygulanabilir." şeklinde açıklamıştır. K2 tasarım için yeterli çalışma yapıldığında yöntemden bağımsız bir şekilde estetik cepheler çıkartılabileceğini aşağıda bulunan sözleriyle aktarmıştır:

> Görseli belki bir günde hazırlama da daha çok vakit harca. Ee onun dışında betonarmeyle çıkartılacak güzellikler var mesela. Kiriş altında, kolon kenarlarında ve en son kat çatı altlarında tamamen betonarmeyle yapılacak güzellikler yerinde uygulamayla ömürlük olur (şirket ortağı müteahhit, +20 yıl tecrübe).

K2'nin görüşlerine ek olarak diğer katılımcılardan da prefabrik cephe elemanları ile görselliğin daha ön plana çıkarılabileceği, farklı formlar oluşturmanın kolaylaşabileceği yönünde görüşler de elde edilmiştir. K14 şu sözleri ile bu görüşü destekler bir tavır ortaya koymuştur.

> Günümüzde birçok tasarımcı özgün formlar ve parametrik tasarımlar üretebiliyor. Bu anlamda, bahsettiğimiz tasarımların üretimi geleneksel yöntemlerle pek mümkün olmayabiliyor. Burada fabrikasyon üretimler çağdaş tasarımların imalatları açısından önemli bir yol açmaktadır (şirket temsilcisi mimar, 0-5 yıl arası tecrübe).

Kalite teması altında katılımcıların cephe imalatının esnek olması yani tasarım değişikliklerine ayak uydurması, uyarlanabilirlik yani farklı çevresel faktörlere ve farklı tip binalara uyum sağlaması ve bakım gerektiren durumlarla alakalı çeşitli görüşleri olmuştur. Prefabrik cephe elemanları kullanıldığı takdirde imalat aşamasında tasarım değişikliği gerçekleşirse prefabrik üretimin yeterli esnekliği sağlayamayacağı görüşüşü K3 tarafından şu şekilde ifade edilmiştir:

> Geleneksel üretimde istediğimiz gibi yapı üzerinde uygulama değişikliği yapabiliyoruz eğer süreç içinde bir tasarım değişikliği olursa. Mimarlarımız çiziyor ama çizimle uygulama halleri %100 aynı tasarımla aynı noktaya gitmiyor. Bu konuda biz bir değişiklik yapmak

> istediğimiz anda direkt müdahaleyi orada şantiyede yapabiliyoruz (şirket sahibi inşaat mühendisi, 10-20 yıl arası tecrübe).

Bununla birlikte uyarlanabilirlikle alakalı olarak katılımcılardan prefabrik cephe elemanlarının her iklimsel bölgeye uygun olmadığına dair görüşler alınmıştır. K2 (şirket ortağı müteahhit, +20 yıl tecrübe) prefabrik cephe elemanlarının her iklimsel koşul için uygun olmadığını kendi çalışma bölgesi olan Kayseri üzerinden ifade etmiştir. K3 de bu konuyla alakalı paralel olarak şu görüşte bulunmuştur:

> Ama alüminyumda Kayseri için söyleyeyim. Kışın -20 dereceler yazın +35, +40 dereceler oluyor. Bu 60 derecelik bir ısı farkında prefabrik alüminyum cephe bize ne kadar doğru noktaya götürecek. Veyahut da uzun süreçli kullanımda biz bir cephe yaptığımızda 10 yıllık biz bir garanti süreci sağlıyoruz müşterilerimize şu anda. Bunu alüminyumda nasıl sağlarız emin olamıyoruz (şirket sahibi inşaat mühendisi, 10-20 yıl arası tecrübe).

Yine aynı bölgede (Kayseri) müteahhitlik hizmeti sağlayan K3 ve K4 şehirde son yıllarda yaşanan iklimsel olaylardan ötürü cephe imalatlarının hasar görmesiyle alakalı 2 benzer deneyim yaşamışlar. Cephelerin dolu yağışı ile hasar alması sonucu konvansiyonel yapıların tamiratının daha kolay olduğu görüşü katılımcılar tarafından belirtilmiştir. K3 bu yaşanan dolu olayı hakkındaki deneyimini şu şekilde aktarmıştır:

> Mesela geçen yıl ben kendi garajıma alüminyum sandviç panellerinin kaplamasını yaptım. Bu bölgede bir dolu yağışı oldu. Ve dolu yağışında binaların cepheleri de hasar gördü. Benim garajım da hasar gördü ve sandviç paneller zarar gördü. Delindi, öyle söyleyeyim ben size. Hem işlevini kaybetti hem estetik görüntüsünü kaybetti. Ama geleneksel cephede ben taş yünü yaptığım noktalarda ekibimi gönderdim. Tekrardan bir tamiratla tüm problemi çözdük. Ama sandviç panelinde tümden panelin değişimi yöntemine gittik (şirket sahibi inşaat mühendisi, 10-20 yıl arası tecrübe).

Yapılan mülakatlarda sorulan sorular ışığında katılımcılar sorulara cevap verirken her katılımcıya değinmek istediği başka noktalar olup olmadığı sorulmuştur. Pilot çalışma yapılırken de bu soru katılımcılara sorulmuş ve pilot çalışma katılımcılar cephe imalatı hakkında devlet kurumlarının regülasyonları ve teşvikleri hakkında da bu görüşmede görüş bildirmek istemiştir. Bunun sonucunda mülakatlarda katılımcılardan bu alanda yaşadıkları deneyimleri ve görüşleri sorulmuştur.

Türkiye'de inşaat işleri ile alakalı kurumların ve belediyelerin cephe imalatı ile ilgili ülke geneli ve bölgesel standartları bulunmaktadır. Bu standartlarla yapılacak projedeki performans değerleri standartlaştırılmaya çalışmıştır. Mülakatlar konut

üretimi yapan katılımcılar yapım süreçlerinde bu standartları sağladıklarını hatta standartların daha üstünde imalatlar dahi yaptıklarını belirtmişlerdir. Bu konuya ilişkin olarak katılımcılar arasında farklı deneyim ve görüş ayrılıkları tespit edilmiştir. Bu noktada cephe imalatı için standartların yeterli olduğu görüşü ve yeterli olmadığı görüşü farklı katılımcılar tarafından paylaşılmıştır. K7 devlet kurumlarının cephe için belirlediği standartların yeterli olduğunu ve uygulandığını, bu standartların günden güne geliştirildiğini belirtmiştir:

> Uygulama esaslarını, sınırları koyan uygulamalar var. Tabii ki bu çok önemli. Başka türlü bir keşmekeş olur. Yani bu standartların, asgari standartların uygulanması gerekir. Tabii bu daha da geliştirilebilir. Zaten gün be gün değişiyor, görüyoruz. Yani bizim iş yaptığımız kurumlar şartnamelerini yıllar içinde sürekli geliştiriyorlar, yeni malzemeler ekleniyor (şirket sahibi inşaat mühendisi, +20 yıl tecrübe).

K9 standartların olduğunu fakat yeterli veya yetersiz olmasından bağımsız standartların daha üstünün uygulanmayacağını şu sözleriyle ifade etmiştir:

> Hiçbir firma standardın üstüne çıkmaz, maliyeti arttıracağı için. Bir iklim haritası var Türkiye'nin, sıcaklık değerleri. Buna göre de bölgelerin malzeme cinslerine göre ısı yalıtım kalınlıkları belirlenmiş standartlarda. Kimse bunun üzerine çıkmaz (şirket temsilcisi mimar, 10-20 yıl arası tecrübe).

Devletin belirlediği standartların yetersiz gören katılımcılar da bulunmaktadır. K14 (şirket temsilcisi mimar, 0-5 yıl arası tecrübe) mevzuatların bulunduğunu fakat bu mevzuatların piyasanın gerisinde kaldığını ve çevreci yenilikçi malzemeleri gözden kaçırdığını öne sürmüştür. K13 de belirlenen standartları yetersiz bulup bu konuda mimari kaygılarını şu ifadeler ile ortaya koymuştur.

> İlgili bakanlıklar ve belediye tarafından uygulanan cephe düzenlemeleri, mevcut haliyle yetersizdir. Bu düzenlemeler, yalnızca fonksiyonel açıdan kısıtlamalar getirmekte olup, estetik kaygılar ve kent kimliğinin yansıtılması gibi unsurlar açısından herhangi bir yönlendirme söz konusu değildir (serbest mimar, 6-10 yıl arası tecrübe).

Katılımcılar inşaat projelerinde çalışan personellerin mesleki yeterlilik eğitimlerinin ve iş sağlığı güvenliği eğitimlerinin yeteriz olduğunu yönünde görüş bildirmişlerdir. K1 mesleki yeterlilik belgelerine ilişkin görüşlerini şu sözlerle belirtmiştir:

> Şimdi tabii ki ülkemizde son 5 yılda mesleki yeterlilik belgesi diye bir şey çıktı. Bunu nasıl alındığını hiç baktınız mı, inşaat ustaları için uygulanan mesleki yeterlilik belgesi. Adam geliyor giriyor ve çıkıyor. Bir günde alınabilen bir belge. Sağlık raporu daha önemli. Yani sağlığına daha çok bakıyorlar. Şimdi sen bu ustadan yani eğitimini 1 günde alan ustadan hizmet alıyorsun. Bir mimar ya da mühendis 4 yıl üniversite okuyor, ondan sonra yüksek lisans kaç yıl? 3 yıl. Ondan sonra devam ederse de ömür boyu devam edecek bir eğitim süreci. Yani yedi yıllık bir eğitimden sonra bir şeye başlayabiliyorsun. Usta ise amcasının yanında bir hafta giderek yanında çırak oluyor. Bir hafta sonra usta yardımcısı oluyor. İki ay sonra bakıyorum bir ekip kurmuş dört tane adamla. Kalitesiz iş çıkınca sekiz sene sonra bakım yapacağın şeyi beş sene sonraya bakıma ihtiyaç duyuyor (şirket sahibi inşaat mühendisi, +20 yıl tecrübe).

K7 ise iş güvenliği eğitimlerindeki eksikliği vurgulamış ve Türkiye'nin bu standartlar konusunda Avrupa'nın gerisinde kaldığını belirtmiştir:

> Şimdi dış cephe demek aslında bir de iş güvenliği açısından en riskli alan demek. Bence en çok vurgulamamız gereken konu. Çünkü tamam siz güvenlikli iskeleler, yapılar kullanıyorsunuz, iş güvenliği açısından kemerdir, barettir, diğer alet edevatlar tam yerinde ama düzgün kullanılmadığı için iş kazalarında birçok sorun yaşıyoruz. Yani bence işçi eğitimi yani bu konuda çok önemli. Bence bu konu üzerinde de hani durup bu konuyu geliştirmemiz gerekiyor. Bu konu mesela Avrupa'dan çok gerideyiz yani maalesef (şirket sahibi inşaat mühendisi, +20 yıl tecrübe).

Yapı malzemelerinin denetimi ve standartlara uygunluğu konusunda katılımcılar bazı tedirginliklerini dile getirmişlerdir, standartları kâğıt üstünde sağlayan merdiven altı malzemelerin yapı marketi piyasasında bulunduğunu ifade etmişlerdir. K11 yapı malzemelerinin denetimi ile kaygılarını şu şekilde ifade etmiştir:

> Devletin bu konuda belirlediği bir sektörel bazda faaliyet gösteren firmalar üzerinde düzenlediği standartlar vardır. Bu da piyasanın işleyişini, rekabeti ve tüketici haklarını koruma amacıyla yapmaktadır. Bu tür müdahalelerin tamamı kalite ve verimliliği artırma adınadır. Bu konuda standartlar çok yüksek ama ben kontrol noktasında çok büyük zaaflar olduğu kanaatindeyim. Piyasada fiyat skalası çok farklılık göstermesi bu zaafın en büyük göstergedir. Söz konusu müdahaleler, çeşitli yasalar, yönetmelikler ve kurallar uygulansa da piyasada uygun olamayan malzemelerin denetlenmesi yeterli olmamaktadır (şirket sahibi müteahhit, +20 yıl tecrübe).

4.3 Araştırmanın Genele Yayılması: Sektör Görüş Anketi

Yüz yüze görüşmeler ile elde edilen nitel veriler analiz edilerek katılımcılar tarafından değinilen problemler ve deneyimler analiz edilmiştir. Bu problemler daha geniş katılımcıya sahip olan bir ankete dönüştürülmüştür ve nitel veriler aracılığı ile nicel veriler elde edilmiştir. 366 katılımcıyla gerçekleştirilen anket çalışmasının sonuçları bu bölümde değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler bir önceki bölümde elde edilen mülakat verileri ile ilişkili olarak incelenmiştir.

4.3.1 Sektör Görüş Anketi için Çalışma Grubu ve Özellikleri

Çalışmanın bir önceki kısmında elde edilen veriler bu anket ile genele yayılıp nicel verilere ulaşmak hedeflenmiştir. Anket çalışmasının evreni inşaat sektöründe yer alan beyaz yaka ve beyaz baret teknik personel grubudur. Bu sebeple çalışmada, amaçlı örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Katılımcılar, inşaat sektöründe yer alan mimarlar, mühendisler, teknik ressamlar ve teknikerler arasından seçilmiş olup, sektör mensuplarının görüşleri temel alınmıştır. Bu anket çalışmasında hedef kitleyi Türkiye genelinde faaliyet gösteren yaklaşık 230 bin inşaat mühendisi ve mimar oluşturmaktadır. Örneklem büyüklüğü belirlenirken, %95 güven düzeyi ve ±%5,1 hata payı dikkate alınmıştır. Bu çerçevede, literatürde yaygın olarak kullanılan ve sonlu evrenlerde örneklem büyüklüğü hesaplamasında başvurulan formül 4.1 kullanılmıştır (Cochran, 1977):

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{e^2 \cdot (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot (1-p)} \quad (4.1)$$

Formülde *N* değeri 230.000 (evren büyüklüğü), *Z* değeri 1,96 (%95 güven düzeyi için), *p* değeri 0,50 (varyans değeri) ve e değeri 0,051 (yaklaşık %5,1 hata payı oranı) olarak alınmıştır. Toplumdaki değişkenlik bilinmiyorsa varyans değeri 0,50 alınabilir (TUİK, 2014). Yapılan hesaplama sonucunda, 360 katılımcının örneklem büyüklüğü açısından yeterli olduğu görülmektedir. Bu değer, sosyal bilimler ve mühendislik araştırmalarında yaygın olarak kabul gören örneklem büyüklüğü standartları ile uyumludur (Krejcie & Morgan, 1970).

Elde edilen veriler ışığında gerekli örneklem büyüklüğünü sağlayabilmek adına anket katılımcılarına çeşitli kanallar üzerinden ulaşılmıştır.

Bu sayede ankete toplamda 366 kişi katılım göstermiştir. Katılımcılar ankete anonim olarak ve gönüllülük esasıyla katılım sağlamıştır. Talep eden katılımcılar ankete başlamadan e-posta adreslerini paylaşmıştır. Katılımcılar için anketin ilk kısmında demografik sorular sorulmuştur. Bu demografik sorular ile katılımcıların hangi meslek grubundan olduğu, akademik mezuniyeti, inşaat sektöründe hangi rollerde yer aldığı ve mesleki tecrübesi sorulmuştur. Demografik sorulara katılımcılardan gelen cevaplar üzerine Tablo 4.4'te görüldüğü gibi alt gruplar oluşmuştur.

Anket katılımcıları mesleki olarak 2 farklı grupta ayrılmıştır. Katılımcıların 186'sı (%50,8) mimar, teknik ressam ya da mimarlık teknikeri iken 180 tanesi (%49,2) inşaat mühendisi ya da inşaat teknikeridir. Katılımcıların 247'si (%67,5) lisans ya da ön lisans mezunu iken, 105'i yüksek lisans (%28,7) ve 14'ü (%3,8) doktora mezunudur. Anket katılımcılarının 124'ü (%33,9) sadece projelendirme veya tasarım geliştirme alanlarında çalışmış, 86 tanesi (%23,5) sadece şantiye uygulama veya üretim süreçlerinde çalışmıştır. 156 katılımcı (%42,6) her iki rolde de görev almıştır. Katılımcılar mesleki deneyimlerine göre de gruplandırılmıştır. 171 adet (%46,7) katılımcı ile 0-5 yıl arası tecrübeye sahip katılımcılar tüm katılımcıların neredeyse yarısını oluşturmuştur. 6-10 yıl arası tecrübeye sahip 75 katılımcı (%20,5), 10-20 yıl arası tecrübeye sahip 69 katılımcı (%18,9) bulunurken, 21 yıl ve üzerinde mesleki tecrübeye sahip 51 katılımcı (%13,9) anket sorularına cevap vermiştir. Katılımcı alt grupları analizlerin anlatımını kolaylaştırmak adına G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, G8 ve G9 isimleriyle adlandırılmıştır (Tablo 4.4). Eğitim durumuna göre alt gruplar ayrılırken anlamlı sonuçlar elde etmek adına, doktora akademik derecesine sahip katılımcı sayısı çok düşük olduğu için yüksek lisans ve doktora mezunu katılımcılar G4 grubunda birleştirilmiştir. Aynı şekilde mesleki deneyime göre alt gruplar ayrılırken 0-5 yıl arası tecrübesi bulunan alt grup tüm katılımcıların neredeyse yarısını oluşturduğu için kalan mesleki deneyim grupları G9 grubunda birleştirilmiştir.

Tablo 4.4 Katılımcıların demografik bilgileri ve katılımcı alt grup isimleri

Katılımcı Grupları	Katılımcı Alt Grupları	Katılımcı sayısı (n)	Yüzdesel Oran (%)
Meslek	Mimar, Teknik Ressam, Mimarlık Teknikeri (G1)	186	50.8
	İnşaat Mühendisi, İnşaat Teknikeri (G2)	180	49.2
Eğitim Durumu	Lisans/Ön lisans (G3)	247	67.5
	Yüksek Lisans (G4)	105	28.7
	Doktora (G4)	14	3.8
Yapı Üretiminde Hangi Süreçlerde Yer Aldınız?	Projelendirme / Tasarım Geliştirme (G5)	124	33.9
	Uygulama / Üretim / Şantiye Süreci (G6)	86	23.5
	Her iki rolde de yer aldım (G7)	156	42.6
Mesleki Deneyim	0–5 yıl (G8)	171	46.7
	6–10 yıl (G9)	75	20.5
	11–20 yıl (G9)	69	18.9
	≥21 Yıl (G9)	51	13.9

4.3.2 Anket Verilerini Toplama Aracı ve Verilerin Toplanması

Anket için katılımcılara sosyal medya üzerinden (Whatsapp, Linkedin), meslek odaları üzerinden (Ankara Mimarlar Odası, İnşaat Mühendisleri Odası Ankara Şubesi), alakalı sektör kurum ve kuruluşları üzerinden (Türkiye Prefabrik Birliği, Cephe Sanayici ve İş İnsanları Derneği) ve sektörde varlık gösteren inşaat şirketleri üzerinden ulaşılmıştır. Anket katılımcılara online olarak iletilmiştir ve Google Forms üzerinden soruların cevaplanması talep edilmiştir. Katılımcıların sağladığı anket sonuçları Google Forms ile bağlantılı olarak çalışan Google Tablolar üzerinden tablo olarak elde edilmiştir.

4.3.3 Sektör Görüş Anketinin Tasarımı

Anket formu çalışması beş bölümden oluşmaktadır. Beş bölümde katılımcılara toplamda 18 adet soru sorulmuştur. Birinci bölümde dört soru ile katılımcıların demografik bilgileri talep edilmiştir ve gönüllük esasına dayalı olarak isteyen katılımcılardan e-posta adresleri alınmıştır. Bu demografik sorular ile alt gruplar oluşturulmuştur. Kalan dört bölümde katılımcıların prefabrik cepheler ile alakalı görüşlerini belirten sorular yer almıştır. Bu bölümler ve ilgili sorular, yüz yüze gerçekleştirilen görüşmelerin analizinden elde edilen kodlar ve alt temalar (Tablo 4.3) doğrultusunda oluşturulmuştur. Böylece, mülakatlardan elde edilen nitel

veriler, anket katılımcısı sektör temsilcilerinin görüşleri aracılığıyla nicel olarak da değerlendirilmiştir. Kalan dört bölümde prefabrik cephe uygulaması hakkında sorulara üç dereceli likert ölçeği üstünden cevaplar (katılıyorum, kararsızım, katılmıyorum) beklenmiştir. Bu doğrultuda beş sorudan oluşan ikinci bölümde katılımcılara prefabrik cephe uygulamaları ile alakalı maliyet esaslı soruları sorulmuştur. Dört sorudan oluşan üçüncü bölümde ise prefabrik cephe uygulamalarında hız ve zaman kavramları ile alakalı sorular sorulmuştur. Dördüncü bölümde kalite başlığı altında prefabrik cephe tercihi ile alakalı üç soruya yer verilmiştir. Beşinci ve son bölümde ise prefabrik cephe uygulamalarında devlet regülasyonları ve teşvikleri hakkında iki adet soru yer almıştır. Oluşturulan anket sonucunda demografik alt gruplara göre anket sonuçlarına ulaşmak hedeflenmiştir.

4.3.4 Sektör Görüş Anketi Verilerinin Analizi

Yapılan anket çalışmasından elde edilen verilerin işlenmesinde tanımlayıcı istatistik metotlarından yararlanılmıştır. Verilerin tanımlayıcı istatistiklerinde frekans ve oran değerleri kullanılmıştır. Verilerin analizinde ki-kare testi (χ^2) uygulanmıştır. Ki-kare testi, iki ya da daha fazla kategorik değişken arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olup olmadığını belirlemeye yönelik bir yöntemdir (Güngör & Bulut, 2008). Analizlerde elde edilen p değeri, değişkenler arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını göstermektedir. p değerinin 0.05'ten küçük olması, iki değişken arasında anlamlı bir ilişki bulunduğunu ifade eder. Bu çalışmada bu yöntem sayesinde, farklı demografik gruplara ait katılımcılar ile bu gruplardan gelen yanıtlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olup olmadığı ortaya konulmuştur. Bu analizler SPSS 27.0 programından yararlanarak yapılmıştır. Anketin son dört bölümünde bulunan görüş sorularına verilen cevapların oranları Tablo 4.5'te paylaşılmıştır.

Beşinci soruya kadar bulunan kısım maliyet odaklı soruları temsil etmektedir. Altıncı sorudan dokuzuncu soruya kadar bulunan kısım hız-zaman odaklı soruları göstermektedir. Onuncu, on birinci ve on ikinci sorular kalite odaklı sorulara cevap aramaktadır. Son iki soru ise devlet regülasyonları ve teşvikleri ile alakalı konulara cevap aramaktadır. Totalde 14 soruya cevap görüş sorusunun cevapları analiz edilmiştir. Anket katılımcıları soruların tamamında büyük oranda katılım göstererek anketi tamamlamıştır. Anket katılımcıları demografik sorularına cevap vermeden görüş sorularına geçemeyeceği için demografik soruların tamamına 366

katılımcı cevap vermiştir. Görüş sorularında ise katılımcılardan zorunlu bir katılım beklenmemiştir. Buna rağmen en az cevaplanan soruda 362 katılımcı fikir belirtmiştir. Kalan sorulara gelen cevap sayıları 363, 364, 365 ve 366 olarak değişmektedir.

Tablo 4.5 Ankette bulunan görüş soruları ve tüm katılımcıların cevapları ile elde total sonuçları

Anket Soruları	Cevaplar	n	%
1 Prefabrik cephe uygulamaları, geleneksel yöntemlere kıyasla daha düşük bir ilk inşaat maliyeti sağlayabilir.	Katılıyorum	229	62.6%
	Kararsızım	75	20.5%
	Katılmıyorum	62	16.9%
2 Prefabrik cephe uygulamaları, geleneksel yöntemlere kıyasla cephe bakım maliyetini azaltabilir.	Katılıyorum	255	69.7%
	Kararsızım	76	20.8%
	Katılmıyorum	35	9.6%
3 Prefabrik cephe uygulamaları ile daha uzun ömürlü bir sonuç elde edilerek yaşam döngüsü maliyeti azaltılabilir.	Katılıyorum	248	67.8%
	Kararsızım	78	21.3%
	Katılmıyorum	40	10.9%
4 Prefabrik cephe uygulamalarında fabrika ortamında seri üretim sayesinde üretim maliyeti azaltılabilir.	Katılıyorum	315	86.1%
	Kararsızım	42	11.5%
	Katılmıyorum	9	2.5%
5 Prefabrik cephe üretiminde, geleneksel yöntemlere kıyasla malzeme tüketimi ve gereksiz zayiatı azaltılabilir.	Katılıyorum	295	80.6%
	Kararsızım	59	16.1%
	Katılmıyorum	12	3.3%
6 Doğru projelendirilmiş bir konut projesinde prefabrik cephe uygulaması geleneksel yönteme kıyasla, genel iş programındaki toplam süreyi kısaltabilir.	Katılıyorum	279	76.2%
	Kararsızım	68	18.6%
	Katılmıyorum	19	5.2%
7 Bir konut projesinde prefabrik cephe uygulaması, şantiyede cephe imalatı için geçirilen toplam süreyi kısaltabilir.	Katılıyorum	298	81.4%
	Kararsızım	50	13.7%
	Katılmıyorum	18	4.9%
8 Bir konut projesinde, prefabrik cephe uygulamaları dış faktörlerden (iklimsel koşullar, trafik sorunları, gürültü ve görüntü kirliliği nedeniyle oluşan yasal çalışma kısıtlamaları) daha az etkilendiği için şantiyede geçirilen toplam süreyi kısaltabilir.	Katılıyorum	271	74.0%
	Kararsızım	77	21.0%
	Katılmıyorum	18	4.9%
9 Bir konut projesinde, prefabrik cephe uygulamaları, şehir merkezi gibi sıkışık alanlarda şantiyede geçirilen süreyi kısaltarak avantaj sağlar.	Katılıyorum	304	83.1%
	Kararsızım	50	13.7%
	Katılmıyorum	12	3.3%

Tablo 4.5 Ankette bulunan görüş soruları ve tüm katılımcıların cevapları ile elde total sonuçları (devamı)

10 Prefabrik cephe üretim yöntemlerinde, geleneksel yöntemlere kıyasla kalite kontrol daha verimli bir şekilde yapılabilir ve işçilik hataları azaltılabilir.	Katılıyorum	292	79.8%
	Kararsızım	55	15.0%
	Katılmıyorum	19	5.2%
11 Prefabrik cephe üretim yöntemlerinde, geleneksel yöntemlere kıyasla performans değerleri (ısı yalıtımı, su yalıtımı, kullanım ömrü vb.) artırılabilir ve çeşitli iklimsel bölgelere uyum sağlanabilir.	Katılıyorum	246	67.2%
	Kararsızım	87	23.8%
	Katılmıyorum	33	9.0%
12 Prefabrik cephe elemanları, olası hasarlar veya tasarım değişiklikleri durumunda geleneksel cephe sistemlerine kıyasla daha uyumlu, esnek ve adaptif bir çözüm sunar.	Katılıyorum	241	65.8%
	Kararsızım	71	19.4%
	Katılmıyorum	54	14.8%
13 Cephe imalatı için bakanlıklar ve belediyeler tarafından sağlanan regülasyonlar, kısıtlamalar, şartnameler ve yönlendirmeler, prefabrik cephe uygulamalarını gerçekleştirmek için yeterlidir.	Katılıyorum	95	26.0%
	Kararsızım	179	48.9%
	Katılmıyorum	92	25.1%
14 Cephe imalatı için devletin yaptığı malzeme denetimleri, mesleki yeterlilik denetimleri ve işçilik uygulama denetimleri yetersizdir. Ancak, prefabrik cephe üretimi, fabrika ortamında daha kolay ve etkin bir denetim imkânı sunar	Katılıyorum	233	63.7%
	Kararsızım	106	29.0%
	Katılmıyorum	27	7.4%

4.3.5 Anketten Elde Edilen Bulgular

Elde edilen anket sonuçlarının analizi sonucunda alt gruplar arasında anlamlı farklılıklar olup olmadığı araştırılmıştır. Bu araştırmadaki amaç farklı alt grupların aynı sorularda anlamlı fikir ayrılıklarının olup olmadığıdır. p değerinin 0.05'ten küçük olması, iki değişken arasında anlamlı bir ilişki bulunduğunu ifade eder.

Bulgular bölümü, anket verilerinin analizine dayalı olarak katılımcıların demografik özelliklerine göre yapılandırılmıştır. Bu kapsamda, belirlenen alt gruplar üzerinden yapılan karşılaştırmalar aracılığıyla farklı mesleki ve eğitimsel arka planlara sahip katılımcıların prefabrik cephe uygulamalarına yönelik görüşleri incelenmiştir.

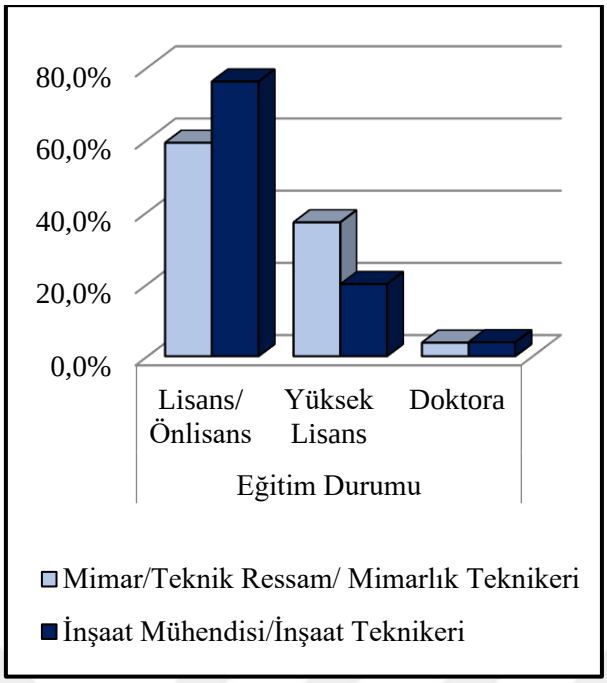
4.3.5.1 Mesleki Alt Gruplara Göre Bulgular

İlk aşamada, analiz kapsamında kontrol edilen iki demografik grup G1 ve G2 gruplarıdır. G1 grubu mimar, teknik ressam ve mimarlık teknikeri grubunu temsil etmektedir. G2 grubu ise inşaat mühendisi ve inşaat teknikeri grubunu temsil etmektedir. Öncelikle G1 ve G2 grupları için kendi aralarında anlamlı farklılıklar olup olmadığı test edilmiştir (Tablo 4.6). Bu sayede grupların birbirinden anlamlı

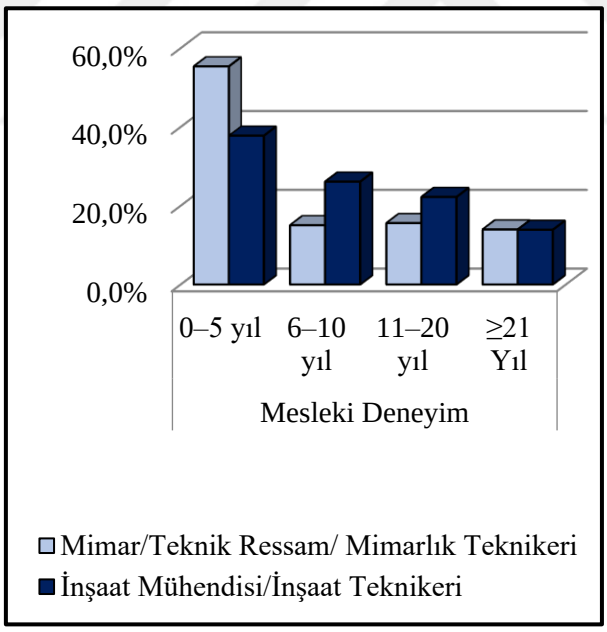
farklılıkları ortaya çıkmıştır. Mesleği G1 olan grupta eğitim durumu G2 olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha yüksekti. Yani mesleği G1 olan grupta bulunan anket katılımcıların yüksek lisans ve doktora mezuniyet oranı mesleği G2 olan gruptaki katılımcılara göre daha yüksektir. Mesleği G1 olan grupta mesleki rol olarak sadece projelendirme / tasarım geliştirmede yer olanların oranı mesleği G2 olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha yüksekti. Yani G1 grubunda bulunan katılımcılar inşaat projelerinde saha çalışmalarında G2 grubuna oranla daha az rol almaktadır. Mesleği G1 olan grupta mesleki deneyim mesleği G2 olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha düşüktü. Yani G1 grubunda yer alan katılımcıların G2 grubunda yer alan katılımcılara kıyasla daha düşük mesleki tecrübeleri bulunmaktadır. Şekil 4.1 ve 4.2'de G1 ve G2 grupları arasındaki eğitim durumu ve mesleki deneyim farkları gösterilmiştir. Bu iki tablodan anlaşıldığı üzere G1 grubu daha yüksek akademik derecelere sahip iken, G2 grubu daha yüksek mesleki tecrübeye sahiptir.

Tablo 4.6 Mesleki alt gruplar

	İnşaat Mühendisi/ İnşaat Teknikeri (n:180) G2		Mimar/Teknik Ressam/ Mimarlık Teknikeri (n:186) G1		p	
	n	%	n	%		
Eğitim Durumu						
Lisans/Önlisans	137	76.1%	110	59.1%		
Yüksek Lisans	36	20.0%	69	37.1%	**0.001**	X^2
Doktora	7	3.9%	7	3.8%		
Yapı Üretiminde Hangi Süreçlerde Yer Aldınız?						
Projelendirme / Tasarım Geliştirme	52	28.9%	72	38.7%		
Uygulama / Üretim / Şantiye Süreci	66	36.7%	20	10.8%	**0.047**	X^2
Her iki rolde de yer aldım	62	34.4%	94	50.5%		
Mesleki Deneyim						
0–5 yıl	68	37.8%	103	55.4%		
6–10 yıl	47	26.1%	28	15.1%	**0.001**	X^2
11–20 yıl	40	22.2%	29	15.6%		
≥21 Yıl	25	13.9%	26	14.0%		



Şekil 4.1 G1 ve G2 grupları arasındaki eğitim seviyelerinin karşılaştırmalı gösterimi



Şekil 4.2 G1 ve G2 grupları arasındaki mesleki deneyim seviyelerinin karşılaştırmalı gösterimi

Mesleki alt grupların kendi arasındaki anlamlı farklılıkları incelendikten sonra G1 ve G2 alt gruplarının görüş sorularına sağladıkları sonuçlar arasındaki anlamlı farklılıklar incelenmiştir (Tablo 4.7).

G1 ve G2 gruplarının verdiklerini cevaplar neticesinde, 14 görüş sorusunun 13'nde verilen cevaplar anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermemiştir. Sadece 6. soruda katılımcıların cevapları sonucunda anlamlı bir farklılık ortaya çıkmıştır. Mesleği G1 olan grupta doğru projelendirilmiş bir konut projesinde prefabrik cephe uygulaması geleneksel yönteme kıyasla, genel iş programındaki toplam süreyi kısaltabileceğini düşünenlerin oranı mesleği G2 olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha yüksekti. Yani mimarlıkla alakalı bölümlerden mezun katılımcılarda diğer katılımcılara oranla prefabrik yöntemlerin total inşaat süresini kısaltacağını düşünenlerin oranı anlamlı olarak daha yüksektir.

Katılımcılardan gelen cevaplar neticesinde, mesleki alt grupları (G1 ve G2) arasında kalan 13 soruda anlamlı farklı görüşler ($p>0.05$) ortaya koymamıştır. Katılımcıların kendilerine yöneltilen bu 13 soruda mesleklerinden bağımsız olarak birbirine yakın cevaplar sağladığı tespit edilmiştir.

Tablo 4.7 Mesleki alt gruplar özelinde katılımcıların görüş sorularına cevapları

	Mimar / Teknik Ressam / Mimarlık Teknikeri (n:186) (G1)		İnşaat Mühendisi / İnşaat Teknikeri (n:180) (G2)		p
	n	%	n	%	
1 Prefabrik cephe uygulamaları, geleneksel yöntemlere kıyasla daha düşük bir ilk inşaat maliyeti sağlayabilir.					
Katılıyorum	123	66,10%	106	58,90%	0,315 X^2
Kararsızım	33	17,70%	42	23,30%	
Katılmıyorum	30	16,10%	32	17,80%	
2 Prefabrik cephe uygulamaları, geleneksel yöntemlere kıyasla cephe bakım maliyetini azaltabilir.					
Katılıyorum	131	70,40%	124	68,90%	0,197 X^2
Kararsızım	42	22,60%	34	18,90%	
Katılmıyorum	13	7,00%	22	12,20%	

Tablo 4.7 Mesleki alt gruplar özelinde katılımcıların görüş sorularına cevapları (devamı)

3 Prefabrik cephe uygulamaları ile daha uzun ömürlü bir sonuç elde edilerek yaşa m döngüsü maliyeti azaltılabilir.					
Katılıyorum	118	63,40%	130	72,20%	0,145 X^2
Kararsızım	47	25,30%	31	17,20%	
Katılmıyorum	21	11,30%	19	10,60%	
4 Prefabrik cephe uygulamalarında fabrika ortamında seri üretim sayesinde üretim maliyeti azaltılabilir.					
Katılıyorum	164	88,20%	151	83,90%	0,355 X^2
Kararsızım	17	9,10%	25	13,90%	
Katılmıyorum	5	2,70%	4	2,20%	
5 Prefabrik cephe üretiminde, geleneksel yöntemlere kıyasla malzeme tüketimi ve gereksiz zayiatı azaltılabilir.					
Katılıyorum	150	80,60%	145	80,60%	0,998 X^2
Kararsızım	30	16,10%	29	16,10%	
Katılmıyorum	6	3,20%	6	3,30%	
6 Doğru projelendirilmiş bir konut projesinde prefabrik cephe uygulaması geleneksel yönteme kıyasla, genel iş programındaki toplam süreyi kısaltabilir.					
Katılıyorum	153	82,30%	126	70,00%	**0,019** X^2
Kararsızım	27	14,50%	41	22,80%	
Katılmıyorum	6	3,20%	13	7,20%	
7 Bir konut projesinde prefabrik cephe uygulaması, şantiyede cephe imalatı için geçirilen toplam süreyi kısaltabilir.					
Katılıyorum	157	84,40%	141	78,30%	0,111 X^2
Kararsızım	24	12,90%	26	14,40%	
Katılmıyorum	5	2,70%	13	7,20%	

Tablo 4.7 Mesleki alt gruplar özelinde katılımcıların görüş sorularına cevapları (devamı)

8 Bir konut projesinde, prefabrik cephe uygulamaları dış faktörlerden (iklimsel koşullar, trafik sorunları, gürültü ve görüntü kirliliği nedeniyle oluşan yasal çalışma kısıtlamaları) daha az etkilendiği için şantiyede geçirilen toplam süreyi kısaltabilir.					
Katılıyorum	141	75,80%	130	72,20%	0,709 X^2
Kararsızım	37	19,90%	40	22,20%	
Katılmıyorum	8	4,30%	10	5,60%	
9 Bir konut projesinde, prefabrik cephe uygulamaları, şehir merkezi gibi sıkışık alanlarda şantiyede geçirilen süreyi kısaltarak avantaj sağlar.					
Katılıyorum	153	82,30%	151	83,90%	0,086 X^2
Kararsızım	30	16,10%	20	11,10%	
Katılmıyorum	3	1,60%	9	5,00%	
10 Prefabrik cephe üretim yöntemlerinde, geleneksel yöntemlere kıyasla kalite kontrol daha verimli bir şekilde yapılabilir ve işçilik hataları azaltılabilir					
Katılıyorum	154	82,80%	138	76,70%	0,342 X^2
Kararsızım	24	12,90%	31	17,20%	
Katılmıyorum	8	4,30%	11	6,10%	
11 Prefabrik cephe üretim yöntemlerinde, geleneksel yöntemlere kıyasla performans değerleri (ısı yalıtımı, su yalıtımı, kullanım ömrü vb.) Artırılabilir ve çeşitli iklimsel bölgelere uyum sağlanabilir.					
Katılıyorum	125	67,20%	121	67,20%	0,525 X^2
Kararsızım	47	25,30%	40	22,20%	
Katılmıyorum	14	7,50%	19	10,60%	

Tablo 4.7 Mesleki alt gruplar özelinde katılımcıların görüş sorularına cevapları (devamı)

12 Prefabrik cephe elemanları, olası hasarlar veya tasarım değişiklikleri durumunda geleneksel cephe sistemlerine kıyasla daha uyumlu, esnek ve adaptif bir çözüm sunar.					
Katılıyorum	125	67,20%	116	64,40%	0,36 X^2
Kararsızım	31	16,70%	40	22,20%	
Katılmıyorum	30	16,10%	24	13,30%	
13 Cephe imalatı için bakanlıklar ve belediyeler tarafından sağlanan regülasyonlar, kısıtlamalar, şartnameler ve yönlendirmeler, prefabrik cephe uygulamalarını gerçekleştirmek için yeterlidir.					
Katılıyorum	40	21,50%	55	30,60%	0,072 X^2
Kararsızım	101	54,30%	78	43,30%	
Katılmıyorum	45	24,20%	47	26,10%	
14 Cephe imalatı için devletin yaptığı malzeme denetimleri, mesleki yeterlilik denetimleri ve işçilik uygulama denetimleri yetersizdir. Ancak, prefabrik cephe üretimi, fabrika ortamında daha kolay ve etkin bir denetim imkânı sunar.					
Katılıyorum	118	63,40%	115	63,90%	0,938 X^2
Kararsızım	55	29,60%	51	28,30%	
Katılmıyorum	13	7,00%	14	7,80%	

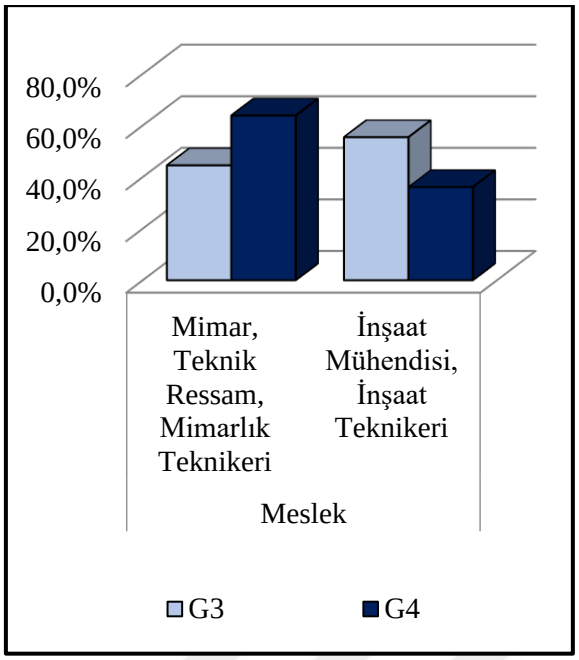
4.3.5.2 Eğitim Durumu Alt Gruplarına Göre Bulgular

Analizin bu aşamasında kontrol edilen iki demografik grup G3 ve G4 alt gruplarıdır. G3 grubu lisans ve ön lisans mezunu katılımcı grubunu ifade etmektedir. Yapılan anket çalışmasında yüksek lisans mezunu katılımcılar ve doktora mezunu katılımcılar ayrı olarak gruplandırılmıştır fakat 366 katılımcıdan sadece 14 katılımcı doktora mezunu olduğu için yüksek lisans ve doktora mezunu katılımcıların grupları G4 grubunda birleştirilmiştir. Öncelikle G3 ve G4 grupları

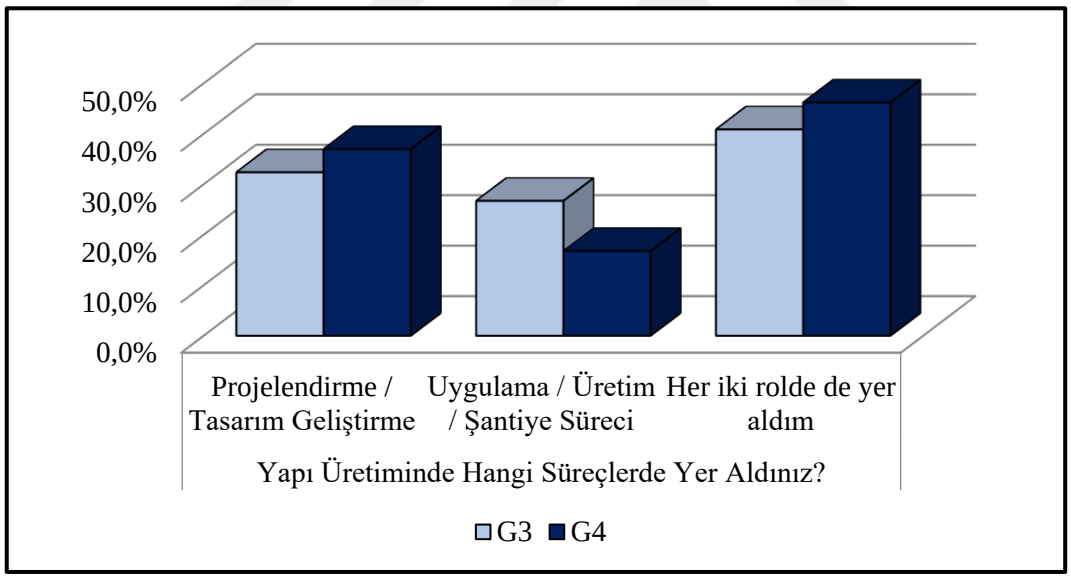
için kendi aralarında anlamlı farklılıklar olup olmadığı test edilmiştir (Tablo 4.8). Bu sayede bu iki alt grubun birbirinden anlamlı farklılıkları ortaya çıkmıştır. Akademik derece seviyesi G4 grupta mimar, teknik ressam, mimarlık teknikerlerin oranı G5 olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha yüksektir (Şekil 4.3). Yani mimarlıkla alakalı bölümlerden mezun katılımcıların eğitim düzeyleri anlamlı olarak diğer katılımcılardan daha yüksektir. Eğitim düzeyi G3 ve G4 olan alt grup katılımcılarının meslekte hangi süreçlerde yer aldığı ve mesleki deneyimleri oranları arasında anlamlı ($p>0.05$) farklılık bulunmamaktadır. Yani katılımcıların eğitim seviyelerine göre yapı inşaatında hangi rollerde bulunduğu anlamlı olarak değişmemektedir (Şekil 4.4). Aynı şekilde katılımcıların akademik dereceleri ve mesleki tecrübeleri anlamlı olarak değişmemektedir (Şekil 4.5).

Tablo 4.8 Akademik derecelere göre alt gruplar

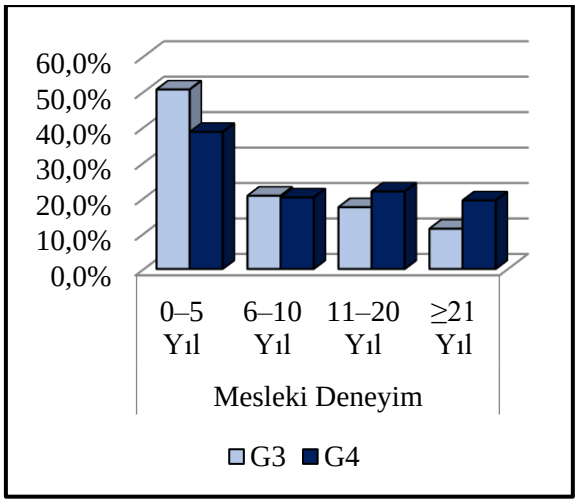
	Lisans / Ön lisans (n:247) (G3)		Yüksek lisans / Doktora (n:119) (G4)			
	n	%	n	%		
Meslek						
Mimar, Teknik Ressam, Mimarlık Teknikeri	110	44.5%	76	63.9%	***0.001***	X^2
İnşaat Mühendisi, İnşaat Teknikeri	137	55.5%	43	36.1%		
Yapı Üretiminde Hangi Süreçlerde Yer Aldınız?						
Projelendirme / Tasarım Geliştirme	80	32.4%	44	37.0%		
Uygulama / Üretim / Şantiye Süreci	66	26.7%	20	16.8%	0.111	X^2
Her iki rolde de yer aldım	101	40.9%	55	46.2%		
Mesleki Deneyim						
0–5 yıl	125	50.6%	46	38.7%		
6–10 yıl	51	20.6%	24	20.2%	0.072	X^2
11–20 yıl	43	17.4%	26	21.8%		
≥21 Yıl	28	11.3%	23	19.3%		



Şekil 4.3 G3 ve G4 grupları arasındaki mesleki grupları farkının karşılaştırmalı gösterimi



Şekil 4.4 G3 ve G4 grupları arasındaki çalışma alanlarının farkının karşılaştırmalı gösterimi



Şekil 4.5 G3 ve G4 grupları arasındaki mesleki deneyim farkının karşılaştırmalı gösterimi

Eğitim durumlarına göre alt grupların kendi arasındaki anlamlı farklılıkları incelendikten sonra G3 ve G4 alt gruplarının görüş sorularına sağladıkları sonuçlar arasındaki anlamlı farklılıklar incelenmiştir.

G3 ve G4 gruplarının verdiklerini cevaplar neticesinde, 14 görüş sorusunun tamamına verilen cevaplar anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermemiştir (Tablo 4.9). Yani katılımcıların cevaplarında eğitim düzeyleri ile bağlantılı olarak prefabrik cephelerin uygulanmasına yönelik maliyet, hız, kalite ve devlet tutumu konularında anlamlı fikir ayrılıkları bulunmamaktadır.

Tablo 4.9 Eğitim düzeyine göre alt gruplar özelinde katılımcıların görüş sorularına cevapları

	Lisans / Ön lisans (n:247) (G3)		Yüksek lisans / Doktora (n:119) (G4)		p	
	n	%	n	%		
1 Prefabrik cephe uygulamaları, geleneksel yöntemlere kıyasla daha düşük bir ilk inşaat maliyeti sağlayabilir.						
Katılıyorum	156	63,2%	73	61,3%		
Kararsızım	45	18,2%	30	25,2%	0,199	X^2
Katılmıyorum	46	18,6%	16	13,4%		

Tablo 4.9 Eğitim düzeyine göre alt gruplar özelinde katılımcıların görüş sorularına cevapları (devamı)

2 Prefabrik cephe uygulamaları, geleneksel yöntemlere kıyasla cephe bakım maliyetini azaltabilir.						
Katılıyorum	173	70,0%	82	68,9%		
Kararsızım	49	19,8%	27	22,7%	0,749	X^2
Katılmıyorum	25	10,1%	10	8,4%		
3 Prefabrik cephe uygulamaları ile daha uzun ömürlü bir sonuç elde edilerek yaşam döngüsü maliyeti azaltılabilir.						
Katılıyorum	170	68,8%	78	65,5%		
Kararsızım	51	20,6%	27	22,7%	0,820	X^2
Katılmıyorum	26	10,5%	14	11,8%		
4 Prefabrik cephe uygulamalarında fabrika ortamında seri üretim sayesinde üretim maliyeti azaltılabilir.						
Katılıyorum	206	83,4%	109	91,6%		
Kararsızım	34	13,8%	8	6,7%	0,104	X^2
Katılmıyorum	7	2,8%	2	1,7%		
5 Prefabrik cephe üretiminde, geleneksel yöntemlere kıyasla malzeme tüketimi ve gereksiz zayiatı azaltılabilir.						
Katılıyorum	196	79,4%	99	83,2%		
Kararsızım	41	16,6%	18	15,1%	0,443	X^2
Katılmıyorum	10	4,0%	2	1,7%		
6 Doğru projelendirilmiş bir konut projesinde prefabrik cephe uygulaması geleneksel yönteme kıyasla, genel iş programındaki toplam süreyi kısaltabilir.						
Katılıyorum	185	74,9%	94	79,0%		
Kararsızım	48	19,4%	20	16,8%	0,668	X^2
Katılmıyorum	14	5,7%	5	4,2%		
7 Bir konut projesinde prefabrik cephe uygulaması, şantiyede cephe imalatı için geçirilen toplam süreyi kısaltabilir.						
Katılıyorum	197	79,8%	101	84,9%		
Kararsızım	37	15,0%	13	10,9%	0,494	X^2
Katılmıyorum	13	5,3%	5	4,2%		
8 Bir konut projesinde, prefabrik cephe uygulamaları dış faktörlerden (iklimsel koşullar, trafik sorunları, gürültü ve görüntü kirliliği nedeniyle oluşan yasal çalışma kısıtlamaları) daha az etkilendiği için şantiyede geçirilen toplam süreyi kısaltabilir.						
Katılıyorum	185	74,9%	86	72,3%		
Kararsızım	52	21,1%	25	21,0%	0,537	X^2
Katılmıyorum	10	4,0%	8	6,7%		

Tablo 4.9 Eğitim düzeyine göre alt gruplar özelinde katılımcıların görüş sorularına cevapları (devamı)

9 Bir konut projesinde, prefabrik cephe uygulamaları, şehir merkezi gibi sıkışık alanlarda şantiyede geçirilen süreyi kısaltarak avantaj sağlar.						
Katılıyorum	206	83,4%	98	82,4%		
Kararsızım	34	13,8%	16	13,4%	0,789	X^2
Katılmıyorum	7	2,8%	5	4,2%		
10 Prefabrik cephe üretim yöntemlerinde, geleneksel yöntemlere kıyasla kalite kontrol daha verimli bir şekilde yapılabilir ve işçilik hataları azaltılabilir						
Katılıyorum	192	77,7%	100	84,0%		
Kararsızım	43	17,4%	12	10,1%	0,180	X^2
Katılmıyorum	12	4,9%	7	5,9%		
11 Prefabrik cephe üretim yöntemlerinde, geleneksel yöntemlere kıyasla performans değerleri (ısı yalıtımı, su yalıtımı, kullanım ömrü vb.) Artırılabilir ve çeşitli iklimsel bölgelere uyum sağlanabilir.						
Katılıyorum	171	69,2%	75	63,0%		
Kararsızım	58	23,5%	29	24,4%	0,223	X^2
Katılmıyorum	18	7,3%	15	12,6%		
12 Prefabrik cephe elemanları, olası hasarlar veya tasarım değişiklikleri durumunda geleneksel cephe sistemlerine kıyasla daha uyumlu, esnek ve adaptif bir çözüm sunar.						
Katılıyorum	169	68,4%	72	60,5%		
Kararsızım	47	19,0%	24	20,2%	0,190	X^2
Katılmıyorum	31	12,6%	23	19,3%		
13 Cephe imalatı için bakanlıklar ve belediyeler tarafından sağlanan regülasyonlar, kısıtlamalar, şartnameler ve yönlendirmeler, prefabrik cephe uygulamalarını gerçekleştirmek için yeterlidir.						
Katılıyorum	73	29,6%	22	18,5%		
Kararsızım	116	47,0%	63	52,9%	0,074	X^2
Katılmıyorum	58	23,5%	34	28,6%		
14 Cephe imalatı için devletin yaptığı malzeme denetimleri, mesleki yeterlilik denetimleri ve işçilik uygulama denetimleri yetersizdir. Ancak, prefabrik cephe üretimi, fabrika ortamında daha kolay ve etkin bir denetim imkânı sunar						
Katılıyorum	162	65,6%	71	59,7%		
Kararsızım	64	25,9%	42	35,3%	0,123	X^2
Katılmıyorum	21	8,5%	6	5,0%		

4.3.5.3 Katılımcıların Yapı Üretiminde Rol Aldığı Süreçlere Göre Bulgular

Analizin bu aşamasında kontrol edilen üç demografik grup G5, G6 ve G7 alt gruplarıdır. G5 grubu yapı üretiminde sadece projelendirme ve tasarım geliştirme aşamalarında tecrübesi bulunan grubu ifade etmektedir. G6 grubu yapı üretiminde sadece uygulama, üretim ve şantiye aşamalarında tecrübesi bulunan grubu ifade etmektedir. G7 grubu ise bu her iki gruptaki rollerde iş tecrübesi bulunan alt grubu ifade etmektedir. Bu bölümde öncelikle G5, G6 ve G7 alt grupları için kendi aralarında anlamlı farklılıklar olup olmadığı test edilmiştir (Tablo 4.10).

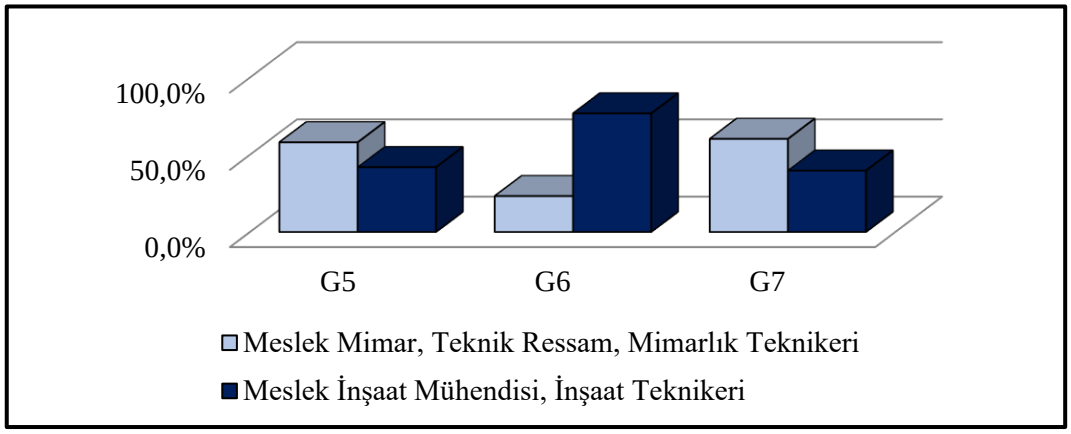
G5 ve G7 rollerinde tecrübesi bulunan katılımcı mimar, teknik ressam, mimarlık teknikerin oranı G6 rollerinde çalışanlardan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha yüksekti. G5 ve G7 rollerinde tecrübesi bulunan katılımcıların kendi arasında ise anlamlı ($p>0.05$) farklılık bulunmamaktadır (Şekil 4.6). Yani sadece şantiye veya fabrikada cephe üretim ve uygulama kısımlarında çalışan mimarların sayısı diğer mesleki gruplara oranla anlamlı şekilde daha düşüktür. Bu durum katılımcı mimarların ve bağlantılı meslek gruplarının projelendirme kısmında daha yüksek oranda çalıştığını ortaya koymaktadır. G5, G6 ve G7 rollerinde tecrübesi bulunan katılımcıların eğitim seviyeleri arasında anlamlı ($p>0.05$) bir farklılık gözlemlenmemiştir. G6 ve G7 rollerinde tecrübesi bulunan çalışanlarda mesleki deneyim seviyesi G5 rolünde çalışmış katılımcılardan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha yüksekti (Şekil 4.7). Yani sadece projelendirme deneyimi bulunan katılımcıların diğer katılımcılardan daha az mesleki tecrübesi olduğu ortaya konmuştur. G6 ve G7 rollerinde tecrübesi bulunan çalışanlarda mesleki deneyim seviyesi arasında anlamlı ($p>0.05$) farklılık bulunmamaktadır.

Tablo 4.10 Katılımcıların yapı üretiminde rol aldığı süreçlere göre alt gruplar

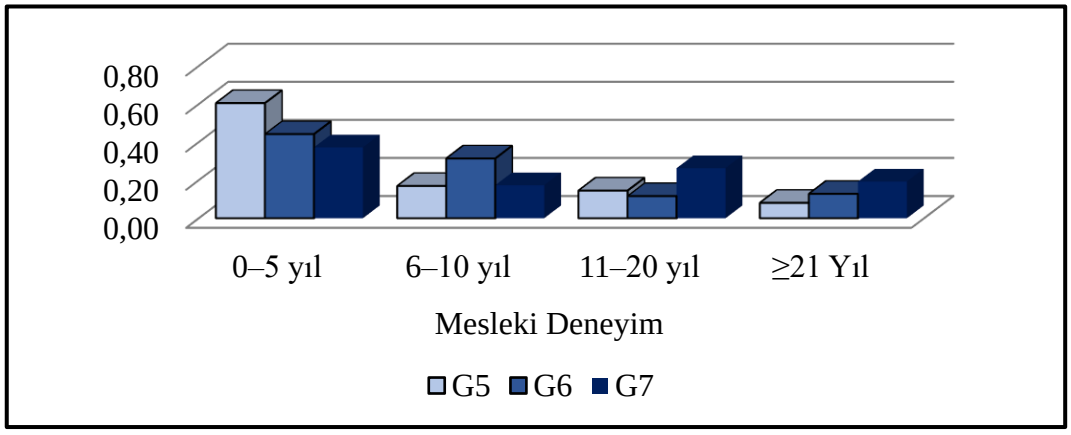
	Projelendirme / Tasarım Geliştirme (n:124) (G5)		Uygulama / Üretim / Şantiye Süreci (n:86) (G6)		Her İkisi (n:156) (G7)		p	
Meslek								
Mimar, Teknik Ressam, Mimarlık Teknikeri	72	58.1%	20	23.3%	94	60.3%	***0.000***	X^2
İnşaat Mühendisi, İnşaat Teknikeri	52	41.9%	66	76.7%	62	39.7%		

Tablo 4.10 Katılımcıların yapı üretiminde rol aldığı süreçlere göre alt gruplar (devamı)

Eğitim Durumu								
Lisans / Ön lisans	80	64.5%	66	76.7%	101	64.7%		
Yüksek Lisans	41	33.1%	20	23.3%	44	28.2%	0.111	X^2
Doktora	3	2.4%	0	0.0%	11	7.1%		
Mesleki Deneyim								
0–5 yıl	75	60.5%	38	44.2%	58	37.2%		
6–10 yıl	21	16.9%	27	31.4%	27	17.3%	***0.000***	X^2
11–20 yıl	18	14.5%	10	11.6%	41	26.3%		
≥21 Yıl	10	8.1%	11	12.8%	30	19.2%		



Şekil 4.6 G5, G6 ve G7 grupları arasındaki mesleki grupları farkının karşılaştırmalı gösterimi



Şekil 4.7 G5, G6 ve G7 grupları arasındaki mesleki deneyim farkının karşılaştırmalı gösterimi

Katılımcıların yapı üretiminde rol aldıkları süreçlere göre alt grupların kendi arasındaki anlamlı farklılıkları incelendikten sonra G5, G6 ve G7 alt gruplarının görüş sorularına sağladıkları sonuçlar arasındaki anlamlı farklılıklar taranmıştır.

G5, G6 ve G7 alt gruplarının anket sorularına verdiklerini cevaplar neticesinde, 14 görüş sorusunun tamamına verilen cevaplar anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermemiştir (Tablo 4.11). Yani katılımcıların cevaplarında yapı üretiminde rol aldıkları süreçler ile bağlantılı olarak prefabrik cephelerin uygulanmasına yönelik maliyet, hız, kalite ve devlet tutumu konularında anlamlı fikir ayrılıkları bulunmamaktadır.

Tablo 4.11 Yapı üretiminde rol aldıkları süreçler özelinde katılımcıların görüş sorularına cevapları

	Projelendirme / Tasarım Geliştirme (n:124) (G5)		Uygulama / Üretim / Şantiye Süreci (n:86) (G6)		Her İkisi (n:156) (G7)		p	
1 Prefabrik cephe uygulamaları, geleneksel yöntemlere kıyasla daha düşük bir ilk inşaat maliyeti sağlayabilir.								
Katılıyorum	82	66,1%	51	59,3%	96	61,5%		
Kararsızım	26	21,0%	19	22,1%	30	19,2%	0,648	X^2
Katılmıyorum	16	12,9%	16	18,6%	30	19,2%		
2 Prefabrik cephe uygulamaları, geleneksel yöntemlere kıyasla cephe bakım maliyetini azaltabilir.								
Katılıyorum	89	71,8%	57	66,3%	109	69,9%		
Kararsızım	27	21,8%	18	20,9%	31	19,9%	0,624	X^2
Katılmıyorum	8	6,5%	11	12,8%	16	10,3%		
3 Prefabrik cephe uygulamaları ile daha uzun ömürlü bir sonuç elde edilerek yaşam döngüsü maliyeti azaltılabilir.								
Katılıyorum	83	66,9%	63	73,3%	102	65,4%		
Kararsızım	30	24,2%	18	20,9%	30	19,2%	0,152	X^2
Katılmıyorum	11	8,9%	5	5,8%	24	15,4%		

Tablo 4.11 Yapı üretiminde rol aldıkları süreçler özelinde katılımcıların görüş sorularına cevapları (devamı)

4 Prefabrik cephe uygulamalarında fabrika ortamında seri üretim sayesinde üretim maliyeti azaltılabilir.								
Katılıyorum	107	86,3%	75	87,2%	133	85,3%		
Kararsızım	15	12,1%	8	9,3%	19	12,2%	0,874	X^2
Katılmıyorum	2	1,6%	3	3,5%	4	2,6%		
5 Prefabrik cephe üretiminde, geleneksel yöntemlere kıyasla malzeme tüketimi ve gereksiz zayiatı azaltılabilir.								
Katılıyorum	100	80,6%	70	81,4%	125	80,1%		
Kararsızım	22	17,7%	15	17,4%	22	14,1%	0,209	X^2
Katılmıyorum	2	1,6%	1	1,2%	9	5,8%		
6 Doğru projelendirilmiş bir konut projesinde prefabrik cephe uygulaması geleneksel yönteme kıyasla, genel iş programındaki toplam süreyi kısaltabilir.								
Katılıyorum	90	72,6%	62	72,1%	127	81,4%		
Kararsızım	31	25,0%	17	19,8%	20	12,8%	0,133	X^2
Katılmıyorum	3	2,4%	7	8,1%	9	5,8%		
7 Bir konut projesinde prefabrik cephe uygulaması, şantiyede cephe imalatı için geçirilen toplam süreyi kısaltabilir.								
Katılıyorum	100	80,6%	65	75,6%	133	85,3%		
Kararsızım	22	17,7%	14	16,3%	14	9,0%	0,173	X^2
Katılmıyorum	2	1,6%	7	8,1%	9	5,8%		
8 Bir konut projesinde, prefabrik cephe uygulamaları dış faktörlerden (iklimsel koşullar, trafik sorunları, gürültü ve görüntü kirliliği nedeniyle oluşan yasal çalışma kısıtlamaları) daha az etkilendiği için şantiyede geçirilen toplam süreyi kısaltabilir.								
Katılıyorum	87	70,2%	66	76,7%	118	75,6%		
Kararsızım	35	28,2%	17	19,8%	25	16,0%	0,471	X^2
Katılmıyorum	2	1,6%	3	3,5%	13	8,3%		

Tablo 4.11 Yapı üretiminde rol aldıkları süreçler özelinde katılımcıların görüş sorularına cevapları (devamı)

9 Bir konut projesinde, prefabrik cephe uygulamaları, şehir merkezi gibi sıkışık alanlarda şantiyede geçirilen süreyi kısaltarak avantaj sağlar.							
Katılıyorum	100	80,6%	73	84,9%	131	84,0%	
Kararsızım	20	16,1%	10	11,6%	20	12,8%	0,903 X^2
Katılmıyorum	4	3,2%	3	3,5%	5	3,2%	
10 Prefabrik cephe üretim yöntemlerinde, geleneksel yöntemlere kıyasla kalite kontrol daha verimli bir şekilde yapılabilir ve işçilik hataları azaltılabilir.							
Katılıyorum	103	83,1%	66	76,7%	123	78,8%	
Kararsızım	15	12,1%	19	22,1%	21	13,5%	0,069 X^2
Katılmıyorum	6	4,8%	1	1,2%	12	7,7%	
11 Prefabrik cephe üretim yöntemlerinde, geleneksel yöntemlere kıyasla performans değerleri (ısı yalıtımı, su yalıtımı, kullanım ömrü vb.) Artırılabilir ve çeşitli iklimsel bölgelere uyum sağlanabilir.							
Katılıyorum	88	71,0%	57	66,3%	101	64,7%	
Kararsızım	28	22,6%	21	24,4%	38	24,4%	0,727 X^2
Katılmıyorum	8	6,5%	8	9,3%	17	10,9%	
12 Prefabrik cephe elemanları, olası hasarlar veya tasarım değişiklikleri durumunda geleneksel cephe sistemlerine kıyasla daha uyumlu, esnek ve adaptif bir çözüm sunar.							
Katılıyorum	86	69,4%	56	65,1%	99	63,5%	
Kararsızım	22	17,7%	23	26,7%	26	16,7%	0,057 X^2
Katılmıyorum	16	12,9%	7	8,1%	31	19,9%	

Tablo 4.11 Yapı üretiminde rol aldıkları süreçler özelinde katılımcıların görüş sorularına cevapları (devamı)

14 Cephe imalatı için bakanlıklar ve belediyeler tarafından sağlanan regülasyonlar, kısıtlamalar, şartnameler ve yönlendirmeler, prefabrik cephe uygulamalarını gerçekleştirmek için yeterlidir.								
Katılıyorum	30	24,2%	24	27,9%	41	26,3%		
Kararsızım	70	56,5%	43	50,0%	66	42,3%	0,110	X^2
Katılmıyorum	24	19,4%	19	22,1%	49	31,4%		
14 Cephe imalatı için devletin yaptığı malzeme denetimleri, mesleki yeterlilik denetimleri ve işçilik uygulama denetimleri yetersizdir. Ancak, prefabrik cephe üretimi, fabrika ortamında daha kolay ve etkin bir denetim imkânı sunar								
Katılıyorum	72	58,1%	56	65,1%	105	67,3%		
Kararsızım	45	36,3%	24	27,9%	37	23,7%	0,211	X^2
Katılmıyorum	7	5,6%	6	7,0%	14	9,0%		

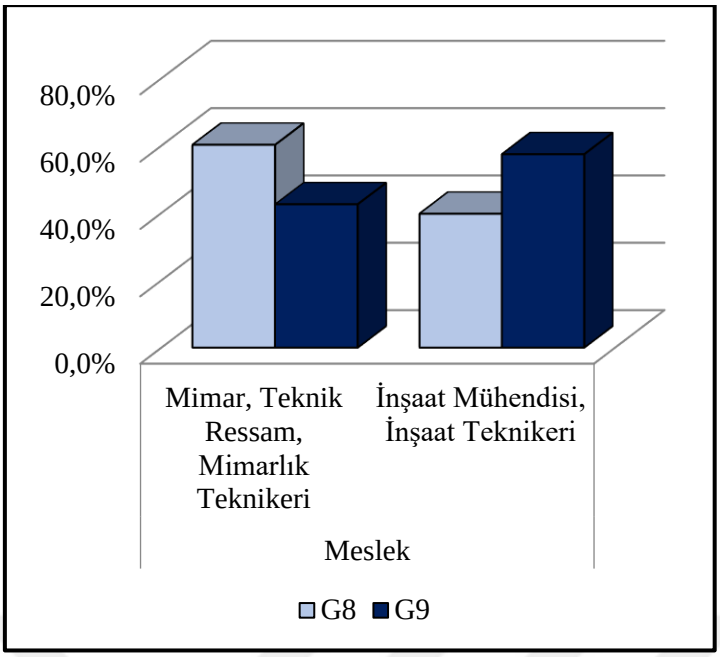
4.3.5.4 Mesleki Deneyim Farklarına Göre Bulgular

Analizin bu aşamasında kontrol edilen iki demografik grup G8 ve G9 alt gruplarıdır. G8 grubu 0-5 yıl arası tecrübeye sahip katılımcı grubunu ifade etmektedir. Yapılan anket çalışmasında 6-10 yıl arası tecrübeye sahip katılımcılar, 11-20 yıl arası tecrübeye sahip katılımcılar ve 21 yıl ve üzeri tecrübeye sahip katılımcılar ayrı ayrı olarak gruplandırılmıştır fakat 366 katılımcının %46,7'si 0-5 yıllık tecrübe grubunu oluşturduğu için analizde 6 yıl ve üzeri tecrübeye sahip gruplar G9 adıyla tek bir grup olarak ele alınmıştır. Bu aşamada öncelikle G8 ve G9 alt grupları için kendi aralarında anlamlı farklılıklar olup olmadığı test edilmiştir (Tablo 4.12). Mesleki deneyimi G9 olan grupta mimar, teknik ressam, mimarlık teknikerleri olanları oranı mesleki deneyimi G8 olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha düşüktür (Şekil 4.8). Yani ankete katılım gösteren inşaat mühendisleri ve teknikerlerinin mesleki tecrübeleri diğer katılımcılara oranla anlamlı olarak daha yüksektir. Mesleki deneyimi G9 olan grupta akademik dereceler mesleki deneyimi G8 olan gruptan

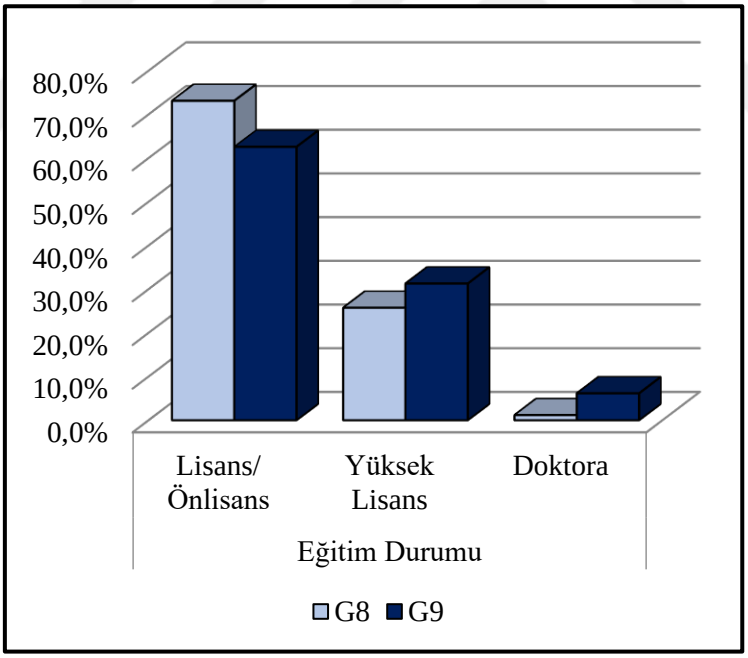
anlamlı ($p<0.05$) olarak daha yüksekti. Yani mesleki tecrübesi daha yüksek olan katılımcıların akademik seviyelerinin diğer katılımcılardan anlamlı şekilde daha yüksek olduğu ortaya konulmuştur (Şekil 4.9). Mesleki deneyimi G9 olan grupta projelendirme ve tasarım geliştirme sürecinde çalışanların oranı mesleki deneyimi G8 olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha düşüktü. Bu durum meslekte daha tecrübeleri katılımcıların sadece projelendirme ve tasarım alanlarında değil, uygulama ve üretim süreçlerinde de yer aldıklarını göstermektedir (Şekil 4.10).

Tablo 4.12 Mesleki deneyimlerine göre alt gruplar

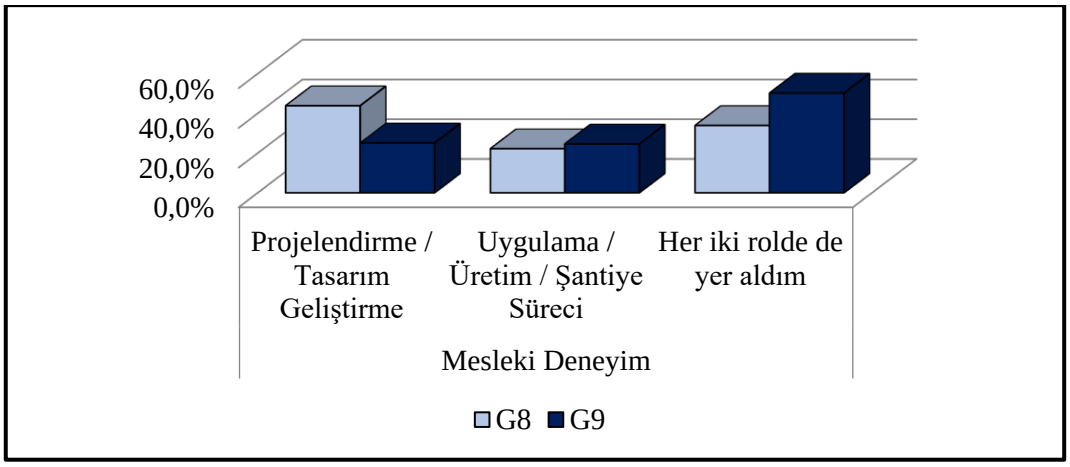
	0-5 yıl arası mesleki tecrübe (n:171) (G8)		5 yıl ve üzeri tecrübe (n:195) (G9)		p	
	n	%	n	%		
Meslek						
Mimar, Teknik Ressam, Mimarlık Teknikeri	103	60.2%	83	42.6%	**0.001**	X^2
İnşaat Mühendisi, İnşaat Teknikeri	68	39.8%	112	57.4%		
Mezuniyet seviyeniz nedir?						
Lisans / Ön lisans	125	73.1%	122	62.6%		
Yüksek Lisans	44	25.7%	61	31.3%	**0.015**	X^2
Doktora	2	1.2%	12	6.2%		
Yapı üretiminde hangi süreçlerde yer aldınız?						
Projelendirme / Tasarım Geliştirme	75	43.9%	49	25.1%		
Uygulama / Üretim / Şantiye Süreci	38	22.2%	48	24.6%	**0.000**	X^2
Her iki rolde de yer aldım	58	33.9%	98	50.3%		



Şekil 4.8 G8 ve G9 grupları arasındaki mesleki grupları farkının karşılaştırmalı gösterimi



Şekil 4.9 G8 ve G9 grupları arasındaki akademik seviye farkının karşılaştırmalı gösterimi



Şekil 4.10 G8 ve G9 grupları arasındaki çalışma alanlarının farkının karşılaştırmalı gösterimi

Anket katılımcılarına sorulan 14 görüş sorusunun 4 tanesinde mesleki deneyimi farklı gruplar arasında anlamlı görüş farkları oluşmuştur (Tablo 4.13).

Birinci soruda mesleki deneyimi G9 grubunda olan grupta prefabrik cephe uygulamalarının geleneksel yöntemlere kıyasla daha düşük bir ilk inşaat maliyeti sağlayacağını düşünenlerin oranı mesleki deneyimi G8 gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha düşüktü. Bu durumda mesleki tecrübesi daha düşük olan anket katılımcıları, prefabrik cephe uygulamalarının ilk inşaat maliyetini düşüreceği yönünde, mesleki tecrübesi daha yüksek olan katılımcılara kıyasla daha yüksek bir beklentiye sahiptir.

Üçüncü soruya anket katılımcılarının verdikleri cevaplar doğrusunda, mesleki tecrübesi G9 olan grupta prefabrik cephe uygulamaları ile daha uzun ömürlü bir sonuç elde edilerek yaşam döngüsü maliyeti azaltılabileceğini düşünenlerin oranı mesleki tecrübesi G8 olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha yüksekti. Yani, mesleki tecrübesi daha yüksek olan katılımcılar, prefabrik cephelerin daha uzun ömürlü olabileceğini ve bu sayede yaşam döngüsü maliyetlerini azaltma potansiyeli taşıdığını, mesleki tecrübesi daha düşük katılımcılara kıyasla daha olası ve uygulanabilir bulmaktadır.

On ikinci soruya gelen cevapların analizine göre, mesleki tecrübesi G9 olan grupta prefabrik cephe elemanları, olası hasarlar veya tasarım değişiklikleri durumunda geleneksel cephe sistemlerine kıyasla daha uyumlu, esnek ve adaptif bir çözüm sunabileceğini düşünenlerin oranı mesleki tecrübesi G8 olan gruptan anlamlı

(p<0.05) daha düşüktür. Bu sonuç ile daha az tecrübesi olan katılımcıların daha yüksek tecrübeli katılımcılara kıyasla prefabrik cepheleri daha esnek ve adaptif bulduğu ortaya konmuştur.

On dördüncü soruda katılımcıların verdiği cevaplar analiz edildiğinde anlamlı bir farklılık göze çarpmıştır. Mesleki tecrübesi G9 olan grupta "cephe imalatı için devletin yaptığı malzeme denetimleri, mesleki yeterlilik denetimleri ve işçilik uygulama denetimleri yetersizdir; ancak, prefabrik cephe üretimi, fabrika ortamında daha kolay ve etkin bir denetim imkân sunduğu" düşüncesine sahip katılımcıların oranı mesleki tecrübesi G8 olan gruptan anlamlı (p<0.05) olarak daha yüksekti. Mesleki olarak daha tecrübeli katılımcılardan oluşan alt grup, devlet denetimlerinin yetersiz olduğu ve fabrika ortamında gerçekleştirilen üretimin bu denetimi kolaylaştırabileceği görüşünü, mesleki deneyimi daha düşük olan gruba kıyasla daha yüksek oranda benimsemektedir. Anketin kalan 10 sorusuna ilişkin analizlerde, katılımcılar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir görüş farklılığı tespit edilmemiştir (p> 0.05). Bu sorulara verilen yanıtlar büyük ölçüde benzer eğilimler göstermekte, farklı katılımcı grupları arasında belirgin bir ayrışma gözlenmemektedir. Dolayısıyla, elde edilen diğer farklar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır.

Tablo 4.13 Yapı üretiminde mesleki deneyimlerine göre katılımcıların görüş sorularına cevapları (devamı)

	0-5 yıl arası mesleki tecrübe (n:171) (G8)		5 yıl ve üzeri tecrübe (n:195) (G9)		p	
	n	%	n	%		
1 Prefabrik cephe uygulamaları, geleneksel yöntemlere kıyasla daha düşük bir ilk inşaat maliyeti sağlayabilir.						
Katılıyorum	127	74,3%	102	52,3%		
Kararsızım	26	15,2%	49	25,1%	**0,000**	X^2
Katılmıyorum	18	10,5%	44	22,6%		

Tablo 4.13 Yapı üretiminde mesleki deneyimlerine göre katılımcıların görüş sorularına cevapları (devamı)

2 Prefabrik cephe uygulamaları, geleneksel yöntemlere kıyasla cephe bakım maliyetini azaltabilir.					
Katılıyorum	126	73,7%	129	66,2%	
Kararsızım	33	19,3%	43	22,1%	0,197 X^2
Katılmıyorum	12	7,0%	23	11,8%	
3 Prefabrik cephe uygulamaları ile daha uzun ömürlü bir sonuç elde edilerek yaşam döngüsü maliyeti azaltılabilir.					
Katılıyorum	107	62,6%	141	72,3%	
Kararsızım	50	29,2%	28	14,4%	**0,047** X^2
Katılmıyorum	14	8,2%	26	13,3%	
4 Prefabrik cephe uygulamalarında fabrika ortamında seri üretim sayesinde üretim maliyeti azaltılabilir.					
Katılıyorum	154	90,1%	161	82,6%	
Kararsızım	15	8,8%	27	13,8%	0,090 X^2
Katılmıyorum	2	1,2%	7	3,6%	
5 Prefabrik cephe üretiminde, geleneksel yöntemlere kıyasla malzeme tüketimi ve gereksiz zayiatı azaltılabilir.					
Katılıyorum	139	81,3%	156	80,0%	
Kararsızım	28	16,4%	31	15,9%	0,639 X^2
Katılmıyorum	4	2,3%	8	4,1%	
6 Doğru projelendirilmiş bir konut projesinde prefabrik cephe uygulaması geleneksel yönteme kıyasla, genel iş programındaki toplam süreyi kısaltabilir.					
Katılıyorum	135	78,9%	144	73,8%	
Kararsızım	30	17,5%	38	19,5%	0,325 X^2
Katılmıyorum	6	3,5%	13	6,7%	
7 Bir konut projesinde prefabrik cephe uygulaması, şantiyede cephe imalatı için geçirilen toplam süreyi kısaltabilir.					
Katılıyorum	145	84,8%	153	78,5%	
Kararsızım	22	12,9%	28	14,4%	0,085 X^2
Katılmıyorum	4	2,3%	14	7,2%	

Tablo 4.13 Yapı üretiminde mesleki deneyimlerine göre katılımcıların görüş sorularına cevapları (devamı)

8 Bir konut projesinde, prefabrik cephe uygulamaları dış faktörlerden (iklimsel koşullar, trafik sorunları, gürültü ve görüntü kirliliği nedeniyle oluşan yasal çalışma kısıtlamaları) daha az etkilendiği için şantiyede geçirilen toplam süreyi kısaltabilir.						
Katılıyorum	126	73,7%	145	74,4%		
Kararsızım	38	22,2%	39	20,0%	0,718	X^2
Katılmıyorum	7	4,1%	11	5,6%		
9 Bir konut projesinde, prefabrik cephe uygulamaları, şehir merkezi gibi sıkışık alanlarda şantiyede geçirilen süreyi kısaltarak avantaj sağlar.						
Katılıyorum	140	81,9%	164	84,1%		
Kararsızım	28	16,4%	22	11,3%	0,131	X^2
Katılmıyorum	3	1,8%	9	4,6%		
10 Prefabrik cephe üretim yöntemlerinde, geleneksel yöntemlere kıyasla kalite kontrol daha verimli bir şekilde yapılabilir ve işçilik hataları azaltılabilir.						
Katılıyorum	135	78,9%	157	80,5%		
Kararsızım	27	15,8%	28	14,4%	0,925	X^2
Katılmıyorum	9	5,3%	10	5,1%		
11 Prefabrik cephe üretim yöntemlerinde, geleneksel yöntemlere kıyasla performans değerleri (ısı yalıtımı, su yalıtımı, kullanım ömrü vb.) Artırılabilir ve çeşitli iklimsel bölgelere uyum sağlanabilir.						
Katılıyorum	114	66,7%	132	67,7%		
Kararsızım	46	26,9%	41	21,0%	0,156	X^2
Katılmıyorum	11	6,4%	22	11,3%		
12 Prefabrik cephe elemanları, olası hasarlar veya tasarım değişiklikleri durumunda geleneksel cephe sistemlerine kıyasla daha uyumlu, esnek ve adaptif bir çözüm sunar.						
Katılıyorum	124	72,5%	117	60,0%		
Kararsızım	29	17,0%	42	21,5%	**0,030**	X^2
Katılmıyorum	18	10,5%	36	18,5%		

Tablo 4.13 Yapı üretiminde mesleki deneyimlerine göre katılımcıların görüş sorularına cevapları (devamı)

13 Cephe imalatı için bakanlıklar ve belediyeler tarafından sağlanan regülasyonlar, kısıtlamalar, şartnameler ve yönlendirmeler, prefabrik cephe uygulamalarını gerçekleştirmek için yeterlidir.						
Katılıyorum	46	26,9%	49	25,1%		
Kararsızım	90	52,6%	89	45,6%	0,149	X^2
Katılmıyorum	35	20,5%	57	29,2%		
14 Cephe imalatı için devletin yaptığı malzeme denetimleri, mesleki yeterlilik denetimleri ve işçilik uygulama denetimleri yetersizdir. Ancak, prefabrik cephe üretimi, fabrika ortamında daha kolay ve etkin bir denetim imkânı sunar						
Katılıyorum	98	57,3%	135	69,2%		
Kararsızım	62	36,3%	44	22,6%	**0,018**	X^2
Katılmıyorum	11	6,4%	16	8,2%		

4.4 Konvansiyonel Cephe Üretimi ve Prefabrik Cephe Üretimi Nizam Çeşitlerine Göre Saha Araştırması

Bu bölümde Kahramanmaraş depremleri sonrasında Türkiye içerisinde yapılmış müstakil konut proje örnekleri, cepheleri üzerinden incelenmiştir. İnceleme yapılırken projeler nizam tiplerine göre ayrıştırılmış ve aynı nizam tipinde benzer cephe yüzey alanına sahip yapılar kıyaslanmıştır. Araştırma kapsamında yapılan anket çalışmasındaki sonuçlara göre anket katılımcılarının %83,1'i prefabrik cephelerin kent içerisinde sıkışık alanlarda daha avantajlı olacağı düşünmektedir. Bu sebeple yapı tipi olarak şehir merkezinde bulunan bina tipi konutlar tercih edilmiştir. Seçilen yapı tiplerinde doğru bir kıyaslama yapılabilmesi adına 3 farklı alt tip belirlenmiştir. Bu tipler 4 cepheli ayrık nizam (tekil konut), 3 cepheli bitişik nizam ve 2 ya da 1 cepheli blok nizam konutlar olarak belirlenmiştir. Yapıların verileri aktif şantiye ziyaretleri, inşaat firması ziyaretleri ve inşaat firmaları ile yapılan telefon görüşmeleri ile elde edilmiştir.

4.4.1 Ayrık Nizam (Dört Cepheli)

Ayrık nizam yapılar dört tarafı açık ve dört cephesi bulunan yapılardır. Tablo 4.14 ve 4.15'te ayrık nizamlı yapılar saha araştırması verileri görülmektedir.

Tablo 4.14 Ayrık nizam prefabrik cepheli yapı

Proje 1	Apartman Projesi (Betaş Yapı)
Konum	İstanbul, Bakırköy
Yapım Yılı	2023
Görseller	 **Şekil 4.11** Apartman projesi karşılaştırmalı render ve fotoğraf görselleri, 2025, Mustafa Enes Berk
Cephe Metrajı	~1800 m2
Yapım Yöntemi	Prefabrik – GRC Ön Dökümlü Prekast Beton Cephe Kaplama – 4 cephe prekast betona panel kaplama
Birim Maliyet	95 $ / m2 (yalıtım için +7 $/ m2) (Balkon bölgelerindeki cam kaplamalar hariç birim fiyattır. Montaj ve montaj ekipmanları dahil fiyattır)
Total Maliyet	~183.600 $
Şantiyede geçen iş günü	30 gün (rötuşlar ve bakım süresi dahil)
Birim yapım hızı	60 m2 / gün

Tablo 4.15 Ayrık nizam konvansiyonel yöntem cephesi yapılmış yapı

Proje 2	Apartman Projesi (Dumaks Yapı)
Konum	Kayseri, Kocasinan
Yapım Yılı	2024
Görseller	 **Şekil 4.12** Apartman projesi cephe görseli, 2025, Mustafa Enes Berk
Cephe Metrajı	~1700 m2
Yapım Yöntemi	Konvansiyonel – kaba sıva, yalıtım, ince sıva, file, boya (mineral boya ve ahşap görünümlü boya
Birim Maliyet	45 $ / m2 (Pencereler hariç birim fiyattır.)
Total Maliyet	~76.500 $
Şantiyede geçen iş günü	50 gün (rötuşlar ve bakım süresi dahil)
Birim yapım hızı	34 m2 / gün

Yukarıda incelenen iki yapı ayrık nizamda üretilmiş 2 konut yapısıdır. Yapıların dört cephesinin de açık yüzeyler olması sebebiyle cephe çalışmalarının uygulanması diğer yapı tiplerine nispeten daha kolaydır. Prefabrik yöntemlerle üretilen yapı İstanbul Bakırköy'de bir ara sokakta bulunurken konvansiyonel yöntemlerle üretilen yapı yine şehir merkezinde fakat daha büyük çekme paylarına sahip bir parsel içerisindedir. Bu sebeple cephe imalatında daha esnek yöntemlere izin vermektedir. Yapıların cephe metrajları yaklaşık aynı büyüklükte olmakla birlikte prefabrik yöntemlerle yapılan yapının cephe işleri yaklaşık 15 gün daha kısa sürmüştür. Prefabrik yapı üreticisi firma temsilcisi bu üretimin daha da kısa sürede bitirilebileceğini fakat şehir merkezinde çalışma kısıtları ve belediyenin kısıtları sebebiyle olması gerekenden uzun sürdüğünü belirtmiştir (firma temsilcisi şantiye alanına gündüz nakliye araçlarının alınmadığını bu sebeple tüm günleri verimli kullanamadıklarını belirtmiştir). Prefabrik yöntemle üretilen yapıda cephe birim maliyeti konvansiyonel yönteme kıyasla iki kattan daha maliyetli olmuştur. Prefabrik cephe ile üretilin yapının şantiye şefi projenin daha maliyetli olduğunu fakat prefabrik cepheler ile konutların satılabilirliğinin arttığını bildirmiştir.

4.4.2 Bitişik Nizam (Üç Cepheli)

Bitişik nizam yapılar üç tarafı açık ve üç cephesi bulunan yapılardır. Bu yapıların bir cephesi kör cephedir. Kör cephe genellikle başka bir yapı ile ortak ve dış ortamdan görünmeyecek şekildedir. Tablo 4.16 ve 4.17'de bitişik nizamlı yapılar için saha araştırması verileri görülmektedir.

Tablo 4.16 Bitişik nizam konvansiyonel yöntem cephesi yapılmış yapı

Proje 3	Ferman Caddesi 25 Apartman Projesi
Konum	İstanbul, Kağıthane
Yapım Yılı	2025
Görseller	 **Şekil 4.13** Ferman Caddesi 25 cephe görselleri, 2025, Mustafa Enes Berk
Cephe Metrajı	~700 m2
Yapım Yöntemi	Konvansiyonel – kaba sıva, yalıtım, İtalyan dekoratif ince sıva, file, boya, ahşap görünümlü boya
Birim Maliyet	40 $ / m2
Total Maliyet	~28.000 $
Şantiyede geçen iş günü	25 gün (rötuşlar ve bakım süresi dahil)
Birim yapım hızı	28 m2 / gün

Tablo 4.17 Bitişik nizam prefabrik cepheli yapı

Proje 4	Cebeci Apartmanı Konut Projesi (Prizma İnşaat)
Konum	İstanbul, Kağıthane
Yapım Yılı	2018
Görseller	 **Şekil 4.14** Cebeci Apartmanı cephe görselleri, Mutasyon Prekast
Cephe Metrajı	~650 m2
Yapım Yöntemi	Prefabrik – Kendinden Yalıtımlı GRC Ön Dökümlü Prekast Beton Cephe Kaplama – 3 cephe prekast betona panel kaplama
Birim Maliyet	85 $ / m2 (Yalıtım dahil fiyat)
Total Maliyet	~55.250 $
Şantiyede geçen iş günü	15 gün
Birim yapım hızı	43,3 m2 / gün

Yukarıda incelenen iki yapı benzer cephe metrajına sahip iki konut projesidir. İki projede İstanbul Kağıthane'de farklı mahallelerde bulunmaktadır. Prefabrik cephe panelleri kullanılan yapıda yapım süresi 10 gün daha kısa olmasına rağmen total cephe maliyeti yaklaşık iki katına çıkmıştır. Konvansiyonel yapıyı uygulayan firmanın yetkilisi istedikleri estetik cepheye geleneksel yöntemlerle rahatlıkla ulaşabildiklerini bu sayede cephe imalatını daha ucuza imal edebildiklerini belirtmiştir.

4.4.3 Blok Nizam (Tek ya da İki Cepheli)

Blok nizam yapılar bir ya da iki tarafı açık yapılardır. Bu yapıların iki ya da üç cephesi kör cephedir. Kör cephe genellikle başka bir yapı ile ortak ve dış ortamdan görünmeyecek şekildedir. Genellikle sıralı şekilde giden yapı bloklarında görülür. Tablo 4.18'de blok nizamlı yapı örneği için saha araştırması verileri görülmektedir.

Tablo 4.18 Blok nizam prefabrik cepheli yapı

Proje 5	Konut Projesi, Hasbahçe A-B Apartmanı (Kaya Yapı)
Konum	İstanbul, Kağıthane
Yapım Yılı	2017
Görseller	 **Şekil 4.15** Hasbahçe A-B Blok cephe görselleri, 2025, Mustafa Enes Berk
Cephe Metrajı	~650 m2
Yapım Yöntemi	Prefabrik – Alüminyum kompozit cephe kaplama – ön cephe kompozit düz panel ve ahşap görünümlü panel kaplama
Birim Maliyet	75 $ / m2 (yalıtım için +7 $/ m2) (Balkon bölgelerindeki cam kaplamalar hariç birim fiyattır. Montaj ve montaj ekipmanları dahil fiyattır)
Total Maliyet	53.300 $
Şantiyede geçen iş günü	20 gün (rötuşlar ve bakım süresi dahil)
Birim yapım hızı	32,5 m2 / gün

Özellikle 6 Şubat Kahramanmaraş Depremleri sonrasında blok nizam ve bitişik nizam yapıların ayrık nizam yapılar kadar güvenli olmadığı yönünde bir kanı oluşmuştur. Bu kanının oluşma sebebi ortak cephesi bulunan yapıların deprem anından birbirlerine farklı salınım frekansları ile temas ederek çekiç etkisi oluşturmasıdır. Kahramanmaraş depremlerinin ardından, 1 Temmuz 2023 itibarıyla yürürlüğe giren Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği değişikliği kapsamında, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yeni bir düzenleme getirilmiştir. Bu düzenlemeye göre, bitişik nizam yapılarda deprem sırasında oluşabilecek çekiçleme etkisini ve binaların birbirine çarpmasını önlemek amacıyla, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde tanımlanan deprem derz boşluğu kadar mesafenin, artık parsel sınırından itibaren bırakılması zorunlu hale getirilmiştir (AA, 2023). Yapılan saha araştırmaları sonucunda bitişik nizam yapıların daha riskli olarak görülmesi ve iki cephenin kör cephe olarak kalması sebebiyle yaygın bir şekilde üretilmediği gözlemlenmiştir. Prefabrik yöntemlerle cephesi üretilmiş olan örnekteki yapı firması sorumlusu bitişik nizam yapıların yapılaşmanın ve şehirleşmenin çok yoğun olduğu yerlerde mecburi kalındığında yapıldığını söylemiştir. Blok nizam yapılaşma örneği için yapılan saha araştırmasında incelenen yapılar içerisinde konvansiyonel cepheli yapılar tespit edilememiştir. Bunun sebebi olarak bitişik nizam yapıların çok yoğun yapılaşma olan kent bölgelerinde yer alması öngörülmüştür. Çünkü bu yapıların neredeyse hepsi trafikli dar caddeler ve sokaklarda ya da kent içerisindeki turistik bölgelerde yer almaktaydı. Bu sebeple daha hızlı ve modern cepheler üretmek amacıyla bu yapılar prefabrik cepheli olarak üretildiği öngörülmektedir.

4.5 Araştırmanın Değerlendirilmesi

Yapılan tez çalışması için prefabrik karma araştırma yöntemi ile konvansiyonel cephe uygulamaları yerine prefabrik cephe uygulamalarının kullanılması konusunda analizler yapılmıştır. Yapılan araştırmaların bulguları ve değerlendirmeleri bu bölümde maliyet, hız (zaman), kalite ve devlet teşvik ve regülasyonları başlıkları altında yapılmıştır. Çalışma kapsamında konut üretimi yapan firma sahipler, firma temsilcileri, serbest müteahhit ve serbest mimarlar ile 15 adet yüz yüze mülakat yapılmıştır. Bu mülakatlardan elde edilen temalar, alt temalar ve kodlar üzerinden oluşturulan soruları ile 366 inşaat sektörü çalışan

teknik personel ile anket çalışması yapılmıştır. Yapılan çalışmaların sonuçlarını somut örnekler üstünde incelemek için 5 adet konut yapısı incelenmiştir.

Mülakatlarda görüşme yapılan katılımcıların prefabrik cephe üretiminin daha yüksek bir ilk inşaat maliyetine sahip olacağı görüşü ortak bir fikir olarak dikkat çekmiştir. Yapılan anket çalışmasında yüz yüze mülakatların aksine katılımcıların %62,7'si prefabrik cephe imalatı ile ilk inşaat maliyetinin düşürülebileceği fikrini belirtmiştir. Mesleki deneyimi 5 yıldan fazla olan anket katılımcıları, mesleki tecrübesi 5 yıla kadar olan katılımcılara kıyasla prefabrik yöntemlerin maliyeti düşüreceği konusunda daha temkinli bir yaklaşım göstermiştir. 0-5 yıl arası tecrübeye sahip katılımcılar %27,2 oranında kararsız veya olumsuz görüş bildirirken, 5 yılın üzerinde deneyime sahip katılımcılar %47,7 oranında kararsız veya olumsuz görüş bildirmiştir. Yapılan saha araştırmasında benzer bina tipleri maliyet açısından karşılaştırıldığında ise ilk yapım maliyetinin prefabrik yöntemlerle daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Mülakatlardan bir görüş olarak bu noktada prefabrik cephelerin seri üretim ile maliyetinin düşürülebileceği fikri ortaya çıkmış ve ankette bu konuyla alakalı soruya katılımcılar %85,8 oranında olumlu görüş belirtmiştir. Prefabrik cephe üretim yöntemlerinin malzeme tasarrufu sağlayacağı görüşü mülakatlarda elde edilmiş ve ankette katılımcılara soru olarak sorulmuştur. Katılımcıların %80,7'si prefabrik üretimle malzeme zaiyatlarının azaltılabileceği görüşünü desteklemiştir. Yine mülakatlarda elde edilen bir görüş olarak prefabrik cephelerin daha uzun ömürlü olacağı ve bu sayede yaşam döngüsü maliyetini azaltabileceği fikri anket katılımcılarına sorulmuş ve katılımcılar bu fikre %67,7 oranında olumlu cevap vermiştir. Mesleki tecrübesi 6 yıl ve daha yüksek olan katılımcılarda, prefabrik cephelerin daha uzun ömürlü olabileceğini ve bu sayede yaşam döngüsü maliyetlerini azaltma potansiyeli taşıdığını düşünenlerin sayısı, mesleki tecrübesi daha düşük katılımcılara kıyasla anlamlı olarak daha yüksek çıkmıştır.

Ayrıca anket katılımcıları cephenin yaşam döngüsü sürecince prefabrik cephelerin daha düşük bakım maliyetine sebep olacağı fikrine %70,1 oranında katılım göstermiştir.

Mülakatlarda yapılan görüşmelerde, katılımcılar tarafından sıklıkla tekrar edilen ortak bir görüş, imalat süresinin projelendirme kalitesiyle doğru orantılı olduğu yönündedir. Katılımcılar imalat yönteminde önce doğru projelendirmenin

sağlanması gerektiği bu sayede cephe imalat süresinin kısalacağı fikrini ortaya koymuştur. Bu görüşü destekleyen bir ifadeyle, mülakat katılımcıları doğru şekilde projelendirilmiş bir prefabrik cephe sisteminin, genel iş programı içerisindeki toplam süreci kısaltacağı yönünde görüş bildirmiştir. Anket katılımcıları bu fikre %76,4 oranında katılmıştır ve buna ek olarak anket katılımcıların %81,8'i genel iş programı ile birlikte şantiyede cephe imalatı için geçen gün sayısının da düşeceği fikrine katılım göstermiştir. Doğru projelendirilmiş bir konut projesinde prefabrik cephe uygulaması geleneksel yönteme kıyasla, genel iş programındaki toplam süreyi kısaltabileceği görüşüne mimar, mimarlık teknikeri ve teknik ressam mesleğine sahip katılımcı grup anlamlı bir şekilde daha yüksek bir katılım göstermiştir. Bu grup %82,3 oranında prefabrik yöntemler ile genel iş programında sürenin kısalacağını düşünürken inşaat mühendisleri ve teknikerleri %70 oranında aynı fikre sahiptir. Mülakat görüşmelerinde prefabrik cephe imalatının zaman tasarrufu sağlama sebeplerinden birisi prefabrik cephe imalatının çevresel faktörlerden daha etkilenmesi olarak belirtilmiştir ve anket katılımcıları %74,2 oranında bu fikre katılım göstermiştir. Dış faktörlerin sıkışık kent alanlarında cephe imalatı için daha önemli bir problem olduğu öngörülerek bu konu anket katılımcılarına sorulmuştur. Anket katılımcıları %83,5 oranında prefabrik cephe uygulamalarının, şehir merkezi gibi sıkışık alanlarda şantiyede geçirilen süreyi kısaltarak avantaj sağlayacağı fikrine katılım göstermiştir. Elde edilen bu veriler ışığında yapılan saha araştırmasında, kent merkezlerinde bulunan benzer tipte konut projeleri karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucunda benzer metraja sahip farklı konut tiplerinde prefabrik cephe uygulaması yapılan projelerde cephe imalatı için şantiyede geçirilen sürenin azaldığı gözlemlenmiştir.

Mülakat katılımcıları, kalite teması kapsamında yaptıkları değerlendirmelerde, işçilik hatalarının prefabrik üretim ile azaltılabileceğini ve üretim kalitesinin fabrika ortamında daha kolay denetlenebileceğini ifade etmişlerdir. Anket katılımcılarının %80,2'si, denetimin daha verimli gerçekleştirilebilmesi ve işçilik hatalarının azaltılabilmesi açısından prefabrik cephe yöntemlerinin olumlu sonuçlar doğurabileceği görüşüne katılmıştır. Mülakatlarda prefabrik cephelerin her iklimsel bölgeye uygun olmayacağı görüşü belirtilse de anket katılımcıları %67,1 oranında prefabrik cephe sistemleri ile cephe performans değerlerinin arttırılabileceğini ve çeşitli iklimsel bölgelere uyum sağlanabileceğini savunmuştur. Mülakatlarda

katılımcılardan prefabrik cepheler hasar onarımları ve tasarım değişikliklerine karşı esneklik sağlayamadığı görüşü ortaya konulsa da anket katılımcıları %66,3 oranında prefabrik cephelerin daha uyumlu, esnek ve adaptif bir çözüm sunacağı yönünde fikir belirtmiştir. Mesleki tecrübesi 0-5 yıl arası olan anket katılımcılarının bu fikre katılım oranı mesleki tecrübesi 6 yıl ve üzeri olan anket katılımcılarından anlamlı olarak daha yüksektir. Mesleki tecrübesi 0-5 yıl arası olan katılımcılar prefabrik cephe sistemlerinin daha uyumlu, esnek ve adaptif bir çözüm sunacağı yönündeki fikre %72,5 oranında katılım sağlarken mesleki tecrübesi 6 yıl ve üzeri olan anket katılımcıları %60 oranında katılım sağlamıştır.

Yüz yüze mülakatlar sonucunda ortaya çıkan bir tema olan devlet regülasyonları ve teşvikleri konusu yapılan çalışmalar ile incelenmiştir. İlgili bakanlıkların ve belediyelerin cephe üretimi hakkında koyduğu bazı standartlar olduğu konusunda mülakat katılımcılarından görüşler ve deneyimler elde edilmiştir. Bu konuda standartların ve sınırlamaların yeterli olduğunu düşünen katılımcılar bulunurken cephe imalat standartlarının yetersiz olduğunu düşünen katılımcılar da bulunmaktaydı. Bu konu anket katılımcılarına da prefabrik cepheleri uygulamak için devlet kurumlarının sağladığı standartların, regülasyonların, kısıtlamaların, şartnamelerin ve yönlendirmelerin yeterliliği hakkında soru olarak sorulmuştur. Anket katılımcıları da mülakat katılımcıları gibi bu konuda karşıt görüşlere sahiptir. Katılımcıların %49'u standartların yeterliliği hakkında kararsız olduğunu belirtirken, geri kalan kısım yarı yarıya karşıt görüşte bulunmuşlardır. Mülakatlarda katılımcılar olan standartların denetimlerinin, malzeme denetimlerinin, mesleki yeterlilik belgelerinin denetimlerinin, işçilik uygulama denetimlerinin öneminden bahsetmişlerdir. Bu denetimlerin eksik yapıldığına dair mülakat katılımcısı görüşleri elde edilmiştir. Bu denetimlerin yapılabilmesi adına prefabrik cephe imalatının bir çözüm oluşturup oluşturamayacağı konusu anket katılımcılarına sorulmuştur. Anket katılımcıları %64 oranında prefabrik cephe üretimi ile fabrika ortamında daha kolay ve etkin bir denetim imkânı oluşacağı fikrine katılım sağlamıştır. Bu konuda mesleki tecrübesi 6 yıl ve üzeri olan anket katılımcıları ile mesleki tecrübesi 0-5 yıl arasında olan anket katılımcıları arasında anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Daha tecrübeli olan grup prefabrik cephe üretimi sayesinde fabrika ortamında daha kolay ve etkin bir denetim sağlanacağı görüşüne %69,2 katılım

sağlarken daha düşük mesleki tecrübeye sahip grup %57,3 oranında katılım sağlamıştır.

5
SONUÇ

Bu tez, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri sonrasında Türkiye'de kalıcı konut üretimi süreçlerinin yeniden değerlendirilmesi amacıyla, prefabrik modüler yapı ve cephe sistemlerinin geleneksel yöntemlere alternatif veya tamamlayıcı bir seçenek olarak uygulanabilirliğini incelemektedir. Literatür, yüz yüze mülakat, anket ve saha verilerine dayalı olarak yürütülen çalışmada, konut üretiminde hız, maliyet, kalite ve yasal sınırlandırmalar gibi kriterler öncelikli değerlendirme alanları olarak ele alınmıştır. Çalışma literatür taraması ve devamında, üç aşamalı bir karma araştırma yöntemi ile yürütülmüştür. Karma araştırma yönteminde ilk olarak sektör profesyonelleriyle yapılan mülakatlarla nitel veriler toplanmış, ardından 366 teknik personelin katılımıyla gerçekleştirilen anketle nicel veriler elde edilmiştir. Elde edilen nitel ve nicel veriler saha araştırması sonucunda elde edilen nicel veriler ile birlikte incelenmiştir.

Literatürde prefabrik cephe sistemlerinin proje maliyetini düşürebileceği yönünde beklentiler yer almaktadır. Ancak saha araştırmaları ve mülakat sonuçları, bu sistemlerin şu an için konvansiyonel yöntemlere kıyasla daha yüksek ilk maliyetli olduğunu göstermektedir. Bu maliyetin sistemli bir üretimle düşürülebileceği görüşü hem mülakatlarda hem de anket sonuçlarında göre tespit edilmiştir. Buna ek olarak ilk inşaat maliyeti düşürülemese bile proje takviminde elde edilebilecek zaman tasarrufu ile bu durumun sübvanse edilebileceği ortaya konulmuştur.

Prefabrik cephe sistemlerinin proje takviminde bir avantaj sağladığı literatür tarafından ortaya konulmuş; mülakatlar, anket çalışması ve saha araştırması bu bilgiyi destekleyen veriler sunmuştur. Böylece prefabrik cephe sistemlerinin konvansiyonel cephe imalat yöntemlerine kıyasla daha hızlı bir üretim sağladığı tespit edilmiştir.

Prefabrik cephelerde kalite konusu incelendiğinde ise bazı mülakat katılımcılarının bu konuda olumsuz deneyimler yaşadığı tespit edilse de literatür ve anket verilerine göre prefabrik cephe sistemleri ile daha kaliteli sonuçlar elde edildiği ortaya konulmuştur. Bu noktada prefabrik cephe sistemlerinin konvansiyonel cephe

sistemlerine kıyasla daha uzun ömürlü ve daha yüksek performanslı olduğu görüşü araştırmalar sonucunda tespit edilmiştir. Fabrikada üretim sayesinde kalite kontrolün ve denetimin kolaylaştığı, işçilik hatalarının azaltıldığı, sürdürülebilirliğin arttırıldığı, çevresel kirliliklerin azaltıldığı ve iş sağlığı güvenliğinin daha kolay sağlandığı araştırmalar ve analizler sonucunda ortaya konulmuştur.

Sonuç olarak, prefabrik modüler sistemlerin Türkiye'de kalıcı konut üretiminde etkili bir alternatif oluşturabileceği çalışmalar sonucunda ortaya konulmuştur. Türkiye'de ve deprem bölgesinde prefabrik modüler sistemlerin ve diğer alternatif konut üretim yöntemlerinin kullanımı için eldeki potansiyellerin kullanılması gerekmektedir. Bu potansiyellerin önünde engel olarak alternatif yapım yöntemleri hakkında yeterli bilgi sahibi olunmaması, yeterli tesis altyapısı bulunmaması ve alternatif yöntemlere teşvik edici unsurların sağlanmaması yer almaktadır. Bu doğrultuda bahsedilen potansiyellerin hayata geçirebilmesi için çeşitli öneriler geliştirilmiştir:

- Gelecekteki olası depremler için senaryolar oluşturulmalı ve bu senaryolar içerisinde prefabrik modüler yapı ve cephe sistemlerinin yeniden yapılaşma sürecini nasıl etkilediği araştırılmalıdır. Bu araştırma sonucunda prefabrik modüler yapı ve cephe sistemleri afet eylem planlarına entegre edilmelidir.
- Alternatif konut üretim yöntemlerinin devlet tarafından teşvik edilmelidir. Bu teşvik kapsamında kamu ihalelilerinde geleneksel yöntemlerle birlikte prefabrikasyon sistemlerinin de yasal ve teknik çerçevede tanımlanması sağlanmalıdır.
- Gerekli üretim alt yapısının kurulması için destekler sağlanmalıdır. Prefabrik modüler yapım teknolojilerinin üretiminde bir tesis kurulum maliyeti bulunması sebebiyle tesisleşme yönünde devlet teşvikleri sağlanmalıdır. Prefabrik modüler yapılaşma sonucunda oluşacak lojistik maliyetlerini minimuma indirmek için bölgesel üretim merkezleri planlanmalıdır.
- Sektördeki paydaşların alternatif konut üretim yöntemleri hakkında bilgilendirilmesi ve eğitilmesi gereklidir. Müteahhit, mimar ve mühendislerin prefabrik modüler sistemler konusunda bilgilendirilmesi için sektörel eğitim ve teşvik mekanizmaları oluşturulmalıdır. Akademik

olarak bu alanda eğitilmiş kişilerin sayısı arttırılmalıdır ve bu alanda uzmanlaşan teknik personel istihdamı güçlendirilmelidir.

KAYNAKÇA

Abdelfattah, A. (2023). *Giydirme Cephe Tasarımını Etkileyen Parametrelerin Belirlenerek Örnekler Üzerinden İncelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Bursa Uludağ Üniversitesi.

Acton Ostry Architects. (2017). Brock Commons Tallwood House. https://www.actonostry.ca/work/education/ubc-brock-commons-tallwood-house

AFAD. (t.y.). *Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü*. 20 Mayıs 2024 tarihinde https://www.afad.gov.tr/aciklamali-afet-yonetimi-terimleri-sozlugu adresinden edinilmiştir.

Akkan, A., & Vural, N. (2022). Thermal, Sound and Fire Performance Properties of Prefabricated Facade Panels with Massive, Sandwich and Frame Design Concepts. *Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi (MBUD)*, *7*(1), 464–481. https://doi.org/10.30785/mbud.1071851

Akyıldız, Ş., Şafak, U., Özcan, K., & Sert, A. (2023). Deprem Sonrası Etkin Politika Tasarımı: İyi Uygulama Örnekleri. PwC Türkiye. https://www.pwc.com.tr/tr/Hizmetlerimiz/danismanlik/kamu-politikalari/deprem-sonrasi-etkin-politika-tasarimi-iyi-uygulama-ornekleri-v2.pdf

Akyürek, Y. (1991, Kasım 21). *Giydirme Cepheler ve Cam Seçimi*. *Giydirme Cepheler Sempozyumu*, İstanbul.

Alacalı Yapı. (2005). *Mucize Konut Aktek Palmiye Konutları*. Karahan Grup. https://www.karahangrup.com.tr/mucize-konut-aktek-palmiye-konutlari/

Amani, A., & Niyazi, A. Q. (2018). Rapid Development Prefabricated Construction Sector in Turkey. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, *6*(3), 487–494. https://doi.org/10.21923/jesd.431612

Amil, A. P., & Aydın, A. C. (2011). Prefabrike yapıların başlıca tasarım ilkeleri. *Atatürk University Journal of Agricultural Faculty*, *35*, *1*. https://doi.org/10.17097/zfd.35850

Atalay, B. (2006). *Alüminyum giydirme cephe sistem seçiminde uygulama öncesi süreç analizi* [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. https://polen.itu.edu.tr/bitstream/11527/8588/1/4370.pdf

Atay, G. F. Y. (2018). Mimari Üretimde Süreç Odaklı Yaklaşımlar: Çorum Binevler Konut Yerleşimi. *Mimarlık Dergisi*, 410, 71–80.

Baldwin, A., Poon, C., Shen, L., Austin, S., & Wong, I. (2009). Designing out waste in high-rise residential buildings: Analysis of precasting methods and traditional construction. *Renewable Energy*, *34*(9), 2067–2073. https://doi.org/10.1016/j.renene.2009.02.008

Becker, P., Fullen, M., & Takacs, B. (2003). *Safety Hazards to Workers in Modular Home Construction* [Rapor]. The Center to Protect Workers' Rights.

Belenco Akademi. (t.y.). *Dış Cephe Uygulama El Kitabı*. 15 Temmuz 2024 tarihinde https://www.belenco.com/belenco-dis-cephe-uygulama-el-kitabi.aspx adresinden edinilmiştir.

Bernal, V. A., & Procee, P. (2012, Mayıs 11). Four years on: What China got right when rebuilding after the Sichuan earthquake. *World Bank Blogs*. https://blogs.worldbank.org/en/eastasiapacific/four-years-on-what-china-got-right-when-rebuilding-after-the-sichuan-earthquake

Bertram, N., Fuchs, S., Mischke, J., Palter, R., Strube, G., & Woetzel, J. (2019). *Modular construction: from projects to products*. McKinsey & Company.

Bodur, A. B., Duyar, Z., Uylaş, H. Ö., & Tolmaç, S. (2024, Mayıs 13). *Bakan Şimşek: Deprem riski olanlar hariç yeni bina alımı ve yapımını 3 yıl durduruyoruz*. Anadolu Ajansı. https://www.aa.com.tr/tr/gundem/bakan-simsek-deprem-riski-olanlar-haric-yeni-bina-alimi-ve-yapimini-3-yil-durduruyoruz/3217818

Bostancı, S. (2018, Ağustos 17). *Depreme dayanıklı çelik yapılar rağbet görüyor*. Anadolu Ajansı. https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/depreme-dayanikli-celik-yapilar-ragbet-goruyor/1233959

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, *3*(2), 77–101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

Braun, V., & Clarke, V. (2012). Thematic analysis. (pp. 57–71) American Psychological Association eBooks. https://doi.org/10.1037/13620-004

Braun, V., & Clarke, V. (2019). Psikolojide tematik analizin kullanımı (S. N. Şad, N. Özer, & A. Atli, Trans.). *Journal of Qualitative Research in Education*, *7*(2), 1–26. https://doi.org/10.14689/issn.2148-2624.1.7c.2s.17m

Büyükyıldırım, N. K. (2020). Duvarları Olmayan Bir İç Kent Olarak Erdemir Lojmanları'nda Toplumsal Mekân. *MAD Journal*. https://mekandaadalet.org/wp-content/uploads/2021/12/MADjournal2020_KaranfilBu%CC%88yu%CC%88kyildirim.pdf (Erişim tarihi: 28 Temmuz 2024)

Cochran, W. G. (1977). *Sampling techniques*. John Wiley & Sons.

Comerio, M. C. (2013). Housing Recovery in Chile: A Qualitative Mid-program Review. *Pacific Earthquake Engineering Research Center*. Pacific Earthquake Engineering Research Center Headquarters at the University of California, Berkeley. https://peer.berkeley.edu/sites/default/files/webpeer-2013-01-mary_c._comerio.pdf

Coşkun, Z. K. (2005). *Deprem sonrası planlamada yeni yerleşim bölgesi yaklaşımı: Adapazarı örneği* [Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi].

Creswell, J. W. (2003). *Research Design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (2nd ed.)*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Creswell, J. W. (2025). Karma yöntem araştırmalarına giriş (M. Sözbilir, Çev.). Pegem. (4. baskı)., 001–132. https://doi.org/10.14527/3126

Dağ, İ. (2023). *Depreme Dayanıklı Prefabrike Betonarme Yapıların Mimari ve Taşıyıcı Sistem Tasarımı* [Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi].

Dağıstanlı, H. C. (2023, Mayıs 12). Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği'nde değişiklik yapıldı. *Anadolu Ajansı*. https://www.aa.com.tr/tr/gundem/planli-alanlar-imar-yonetmeliginde-degisiklik-yapildi/2895997

Dalheim, R. (Ed.). (2017, Ağustos 7). How cross-laminated timber buildings are built. *Woodworking Network*. https://www.woodworkingnetwork.com/wood/panel-supply/how-cross-laminated-timber-buildings-are-built

De Araujo, V., & Christoforo, A. (2023). The global cross-laminated timber (CLT) industry: A systematic review and a sectoral survey of its main developers. *Sustainability*, *15*(10), 7827. https://doi.org/10.3390/su15107827

Delta Cephe. (2025). *Paslanmaz cephe: Dayanıklı ve şık dış cephe çözümleri.* https://www.deltacephe.com.tr/paslanmaz-cephe-dayanikli-ve-sik-dis-cephe-cozumleri/

Erem, O. (2024, Şubat 5). 6 Şubat depremleri sonrası Erdoğan'ın konut vaadi neydi, bir yılda verilen sözler tutuldu mu? *BBC News Türkçe.* https://www.bbc.com/turkce/articles/cd19jw0dxy6o

Ergün, Ü. R., & Bulut, E. (2024). Hurda malzemeden çelik üretimi: ithal girdi verileriyle kümeleme analizi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *2024*-34(3), 1470.

Ete Beton. (2023). *Prekast Çift Duvar*. https://etebeton.com.tr/urun/prekast-cift-duvar

European Commission. (2010). *Factsheet Chile earthquake*. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/memo_10_71

Eyüce, Ö. (2002). Değişen bina kabuğu ve çağdaş gelişmeler. *Ege Mimarlık Dergisi*. https://izmimodservice.saasdev.net/storage/EgeMagazine/2002/44/original/44-1634682635.pdf

Fard, M. M., Hakim, H., Kibert, C. J., & Terouhid, S. A. (2015). Safety concerns related to modular/prefabricated building construction. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, *24*(1), 10–23. https://doi.org/10.1080/17457300.2015.1047865

Galante, C., Draper-Zivetz, S., & Stein, A. (2017). *Building affordability by building affordably: Exploring the benefits, barriers, and breakthroughs needed to scale off-site multifamily construction. Terner Center for Housing Innovation, University of California, Berkeley.*

Gayrimenkul Yatırımcıları Derneği. (2025). *İnşaat sektörü ve iş gücü dinamikleri: Türkiye'24.* GYODER, Bahçeşehir Üniversitesi. https://www.gyoder.org.tr/yayinlar/Faydal%C4%B1%20Kaynaklar

Güldü, Ö. (2025). *Araştırma yöntem ve teknikleri: Veri kaynakları, verilerin toplanmasında kullanılan teknikler* [Ders sunumu]. Ankara Üniversitesi Açık Dersler. https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/107027/mod_resource/content/1/KONU%209.pdf

Gültek, M. (2012). *Prefabrikasyon* [Ders notları]. Gazi Üniversitesi, Mimarlık Bölümü.

Gültek, M., Avinç, G. M., Sarıcıoğlu, P., & Yıldız, A. (2023). Beton esaslı prefabrike cephe panellerinin tarihsel gelişiminin farklı ülkelerdeki örnekler üzerinden değerlendirilmesi. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, *15*(3) 679-695. https://doi.org/10.29137/umagd.1323771

Günel, M., & Ilgin, H. (2014). *Tall buildings: Structural Systems and Aerodynamic Form*. Routledge.

Güngör, M. (2008). Ki-kare testi üzerine. *Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi, 7*(1), 84–89. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/765129

Gupta, H., Mallika, K., Rao, N. P., & Shashidhar, D. (2008). The disastrous M7.9 Sichuan earthquake of 12 May 2008. *Journal of the Geological Society of India, 72*(1), 1–6.

Güvendi, M. A. (2023). *Depremden etkilenen illerin sosyoekonomik yapısı: TÜİK ve ADNKS verileri*. Toplumsal Yapı Araştırmaları Programı.

Güvenli, Ö. (2006). *Tarihsel süreç içinde malzeme–cephe ilişkisi ve giydirme cepheler* [Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]

Harris, F., McCaffer, R., Baldwin, A., & Edum-Fotwe, F. (2021). *Modern Construction Management*. John Wiley & Sons.

Hall, A. (2002). *Advances in Cladding*. RIBA Advances in Technology Series, Oxford.

Hasol, D. (2019). *Mimarlık Cep Sözlügü*. Remzi Kitabevi. (Orijinal yayın tarihi 1990)

Hennink, M., & Kaiser, B. N. (2021). Sample sizes for saturation in qualitative research: A systematic review of empirical tests. *Social Science & Medicine, 292*, 114523. https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2021.114523

Hennink, M. M., Kaiser, B. N., & Marconi, V. C. (2016). Code saturation versus meaning saturation. *Qualitative Health Research, 27*(4), 591–608. https://doi.org/10.1177/1049732316665344

İrban, M. Y., & Fenkli, M. (2022). Çelik Prefabrik Yapılarda Sürdürülebilirlik. *Uluslararası Sürdürülebilir Mühendislik ve Teknoloji Dergisi, 6(1), 26-31.*

Jonsson, R. (2009). *Prospects for timber frame in multi-storey house building in England, France, Germany, Ireland, the Netherlands and Sweden*. Concerto by the European Commission. https://doi.org/10.13140/2.1.1356.4486

Josselson, R. (2013). *Interviewing for Qualitative Inquiry: A Relational approach*. The Guilford Press. https://onlybooks.org/interviewing-for-qualitative-inquiry-a-relational-approach

Kalkan, M., Kaçar, A. D., & Alptekin, O. (2020). Ülkelerin Deprem Sonrası Yeniden Yapılaşma Süreçlerinin Karşılaştırılması: Çin, Şili ve Türkiye Örnekleri. *Tasarım + Kuram, 16*(31). https://doi.org/10.14744/tasarimkuram.2020.41275

Kara, M. (2023, Mart 1). Kahramanmaraş'ta deprem öncesi ve sonrası çekilen fotoğraflar kentteki yıkımı ortaya koyuyor. *Anadolu Ajansı*. https://www.aa.com.tr/tr/asrin-felaketi/kahramanmarasta-deprem-oncesi-ve-sonrasi-cekilen-fotograflar-kentteki-yikimi-ortaya-koyuyor/2834145

Karacabeyli, E., & Dougles, B. (2013). *The U.S. Edition of CLT Handbook: Cross-Laminated Timber*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Binational Softwood Lumber Council.

Karatay, Z. D., & Çilmi, M. (2024). Deprem Sonrası Yaşanan Zorunlu Göç ve İstihdam Problemi. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, *15*(1-Deprem Özel Sayısı). https://doi.org/10.54688/ayd.1404876

Kılıç, A. (2001). *Betonarme ve çelik yapılar yangın güvenliği*. Yangin.org. http://www.yangin.org

Koman, İ. (2021). İnovasyon değerinin yaratılmasında mimarın rolünün Walter Gropius'un çalışmaları bağlamında analizi. *Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi (MBUD)*. https://doi.org/10.30785/mbud.881914

Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*, *30*(3), 607–610. https://doi.org/10.1177/001316447003000308

Kürçer, A., Elmacı, H., Yıldırım, N., & Özalp, S. (2020). *24 Ocak 2020 Sivrice (Elazığ) depremi (Mw=6,8) saha gözlemleri ve değerlendirme raporu*. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi.

Kurzinski, S., Kremer, P., & Crovella, P. (2022). Overview of Cross-Laminated Timber (CLT) and Timber Structure Standarts Across the World. *Mass Timber Construction Journal*, *5*. https://doi.org/10.55191/MTCJ.2022.1

Leech, N. L., & Onwuegbuzie, A. J. (2009). A typology of mixed methods research designs. *Quality & Quantity*, *43*(2), 265–275. https://doi.org/10.1007/s11135-007-9105-3

Lewis, M. (1985). The diagnosis of prefabricated buildings. *Australian Historical Archaeology*, *3*, 30–39

Merin, G. (2024). Architectural details of the Bauhaus movement: Revisiting the glass corners and tubular steel construction. *ArchDaily*. https://www.archdaily.com/1020389/architectural-details-of-the-bauhaus-movement-revisiting-the-glass-corners-and-tubular-steel-construction/66c73c1355d7993c36f7dd9f-architectural-details-of-the-bauhaus-movement-revisiting-the-glass-corners-and-tubular-steel-construction-photo

Merriam, S. B., & Tisdell, E. J. (2015). *Qualitative research: A guide to design and implementation* (4th ed.). Jossey-Bass.

Morton, J. (2011). Buildings. In *Going to Pieces Over Modular Construction* (pp. 28–32).

Mueller, K. (2021, Mart 11). On this day: 2011 Tohoku earthquake and tsunami. *U.S. National Centers for Environmental Information*.https://www.ncei.noaa.gov/news/day-2011-japan-earthquake-and-tsunami

Muszynski, L., Larasatie, P., Guerrero, J. E. M., Albee, R., & Hansen, E. N. (2020). Global CLT industry in 2020: Growth beyond the Alpine Region [Sanal Konferans]. In *Proceedings of the 63rd International Convention of Society of Wood Science and Technology*.

National Institute of Building Sciences Off-Site Construction Council. (*Modular construction for multifamily affordable housing*. Off-Site Construction Council, WSP.

O'Connor, J. T., O'Brien, W. J., & Choi, J. O. (2015). Industrial project execution planning: Modularization versus stick-built. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, *21*(1), 04015014. https://doi.org/10.1061/(ASCE)SC.1943-5576.0000270

Oktuğ, Y. (1991). Yüksek yapılarda alüminyum doğrama/cephe sistemleri. *Giydirme Cepheler Sempozyumu*. YEM Yayınları.

Onwuegbuzie, A. J., & Leech, N. L. (2004). Enhancing the interpretation of significant findings: the role of mixed methods research. *The Qualitative Report, 9(4)* (770–792). https://doi.org/10.46743/2160-3715/2004.1913

Polat, A. (2022). Nitel Araştırmalarda Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Soruları: Soru Form ve Türleri, Nitelikler ve Sıralama. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *22*(Özel Sayı 2), 161–182. https://doi.org/10.18037/ausbd.1227335

Rubin, H., & Rubin, I. (2012). *Qualitative interviewing: The art of hearing data*.

Sakarya, E. (2023, December 8). Sıva ustası maaşı doktoru pilotu aştı! "İnşaatta çalıştıracak işçi bulamıyoruz." *Hürriyet Bigpara*.

Seitablaiev, M. Ö., & Umaroğullari, F. (2020). Türkiye'de betonarme prefabrikasyon. *Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi (MBUD)*. https://doi.org/10.30785/mbud.697606

SHoP Architects. (2016). *B2 Building* [Yapı]. 461 Dean Street.

Şimşek, M. (2024, Mart 26). Deprem yaralarını sarmak önceliğimizdir. Bütçedeki tüm imkanlarımızı bu doğrultuda seferber ettik. Deprem bölgesinde kullanılmak üzere uluslararası kuruluşlardan uygun maliyetli finansman desteklerini de devreye alıyoruz. Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası'na (EBRD) sağlayacağı kaynak için teşekkür ederiz. X (Eski Adıyla Twitter). https://x.com/memetsimsek/status/1772589241446400308

Smith, R. E., & Timberlake, J. (2010). *Prefab Architecture: A Guide to Modular Design and construction*. https://perpustakaan.itera.ac.id/slims/index.php?p=show_detail&id=2096

T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2023a). *Deprem bölgesinde yapılacak köy evlerinden örnekler*. Yapı İşleri Genel Müdürlüğü.

T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2023b). *Yeni yapım teknolojileri ve bina modelleri*.

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2021). *Yozgat ili clt (çapraz lamine ahşap) üretim tesisi: ön fizibilite raporu*. Oran Orta Anadolu Kalkınma Ajansı. https://www.kalkinmakutuphanesi.gov.tr/assets/upload/dosyalar/yozgat-ili-clt-uretimi-on-fizibilite-raporu--2021.pdf

The American Institute of Architects & The National Institute of Building Sciences. (2018). Design for modular construction: An Introduction for architectsmodular Building Institute. https://www.aia.org/

The Reconstruction Agency of Japan. (2023). Current status of reconstruction and future efforts. The Reconstruction Agency. https://www.reconstruction.go.jp/english/topics/Progress_to_date/English_October_2023_genjoutorikumi-E.pdf

Tunalı, S. B., Gözü, Ö., & Özen, G. (2016). Nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanılması "karma araştırma yöntemi." *Kurgu-Anadolu Üniversitesi İletişim Bilimleri Fakültesi Uluslararası Hakemli Dergisi*, *24*(2), 106–112. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1505567

Türk Yapısal Çelik Derneği [TUCSA]. (2021). Yapısal çelik sektörünün 2000-2020 değerlendirilmesi. *Çelik Yapılar Dergisi, 71*.

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2023a). *2023 Kahramanmaraş ve Hatay depremleri raporu*. https://www.sbb.gov.tr/2023-kahramanmaras-ve-hatay-depremleri-raporu/

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2023b). *Türkiye Earthquakes Recovery and Reconstruction Assessment (TERRA)*. https://www.sbb.gov.tr/turkiye-earthquakes-recovery-and-reconstruction-assessment/

Türkiye İstatistik Kurumu [TUİK]. (2014). *Kaliteli Bir Araştırmanın El Kitabı* (2. baskı). Türkiye İstatistik Kurumu Matbaası, Ankara.

Türkiye Prefabrik Birliği. (2022). *TPB 2021 yılı sektör raporu*. TPB Yayınları.

Türkiye Prefabrik Birliği. (2023). Beton prefabrikasyon konut teknolojileri çalıştayı konuşmacı notları [Konuşma notları].

Ünal, A., & Fenkli, M. (2023). Hafif çelik yapı sistemleri. *Uluslararası Sürdürülebilir Mühendislik ve Teknoloji Dergisi, 7(1), 76-87.*

United Nations Development Programme [UNDP]. (2023 Recovery and reconstruction after the 2023 earthquakes in Turkiye: UNDP project catalogue. https://www.undp.org/turkiye/publications/recovery-and-reconstruction-after-2023-earthquakes-turkiye-undp-project-catalogue

United Nations Population Fund [UNFPA]. (2023). Türkiye'de 2023 depremleri sonrasında toparlanma ve yeniden inşa için UNDP tarafından önerilen yardım alanları: Türkiye Depremi Acil Çağrısı. United Nations. https://www.undp.org/tr/turkiye/publications/turkiyede-2023-depremleri-sonrasinda-toparlanma-ve-yeniden-insa-icin-undp-tarafindan-onerilen-yardim-alanlari

United States Department of Labor. (2022). Number and rate of fatal work injuries, by private industry sector.

Velamati, S. (2012). Feasibility, benefits and challenges of modular construction in high rise development in the United States: A developer's perspective [Tez, Massachusetts Institute of Technology].

Vogler Andreas, N. (2015). The house as a product. *IOS Press eBooks*. https://doi.org/10.3233/978-1-61499-548-7-i

World Steel Association. (2024). World Steel in Figures 2024. https://worldsteel.org/media/press-releases/2024/world-steel-in-figures-2024-now-available/

Yalçınkaya, H., & Zafer, S. (2023, Şubat 13). Kahramanmaraş merkezli depremler bazı köy ve mahalle yollarını harap etti. Anadolu Ajansı. https://www.aa.com.tr/tr/asrin-felaketi/kahramanmaras-merkezli-depremler-bazi-koy-ve-mahalle-yollarini-harap-etti/2817070

Yaman, T. (1998). Yüksek Yapılarda Cephe Gelişimi ve Giydirme Cepheler [Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi].

YTONG. (t.y.). Ytong Taşıyıcı Duvar Paneli. 20 Mayıs 2024 tarihinde https://ytong.com.tr/tasiyici-duvar-paneli adresinden edinilmiştir.

Zaha Hadid Architects. (2012). Heydar Aliyev Centre. https://www.zaha-hadid.com/architecture/heydar-aliyev-centre/

A
EK 1- ANKET FORMU

Bu ek bölümünde tez çalışmasında yapılan anket çalışması paylaşılmıştır:

Deprem Sonrası Kalıcı Konut Üretiminde Prefabrik Yapım Teknolojileri Üzerine Anket: Prefabrik Cephe Üretimi Sektör Görüşleri

Bu anket, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Konut Üretimi ve Yapım Yönetimi programında yürütülen bilimsel makale ve yüksek lisans tez çalışması kapsamında hazırlanmıştır. Amaç, deprem sonrası kalıcı konut üretiminde prefabrik yapım teknolojilerinin sektör temsilcileri tarafından nasıl değerlendirildiğini anlamaktır.

Tahmini süre 4-5 dakikadır. Anket tamamen anonimdir. Verdiğiniz yanıtlar yalnızca bilimsel araştırma amacıyla kullanılacak, üçüncü kişilerle paylaşılmayacaktır. Dilerseniz e-posta adresinizi anket başında isteğe bağlı olarak paylaşabilirsiniz.

Anket, toplamda 14 adet görüş sorusu (3 şıklı) ve 4 adet sizi tanımaya yönelik demografik soru içermektedir.

Katılımınız için teşekkür ederiz.

Hazırlayan:

Mustafa Enes Berk

Yıldız Teknik Üniversitesi

Danışman:

Doç. Dr. Serhat Başdoğan

BÖLÜM 1

I Mesleğiniz nedir?

- Mimar, Teknik Ressam, Mimarlık Teknikeri
- İnşaat Mühendisi, İnşaat Teknikeri

II Mezuniyet seviyeniz nedir?

- Lisans / Ön lisans
- Yüksek Lisans
- Doktora

III Yapı üretiminde hangi süreçlerde yer aldınız?

- Projelendirme / Tasarım Geliştirme
- Uygulama / Üretim / Şantiye Süreci
- Her iki rolde de yer aldım

IV Kaç yıllık mesleki deneyiminiz var?

- 0–5 yıl
- 6–10 yıl
- 11–20 yıl
- 21 yıl ve üzeri

BÖLÜM 2

Prefabrik Cephe Uygulamasında Maliyet:
Bu bölümde, prefabrik cephe elemanlarına ilişkin maliyet unsurları değerlendirilecektir. Sorular "KATILIYORUM", "KARARSIZIM", "KATILMIYORUM" şeklinde yanıtlanmalıdır. Lütfen yanıtlarınızı projelendirme maliyeti, malzeme maliyeti ve uygulama/işçilik maliyetlerini göz önünde bulundurarak veriniz.

1 Prefabrik cephe uygulamaları, geleneksel yöntemlere kıyasla daha düşük bir ilk inşaat maliyeti sağlayabilir.

- KATILIYORUM
- KARARSIZIM
- KATILMIYORUM

2 Prefabrik cephe uygulamaları, geleneksel yöntemlere kıyasla cephe bakım maliyetini azaltabilir.

- KATILIYORUM
- KARARSIZIM
- KATILMIYORUM

3 Prefabrik cephe uygulamaları ile daha uzun ömürlü bir sonuç elde edilerek yaşam döngüsü maliyeti azaltılabilir.

- KATILIYORUM
- KARARSIZIM
- KATILMIYORUM

4 Prefabrik cephe uygulamalarında fabrika ortamında seri üretim sayesinde üretim maliyeti azaltılabilir.

- KATILIYORUM
- KARARSIZIM
- KATILMIYORUM

5 Prefabrik cephe üretiminde, geleneksel yöntemlere kıyasla malzeme tüketimi ve gereksiz zayiatı azaltılabilir.

- KATILIYORUM
- KARARSIZIM
- KATILMIYORUM

BÖLÜM 3

Prefabrik Cephe Uygulamasında Zaman (Hız)

Bu bölümde prefabrik cephe elemanları için üretim ve uygulama süresiyle ilgili sorular sorulacaktır. Sorular için "KATILIYORUM", "KARARSIZIM", "KATILMIYORUM" cevapları beklenecektir. Hız sorularına yanıt verirken; üretim süreci, şantiyede geçirilen süre ve genel iş programına etkisi göz önünde bulundurularak değerlendirme yapılabilir.

6 Doğru projelendirilmiş bir konut projesinde prefabrik cephe uygulaması geleneksel yönteme kıyasla, genel iş programındaki toplam süreyi kısaltabilir.

- KATILIYORUM
- KARARSIZIM
- KATILMIYORUM

7 Bir konut projesinde prefabrik cephe uygulaması, şantiyede cephe imalatı için geçirilen toplam süreyi kısaltabilir.

- KATILIYORUM
- KARARSIZIM
- KATILMIYORUM

8 Bir konut projesinde, prefabrik cephe uygulamaları dış faktörlerden (iklimsel koşullar, trafik sorunları, gürültü ve görüntü kirliliği nedeniyle oluşan yasal çalışma kısıtlamaları) daha az etkilendiği için şantiyede geçirilen toplam süreyi kısaltabilir.

- KATILIYORUM
- KARARSIZIM
- KATILMIYORUM

9 Bir konut projesinde, prefabrik cephe uygulamaları, şehir merkezi gibi sıkışık alanlarda şantiyede geçirilen süreyi kısaltarak avantaj sağlar.

- KATILIYORUM
- KARARSIZIM
- KATILMIYORUM

BÖLÜM 4

Prefabrik Cephe Uygulamasında Kalite

Bu bölümde prefabrik cephe elemanlarının kalite düzeyiyle ilgili sorular sorulacaktır. Sorular için "KATILIYORUM", "KARARSIZIM", "KATILMIYORUM" cevapları beklenecektir. Kaliteyle ilgili sorulara yanıt verirken; dayanıklılık, hava koşullarına karşı performans, montaj doğruluğu ve uzun ömürlülük gibi kriterler dikkate alınarak değerlendirme yapılabilir.

10 Prefabrik cephe üretim yöntemlerinde, geleneksel yöntemlere kıyasla kalite kontrol daha verimli bir şekilde yapılabilir ve işçilik hataları azaltılabilir

- KATILIYORUM
- KARARSIZIM
- KATILMIYORUM

11 Prefabrik cephe üretim yöntemlerinde, geleneksel yöntemlere kıyasla performans değerleri (ısı yalıtımı, su yalıtımı, kullanım ömrü vb.) artırılabilir ve çeşitli iklimsel bölgelere uyum sağlanabilir.

- KATILIYORUM
- KARARSIZIM
- KATILMIYORUM

12 Prefabrik cephe elemanları, olası hasarlar veya tasarım değişiklikleri durumunda geleneksel cephe sistemlerine kıyasla daha uyumlu, esnek ve adaptif bir çözüm sunar.

- KATILIYORUM
- KARARSIZIM
- KATILMIYORUM

BÖLÜM 5

Prefabrik Cephe Uygulamasında Regülasyonlar ve Teşvik

Bu bölümde prefabrik yapım sistemlerinin kullanımını etkileyen yasal çerçeve, teknik şartnameler ve düzenleyici kurumların politikaları ile ilgili sorular yer almaktadır. Katılımcılardan alınacak yanıtların; mevcut uygulama yönetmelikleri, ruhsat süreçleri, yapı denetim uygulamaları ve devlet teşvikleri gibi unsurlar göz önünde bulundurularak verilmesi beklenmektedir. Cevapların bir kalıcı konut projesi göz önünde bulundurularak cevaplanması beklenmektedir. Sorular için "KATILIYORUM", "KARARSIZIM", "KATILMIYORUM" cevapları beklenecektir.

13 Cephe imalatı için bakanlıklar ve belediyeler tarafından sağlanan regülasyonlar, kısıtlamalar, şartnameler ve yönlendirmeler, prefabrik cephe uygulamalarını gerçekleştirmek için yeterlidir.

- KATILIYORUM
- KARARSIZIM
- KATILMIYORUM

14 Cephe imalatı için devletin yaptığı malzeme denetimleri, mesleki yeterlilik denetimleri ve işçilik uygulama denetimleri yetersizdir. Ancak, prefabrik cephe üretimi, fabrika ortamında daha kolay ve etkin bir denetim imkânı sunar

- KATILIYORUM
- KARARSIZIM
- KATILMIYORUM

B
EK 2- MÜLAKAT SORULARI

Bu ek bölümünde tez çalışması kapsamında yapılan yüz yüze mülakat sorularına yer verilmiştir:

Soru 1: Geçmiş proje deneyimlerinize göre proje takviminde dış cephe imalatı proje total sürecinin ne kadarlık bir kısmını kapsaması öngörülür?
Soru 1 devamı: Sizce bir yapının cephesini geleneksel yöntemlerle ya da prefabrik olarak üretmek proje sürecini ve şantiye ortamında geçen süreyi nasıl etkiliyor?

Soru 2: Cephe maliyeti bir konut proje içerisinde total maliyetin ne kadarlık kısmını oluşturması öngörülür? Geçmiş deneyimlerinizde cephe maliyetinde yaşadığınız farklı tecrübeler var mıdır?

Soru 2 devamı: Geleneksel ve prefabrik cephe uygulamalarında, sizin tecrübenize göre cephe maliyetleri arasında farklılıklar oluşur mu?

Soru 3: Sizce prefabrik cephe uygulamaları (giydirme cepheler, sandviç paneller vb.) ile kullanılan malzeme zaiyatında nasıl bir değişim olur? Malzeme zaiyatı konvansiyonel bir cephe üretimine (yerinde üretilmiş; tuğla-sıva-yalıtım-sıva-file-boya gibi bir katman sıralaması öngörülebilir) oranla düşürülebilir mi?

Soru 4: Dış cephe imalatında, yapılan imalattan performans olarak beklentiler nedir?
Soru 4 devamı: Sizce prefabrik cephelerin kullanılması ısı yalıtımı, su yalıtımı, dayanıklılık (kullanım ömrü) gibi performans değerlerini nasıl etkiliyor? Bitmiş ürün kalitesi prefabrik cepheler ile nasıl arttırılabilir mi?

Soru 5: Bir dış cephe imalatını mimari açıdan daha estetik ve satılabilir kılan özellikler nedir? Sizce prefabrik cephe elemanları ile daha farklı formlarda yapılar üretilebilir mi?

Soru 6: Bağlı olunan belediyeler ve bakanlıkların cephe imalatı uygulamaları için belirlediği regülasyonlar ve sınırlamalar var. Bu sınırlamaları yeterli buluyor musunuz?

Soru 7: Bu konu ile bağlantılı sorulmasını beklediğiniz başka bir soru ya da değinmek istediğiniz bir konu var mı?

C
EK 3- ONAM FORMU

Bu ek bölümünde tez çalışması kapsamında yüz yüze mülakat katılımcılarına sunulan onam formuna yer verilmiştir:

Araştırma Başlığı: 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri Sonrası Prefabrik Yapım Teknolojilerinin Kullanım Olanaklarının Araştırılması

Araştırmacı: Mustafa Enes Berk – Yüksek Lisans Öğrencisi
Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı, Konut Üretimi ve Yapım Yönetimi Yüksek Lisans Programı

Danışman: Doç. Dr. Serhat Başdoğan

Sayın Katılımcı,

Yürütmekte olduğum yüksek lisans tez çalışması kapsamında, yapı üretim süreçleri ve prefabrik cephe teknolojileri üzerine görüşlerinize ve deneyimlerinize başvurmak istiyorum. Bu görüşmeler, çalışmanın bilimsel amaçlarla yürütülmesini ve sektörel yaklaşımların daha iyi anlaşılmasını hedeflemektedir.

Görüşme yaklaşık 20–30 dakika sürecektir. Görüşme sürecinde onayınız dahilinde ses kaydı alınabilir, aksi takdirde notlar ve yazılı cevaplar talep edilecektir.

Katılımınız gönüllülük esasına dayanmaktadır; dilediğiniz anda görüşmeyi sonlandırabilirsiniz. Verdiğiniz bilgiler tamamen anonim tutulacak ve yalnızca bu tez çalışması kapsamında bilimsel amaçlarla kullanılacaktır.

Herhangi bir kişisel bilginiz üçüncü şahıslarla kesinlikle paylaşılmayacaktır.

Katılımcı Onayı: Aşağıdaki açıklamaları okudum ve anladım. Bu araştırmaya gönüllü olarak katılmayı kabul ediyorum.

- Görüşme sırasında ses kaydı alınmasına izin veriyorum.
- Görüşme sırasında ses kaydı alınmasına izin vermiyorum ve cevaplarımın yazılı olarak alınmasını talep ediyorum.

Ad - Soyad: .....

İmza: .....

Tarih: .... / .... / 2025

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

Konferans Bildirileri

1. Berk, M. E. & Başdoğan, S. (2025, Haziran 1). Sector Perspectives on Prefabricated Technologies For Post-Earthquake Permanent Housing: Evaluating Speed, Cost, And Quality. In I. A. Drobot & E. Hala (Eds.), *21th International Istanbul Scientific Research Congress oı Life, Engineering, Architecture and Mathematical Sciences Congress Proceedings Book* (Vol. 1, p. 162). BZT Turan Publishing House. İstanbul.