
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

YENİLİKÇİ YAPIM TEKNOLOJİLERİNİN TASARIM VE UYGULAMA OPTİMİZASYONUNA DAYALI BİR MODEL ARAŞTIRMASI: DEPREM KONUTLARI

Abdullah Selim TAFLI

DOKTORA TEZİ
MİMARLIK ANA BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OCAK 2026

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Abdullah Selim TAFLI

23/01/2026

YENİLİKÇİ YAPIM TEKNOLOJİLERİNİN TASARIM VE UYGULAMA OPTİMİZASYONUNA DAYALI BİR MODEL ARAŞTIRMASI: DEPREM KONUTLARI

(Doktora Tezi)

Abdullah Selim TAFLI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2026

ÖZET

Deprem kuşağında yer alan Türkiye'de nüfusun önemli bir bölümü aktif deprem bölgelerinde yaşamaktadır. Meydana gelen depremler sonrasında ortaya çıkan geçici barınma sorunu günümüzde hâlâ büyük ölçüde geleneksel yöntemlerle çözülmeye çalışılmakta; bu yaklaşım hem depremzede ihtiyaçlarını karşılamada yetersiz kalmakta hem de kalıcı barınma sürecine geçişte ülke ekonomisine ciddi bir yük oluşturmaktadır. Oysa teknolojik gelişmelere paralel olarak ortaya çıkan yenilikçi yapım teknikleri kullanılarak deprem konutlarının daha hızlı, daha ekonomik ve daha nitelikli biçimde üretilmesi mümkündür. Buna rağmen depremzedelerin ihtiyaç ve beklentilerini en yüksek düzeyde karşılayabilecek, uygulanabilirliği geniş coğrafi ve iklim koşullarına uyarlanabilir, sürdürülebilir, güvenli ve ekonomik açıdan en uygun yenilikçi yapı sisteminin hangisi olduğu konusunda literatürde kesin bir değerlendirme bulunmamaktadır. Bu çalışmada, yenilikçi yapım teknolojilerinden uygulanabilirliği yüksek beş farklı sistem ayrıntılı olarak incelenmiş; 6 Şubat 2023 depremlerinin etkilediği 11 ilde yürütülen anket çalışmasıyla depremzedelerin optimum deprem konutu beklentileri belirlenmiştir. Elde edilen veriler, uzman görüşleriyle desteklenerek çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP tekniği kullanılarak analiz edilmiş ve en uygun deprem konutu modelinin belirlenmesine yönelik kapsamlı bir değerlendirme yapılmıştır. Veri hesaplamalarında MS Excel ve OSKA, çoklu karar verme süreçlerinin analiz ve tutarlılık testlerinde ise Super Decisions yazılımları kullanılmıştır. Sonuç olarak geliştirilen optimum deprem konutu modeli, deprem sonrası acil barınma ihtiyacının hızlı ve etkili biçimde karşılanmasına yönelik yol gösterici bir araç niteliği taşımaktadır.

Bilim Kodu	:	80115
Anahtar Kelimeler	:	Deprem konutu, deprem sonrası yeniden inşa, afet sonrası barınma, geçici afet konutu, kalıcı afet konutu, yenilikçi yapım teknolojileri
Sayfa Adedi	:	299
Danışman	:	Prof. Dr. Figen BEYHAN

A MODEL RESEARCH BASED ON A DESIGN OF INNOVATIVE CONSTRUCTION TECHNOLOGIES AND OPTIMIZATION OF APPLICATION: EARTHQUAKE DWELLINGS

(Ph. D. Thesis)

Abdullah Selim TAFLI

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

January 2026

ABSTRACT

A significant portion of Turkey's population lives in active earthquake zones due to the country's location along major seismic belts. The problem of temporary shelter that emerges after earthquakes is still largely addressed through traditional methods; however, these approaches are insufficient in meeting the needs of earthquake victims and place a considerable financial burden on the national economy during the transition to permanent housing. Yet, with technological advancements, it has become possible to design and construct earthquake-resistant housing more rapidly, economically, and with higher quality through innovative construction techniques. Despite this potential, the literature lacks a definitive assessment of which innovative construction system is most suitable—one that can best meet the needs and expectations of earthquake victims, be adaptable to diverse geographical and climatic conditions, and remain sustainable, safe, and cost-effective. In this study, five innovative construction systems with high applicability were examined in detail, and the expectations for an optimum earthquake housing model were identified through a survey conducted in 11 provinces affected by the earthquakes of February 6, 2023. The data obtained were supported by expert opinions and analyzed using the AHP technique, one of the multi-criteria decision-making methods, to determine the most appropriate earthquake housing model. MS Excel and OSKA were used for data calculations and Super Decisions software for multi-criteria decision-making analyses and consistency tests. As a result, the developed optimum earthquake housing model serves as a guiding tool for rapidly and effectively addressing emergency shelter needs following earthquakes.

Science Code	:	80115
Key Words	:	Earthquake housing, post-earthquake reconstruction, post-disaster sheltering, temporary disaster housing, permanent disaster housing, and innovative construction technologies
Page Number	:	299
Supervisor	:	Prof. Dr. Figen BEYHAN

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının hazırlanmasında değerli vaktini, bilgi birikimini ve desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen, bana her zaman sabır ve anlayış gösteren çok kıymetli tez danışmanım Prof. Dr. Figen BEYHAN hocama en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam boyunca araştırmalarımın daha da gelişmesi ve ilerlemesi hususunda kıymetli görüş, katkı ve geri dönüşleri için saygıdeğer jüri üyelerim Prof. Dr. Çiğdem Belgin DİKMEN ve Prof. Dr. Güçlü YAVUZCAN hocalarıma şükran duyarım. Ayrıca kıymetli zamanlarını ayırarak bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren, tez çalışmama sundukları değerli katkılardan dolayı Prof. Dr. Aslı ER AKAN ve Prof. Dr. M. Zeki YILMAZOĞLU hocalarıma içtenlikle teşekkür ederim.

Sadece bu süreç boyunca değil, hayatımın her anında hiçbir desteğini benden esirgemeyen, her zaman benimle olan ve bugünlere gelmeme vesile olan değerli ailemden; babam Abdullah TAFLI ‘ya, annem Hatice TAFLI ’ya, ablam Hülya TAFLI DÜZGÜN ve eşi Köksal DÜZGÜN’ e, yeğenlerim Bilge DÜZGÜN ve Bengü DÜZGÜN’ e tüm destekleri için minnettarım. Ayrıca her koşulda beni destekleyen, yanımda olan ve emeğini esirgemeyen kıymetli ablam Tuğba TAFLI ‘ya şükran ve minnettarlığımı sunarım.

Hayatımı daha da anlamlı kılan, beni her koşulda destekleyen ve her daim yanımda olan, kıymetli yol arkadaşım, canım eşim Ahsen Fulya TAFLI’ ya en kalbi duygularımla teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET iv

ABSTRACT v

TEŞEKKÜR vi

İÇİNDEKİLER vii

ÇİZELGELERİN LİSTESİ x

ŞEKİLLERİN LİSTESİ xv

HARİTALARIN LİSTESİ xxiv

SİMGELER VE KISALTMALAR xxv

1. GİRİŞ 1

2. KAVRAMLAR VE TANIMLAR 19

2.1. Afet Tanımı ve Afet Kavramı 19

2.2. Afet Sonrası Barınma ve Tarihçesi 21

2.3. Afet Yönetimi 23

2.4. Acil Yardım Aşamasında Barınma Türleri 27

2.4.1. Acil barınma 27

2.4.2. Geçici barınma 28

2.4.3. Geçici yerleşme 29

2.4.4. Kalıcı yerleşme 30

2.5. Deprem Tanımı ve Gerçeği 31

2.6. Dünyada ve Türkiye Üzerine Deprem İncelemesi 31

2.6.1. Dünyada depremler 32

2.6.2. Türkiye'de meydana gelen depremler 34

2.7. Afet Konutları 44

2.7.1. Afet sonrası barınma 44

Sayfa

2.7.2. Afet konutlarının planlama ve üretim aşamaları 45
2.8. Geleneksel Yöntemler ile Afet Konutu Üretimi 53
2.8.1. Çadırlar 53
2.8.2. Konteynerler 58
2.9. Yenilikçi Yapım Teknolojileri Esaslı Sistemler 63
2.9.1. Büyüyebilen genişleyebilen sistemler 63
2.9.2. Şişme (Hava) destekli strüktür sistemleri 66
2.9.3. Hafif çelik kutu sistemler (modüler sistem) 67
2.9.4. Eklemeli imalat teknolojisi 70
2.9.5. Çapraz lamine ahsap malzemeler (CLT) 78
2.10. Dünya Geneli Geçici Konut Örnekleri 87
3. DEPREM SONRASI BARINMA SİSTEMLERİNE İLİŞKİN SENARYO GELİŞTİRME VE YERLEŞİM ORGANİZASYONLARI 91
3.1. Deprem Konutlarının Tasarımına Yönelik Üretken Model Araştırması 111
3.1.1. Sıcak iklimin hâkim olduğu bölgede deprem konutu üretimi 117
3.1.2. Ilıman iklimin hâkim olduğu bölgede deprem konutu üretimi 119
3.1.3. Soğuk iklimin hâkim olduğu bölgede deprem konutu üretimi 120
3.2. Sentez Aşaması / Deprem konutları üretimi 126
3.2.1. 2-3 kişilik deprem konutları 128
3.2.2. 3-4 kişilik deprem konutları 129
3.2.3. 4-5 kişilik deprem konutları 131
3.2.4. 5-6 kişilik deprem konutları 134
3.2.5. 6-10 kişilik deprem konutları 135
4. MATERYAL VE METOD 141
4.1. Literatür Verileri 143
4.2. Saha Verileri 144

Sayfa

4.3. Uzman Görüşleri 147

4.4. Karşılaştırmalı en iyileme modeli ile AHP çoklu karar verme yöntemi kullanılarak değerlendirme 148

5. ARAŞTIRMA BULGULARI 151

5.1. Literatür Verilerine İlişkin Bulgular 151

5.1.1. Yenilikçi yapım teknolojilerin araştırmasına ilişkin birinci ana kriter: yapım süreci verimliliği 154

5.1.2. Yenilikçi yapım teknolojilerin araştırmasına ilişkin ikinci ana kriter: maliyet 163

5.1.3. Yenilikçi yapım teknolojilerin araştırmasına ilişkin üçüncü ana kriter: çevresel performans 177

5.1.4. Yenilikçi yapım teknolojilerin araştırmasına ilişkin dördüncü ana kriter: Kullanıcı odaklı mekânsal performans 182

5.2. Saha Verilerine İlişkin Bulgular 195

5.3. Optimum Deprem Konutu Tasarımına Yönelik Uzman Görüşlerine İlişkin Bulgular 213

5.4. Karşılaştırmalı En İyileme Modeli ile AHP Çoklu Karar Verme Yöntemi Kullanılarak Değerlendirme 241

6. SONUÇ VE ÖNERİLER 255

KAYNAKLAR 269

EKLER 281

EK-1. 6 Şubat 2023 Depremi Sonrası Saha Çalışmasına İlişkin Anket Formu 282

EK-2. Üretim Sürecine Yönelik Uzman Değerlendirme Anket Formu 288

EK-3. Etik Kurul Komisyon Kararı 296

EK-4. Uzman Görüşlerinden Elde Edilen Verilere İlişkin Hesap ve Sonuç Tablosu 297

ÖZGEÇMİŞ 299

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 2.1. Acil Barınma yerlerinde gerekli fonksiyonlar 28

Çizelge 2.2. Afet yapıları ve afet sonrası eylemleri ile ilgili mevzuat listesi 30

Çizelge 2.3. Sphere Projesi'ne göre son 50 yıl içinde Dünyada meydana gelen afetlerden sonra barınmaya yönelik liste 33

Çizelge 2.4. Türkiye'de Depremler 36

Çizelge 2.5. Türkiye İstatistik Kurumun adrese dayalı nüfus kayıt sistemi 2022 yılı sonuçları..... 41

Çizelge 2.6. Acil yardım aşaması barınmaya ilişkin yaşanan sorunlar..... 48

Çizelge 2.7. Katmanlı üretim sistemini üreten ve kullanan firma ve ülkeler listesi 77

Çizelge 3.1. 1954-2020 yılları arasında Türkiye'de nüfus hane ve ortalama hane halkı büyüklüğü 92

Çizelge 3.2. Türkiye'de doğalgaz tüketimi kapsamında; hanehalkı ve konut büyüklüklerinin değerlendirilmesi..... 92

Çizelge 3.3. Türkiye'nin belirli yıllardaki ortalama konut.hane halkı ve kişi başına düşen yaşam alanı büyüklükleri..... 93

Çizelge 3.4. Türkiye'de konut tercihleri üzerine araştırma sonuçları..... 93

Çizelge 3.5. Ülkeler bazında konut büyüklüğü ve kişi başına düşen yaşam alanını gösteren çizelge 94

Çizelge 3.6. Deprem konutlarının problem tespiti ve analizi sürecini gösterir diyagram 108

Çizelge 5.1. Büyüyebilen – genişleyebilen sistemlerin üretim aşamaları çizelgesi 155

Çizelge 5.2. Şişme(hava) destekli strüktürel sistemlerin üretim aşamaları 156

Çizelge 5.3. Hafif çelik kutu sistemlerin üretim aşamaları..... 158

Çizelge 5.4. Eklemeli imalatların deprem konutu olarak değerlendirilmesi durumunda üretim süreci 160

Çizelge 5.5. Çapraz lamine ahşap malzemelerin (CLT) deprem konutu olarak değerlendirilmesi durumunda üretimi..... 161

Çizelge 5.6. Yenilikçi yapım teknolojilerinin maliyet açısından incelenmesine dair kriterler ve parametrelere ilişkin çizelge 164

Çizelge 5.7. Büyüyebilen- genişleyebilen sistemlerin yapım maliyet tablosu (yıllık) . 166

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 5.8. Büyüyebilen- genişleyebilen sistemlerin kullanım maliyet tablosu (yıllık) 166

Çizelge 5.9. Büyüyebilen- genişleyebilen sistemlerin yok etme / geri dönüşüm maliyet tablosu (yıllık)..... 166

Çizelge 5.10. Şişme (hava) destekli sistemlerin cinslerine göre birim fiyat tablosu (yıllık) 168

Çizelge 5.11. Şişme (hava) destekli sistemlerin yapım maliyet tablosu (yıllık)..... 168

Çizelge 5.12. Şişme (hava) destekli sistemlerin kullanım maliyet tablosu (yıllık) 169

Çizelge 5.13. Şişme (hava) destekli sistemlerin yok etme / geri dönüşüm maliyet tablosu (yıllık)..... 169

Çizelge 5.14. Hafif çelik kutu sistemlerin yapım maliyet tablosu (yıllık)..... 170

Çizelge 5.15. Hafif çelik kutu sistemlerin kullanım maliyet tablosu (yıllık)..... 171

Çizelge 5.16. Hafif çelik kutu sistemlerin yok etme / geri dönüşüm maliyet tablosu 171

Çizelge 5.17. Eklemeli imalat teknolojisinin yapım maliyeti tablosu (yıllık) 172

Çizelge 5.18. Eklemeli imalat teknolojisinin kullanım ekonomisi tablosu (yıllık) 173

Çizelge 5.19. Eklemeli imalat teknolojisinin yok etme ekonomisi tablosu (yıllık)..... 173

Çizelge 5.20. Çapraz lamine ahşap malzemelerin (CLT) yapım maliyet tablosu (yıllık) 174

Çizelge 5.21. Çapraz lamine ahşap malzemelerin (CLT) kullanım maliyet tablosu (yıllık) 174

Çizelge 5.22. Çapraz lamine ahşap malzemelerin (CLT) yapım yok etme / geri dönüşüm tablosu (yıllık) 174

Çizelge 5.23. Yenilikçi yapım teknolojilerinin maliyet kıyaslama tablosu (yıllık)..... 175

Çizelge 5.24. Yenilikçi yapım teknolojilerinin kaynak kullanımı ve geri dönüşüm/yeniden kullanım açısından mukayese tablosu 181

Çizelge 5.25. Depremzedelerin cinsiyete ilişkin frekans ve yüzdeler 198

Çizelge 5.26. Depremzedelerin yaş gruplarına ilişkin frekans ve yüzdeler..... 198

Çizelge 5.27. Depremzedelerin eğitim durumlarına ilişkin frekans ve yüzdeler..... 199

Çizelge 5.28. Depremzedelerin aile fertleri sayısına ilişkin frekans ve yüzdeler..... 199

Çizelge 5.29. Depremzedelerin ikamet şehirlerine ilişkin frekans ve yüzdeler..... 199

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 5.30. Deprem öncesi konutlara ilişkin bilgiler..... 200

Çizelge 5.31. Deprem sonrası konutlara ve barınma durumlarına ilişkin bilgiler..... 202

Çizelge 5.32. Depremzedelerin deprem sonrası barınma ihtiyaçlarına yönelik geçici ve kalıcı konutlardan beklentileri 203

Çizelge 5.33. İkili kıyaslamada kullanılan önem derecelerine ilişkin tablo [146]..... 214

Çizelge 5.34. Uzman görüşüne sunulan ana kriterler ve alt kriterlerin tanımları 214

Çizelge 5.35. Ana kriterlerin ikili kıyaslama yöntemiyle önem derecelerine ilişkin ölçekleri gösteren tablo..... 219

Çizelge 5.36. Üretim hızı.yapım kolaylığı açısından ikili kıyas tablosu 220

Çizelge 5.37. Yapım süreci verimliliği bağlamında "Üretim Hızı" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması 221

Çizelge 5.38. Yapım süreci verimliliği bağlamında "Yapım Kolaylığı" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması 222

Çizelge 5.39. Maliyet analizi alt kriterlerine göre ikili kıyas çizelgesi 223

Çizelge 5.40. Maliyet analizi bağlamında "Yapım Ekonomisi" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması 224

Çizelge 5.41. Maliyet Analizi bağlamında "Kullanım Ekonomisi" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması 225

Çizelge 5.42. Maliyet Analizi bağlamında "Yok Etme Ekonomisi" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması 226

Çizelge 5.43. Çevresel Performans analizi alt kriterlerine göre ikili kıyas tablosu..... 227

Çizelge 5.44. Çevresel Performans Analizi bağlamında "Sürdürülebilirlik" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması 228

Çizelge 5.45. Çevresel Performans Analizi bağlamında "Kaynak kullanımı" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması 229

Çizelge 5.46. Çevresel Performans Analizi bağlamında "Geri Dönüşüm" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması 230

Çizelge 5.47. Kullanıcı Odaklı Mekânsal Performans analizi alt kriterlerine göre ikili kıyas tablosu 231

Çizelge 5.48. Kullanıcı Odaklı Mekânsal Performans analizi bağlamında" Mahremiyet" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması. 232

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 5.49. Kullanıcı Odaklı Mekânsal Performans analizi bağlamında" Güvenlik" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması 233

Çizelge 5.50. Kullanıcı Odaklı Mekânsal Performans analizi bağlamında" Dış Koşullara Dayanım" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması 234

Çizelge 5.51. Mekânsal Organizasyon analizi alt kriterlerine göre ikili kıyas tablosu... 235

Çizelge 5.52. Mekânsal Organizasyon Analizi bağlamında "Yatay Eksende Çoklu Kullanım" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması 236

Çizelge 5.53. Mekânsal Organizasyon Analizi bağlamında "Düşey Eksende Çoklu Kullanım" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması 237

Çizelge 5.54. Mekânsal Organizasyon Analizi bağlamında "Topografik Yerleşime Uyum" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması 238

Çizelge 5.55. Hane halkı büyüklüğüne bağlı mekânsal üretim kapasitesi bakımından Hafif Çelik Kutu Sistemler ve Çapraz Lamine Ahşap Sistemlerin (CLT) kıyas tablosu 244

Çizelge 5.56. Uzun süreli ikamet için uygunluk bakımından Hafif Çelik Kutu Sistemler ve Çapraz Lamine Ahşap Sistemlerin (CLT) kıyas tablosu 245

Çizelge 5.57. En az 3 bağımsız bölüm oluşturabilme potansiyeli bakımından Hafif Çelik Kutu Sistemler ve Çapraz Lamine Ahşap Sistemlerin (CLT) kıyas tablosu..... 246

Çizelge 5.58. Mutfak biriminin farklı mekânda organize edilebilmesi bakımından Hafif Çelik Kutu Sistemler ve Çapraz Lamine Ahşap Sistemlerin (CLT) kıyas tablosu 246

Çizelge 5.59. Birden fazla ıslak hacim bulundurabilme bakımından Hafif Çelik Kutu Sistemler ve Çapraz Lamine Ahşap Sistemlerin (CLT) kıyas tablosu 247

Çizelge 5.60. Az katlı yapı üretimine uygunluk bakımından Hafif Çelik Kutu Sistemler ve Çapraz Lamine Ahşap Sistemlerin (CLT) kıyas tablosu 248

Çizelge 5.61. Yatay ve düşeyde büyüyebilme potansiyeli bakımından Hafif Çelik Kutu Sistemler ve Çapraz Lamine Ahşap Sistemlerin (CLT) kıyas tablosu..... 249

Çizelge 5.62. Komşuluk ilişkilerini destekleyen yerleşim tasarımına uygunluk bakımından Hafif Çelik Kutu Sistemler ve Çapraz Lamine Ahşap Sistemlerin (CLT) kıyas tablosu..... 250

Çizelge 5.63. En fazla 6 ayda inşa edilebilme bakımından Hafif Çelik Kutu Sistemler ve Çapraz Lamine Ahşap Sistemlerin (CLT) kıyas tablosu 250

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 5.64. Sağlam zeminlerde güvenlik performansı bakımından Hafif Çelik Kutu Sistemler ve Çapraz Lamine Ahşap Sistemlerin (CLT) kıyas..... 251

Çizelge 5.65. Kırsal alanda yapım uygulanabilirliği bakımından Hafif Çelik Kutu Sistemler ve Çapraz Lamine Ahşap Sistemlerin (CLT) kıyas tablosu 252

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 1.1. Türkiye' de meydana gelen afet yüzdeleri 2

Şekil 1.2. Türkiye'de kentsel ve kırsal nüfus değişimi 4

Şekil 1.3. Tez metodolojisi şeması 17

Şekil 1.4. Tez akış şeması 18

Şekil 2.1. Tehlike, zarar görebilirlik ve afet ilişkisi 19

Şekil 2.2. Afet süreç yönetimi 20

Şekil 2.3. Son altmış yılda Türkiye'de meydana gelen doğal afetler ve bu afetlerin neden olduğu yapısal hasar oranları üzerine yapılan çalışmalar 21

Şekil 2.4. Lizbon depremi sonrası gravürü 21

Şekil 2.5. Lizbon Depremi sonrası görsel 22

Şekil 2.6. Afet Yönetimi Süreçleri 23

Şekil 2.7. Afetlere maruz kalınma istatistiki verileri 25

Şekil 2.8. 2009-2019 tarihleri arası kaydedilen deprem sayıları 26

Şekil 2.9. Afet sonrası süreç planlaması 27

Şekil 2.10. Afet sonrası barınma aşamaları 27

Şekil 2.11. Faylanma teorisi ve fay çeşitleri 31

Şekil 2.12. Yıllara göre deprem sayısı 35

Şekil 2.13. Malatya Gölbaşı girişinde gözlenen deprem kaynaklı demiryolu deformasyonu 38

Şekil 2.14. Adıyaman İli Gölbaşı İlçesi zemin sıvılaşması nedeniyle meydana gelen yapısal hasar 39

Şekil 2.15. Taşıyıcı sistem kaynaklı farklı illerde meydana gelen hasar örnekleri (Sırayla; Hatay, Adıyaman, Kahramanmaraş, Malatya) 40

Şekil 2.16. İkamet edilen bina inşa yılına göre hane oranı Türkiye İstatistik Kurumu verileri 42

Şekil 2.17. 23 Nisan 2025 tarihinde İstanbul'da meydana gelen depremlere ilişkin görsel 43

Şekil **Sayfa**

Şekil 2.18. Afet sonrası planlama süreci 45

Şekil 2.19. Afet sonrası barınakların değerlendirme süreci 46

Şekil 2.20. Acil durum barınağından kalıcı konuta yerleşimdeki barınma süreci 50

Şekil 2.21. Elâzığ kalıcı konutları 51

Şekil 2.22. Afet ve acil durum sonrası barınma sürecinde tarafların durumları 52

Şekil 2.23. Çadır türleri (a) Klasik üçgen çadır, (b) Jeodezik, (c) Tünel çadır, (d) Pnömatik çadır 54

Şekil 2.24. Çelik çerçeveli çadır yapısı 55

Şekil 2.25. Tünel çadır görünümü 55

Şekil 2.26. Ahşap makaslı çadır perspektifi 56

Şekil 2.27. Çadırlara Su temini ve ortak banyo çözümü 57

Şekil 2.28. Abeer Seikaly'nn geliştirmiş olduğu yapı kabuğu önerisi 57

Şekil 2.29. Farklı iklimlere karşı geliştirilen kabuk çadır önerisi 57

Şekil 2.30. Konteynerın mimari bir öge olarak kullanımı 58

Şekil 2.31. Haydar Karabey geçici barınma birimleri 59

Şekil 2.32. Konteyner Evler plan, görünüş ve kesitleri 59

Şekil 2.33. İzmir'de 2020 yılında yaşanan deprem sonrası kurulan konteyner kent 60

Şekil 2.34. İzmir konteyner kent 2020 60

Şekil 2.35. 3 Mart 2023 tarihi itibariyle deprem bölgesinde konaklamaya ilişkin son durum çizelgesi 61

Şekil 2.36. 6 Şubat 2023 depremleri sonrası kurulan konteyner kent 61

Şekil 2.37. Beyatlı tarafından 2010 yılında önerilen konteyner modeli 62

Şekil 2.38. Barberio Colella Arc tarafından tasarlanan barınak 62

Şekil 2.39. Barberio Colella Arc tarafından projelendirilen Nepal barınağı 63

Şekil 2.40. The All Terrain Cabin kabin plan ve perspektifi 64

Şekil 2.41. Konteyner stant kurulum evreleri 64

Şekil 2.42. Alejandro Aravena tarafından tasarlanan afet konutu planı 66

Şekil **Sayfa**

Şekil 2.43. Alejandro Aravena tarafından tasarlanan afet konutu fotoğrafları 66

Şekil 2.44. Şişme (hava) destekli strüktür 67

Şekil 2.45. Modüllerin taşıtılma durumları A) Yığma Sistem, B) Karkas sistem ile taşıtma 68

Şekil 2.46. Bina modüllerinin yerleşim aşamaları 69

Şekil 2.47. Modüler kutu sistem uygulamaları 69

Şekil 2.48. Eklemeli imalat teknolojisi şematik gösterimi 70

Şekil 2.49. Yapı ölçeğinde katmanlı üretim teknolojilerinin yıllara göre gelişim süreci 71

Şekil 2.50. Katmanlı üretim teknolojilerinin, deradjat ve Minshall'ın (2017) araştırmasına dayalı sınıflandırılması 71

Şekil 2.51. İnşaat sektöründeki katmanlı üretim aşamaları 73

Şekil 2.52. 3D yazıcılar ile yapı üretim süreci 74

Şekil 2.53. Kızak sistemlerin uygulama fotoğrafı 74

Şekil 2.54. Kızak sistemleri gösteren perspektif görünüş 75

Şekil 2.55. Delta sistem WASP 75

Şekil 2.56. Baskı kolları ve modül ekleri 75

Şekil 2.57. Delta sistem WASP 76

Şekil 2.58. Apis Cor firması tarafından Dubai'de yapılan katmanlı karkas 78

Şekil 2.59. Ahşabın yaşam döngüsü 79

Şekil 2.60. CLT tablaların bir araya geliş ilkeleri 79

Şekil 2.61. CLT panellerin yapıya uygulanışına dair sistem kesiti 81

Şekil 2.62. CLT paneller ile oluşturulmuş merdiven görselleri ve kesitleri 82

Şekil 2.63. CLT panellerin (a) perspektif, (b) nokta detayı 82

Şekil 2.64. Hibrit yapım sistemi olarak CLT panellerin uygulama örnekleri 83

Şekil 2.65. Japonya'da dünyanın en büyük sismik sarsıntı tablasında CLT panel ile inşa edilen yapı 14 ardışık deprem ile neredeyse hiç hasar almamıştır 85

Şekil **Sayfa**

Şekil 2.66. CLT paneller ile inşa edilen University of British Columbia Earth Sciences Building 86

Şekil 2.67. CLT paneller ile kiriş ve döşeme sistemi oluşumu 87

Şekil 2.68. L'hexacube geçici konut görseli 88

Şekil 2.69. Ex- container house 88

Şekil 2.70. Shigeru Ban tarafından tasarlanan Paper Log House 89

Şekil 2.71. Shigeru Ban tarafından 2015 yılında Nepal'de tasarlanan konut modeli 89

Şekil 3.1. Modüler sistemlerin problemden imalat sürecine ilişkin gelişim diyagramı 91

Şekil 3.2. Ortalama hane halı büyüklüğünün yıllara göre değişimini gösterir grafik .. 95

Şekil 3.3. Planlı alanlar imar yönetmeliği asgari mekân büyüklükleri 95

Şekil 3.4. 2021 yılı TÜİK verilerine göre ikamet edilen konutların oda sayısına göre hane halkı oranı 97

Şekil 3.5. 2021 yılına ait hane halkı büyüklüğü ve ikamet edilen konutun oda sayısına göre hane halkı sayısı ve oranları 97

Şekil 3.6. Türkiye ve İstanbul'da yıllara göre ortalama hane halkı büyüklüğü (2008-2020 yılları arası) 98

Şekil 3.7. TUİK' e göre 2021 yılında illere göre kişi başına düşen oda sayısı 100

Şekil 3.8. Risk, yaşam kalitesi, kentsel yapı ve çevre koşulları açısından İstanbul'da meydana gelecek deprem sonrası senaryo diyagramı 105

Şekil 3.9. Biçim grameri algoritma değerleri kuralları 109

Şekil 3.10. Charles Correa'nın biçim grameri ile toplu geometri oluşumu 110

Şekil 3.11. Charles Correa'nın biçim grameri ile toplu konut tasarımları 110

Şekil 3.12. Charles Correa'nın biçim grameri uygulamaları 111

Şekil 3.13. Tez kapsamında literatür destekli çalışma modeline ilişkin süreç diyagramı 112

Şekil 3.14. Analiz süreci diyagramı 113

Şekil 3.15. İklim ve nüfus yoğunluklarına göre örnek illere ilişkin diyagram..... 116

Şekil 3.16. Modüler sistemlerin farklı koşullara göre sınıflandırılması..... 117

Şekil **Sayfa**

Şekil 3.17. Bina formlarının farklı iklim tiplerine göre yerleşim dokusu 122

Şekil 3.18. Birim modüllerine ilişkin eleman etüdü..... 124

Şekil 3.19. Deprem konutu başlangıç modeli şematik gösterimi..... 124

Şekil 3.20. 3x7, 3x6, 3x5 m ölçülerindeki modüllerin bir araya gelme kombinasyonları..... 127

Şekil 3.21. Farklı ölçü ve sayıdaki modüllerin bir araya kombinasyon şeması..... 127

Şekil 3.22. 2-3-4 kişilik deprem konut ünitesi alternatif plan..... 128

Şekil 3.23. 2-3-4 kişilik deprem konut ünitesi perspektifi 129

Şekil 3.24. 3 kişilik deprem konut ünitesi plan alternatifi 130

Şekil 3.25. 3 kişilik deprem konut ünitesi perspektifi..... 130

Şekil 3.26. L formlu deprem ünitesi örnek sokak yerleşim alternatifi..... 130

Şekil 3.27. 3-4 kişilik deprem konut ünitesi alternatif planı 131

Şekil 3.28. 3-4 kişilik deprem konut ünitesi perspektifi 131

Şekil 3.29. 4-5 kişilik deprem konut ünitesi planı..... 132

Şekil 3.30. 4-5 kişilik deprem konut ünitesi perspektifi 133

Şekil 3.31. 4-5 kişi kapasiteli deprem konutu sokak yerleşim alternatifi 133

Şekil 3.32. 4-5 kişi kapasiteli deprem konutu sokak yerleşim alternatifi 2 134

Şekil 3.33. 5-6 kişilik deprem konut ünitesi planı ve perspektifi..... 135

Şekil 3.34. 6-10 kişilik deprem konut ünitesi planı..... 135

Şekil 3.35. 6-10 kişilik deprem konut ünitesi plan ve perspektifi..... 136

Şekil 3.36. 6-10 kişilik deprem konut ünitesi alternatif planı 136

Şekil 3.37. Soğuk iklim koşuluna uygun üretilmiş 6-10 kişilik deprem konutu modeli 137

Şekil 3.38. 6-10 kişilik deprem konut ünitesi planı..... 137

Şekil 3.39. 6-10 kişilik deprem konut ünitesi perspektifi 138

Şekil 3.40. 6-10 kişilik deprem konut ünitesi alternatif zemin kat planı 138

Şekil 3.41. 6-10 kişilik deprem konut ünitesi alternatif 1. kat planı 138

Şekil 3.42. 6-10 kişilik deprem konut ünitesi alternatif plan ve perspektif 139

Şekil **Sayfa**

Şekil 4.1. Uygun deprem konut modelinin belirlenmesine ilişkin yöntem hiyerarşisi 142

Şekil 4.2. Yenilikçi yapım teknolojilerinin deprem konutu olarak kullanılabilirliğinin belirlenmesine yönelik araştırma yöntemi; literatür taraması, saha çalışması, uzman görüşleri ve çok kriterli karar verme analizlerini içeren yöntem diyagramı 143

Şekil 4.3. Afet sonrası barınma problemlerine ilişkin literatür veri seti akış şeması ... 144

Şekil 4.4. 6 Şubat 2023 depremleri sonrasında 11 ilde yapılan anket çalışmasına ilişkin akış diyagramı 146

Şekil 4.5. Yenilikçi yapım teknolojilerinin performans değerlendirmesinde AHP yönteminde izlenen adımlar 147

Şekil 5.1. Yenilikçi yapım teknolojilerinden deprem konutuna yönelik optimum seçime yönelik ana ve alt kriterleri gösterir hiyerarşik model 152

Şekil 5.2. Yenilikçi yapım teknolojilerinin literatür verileri ile deprem konutu araştırmasına ilişkin akış diyagramı 153

Şekil 5.3. Büyüyebilen – genişleyebilen sistemlerin üretim süreci gantt diyagramı ... 155

Şekil 5.4. Şişme(hava) destekli strüktürel sistemlerin üretim süreci gantt diyagramı . 157

Şekil 5.5. Hafif çelik kutu sistemlerin üretim süreci gantt diyagramı 158

Şekil 5.6. Eklemeli imalatlarla deprem konutu olarak yapımında üretim süreci gantt diyagramı 160

Şekil 5.7. Çapraz lamine ahşap malzemelerin (CLT) deprem konutu olarak değerlendirilmesi durumunda üretim süreci gantt diyagramı 162

Şekil 5.8. Yenilikçi yapım teknolojilerinin üretim süreçlerine dair zaman diyagramı 163

Şekil 5.9. Yenilikçi yapım teknolojilerinin üretim süreçlerine ilişkin akış şeması..... 163

Şekil 5.10. Yenilikçi yapım teknolojilerinin maliyet süreçlerine ilişkin şeması..... 176

Şekil 5.11. Yenilikçi yapım teknolojilerinin sürdürülebilirlik, kaynak kullanımı ve geri dönüşüm süreçlerine ilişkin akış şeması 182

Şekil 5.12. Yenilikçi yapım teknolojilerinin mahremiyet, güvenlik ve dış şartlara dayanım süreçlerine ilişkin akış şeması 189

Şekil 5.13. Yenilikçi yapım teknolojilerinin düşey, yatay eksende çoklu kullanım ve topografik yerleşim süreçlerine ilişkin akış şeması 195

Şekil 5.14. Literatür veri seti, saha(anket) çalışma kavuzu ve yenilikçi yapım teknolojilerine ilişkin çalışma yöntem akış şeması..... 197

Şekil **Sayfa**

Şekil 5.15. Uzman anketi verilerinin Super Decisions paket programına aktarılmasına ilişkin hiyerarşik diyagram..... 218

Şekil 5.16. Yapım süreci verimlilik analizi alt kriterlerine göre ikili kıyas tablosu 220

Şekil 5.17. Üretim hızı, yapım kolaylığı açısından paket program verileri 221

Şekil 5.18. Yapım süreci verimliliği bağlamında "Üretim Hızı" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırmasına ilişkin paket program verileri 222

Şekil 5.19. Yapım süreci verimliliği bağlamında "Yapım kolaylığı" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırmasına ilişkin paket program verileri 223

Şekil 5.20. Maliyet analizi bağlamında "Yapım Ekonomisi", "Kullanım Ekonomisi" ve "Yok Etme Ekonomisi" açısından karşılaştırmaya ilişkin paket program verileri 224

Şekil 5.21. Maliyet Analizi bağlamında "Yapım Ekonomisi" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırmaya ilişkin paket program verileri..... 225

Şekil 5.22. Maliyet Analizi bağlamında "Kullanım Ekonomisi" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırmaya ilişkin paket program verileri..... 226

Şekil 5.23. Maliyet Analizi bağlamında "Yok Etme Ekonomisi" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırmaya ilişkin paket program verileri..... 227

Şekil 5.24. Çevresel Performans Analizi bağlamında uzman görüşlerine ilişkin paket program verileri..... 228

Şekil 5.25. Çevresel Performans Analizi bağlamında "Sürdürülebilirlik" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin paket program verileri 229

Şekil 5.26. Çevresel Performans Analizi bağlamında "Kaynak kullanımı" açısından yenilikçi yapım teknolojilerini paket program verileri 230

Şekil 5.27. Çevresel Performans Analizi bağlamında "geri dönüşüm" açısından yenilikçi yapım teknolojilerini paket program verileri 231

Şekil 5.28. Kullanıcı odaklı mekânsal performans bağlamında uzman görüşlerine ilişkin paket program verileri..... 232

Şekil 5.29. Kullanıcı odaklı mekânsal performans bağlamında "Mahremiyet" açısından yenilikçi yapım teknolojilerine ilişkin paket program verileri. ... 233

Şekil 5.30. Kullanıcı odaklı mekânsal performans bağlamında "Güvenlik" açısından yenilikçi yapım teknolojilerine ilişkin paket program verileri..... 234

Şekil **Sayfa**

Şekil 5.31. Kullanıcı Odaklı Mekânsal Performans analizi bağlamında" Dış Koşullara Dayanım" açısından yenilikçi yapım teknolojileri paket program verileri. 235

Şekil 5.32. Mekânsal Organizasyon Analizi bağlamında paket program verileri..... 236

Şekil 5.33. Mekânsal Organizasyon Analizi bağlamında "Yatay Eksende Çoklu Kullanım" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin paket program verileri 237

Şekil 5.34. Mekânsal Organizasyon Analizi bağlamında "Düşey Eksende Çoklu Kullanım" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin paket program verileri 238

Şekil 5.35. Mekânsal Organizasyon Analizi bağlamında "Topografik Yerleşime Uyum" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin paket program verileri . 239

Şekil 5.36. Paket programdan tüm ama ve alt kriterlerin önem ağırlıklarından elde edilen değerler..... 240

Şekil 5.37. Super Decisions paket programında oluşturulan ana kriterlere ilişkin hiyerarşi..... 242

Şekil 5.38. Optimum deprem konutu araştırmasında 11 kritere ait ikili karşılaştırma çizelgesi..... 243

Şekil 5.40. Super Decisions programında uzun süreli ikamet için uygunluk bakımından kıyas çizelgesi 245

Şekil 5.41. Super Decisions programında uzun süreli ikamet için uygunluk bakımından kıyas çizelgesi 246

Şekil 5.42. Super Decisions programında mutfak biriminin farklı mekânda organize edilebilmesi bakımından kıyas çizelgesi..... 247

Şekil 5.43. Super Decisions programında birden fazla ıslak hacim bulundurabilme potansiyeli bakımından kıyas..... 248

Şekil 5.44. Super Decisions programında az katlı yapı üretimine uygunluk bakımından kıyas çizelgesi 248

Şekil 5.45. Super Decisions programında yatay ve düşeyde büyüyebilme potansiyeli bakımından kıyas çizelgesi 249

Şekil 5.46. Super Decisions programında komşuluk ilişkilerini destekleyen yerleşim tasarımına uygunluk bakımından kıyas çizelgesi..... 250

Şekil 5.47. Super Decisions programında en fazla 6 ayda inşa edilebilme bakımından kıyas çizelgesi 251

Şekil **Sayfa**

Şekil 5.48. Super Decisions programında sağlam zeminlerde güvenlik performansı bakımından kıyas çizelgesi 251

Şekil 5.49. Super Decisions programında kırsal alanda yapım uygulanabilirliği bakımından kıyas çizelgesi 252

Şekil 5.50. Super Decisions programında tüm verilerin analizi sonrasında elde edilen değerleri gösterir program çıktısı 253

HARİTALARIN LİSTESİ

Harita **Sayfa**

Harita 2.1. Aletsel dönemde, Türkiye sınırları içerisinde kaydedilen büyüklüğü 5.0 ve üzerinde olan depremler 26

Harita 2.2. Türkiye deprem tehlike haritası 34

Harita 2.3. 6 Şubat 2023 depreminin etkili olduğu iller..... 37

Harita 2.4. 06 Şubat 2023 depremlerinin 27 Şubat 2023 tarihine kadar kaydedilen artçı deprem aktivitesini gösteren harita 38

Harita 2.5. Kandilli Rasathanesi Hatay Samandağ depremi lokasyon haritası (Ml=6,4) 41

Harita 2.6. 1992-25 Nisan 2025 tarihi itibariyle Türkiye'de meydana gelen depremler (6 ila 8 büyüklük) 42

Harita 3.1. Türkiye sıcaklık tesiri haritası..... 114

Harita 3.2. Türkiye tümleşik iklim sınıfları haritası..... 114

Harita 3.3. Türkiye yağış etkinlik haritası..... 115

Harita 3.4. Türkiye kuraklık ve nemlilik indisi haritası..... 115

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklamalar
3D	3 Dimension (3 Boyutlu)
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AHP	Analytic Hierarchy Process (Analitik Hiyerarşi Prosesi)
BTU	British Thermal Unit (İngiliz Isı Birimi)
CLT	Cross Laminated Timber (Çapraz Lamine Ahşap)
CO_2	Karbondioksit
DASK	Doğal Afet Sigortaları Kurumu
EPS	Expanded Polystyrene (Genişletilmiş Polistiren)
ETFE	Ethylene Tetrafluoroethylene (Plastik Malzeme)
FDM	Fused Deposition Modeling (Eriyik Yığma Modelleme)
FDM	Fused Peposition Modeling (Eriterek Biriktirme Modelleme)
GLT	Glued Laminated Timber (Yapıştırılmış Lamine Ahşap)
IFRC	Uluslararası Kızılhaç ve Kızılay Dernekleri Federasyonu
IPA	İstanbul Planlama Ajansı
KAKS	Kat Alanı Katsayısı
KDV	Katma Değer Vergisi
LCA	Life Cycle Assessment (Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi)
LEED	Enerji ve Çevre Tasarımında Liderlik
LVC	Laminated Veneer Lumber (Lamine Kaplama Ahşap)
MAKS	Mekânsal Adres Kayıt Sistemi
MS	Microsoft
MSF	Multi Story Frame (Çok Katlı Çerçeve Sistemi)
NASA	Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
OSB	Oriented Strand Board (Yönlendirilmiş Yonga Levha)
PSL	Parallel Strand Lumber (Paralel Lifli Ahşap)
PVC	Polyvinyl Chloride (Polivinil Klorür)

Kısaltmalar	Açıklamalar
STK	Sivil Toplum Kuruluşu
SWOT	Güçlü Yönler Zayıf Yönler Fırsatlar Tehditler
TBDY	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
TOKİ	Toplu Konut İdaresi
TPU	Thermoplastic Polyurethane (Termoplastik Poliüretan)
TS EN	Türk Standardı + Avrupa Normu
TUIK	Türkiye İstatistik Kurumu
URL	Uniform Resource Locator (Tekdüzen Kaynak Bulucu)
USD	United States Dollar (Amerikan Doları)
UV	Ultraviyole
XPS	Extruded Polystyrene (Ekstrüde Polistiren)
YY	Yüzyıl

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihi boyunca barınma insanların en temel ihtiyaçlardan biri olmuştur. Avcı toplayıcı olarak başlayan göçebe yaşam, yerleşik hayata geçiş ile son bulmuş ve kalıcı barınmaya yönelik mekânlar oluşturulmaya başlanmıştır. En basit tabirle konut olarak isimlendirilen barınma yapıları geçmişten günümüze kadar sosyolojik, teknolojik ve ekonomik başta olmak üzere değişen ihtiyaçlar ve imkânlar neticesinde değişime uğrayarak günümüze kadar sürekli değişim göstermiştir.

Yerleşik hayattan günümüze gelinceye kadar varlığını sürdüren konut kullanıcıları, bulundukları durum ve şartlara göre kendilerini mutlu ve yaşanabilir koşullarda hissedebilmek adına yaşadıkları konutlarında çeşitli organizasyon değişiklikleri ve düzenleri ortaya koyarak, mekânları yaşam koşullarına uygun hale getirmeye uğraşmışlardır. Yaşam devam ederken, beklenmeyen koşullarda ve zamanda meydana gelen afetler neticesinde bu konfor koşulları genel koşul değişiklikleri ve yapısal hasara göre değişime uğramaktadır. Bu nedenle afet kavramı barınma faaliyetini direkt ve olumsuz etkileyen bir durumdur.

Afet çeşitli doğa olaylarının sebep olduğu yıkım olarak tanımlanmaktadır [1]. Afet, başka bir kaynakta; bir toplumun işleyişini kesintiye uğratan, can ve mal kayıplarına yol açan, ekonomik ve çevresel zararlar doğuran, doğal ya da insan kaynaklı olaylar olarak tanımlanmış; ortaya çıktığında ise çoğu zaman toplumun kendi imkânlarıyla başa çıkamadığı durumlar şeklinde ifade edilmiştir [2]. En genel anlamıyla afet, bireylerin ve toplumun yaşamlarını sürdürdükleri sosyal bağlamda ortaya çıkan bozulma ya da mevcut beklentilerden keskin bir sapma olarak tanımlanmaktadır [3].

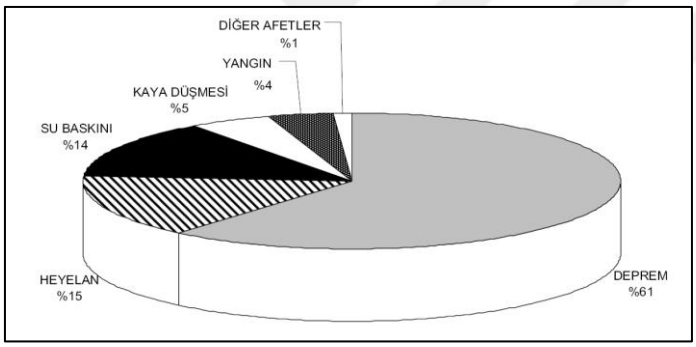
Afetler, en genel ifadeyle; insan topluluklarında fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplara yol açan, günlük yaşamı durduran veya kesintiye uğratan ve ortaya çıktığında etkilenen toplumun kendi kaynaklarıyla baş edemeyeceği doğal, teknolojik ya da insan kaynaklı olaylar olarak tanımlanmaktadır [4].

Afetler can ve mal kayıplarına sebep olmakla birlikte, ülkelerin ekonomik ve sosyal açıdan olumsuz etkilenmelerine neden olan olaylardır. Doğal afetlerin meydana geliş zamanı tam olarak öngörülemediği gibi bütünüyle önlenmeleri de mümkün değildir; ancak ortaya çıkarabilecekleri yıkıcı etkiler, önceden alınacak tedbirlerle önemli ölçüde azaltılabilir. Bir

olayın afet olarak nitelendirilebilmesi için ise etkilediği bölgede can ve mal kayıplarına yol açması gerekmektedir [5].

Afet tanımı ve algısı ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre farklılık gösterebilmektedir. Aynı büyüklükte meydana gelmiş olan bir deprem önceden önlemini almış gelişmişlik düzeyi yüksek ülke için afet görülmezken, daha öncesinde önlem almamış ve az gelişmiş ülkeler için bütün bir afet olabilir.

Türkiye topoğrafyası, jeolojik oluşumu ve iklim özellikleri sebebiyle can kaybı ve mali zararlara neden olan birçok doğal afet yaşayan bir ülkedir [5]. Afet sonrası meydana gelen toplam hasarın yaklaşık %61'i depremlerden kaynaklanırken; %15'i heyelanlardan, %14'ü su baskınlarından, %5'i kaya düşmelerinden, %4'ü yangınlardan, %1'i ise çığ ve çeşitli meteorolojik olaylardan oluşmaktadır [6].



Şekil 1.1. Türkiye' de meydana gelen afet yüzdeleri [6]

Afetler, insan kaynaklı etkenler ve yönetimsel ihmaller sonucunda felaket boyutlarına ulaşabilmektedir. Afet öncesi, afet anı ve afet sonrasında yapılacak hazırlıklar ile afet neticesinde meydana gelen etkilerin azaltılması mümkün olabilir. Bu kapsamda değerlendirilebilecek olan afet yönetimi ile risk azaltılabilmesi, önceden hazırlıklı olma, acil müdahale, iyileştirme ye yeniden yapım olarak farklı aşamalardan oluşmaktadır [7]. Bu nedenle, yerleşim alanlarına uzak bölgelerde (örneğin çöllerde veya okyanuslarda) meydana gelen ve herhangi bir can kaybına yol açmayan depremler afet olarak nitelendirilmemelidir. Aynı şekilde, yerleşim alanları içinde gerçekleşmiş olsa bile herhangi bir zarar ya da kayba neden olmayan olaylar da afet kapsamında değerlendirilmemelidir.

Deprem, afet türleri arasında; barınma gereksinimini doğrudan ve ani biçimde etkileyen, yerleşim alanlarının fiziksel ve sosyal açıdan ne denli kırılgan olduğunu açık biçimde ortaya koyan bir doğa olayıdır [11]. Depremlerin yol açtığı can kayıpları ve hasarın boyutu; depremin merkez üssü ve fay hattına uzaklığı, zemin ve jeolojik özellikler, yeraltı suyu koşulları, yerleşim yeri seçimi ve arsa kullanım biçimi, nüfus yoğunluğu, yapılaşma düzeyi ile tasarım ve imalat kalitesi gibi birçok parametreye bağlı olarak değişmektedir [5]. Ölçeği küçük olup yıkıma veya can kaybına neden olmayan sarsıntılar ise afet kapsamına alınmamalıdır.

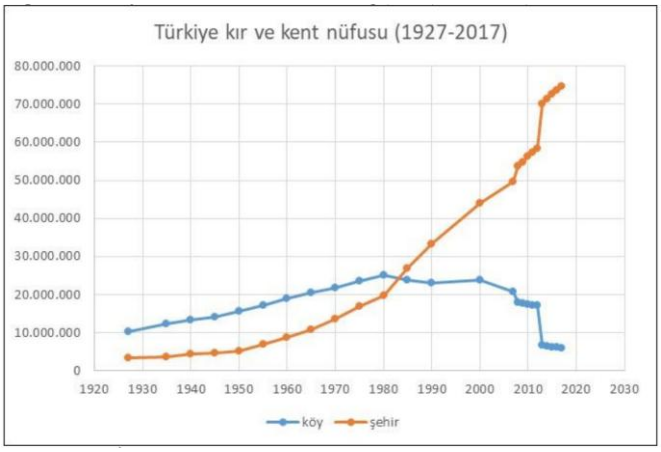
Doğal afetler; hortum, kasırga, tayfun, volkanik aktiviteler, deprem, heyelan, yangın, su baskını, kaya düşmesi, çığ, dalga hareketleri, hava kirliliği, salgın hastalıklar, patlamalar, don ve kuraklık gibi çeşitli biçimlerde ortaya çıkabilir. Bunlar arasında en sık görülen ve en yıkıcı etkiye sahip olan afet türü depremlerdir. Türkiye'nin yüzölçümünün yaklaşık %97'sinin deprem kuşağında yer alması, depremleri ülke için en büyük zarar potansiyeli taşıyan afet konumuna getirmektedir. Şiddetli depremler sonrasında hem kırsal hem de kentsel yerleşim alanlarında ciddi hasarlar meydana gelmekte ve pek çok yapı kullanılamaz hâle gelmektedir. Depremlerde en fazla yıkımın konutlarda gerçekleştiği görülmektedir. Örneğin, 1999 Marmara Depremi'nde hasar gören yapıların yaklaşık %90'ını konutlar oluşturmuştur [7].

Deprem gibi doğal afetlerin insan yaşamını en olumsuz etkileyen türlerden biri olması nedeniyle, afet sonrasında devlet tarafından inşa edilen deprem konutlarında, farklı alışkanlıklara ve yaşam biçimlerine sahip afetzedeler bir arada yaşamaya başlamaktadır. Ancak bu kişilerin kendi koşullarına uygun konut seçme imkânı son derece sınırlıdır ve alışık oldukları yaşam düzenini yeniden elde etmeleri çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Bu nedenle deprem konutu olarak tasarlanan birimlerin, farklı kullanıcıların ihtiyaç, beklenti ve taleplerine cevap verebilecek esnek bir tasarım anlayışına sahip olması gerekir. Dolayısıyla deprem konutlarında değişebilirlik, eklemlenebilirlik ve esneklik kavramları büyük önem taşımaktadır.

Afet meydana geldikten sonra barınma ihtiyacına yönelik olarak ortaya konulan çadır ya da geçici barınaklar ile ortaya çıkan barınma ihtiyacının karşılanmasından ziyade, afet sonrası barınmanın aslında başlı başına bir süreç olarak ele alınması gerekliliği giderek daha fazla

kabul görmektedir. Afetten bağımsız olarak hane halkı isteği, demografisi, kaynak ve kapasite, kullanım ömrü, yapı güvenliği gibi pek çok parametre değerlendirilmelidir.

Dünya nüfusunun 20YY ilk yarısında yaklaşık üçte biri kentlerde yaşamaktayken, günümüzde her iki kişiden birisi şehirlerde yaşamaktadır. 2050 yılına gelindiğinde kentli nüfus oranının %70 mertebesine ulaşması öngörülmektedir. Ülkemizde de geçmişte kırsal nüfus yoğunluğu fazla iken, günümüzde kentli nüfus fazlalık göstermektedir ve 2050 yılına gelindiğinde kentli nüfusun %90 oranına çıkması öngörülmektedir [8].



Şekil 1.2. Türkiye'de kentsel ve kırsal nüfus değişimi [8]

Kentsel nüfus sayısındaki artış, birim alanda yaşayan insan yoğunluğunu da beraberinde getirmektedir. Olası yıkıcı etkideki bir deprem karşısında oluşabilecek can ve mal kaybı ihtimali de bu yoğunluğa bağlı olarak artış gösterecektir. Kentsel alanda meydana gelecek deprem karşısında konut ihtiyacı da yine bu artışa bağlı olarak ani ve sayıca da fazla olacaktır. Afet sonrasında üretilen konutların en hızlı sürede ve ekonomik şekilde inşa edilmeleri gerekliliği endüstriyel üretime uygun yaklaşımların ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Bu tip üretilen yapılar genellikle sadece fiziki barınma ihtiyacının karşılanmasının ötesine geçememektedir. Oluşturulacak mekânın konfor şartları, kullanıcı ihtiyacının yanı sıra estetik tasarımla beraber emniyet ve güven olgularını da sağlamalıdır. Bu nedenle deprem sonrası oluşturulacak deprem konutları kullanıcı istek ve taleplerine odak oluşturacak şekilde endüstriyel üretime imkân verecek biçimde olmalıdır. Deprem sonrası meydana gelen süreçte ortaya çıkan yeme içme ve temiz su gibi yaşamsal gerekliliklerin yanı sıra

sağlık ve güvenlik gibi problemler de meydana gelmektedir. En temel ihtiyaç olan barınma ihtiyacına bir de bu ihtiyaçlar eklenince ihtiyaçlara cevap verecek barınma yapıları da değişikliğe uğramaktadır. Afet sonrası ortaya çıkan barınma ihtiyacını karşılamak amacıyla; acil müdahale, iyileştirme ve yeniden inşa gibi çeşitli çözümler geliştirilmekte ve uygulanmaktadır. Ancak bu çözümler, kullanıcıların tüm ihtiyaçlarını karşılamakta yetersiz kalmakta ve çevresel, sosyal ve ekonomik boyutlarda barınma kaynaklı sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu sorunların giderilmesi ve afetzedelerin en kısa sürede normal yaşama uyum sağlaması sürecinde, başta mimarlar olmak üzere birçok disipline önemli sorumluluklar düşmektedir [9].

Afet sonrasında barınma şekillerini, afetzedelerin afet öncesindeki yaşamlarına dönerken, geçici barınak oluşturma, oluşan barınakları kalıcı konuta yükseltme yahut yeni konut yapmak şeklinde aksiyon gösterme eğiliminde olduğunu ifade etmiştir.

Afet sonrası meydana gelen zararla mücadelenin eski dönemlerden bu yana sürdüğü bilinmekle birlikte ilk uluslararası organizasyon 1960'lı yıllarda görülmekte olup, konuyla ilgili olarak Birleşmiş Milletler kararı alınmıştır [10]. Afet sonrası müdahaleler genellikle iki türde görülmektedir ki bunlar yeniden yapılanma ve restitüsyondur. Restitüsyon ile yapı afet önceki durumuna geri getirilecek şekilde onarılmasıdır. Kullanım imkânı olmayan yapı ya da yapı gurubu yeniden inşa edilerek ihtiyaç karşılanmaktadır. Herhangi bir zarar görmemiş ya da risk barındırmayan yapıya da herhangi bir müdahale zorunlu değildir.

Ülkemizde afet sonrası barınma ihtiyacının karşılanması süreci, acil müdahale aşamasında çadırlarda barınmayla başlamakta; orta vadede geçici barınak ve geçici konutlarla yaşamın iyileştirilmesi süreci devam etmektedir. Son aşamada ise kalıcı konutların tamamlanmasıyla kalıcı barınma sağlanmaktadır. Bu süreçler içerisinde, uygulama açısından en fazla zaman ve çaba gerektiren aşama kalıcı barınma sürecidir [11].

Geçici afet konutları, öncelikle afetzedelerin temel yaşam ihtiyaçlarını karşılayabilecek asgari mekânsal genişliğe ve yeterli konfora sahip olmalı; hızlı ve kolay kurulabilen, dayanıklı, malzemeleri dönüştürülebilir, sökülüp taşınarak tekrar kullanılabilir ve düşük maliyetli yapılar olarak tasarlanmalıdır [7]. Geçici barınma ihtiyacı, öncelikle acil durum aşamasında, ardından ise iyileştirme süreçlerinde ortaya çıkmaktadır. 21. yüzyılda hâlâ kullanılan geleneksel barınma yöntemleri, optimum yaşam koşullarını sağlayamadığı için

acil durum ve iyileştirme süreçleri boyunca afetzedelerin yaşam kalitesi olumsuz etkilenmektedir. Türkiye'nin nüfus yoğunluğu, konut stokunun afet riskine açık olması ve ekonomik koşulları göz önünde bulundurulduğunda, deprem sonrası yeniden yapılanma süreci önemli ölçüde emek, maliyet ve yeniden üretim gerektirmektedir. Bu durum, organizasyon yapısı, sürecin planlanması, üretim değişkenleri ve uygulama yöntemleri açısından büyük önem taşımaktadır. Sonuç olarak, deprem sonrası ortaya çıkan barınma ihtiyacının en kısa sürede ve etkin biçimde karşılanması zorunluluk hâline gelmektedir.

Ülkemizde herhangi bir afet sonrası geçici olarak oluşturulan yapısal çözümler, genellikle kullanıcılar tarafından ihtiyaçlarına göre değiştirilmiş ve kalıcı çözümler üretme yönünde uyarlanmıştır. Ancak, afetzedeler kalıcı konutlara geçtiğinde, önceden müdahale ettikleri geçici birimler artık kullanılamaz hâle gelmektedir. Afet yönetimi, kriz yönetimi ve risk yönetimi süreçlerinin birleşimiyle yürütülen kapsamlı bir süreçtir. Afetin meydana gelmesinden sonraki acil durum, iyileştirme ve yeniden inşa süreçleri kriz yönetimi kapsamında değerlendirilmektedir; bu aşamada, afetzedelerin süreci en az kayıpla atlatabilmesi için zaman kritik bir faktördür. Risk yönetimi süreci ise hazırlık, zarar azaltma ve önleme aşamalarını içerir ve önceden alınacak tedbirlerle afet sonrası etkilerin en aza indirilmesini hedeflemektedir.

Türkiye'de afet sonrası kriz ve risk yönetimi sürecinde uzun yıllardır uygulanan yöntemler, afetzedelerin barınma ihtiyacına çözüm üretmeye çalışmaktadır. Ancak geleneksel yöntemler her ne kadar pratik çözümler sunuyor gibi görünse de afet sonrası yaşamın normale dönmesi sürecinde yetersiz kalmakta ve uzun vadede işlevini yitirmektedir. Ayrıca, bu yöntemler ekonomik açıdan da ülke üzerinde ek yük oluşturmaktadır. Ülkemizde meydana gelen afetlerden, büyük depremlerin önemli seviyede can ve mal kayıplarına neden olduğu görülmektedir. Depremler sonrasında arama, kurtarma, enkaz kaldırma çalışmaları ile evlerini kaybeden afetzedeler için; çadır kentler, konteyner kentler ya da ön yapım (prefabrik) konutlar ile geçici yerleşim bölgeleri meydana getirilmektedir. 21. Yüzyılda hızla gelişen de değişen teknoloji sayesinde yapım üretim ve yönetim sistemleri de gelişme sağlamıştır. Bu gelişmelerden yararlanılarak afet sonrası afetzedeler için daha kullanılabilir, daha uzun ömürlü, daha verimli, daha hızlı üretim imkânı tanıyan, kullanıcı ihtiyaç ve konforuna odaklı, çevre etkilerine dayanıklı bir yapım sistemi önerisi bu çalışmanın ana hedeflerinden biridir.

Bu tez çalışmasında, Türkiye'de meydana gelen depremler sonrasında ortaya çıkan konut ihtiyacı sorunları ele alınmış ve geçici çözümler olarak geliştirilen acil durum ve geçici barınma yapılarının; yapı ömrü, çevresel etkileri, uygulanabilirlik, esnek kullanım, geri dönüşüm, kaynakların korunumu ve maliyet açısından yetersiz kaldığı saptanmıştır. Bu doğrultuda, mevcut çözümlerin olumsuz yönlerini minimize etmek ve daha etkin, yeterli bir sistem geliştirmek amacıyla bir model önerisi sunulması hedeflenmiştir.

Araştırmada, büyüyebilen konteynerler, eklemlenebilir imalat teknolojileri, hücresel yapım sistemleri, hareketli yapım sistemleri ve hafif çelik modüler kutu yapım sistemleri gibi yenilikçi yapım teknikleri kullanılarak, afet sonrası barınma mekânı olarak uygulanabilecek bir model geliştirilmiştir. Bu modelin, kaynakların korunumu, çevresel etkilerin azaltılması, uygulama hızının artırılması, ekonomiklik, uzun yapı ömrü, yeniden kullanım potansiyeli, esnek kullanım ve geri dönüştürülebilirlik gibi kriterleri sağlaması amaçlanmıştır.

Çalışma kapsamında geniş çaplı bir kaynak taraması gerçekleştirilmiş ve mevzuat, kitaplar, tezler, makaleler, bildiriler ile internet kaynakları incelenerek bilgi toplanmıştır. Özellikle afet sonrası barınma yapıları üzerinde yapılan analizler, mevcut uygulamalardaki eksiklik ve olumsuzlukları ortaya koymuştur. Bu tespitler doğrultusunda, afet sonrası geçici konutların geliştirilmesine yönelik olarak günümüz teknolojik olanaklarından yararlanılarak yeni bir model tasarlanması planlanmıştır. Söz konusu modelin, afetzedelerin psikolojik ve sosyolojik ihtiyaçlarına uygun biçimde, barınma ihtiyacını hızlı şekilde karşılayan, geçici olarak yerleştirildikleri hâlde uzun süre kullanılabilecek birimler sunması; tasarımda çeşitlilik ve uygulanabilirlik esaslarını da gözetmesi hedeflenmiştir.

Türkiye'de afetler, afet sonrası barınma, geçici konutlar ve yenilikçi yapım teknolojileri üzerine yapılmış bazı çalışmalardan öne çıkanlar aşağıda özetlenmiştir:

Songür (2000), Afet sonrası barınakların ve geçici konutların analizi ve değerlendirilmesi başlıklı yüksek lisans tezinde, afet sonrası en sık karşılaşılan problemlerden biri olan barınma konusu ele alınmıştır. Araştırmada barınma sorunu üç aşamada incelenmiştir: acil yardım, rehabilitasyon ve yeniden yapımdır.

Her aşama için geleneksel yöntemlerin yanı sıra farklı sistemlerle oluşturulmuş örnekler değerlendirilmiş ve yapım, birleşim teknikleri, konstrüksiyon, malzeme, yapım yaklaşımı ve yalıtım gibi kriterler üzerinden tablolar hazırlanmıştır. Çalışmanın sonucunda, geçici konut kavramını tanımlayan temel değerler ve özellikler grafikte yoğunlaşma noktalarıyla ortaya konmuştur.

Bozkır (2001), Hafif prefabrike sistemlerle afet sonrası konut üretiminde malzeme seçimi ve yapı fiziği sorunları başlıklı tezinde, afet sonrası acil çözüm sunan hafif prefabrik konutların kullanıcı sağlık ve konforunu artıracak şekilde tasarlanması ve üretilmesini hedeflemiştir. Yöntem olarak, 1999 depremi sonrası deprem bölgelerinde yaşayan hafif prefabrik konut kullanıcıları tespit edilmiş ve araştırma bulguları, doğal afetler sonrası hafif prefabrike sistemlerin etkin bir çözüm olabileceğini göstermiştir [12].

Taşlı (2002), Afet sonrası acil ve geçici barınak ihtiyacının karşılanmasına yönelik araştırma başlıklı tezinde, Türkiye'de insan yaşamında en fazla zarara yol açan afetin deprem olduğu vurgulanmıştır. Çalışmada afetin bir kader olarak algılanması ve afet öncesi projelendirme aşamalarının kurumsallaşmamış olması ele alınmıştır. Afet sonrası barınma yapılarında yer seçimi detaylı şekilde incelenmiş, çadırlar ve geçici barınak örnekleri değerlendirilmiştir. Sonuç bölümünde ise, 1999 Marmara Depremi örneği üzerinden Türkiye'deki acil barınak uygulamaları analiz edilerek geleceğe yönelik öneriler geliştirilmiştir [13].

Özden (2004), Senirkent'de afet sonrası kalıcı uygulamaların değerlendirmesi başlıklı yüksek lisans tezinde, Türkiye'nin coğrafi olarak en sismik bölgelerden birinde yer aldığı vurgulanarak, deprem sonrası kısa ve uzun vadeli acil konut ihtiyacının nasıl karşılandığı incelenmiştir. Çalışmada elde edilen bulgular, gelecekte yapılacak çalışmalar için bir kaynak oluşturması hedeflenmiş ve afet sonrası konut uygulamalarının başarısını artıracak bir model geliştirilmiştir [14].

Onur (2005), Türkiye'de afet sonrası kurulan geçici konut yerleşkelerinin kronolojik incelemesi – İzmit ve Yalova'da kurulan prefabrik yerleşim örnekleri üzerinde değerlendirme adlı yüksek lisans tezinde, afetler ve afet sonrası karşılaşılan problemler ele alınmıştır. Marmara Depremi sonrası uygulanan prefabrike yerleşimler incelenmiş, İzmit ve Yalova'daki prefabrik yerleşimlerde yapılan anketler değerlendirilerek kavramsal altyapı desteklenmiştir [15].

Özdemir (2005), Afet sonrası planlanan kalıcı konutların mekânsal ve sosyo-ekonomik bütünleşme sorunları: Adapazarı örneği adlı çalışmasında, deprem sonrası evsiz kalan vatandaşların barınma ihtiyaçlarını karşılamak ve yaşamlarını normale döndürmek amacıyla oluşturulan geçici ve kalıcı yerleşimlerin değerlendirilmesinde fiziksel koşulların gözetildiği, ancak kalıcı konutların planlama süreçlerinde mekânsal ve sosyo-ekonomik bütünleşme sorunlarının yeterince ele alınmadığı belirtilmiştir. Çalışmada kalıcı konutlarda ortaya çıkan problemlere yönelik optimum çözüm önerileri sunulmuştur [16].

Özdemir (2005), Sürdürülebilir çevre için binaların enerji etkin pasif sistemler olarak tasarlanması adlı tezinde, Türkiye'nin iklim özelliklerine göre binaların enerji etkin pasif sistemlerle tasarlanması süreci ele alınmıştır. Beş farklı iklim bölgesi için tasarım parametreleri tablolar ve grafiklerle sunulmuş, enerji korunumu, güneş enerjisinden pasif ve aktif yararlanma yöntemleri ve kullanıcı-iklim-bina ilişkisi değerlendirilmiştir [17].

İnal (2008), Afet sonrası kalıcı konutlarda esneklik kavramının değerlendirmesi: Gölyaka-Düzce başlıklı doktora çalışmasında, kalıcı konutlarda yaşanan uyum sorunları ve bu sorunların kaynakları incelenmiştir. Düzce'de iki farklı bölgede iki konut tipi üzerinden yapılan kullanıcı görüşmeleri sonucunda, konut büyüklüğünün yetersizliğinin esnekliği sınırladığı; ahşap ve çelik sistemlerin betonarme yapılarla kıyaslandığında esneklik ve kullanıcı memnuniyeti açısından daha uygun olduğu tespit edilmiştir [18].

Savaşır (2008), Afet sonrası uygulanacak ve geçiciden kalıcıya dönüştürülecek konut tasarımları için Türkiye koşullarına uygun yapım sistemlerinin irdelenmesi adlı doktora tezinde, afet sonrası geçici barınma birimlerinden kalıcı konutlara geçiş süreci için bir model geliştirilmiş, fayda-değer analizi kapsamında alternatif tasarım ve plan şemaları karşılaştırılmıştır. Bu çalışma, Türkiye koşullarına uygun ve afet sonrası barınma ihtiyacını etkin şekilde karşılayabilecek bir model önerisi sunmayı hedeflemiştir [7].

Tıkır (2009), İstanbul'da Mevcut Bir Konutun Dış Kabuğunun Enerji Etkin Yenilenmesi ve Ekonomik Etkinliğinin Değerlendirilmesine Yönelik Bir Çalışma adlı yüksek lisans tezinde, İstanbul'daki bir konutun bina kabuğu üzerinde bilgisayar simülasyonu ile enerji etkin yenileme uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada, sürdürülebilir enerji kullanımı için farklı araçların entegrasyonu önerilmiş ve yapılan iyileştirmelerin enerji tüketimi ile çevresel etkileri incelenmiştir. Simülasyon sonuçlarına göre, kullanıcıya maliyet açısından en uygun yenileme seçeneği belirlenmiştir [19].

İlhan (2010), Afet sonrası rehabilitasyon aşamasında barınma uygulamalarının sürdürülebilirlik doğrultusunda irdelenmesi başlıklı tezinde, afet sonrası barınma süreçlerinde ortaya çıkan kaynak tüketimi, ekonomik ve çevresel sorunlar ile kullanıcı gereksinimlerinin karşılanamaması gibi problemlere değinmiştir. Araştırmada, sürdürülebilirlik ilkeleri ve afet öncesi planlamalar ile bu sorunların azaltılabileceği vurgulanmıştır [20].

Yalaz (2012), Afet sonrasında yapılan geçici konut örneklerinin ve yapım sistemlerinin değerlendirilmesi başlıklı tezinde, afet sonrası en büyük problemin barınma sorunu olduğunu belirtmiş ve Türkiye ile dünyadaki geçici konut uygulamalarını incelemiştir. Çalışma sonucunda, demontabl sistemlerin diğer sistemlere göre daha üstün olduğu ve afet konutu tasarımında dikkate alınması gereken kriterlerin belirlenmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır [21].

Uslusoy (2012), Yenilenebilir enerji kaynakları kullanan enerji etkin binaların yapı bileşeni açısından irdelenmesi adlı tezinde, yapıların çevresel etkilerini minimize eden sistem ve kavramları tanıtmış; enerji etkin binalarda kullanılan yapı bileşenleri ve temiz enerji teknolojileri incelenmiş ve Türkiye'ye uyarlanabilir uygulama önerileri sunulmuştur [22].

Deksi (2016), Olağanüstü Durumlarda Barınma İçin Yenilikçi Bir Yaklaşım Önerisi: 3D Yazıcı ile Uygulama adlı makalesinde, afet durumlarında barınak tasarımına 3D yazıcı teknolojisi ile çözüm önerisi sunmuştur. Çalışmada çadır, prefabrike ve kerpiç barınaklar incelenmiş, 3D yazıcı ile yapılabilecek yeni bir çamur barınak tasarımı detaylandırılmıştır [23].

Karaoğlan (2018), Architectural form exploration by soft computing: The case of post-disaster shelter adlı yüksek lisans tezinde, İstanbul ve çevresinde olası bir deprem sonrası barınma ihtiyacına yönelik alternatif çözümler araştırılmıştır.

Çalışmada kavramsal tasarımdan dijital üretim yöntemlerine kadar bir model dönüşümü incelenmiş ve bütünleşik sistemler üzerinden farklı üretim seçeneklerinin mümkün olduğu savunulmuştur [24].

Beyaz (2018), Afet sonrası dönem konutları başlıklı yüksek lisans tezinde, afetlerin can ve mal kayıplarına neden olduğu ve afet sonrası afetzedelerin barınma ihtiyacının öne çıktığı vurgulanmıştır. Çalışmada, teknolojik gelişmelerle geçici barınak üretiminin gelişimi incelenmiş, afet sonrası rehabilitasyon döneminde kullanılan geçici konut tiplerine örnekler verilerek açıklamalar yapılmıştır [25].

Çağlı (2018), Enerji Etkin Bina Tasarımı ve Adana Örneği: Binalarda enerji tüketimi ve maliyetin özellikle sıcak ve nemli kentlerde yoğun olduğu, soğutma için harcanan enerjinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Amaç, yeni ve mevcut binalarda enerji ihtiyacını azaltmak, çevreyi ve insan sağlığını korumak ve yasa-yönetmeliklere alt yapı oluşturmaktır. Akdeniz ikliminde Adana örneği ile simülasyonlar yapılmıştır [26].

Çetindaş (2019), Afet sonrası kalıcı konutlarda katılımcı yaklaşım: Afetzedelerin barınma sürecine katılımının önemi vurgulanmış; katılımcı yaklaşım ile konut üretim süreçlerinin iyileştirilmesi ve kullanıcı gereksinimlerine uygun çözümler geliştirilmesi ele alınmıştır [27].

Günal (2020), Afet sonrası yeniden yapılanma döneminde prefabrike geçici konutlarda yaşam şartlarını irdeleyen katılımcı yaklaşım önerileri: Geçici konutların travma üzerindeki etkisi araştırılmış ve ev hissi yaratmanın afetzedelerin psikolojik iyileşmesinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Düzce örneğinde yüz yüze anketler yapılmıştır [28].

Çalışma konusu ile ilgili yapılan makale çalışmaları aşağıda yer almaktadır.

Yılmaz (2022), Afet sonrası oluşacak barınma ihtiyacını 3 boyutlu yazıcı teknolojileri ile çözümleme: 3D yazıcı ile geçici konut üretimi incelenmiş, afet ve mülteci göçlerine bağlı barınma ihtiyacının sürdürülebilir ve hızlı çözümlerle karşılanması araştırılmıştır [29].

Limoncu ve Bayülgen (2005), Türkiye'de afet sonrası barınma sorunlarını analiz etmiş, acil yardım, rehabilitasyon ve yeniden yapım aşamalarını altı deprem örneği üzerinden incelemiştir [30].

Enginöz ve Ünlü (2006), Afet konutlarında tasarım değerlendirmesi yaparak, afetzedelerin sosyo-ekonomik yaşamına uygun konut tasarımının önemini vurgulamıştır (Afyon-Dinar örneği) [31].

Arslan ve Ünlü (2010), Afet sonrası yer değiştirme ve yere bağlılık konusunu değerlendirerek, psiko-sosyal ve fiziksel durumlara uygun yeniden yapılanma için yöntem önermiştir (Düzce örneği) [32].

Laçiner (2013), Van depremi örneğinde afet sonrası yardımların ve hukuki çerçevesinin değerlendirilmesi yapılmış, idari süreçlerin afet yardımında eksiklikleri ele alınmıştır [33].

Yüksel ve Limoncu (2013), Afet sonrası geçici eğitim yapılarının sürdürülebilirliği üzerine çalışmalar yapmış, eğitim hizmetlerinin kesintisiz devamı için tasarım, üretim ve kullanım süreçlerinde sürdürülebilirlik vurgulanmıştır [34].

Özata ve Limoncu (2014), 16. ve 20. yy. İstanbul ve yakın çevresinde deprem sonrası barınma uygulamalarını incelemiş, tarihsel süreç ve acil yardım, rehabilitasyon ve yeniden yapım aşamalarını tablolarla analiz etmiştir [35].

Felix vd (2013), Konut yeniden inşa programları, afet sonrası iyileşmede kritik bir role sahiptir ve geçici konut uygulamaları bu sürecin önemli bir bileşenidir. Ancak bu uygulamalar, sürdürülebilirlik ve kültürel uyum açısından yetersizlikleri nedeniyle eleştirilmektedir. Araştırma, bu olumsuzlukları azaltmaya yönelik temel kılavuzlar önermektedir [36].

Taş (2015), Türkiye'de afet sonrası kalıcı konut üretimi ve kentsel dönüşüm süreçlerinde konut kimliğini belirleyen temel unsur kullanıcıların yaşam biçimleridir. Bursa'da yapılan bu çalışma, konut kimliğinin komşuluk ilişkileri, açık alan kullanımı ve mevsimsel ihtiyaçlar tarafından şekillendiğini ve yerel yaşam özelliklerini yansıtan yerleşmelerin kullanıcı memnuniyetini artırdığını ortaya koymaktadır [37].

Karamanoğlu (2017), Deprem riski yüksek bölgelerde iç mekân düzenlemelerini incelemiş (Tosya örneği), geçmişteki afetlerden öğrenilen derslerle yapı ve mekân planlamasına dair öneriler sunmuştur [38].

Akalın (2017), Kentli yoksulların konut sorununa yönelik artımlı konut modeli önerisi sunmuş, Alejandro Aravena'nın yaklaşımı ile Türkiye'deki kentli yoksulların sosyo-ekonomik ve psikolojik sorunlarını azaltmayı hedeflemiştir [39].

Dobrucalı (2017), "Toplu Konutların SWOT Analizi ile Değerlendirilmesi: Sakarya Deprem Konutları Örneği" başlıklı çalışmasında, 1999 Marmara Depremi sonrasında Sakarya ilinde ortaya çıkan konut ihtiyacını karşılamak amacıyla inşa edilen deprem konutlarını ele almıştır. Çalışmada, söz konusu konutların tasarım süreçlerinde kullanıcı gereksinimlerinin göz ardı edildiği vurgulanmış ve günümüzde hâlen kullanılan bu konutlardaki kullanıcı memnuniyetsizliklerini belirlemek amacıyla 100 katılımcıyla anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler SWOT analizi yöntemiyle değerlendirilmiş ve konutların güçlü ve zayıf yönleri ortaya konulmuştur [40].

İnan (2017), "Mülteci Kampları ve Yerleşim Alanlarında Sürdürülebilir Tasarım" başlıklı makalesinde, Suriye krizi sonrası Türkiye'ye gelen mültecilerin barınma ihtiyaçlarının ele alındığı kamp alanlarını incelemiştir. Haziran 2017 itibarıyla Türkiye'de 22 kamp ve toplam 260 bin mülteci bulunmaktadır. Çalışmada, bu kampların öngörülenden daha uzun süreli kullanımına karşılık, sürdürülebilir ve uzun vadeli yaklaşımların benimsenmesi gerektiği vurgulanmış; peyzaj tasarım ilkeleri ve sosyal sistemlerin bütüncül bir şekilde değerlendirilmesi önerilmiştir. Makalede ayrıca Türkiye'deki mülteci kampları karşılaştırılmış ve ekolojik yaklaşımlı sürdürülebilir tasarım örnekleri sunulmuştur [41].

Sarı ve Aktar (2017), "Deprem Sonrası Yapılan/Yapılacak Binalarda Engelli ve Yaşlılara Dönük Düzenlemelere İlişkin Uygulayıcıların Görüşleri: Van İli Örneği" başlıklı çalışmalarında, 2011 Van Depremi sonrası görev yapan mühendis, mimar ve çevre düzenlemecileriyle gerçekleştirilen görüşmelere dayanarak deprem sonrası bina ve çevresel düzenlemeleri değerlendirmiştir. Çalışmada nitel araştırma yöntemi uygulanmış ve toplam 15 kişiyle görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada engelli ve yaşlı bireylerin ihtiyaç farkındalığı, özel mülkiyet, okullar ve hastanelerin erişilebilirliği dört başlıkta incelenmiş ve sonuç olarak deprem sonrası oluşturulan binalarda çağdaş yaşam standartlarının yaşlı ve engelliler açısından yeterince sağlanmadığı tespit edilmiştir [42].

Mızrak (2018), "Eğitim, Afet Eğitimi ve Afete Dirençli Toplum" başlıklı çalışmasında, afet eğitimlerinin toplumların direnç kapasitesini artırmadaki rolünü ele almıştır. Çalışmada, afetlerin yol açtığı zararların büyük ölçüde afet eğitimleri ile azaltılabileceği vurgulanmış; eğitimlerin bilgi düzeyini artırarak toplumun bilinçlenmesine katkı sağladığı ifade edilmiştir. Ayrıca, gelecek nesillerin afet eğitimine erişimi ve akademik çalışmaların artırılması gerektiği önerilmiştir [43].

Akyıldız ve Gürboğa (2018), "Yaşlı Afetzedelerin Geçici Barınma İhtiyaçlarının Karşılanması: Kahramanmaraş-Elbistan Prefabrik Huzurevi Örneği" başlıklı makalelerinde, afet durumlarında en temel ihtiyacın barınma olduğunu vurgulamışlardır. Çalışmada, yaşlı kullanıcıların geçici barınma bağlamında hayatlarını sürdürebilmeleri amacıyla huzurevi binası model olarak seçilmiş ve her türlü afet durumunda kullanılabilir şekilde tasarlanmıştır [44].

Limoncu ve Atmaca (2018), "Çocuk Merkezli Afet Yönetimi" başlıklı çalışmalarında, afetlerin fiziksel, sosyal ve ekonomik kayıplara yol açtığını belirterek afet öncesi hazırlıkların önemini vurgulamışlardır. Çalışmada, çocuk odaklı afet yönetim planlarının geliştirilmesi için rehberlik ve farkındalık oluşturulması gerektiği önerilmiştir [45].

Çilingir (2018), "Türkiye'de Uygulanan Afet Yönetimi Politikalarının İncelenmesi: Yasal Düzenlemeler ve DASK" başlıklı çalışmasında, Türkiye'de afet yönetimi politikalarının tarihsel gelişimini incelemiştir. 1999 Marmara Depremi sonrası ortaya çıkan afet yönetimi yetersizlikleri ve yeni politikaların geliştirilme zorunluluğu vurgulanmıştır. Ayrıca, Doğal Afet Sigortaları Kurumu (DASK) ile ilgili genel bilgiler verilmiş ve deprem sonrası maddi kayıpların yönetimi ele alınmıştır [46].

Sarıçam (2019), "Kentsel Açık-Yeşil Alanların Afet Sonrası İşlevleri" başlıklı çalışmasında, küresel iklim değişikliği ve artan afet riskleri ışığında doğayla uyumlu bir bilinç geliştirilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Araştırmada afet sonrası toplanma, barınma ve tahliye hizmetleri açısından kentsel açık-yeşil alanların önemi belirtilmiş ve afet parklarının planlanmasına yönelik öneriler sunulmuştur [47].

Büyüktaşkın, Akşit ve Öztürk (2019), "A Study on Steel Framed Residences in Terms of Energy Performance" başlıklı çalışmalarında, artan konut ihtiyacına hızlı ve enerji verimli çözümler sunan yapı teknolojilerini incelemişlerdir. 1999 Kocaeli-İzmit Depremi sonrası çelik taşıyıcı sistemli konutların artan bir şekilde tercih edildiği belirtilmiş ve bu yapıların enerji performansı bakımından değerlendirilmesi yapılmıştır. Ayrıca, TS825 Standardı ve Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği ile uyumlulukları da ele alınmıştır [48].

Orhan ve Keskinok (2019), "Afet Sonrası Hane Halklarının Yer Seçim Kararları ve Kentsel Dirençlilik: Değirmendere Örneği" başlıklı çalışmada, afet sonrası hane halklarının yer seçimi kararlarının kentsel dirençlilik açısından önemini incelemişlerdir. Çalışma kapsamında 490 hane halkıyla anket yapılmış ve afetzedelerin mevcut bölgelerinden ayrılmama isteklerinin alanın yeniden inşası için itici güç oluşturduğu ortaya konmuştur [49].

Doğan (2020), "Hareketli Mekân Tasarımındaki Ergonomik Faktörlerin Deprem Bölgesi Konutlarına Uygulanması" başlıklı çalışmasında, hareketli mekân tasarımının deprem bölgelerinde iç mekân güvenliği ve ergonomi açısından önemini ele almıştır. Çalışmada, karavan ve tekne gibi hareketli mekân çözümlerinin, riskli bölgelerde yapıların iç mekân tasarımında uygulanabilirliği incelenmiş; nicel ve nitel araştırma yöntemlerini içeren karma bir yöntemle analizler gerçekleştirilmiştir [50].

Mutlu ve Kaya (2020), "Bellek Mekânlarının Hatırlama ve Unutulma Döngüleri Çerçevesince Belirlenmesi İçin Bir Metodolojik Öneri: Düzce Örneği" başlıklı çalışmalarında, yaşam izi ve anıların kentsel mekânlarda birikerek mekâna ait kimlik ve aidiyet duygusunu oluşturduğunu vurgulamışlardır. Deprem sonrası önemli bir kentsel yıkım yaşamış olan Düzce halkının bellek mekânlarının tespit edilmesi amacıyla bir metodolojik öneri geliştirilmiştir. Araştırmada iki aşamalı bir yöntem uygulanmış; sözlü mülakatlar ve zihinsel haritalar kullanılmıştır. Bu çalışma, toplumun zihninde süreklilik arz eden mekânların korunması ve geliştirilmesi yoluyla kent kimliğinin sürekliliğine katkı sağlamayı hedeflemektedir [51].

Çalışkan ve Arpacıoğlu (2020), “Yapı Üretiminde Eklemeli İmalat Teknolojilerinin Karşılaştırmalı Değerlendirmesi” başlıklı çalışmalarında, eklemeli imalat teknolojilerinin mimari uygulamalardaki karşılaştırmalı kullanımını incelemişlerdir. Çalışmada, eklemeli imalatın halen gelişim aşamasında olduğu, gelecekte endüstri ve mimari alanlarda etkin şekilde uygulanacağı öngörülmektedir. Yüksek maliyet dezavantajına yönelik olarak ise kalıp üretimlerinin daha yaygın hâle geleceği belirtilmiştir [52].

Şengül, Nakip, Gökmen ve Dinç (2021), “Düzce İl Merkezinde 1999 Depreminden Sonra Yapılan Konutlarda Yaşayan Ailelerin Demografik Faktörlere Göre Memnuniyet Derecelerinin Ölçülmesi” başlıklı çalışmasında, barınma ihtiyacının insan yaşamındaki temel önemine dikkat çekmişlerdir. Araştırmada, Düzce depremi sonrasında inşa edilen konutlarda yaşayan ailelerin memnuniyet düzeyleri demografik özellikler ışığında değerlendirilmiştir. Sonuçlar, genel olarak kullanıcıların memnun olduğunu göstermiştir; ancak eğitim seviyesinin artışıyla memnuniyetin azaldığı tespit edilmiştir. Bu durum, konut tercihlerinin kullanıcıların demografik özelliklerinden etkilendiğini ortaya koymaktadır [53].

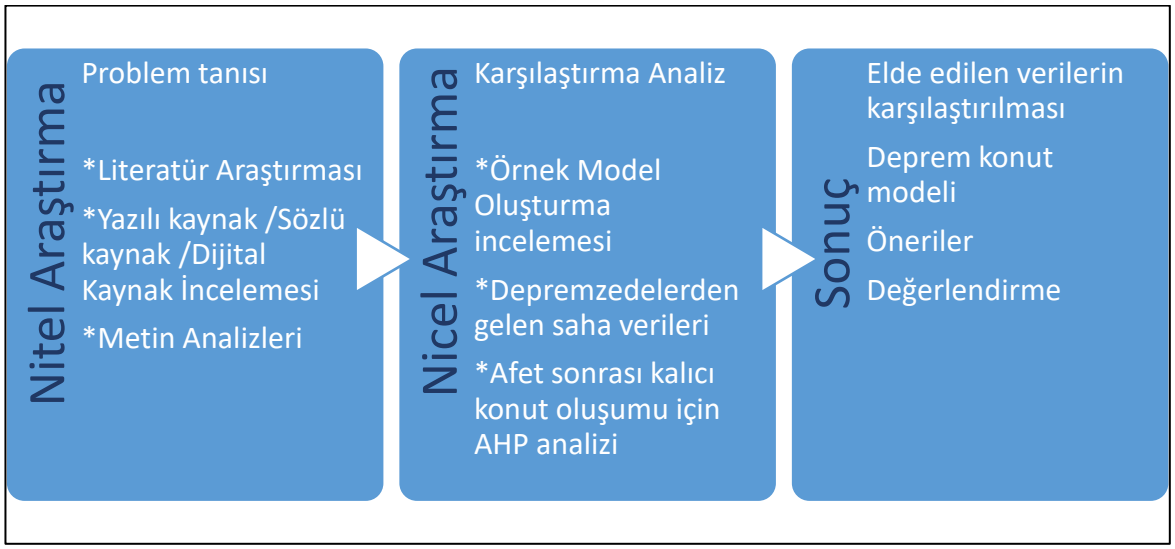
Genel olarak literatür incelendiğinde, afet konutları, geçici barınaklar ve afet sonrası yapı üretimi üzerine yapılan çalışmaların büyük ölçüde benzer yöntem ve örneklemle yürütüldüğü, farklı iklimsel, sosyo-kültürel veya topoğrafik koşulların yeterince dikkate alınmadığı görülmektedir. Mevcut yöntemlerin bu bağlamda yetersiz kaldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Bu çalışmada, afet konutlarının yenilikçi yapım teknolojileri ile optimize edilmesi ve afetzedelerin sosyo-kültürel ihtiyaçlarını karşılayacak bir modelin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Günümüzde afet sonrası barınma ihtiyaçlarının karşılanmasında yaygın olarak kullanılan geleneksel yöntemlerin avantaj ve dezavantajları incelenecek, mevcut eksiklikler belirlenerek “Yenilikçi yapım teknolojileri ile çözülebilir mi?” sorusuna yanıt aranmıştır. Araştırmada kavramsal çerçevenin oluşturulmasında karma araştırma yöntemi (nicel ve nitel yöntemlerin birlikte kullanımı) tercih edilecektir ve yenilikçi yapım teknolojileri ile daha etkin bir afet konut modeli önerilmiştir.

İncelenecek modellerde; eklemeli imalat (katmanlı) teknolojiler, hareketli yapı sistemleri, hücresel sistemler ve hafif çelik modüler kutu sistemler gibi yenilikçi yapım yöntemleri araştırılmıştır. Yenilikçi yapım teknolojilerine ait özellikleri detaylı olarak incelenmiş, yapı şekli ve geometrisi, kullanıcı sayısı, iklim koşulları, yerleşim yerinde üretim imkânı ve yapım ekonomisi gibi bağlı değişkenlere göre tasarım alternatifleri düşünülerek en uygun yenilikçi yapım teknolojisi ortaya çıkarılmıştır.

Araştırmada bilgisayar simülasyon programlarından yararlanılmıştır. Simülasyon, karmaşık sistemlerin daha basit bir modelle temsil edilerek, gerçek davranışın tahmin edilmesi ve analiz edilmesi sürecidir. Temel amaç, karmaşık bilgilerden arınarak yalnızca ilgili unsurları dikkate almak, daha az önemli olanları elemek ve sistemin olası davranışını öngören bir model geliştirmektir [54].

Geliştirilecek ve incelenecek çalışma kapsamında; model maliyet analizi incelenmesinde "Oska Yazılım" programı, yapım süresi analizinde "MS Excel" çoklu karar verme yönteminde ise "Super Decisions" programından faydalanılmıştır.



Şekil 1.3. Tez metodolojisi şeması



Şekil 1.4. Tez akış şeması

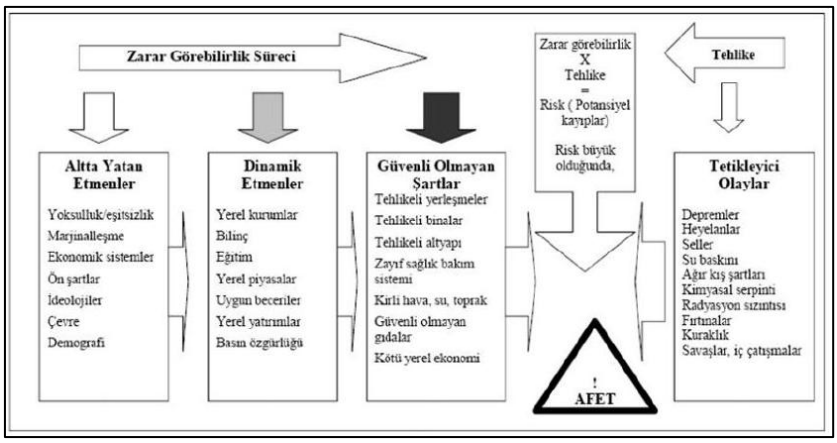
2. KAVRAMLAR VE TANIMLAR

Bu bölümde afet tanımı ve afet kavramı ile afetlerin genel özellikleri, afet sonrası barınma tarihçesi, afet yönetimi incelenmiş, detaylı olarak şemalar ile gösterilmiştir.

2.1. Afet Tanımı ve Afet Kavramı

Afet, çeşitli doğa olaylarının yol açtığı yıkım olarak tanımlanmaktadır [1]. Bununla birlikte, afet, bir toplumun normal işleyişini aksatarak can kaybı ve ekonomik zararlara yol açan, çevresel ve sosyal felaketlere neden olan, doğa kaynaklı veya insan kaynaklı ve genellikle toplumun tek başına başa çıkamayacağı olaylar bütünü şeklinde de ifade edilmektedir [2]. Daha genel bir perspektiften bakıldığında ise afet, toplum ve bireylerin yaşamlarını sürdürdükleri toplumsal bağlamda meydana gelen bozulma veya mevcut beklentilerden radikal biçimde sapma olarak tanımlanmaktadır [3].

Afetler çoğu zaman doğa kaynaklı yıkımlar biçiminde ele alınsa da esasen yıkımların temel nedeni, doğaya uygun olmayan yapılaşma ve insan müdahalesidir. Afetler, sadece can ve mal kayıplarına yol açmakla kalmaz; aynı zamanda ülkelerin ekonomik ve sosyal yapıları üzerinde de önemli olumsuz etkiler bırakır. Doğal afetlerin ne zaman ve hangi ölçekte ortaya çıkacağı tam olarak öngörülemez ve tamamen önlenemez; ancak alınacak önleyici tedbirler ile etkileri büyük ölçüde azaltılabilir. Bir olayın afet olarak nitelendirilebilmesi için, etki alanında can ve mal kayıplarına yol açması gerekmektedir [5].



Şekil 2.1. Tehlike, zarar görebilirlik ve afet ilişkisi [5]

Afetler, fiziksel, sosyal ve ekonomik kayıplara yol açan, bireylerin günlük yaşamını ve toplumsal işleyişi aksatan olaylardır. Bu bağlamda afetlerin genel özellikleri şu şekilde özetlenebilir:

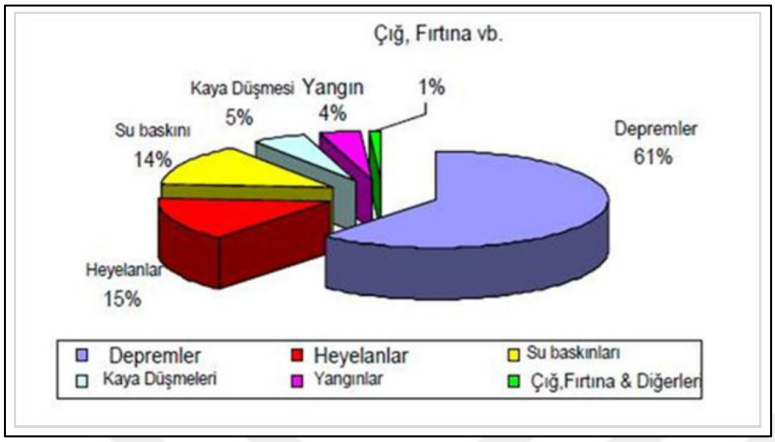
- Afetler, can ve mal kayıplarının yanı sıra salgın hastalıklar gibi olumsuz etkiler yaratmakta ve toplumu fiziksel, sosyal ve psikolojik açılardan etkilemektedir.
- Etkileri uzun süre devam edebilir ve devlet kurumlarının işleyişini olumsuz yönde etkileyebilir.
- Meydana geldikleri bölgede altyapıya ve fiziksel çevreye zarar verir, önemli ölçüde mal kaybına neden olur.
- Afetlerin etkileri, afetin meydana geldiği ülkenin ekonomik ve toplumsal gelişmişlik düzeyine göre değişkenlik göstermektedir.
- Afet kaynaklı kayıplar, nüfus yoğunluğu, yapıların dayanıklılığı, yerleşim alanlarının niteliği ve afete karşı önceden alınan önlemler gibi faktörlere bağlı olarak farklılık arz edebilmektedir [55].



Şekil 2.2. Afet süreç yönetimi [56]

Afetler, genel olarak doğal ve teknolojik afetler olmak üzere iki ana kategori altında sınıflandırılmaktadır [57]. Doğal afetler arasında deprem, heyelan, toprak kayması, tayfun, kasırga ve volkanik patlamalar gibi olaylar yer almaktadır.

Buna karşılık, teknolojik veya insan kaynaklı afetler; savaşlar, nükleer kazalar, endüstriyel kazalar ve trafik kazaları gibi olayları kapsamaktadır [58].



Şekil 2.3. Son altmış yılda Türkiye'de meydana gelen doğal afetler ve bu afetlerin neden olduğu yapısal hasar oranları üzerine yapılan çalışmalar [6]

2.2. Afet Sonrası Barınma ve Tarihçesi

Yaşamın en temel gereksinimlerinden biri olan barınma ihtiyacı, afet sonrasında hasar görmüş ya da yıkılmış yapılarla karşılaşan afetzedeleri en hızlı biçimde etkileyen durumlardan birisidir. İnsanoğlu var oluşundan günümüze kadar pek çok afet ile karşılaşmış, karşılaştığı afetlerden etkilenme durumuna ve o günkü koşullara göre reaksiyon göstererek olumsuz durumdan en hızlı şekilde kurtulmaya çalışmıştır. Şekil 2.4'teki görsel incelendiğinde Lizbon'da meydana gelen depremin ardından insanların geçici barınma ihtiyaçlarını çadırlar kurarak karşıladığı görünmektedir. 1755 yılında meydana gelen Lizbon depremi sonrasındaki uygulamalar literatüre "modern afet uygulaması" olarak girmiştir [59].



Şekil 2.4. Lizbon depremi sonrası gravürü [60]

Lizbon Depremi, tarihe kayıtlı en büyük depremlerden biri olarak 9,0 büyüklüğünde gerçekleşmiştir.

Depremin hemen ardından yaşanan yıkım ve sonrası süreç, tarihteki ilk koordineli afet müdahalesinin başarılı bir şekilde organize edildiği örnek olarak kayda geçmiştir. Bu olay, afet yönetimi uygulamalarının erken dönem örneklerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Dönemin yetkilileri, deprem sonrası süreci etkin bir biçimde organize etmiş; silahlı kuvvetleri kullanarak asayişi sağlamış, şehrin güvenliğini temin etmiş ve kent dışından gıda tedarik ederek temel ihtiyaçların karşılanmasını sağlamıştır. Ayrıca, yiyeceklerin karaborsaya düşmesini önlemiş ve fiyatların kontrol altında tutulmasını garanti altına almıştır. Afet sonrası yürütülen bu politika neticesinde durum kontrol altına alındıktan sonra ordu mühendisleri ile kenti yeniden imar ve inşa etmiştir. Lizbon depremi ile elde edilen bulgular neticesinde depremin yapılar üzerine etkileri incelenmiş, yeniden imarı sırasında kullanılmıştır. 18. yy. için bu durum son derece önemli bir yenilik olmuştur.



Şekil 2.5. Lizbon Depremi sonrası görsel [61]

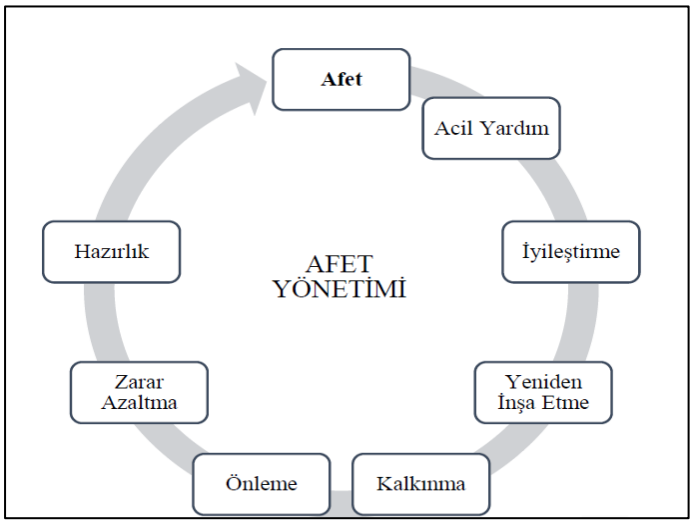
Afetlerden etkilenen bireylerin, mümkün olan en kısa sürede güvenli ve yeterli konfor koşullarına sahip alanlara sevk edilmesi büyük önem taşımaktadır. Afet sonrası barınma ihtiyacının karşılanması, planlama ve uygulama açısından birden fazla aşamayı içermektedir. Türkiye'de AFAD' ın yayımlamış olduğu "Türkiye'de Afet Yönetimi ve Doğa

Kaynaklı Afet İstatistikleri, 2018'e göre afet müdahalesi için planlama ve işleyişe dair açıklama yer almaktadır.

Söz konusu raporda, afetzedelerin barınma ihtiyaçlarının karşılanmasında görev alacak birimlerin sorumlulukları ayrıntılı olarak ele alınmakta; olası bir afet durumunda Türkiye genelinde barınma ihtiyaçlarını karşılayabilecek depo ve müdahale merkezlerinin konumlandırılması ile afet sonrası eylem planlarının organizasyonu hakkında bilgiler sunulmaktadır. Raporda, afetzedelerin barınma ihtiyaçlarının yalnızca çadır veya geçici barınaklarla karşılanmasının yeterli olmadığı, bu sürecin bir dizi aşamayı kapsayan planlı ve koordineli bir süreç olarak ele alınması gerektiği vurgulanmaktadır.

2.3. Afet Yönetimi

Afetleri önlemek insanlar için çok sınırlı bir durum olsa da afet yaşanması durumunda yapılabilecek eylemler farklıdır. Afet sonrası oluşacak olumsuz durumları en aza indirmek ya da toplumsal açıdan meydana gelecek olumsuzlukları minimize etmek adına bir takım önleme, yönetme ve bilgilendirme ortaya konmaktadır. İnsanların bulundukları çevrede meydana gelen doğal olaylar hakkında bilgi sahibi olmaları, bu olayların özelliklerini detaylı bir şekilde anlamaları ve benzer olayların tekrarında zarar görme olasılığını en aza indirecek önlemler geliştirmeleri sürecine "afet yönetimi" adı verilmektedir [56].



Şekil 2.6. Afet Yönetimi Süreçleri [56]

Afet yönetimi kavramıyla beraber etki, acil müdahale, iyileştirme, yeniden inşa ve kalkınma gibi afet sonrası çalışmaların bütünü kriz yönetimi olarak adlandırılmaktadır. Afet öncesinde hareketle, afete karşı korumaya yönelik yapılan çalışmalar ise risk yönetimi olarak adlandırılmaktadır [62].

Afet yönetimi süreci, Şekil 2.6'da görüldüğü üzere, afetin meydana gelmesinin ardından çeşitli aşamalardan oluşmaktadır. Bu aşamalar; acil yardım sağlama, iyileştirme faaliyetleri yürütme, yeniden inşa etme, kalkınmayı destekleme, afetleri önleme ve zararları azaltma gibi adımları kapsamaktadır. Afet yönetiminde pek çok disiplin koordineli şekilde çalışmalı, merkezi yönetimler dışında yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları, yazılı ve görsel basın, vatandaşlar vb. pek çok kişinin ortak ve etkili paydaşlığı olmalıdır. Türkiye'de afet yönetimine dair koordinasyon 1999 yılında meydana gelen Marmara depreminden sonra yeniden ele alınmıştır [56].

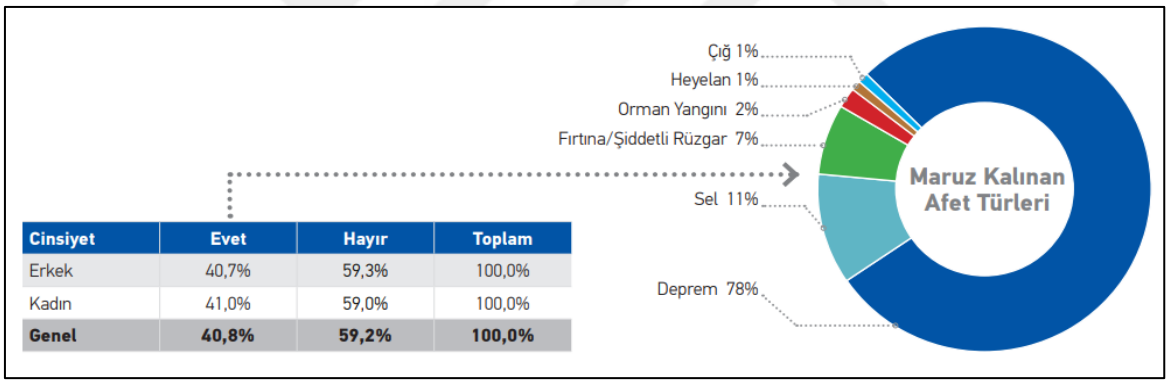
Yaşanan 1999 Marmara depremi ve olumsuzlukları neticesinde kurumların koordineli çalışmaları gerekliliği ortaya çıkmış, afet ya da acil durumlarda gerekli olacak yetki tek elde toplanılmaya karar verilerek 2009 yılında AFAD kurulmuştur. Geçmişte afet yönetimi ve müdahale faaliyetlerinden sorumlu olan Sivil Savunma Genel Müdürlüğü, Afet İşleri Genel Müdürlüğü ve Türkiye Acil Durum Yönetimi Genel Müdürlüğü kapatılmıştır. Bu birimlerin görev ve koordinasyon fonksiyonları, günümüzde tüm afete müdahale süreçlerini bünyesinde toplayan ve İçişleri Bakanlığı'na bağlı olarak faaliyet gösteren Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından yürütülmektedir. AFAD, Türkiye'de uygulamaya koyduğu yeni afet yönetim modeli ile afet yönetiminde yaklaşım önceliğini kriz yönetiminden risk yönetimine kaydırmıştır.

Günümüzde "Bütünleşik Afet Yönetimi Sistemi" olarak adlandırılan bu yaklaşım, afet ve acil durumların yol açabileceği zararları önlemeyi amaçlamakta; tehlike ve risklerin önceden belirlenmesini, olası zararları önleyecek veya en aza indirecek önlemlerin afet gerçekleşmeden önce alınmasını, afet sırasında etkin müdahale ve koordinasyonun sağlanmasını ve afet sonrasında iyileştirme çalışmalarının entegre bir biçimde yürütülmesini hedeflemektedir [63].

AFAD 2020 afet istatistikleri verilerine göre; 1900 yılından 2020 yılına kadarki geçen 120 yıllık sürede 5.0 ve üzeri büyüklükte 1796 deprem kaydedilmiştir (Harita 2.1.). Türkiye

Deprem Tehlike Haritası ile uyumlu bir yapı sergilemektedir. Depremlerin meydana geldiği noktaların dağılımı hem Kuzey Anadolu Fay Hattı'nı hem Doğu Anadolu Fay Hattı'nı hem de Ege Çöküntü Sistemi olarak adlandırılan parçalı yapıyı açık biçimde ortaya koymaktadır. Ayrıca, Kuzey Ege ve Batı Akdeniz bölgelerindeki sismik yoğunluk da dikkat çekicidir. Şekil 2.8'de ise 2009-2019 yılları arasında kaydedilen deprem sayıları gösterilmektedir.

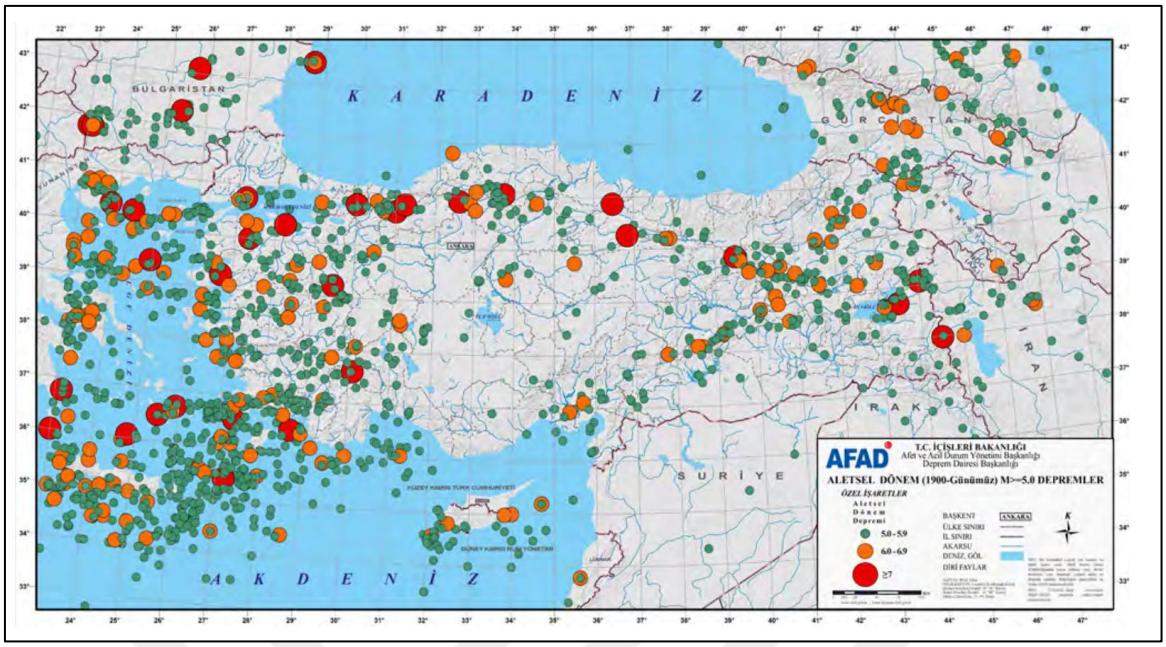
Afetlerin yol açtığı doğrudan ve dolaylı maddi ile manevi kayıplar, günümüz dünyasında afet yönetiminin önemini açıkça ortaya koymaktadır. Afet yönetiminin temel unsurları, afet risklerinin belirlenmesi, bu risklerin azaltılması ve afetlere karşı hazırlıklı olunmasıdır. Bu anlayış doğrultusunda, AFAD, "afetlere dirençli toplum" oluşturma vizyonu çerçevesinde Türkiye Cumhuriyeti vatandaşlarını afetler konusunda bilinçlendirmek amacıyla 10 Temmuz 2019 tarihinde "Afetlere Hazırlık Yılı" adıyla bir farkındalık ve bilinçlendirme programı başlatmıştır.



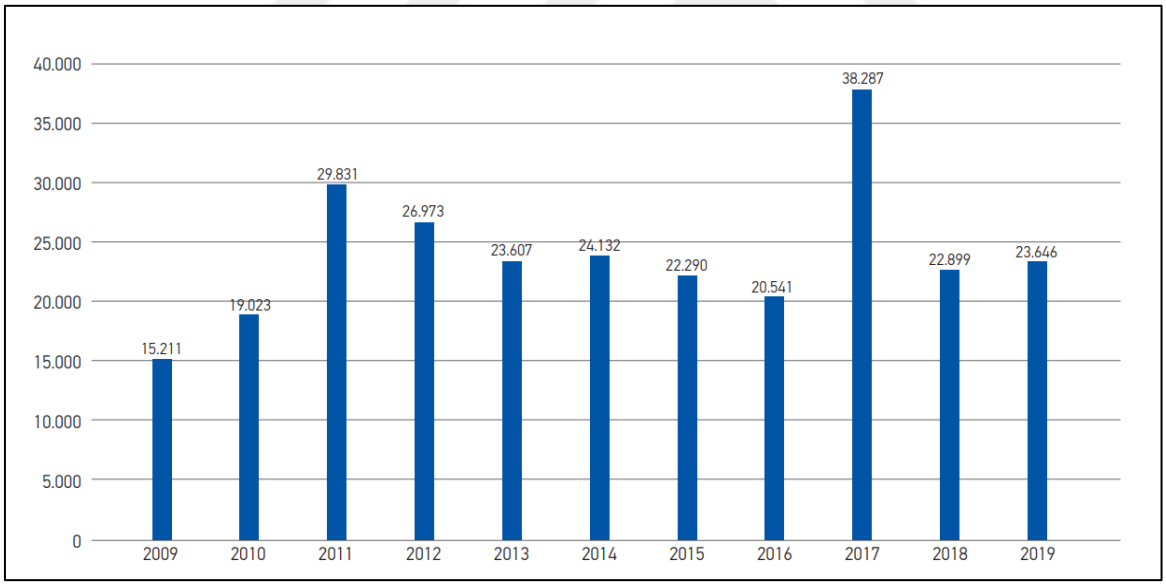
Cinsiyet	Evet	Hayır	Toplam
Erkek	40,7%	59,3%	100,0%
Kadın	41,0%	59,0%	100,0%
Genel	**40,8%**	**59,2%**	**100,0%**

Şekil 2.7. Afetlere maruz kalınma istatistiki verileri [64]

AFAD 'ın 2012 yılından itibaren çalışmalarına başladığı Türkiye Afet Müdahale planı ile Türkiye'de meydana gelebilecek her büyüklükteki afete karşı etkin bir müdahale oluşturmak amaçlanmıştır. Bu bağlamda, afet sonrası müdahalelerin planlı ve etkin bir şekilde yürütülmesinin önemi büyüktür. Bu müdahalelerin temel amaçları; can kayıplarını en aza indirerek yaşamı korumak, afetzedelerin sağlık ve güvenliğini sağlamak, afet sonrası yaşamın normale dönmesini desteklemek, ekonomik kayıpları azaltmak, olası ikincil afetlerin etkilerini önlemek veya minimize etmek ve mevcut kaynakların etkin kullanımını sağlamaktır. Bu hedefler, afet yönetiminin stratejik ve operasyonel boyutlarının bütüncül bir şekilde ele alınmasını gerektirmektedir.

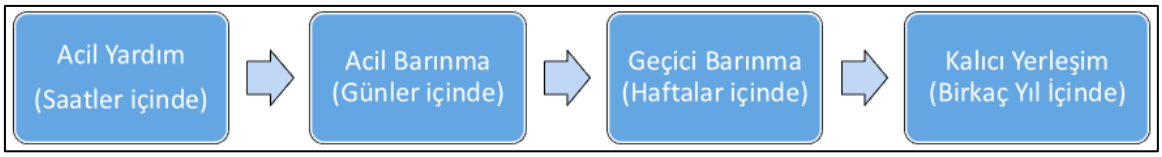


Harita 2.1. Aletsel dönemde, Türkiye sınırları içerisinde kaydedilen büyüklüğü 5.0 ve üzerinde olan depremler [65]



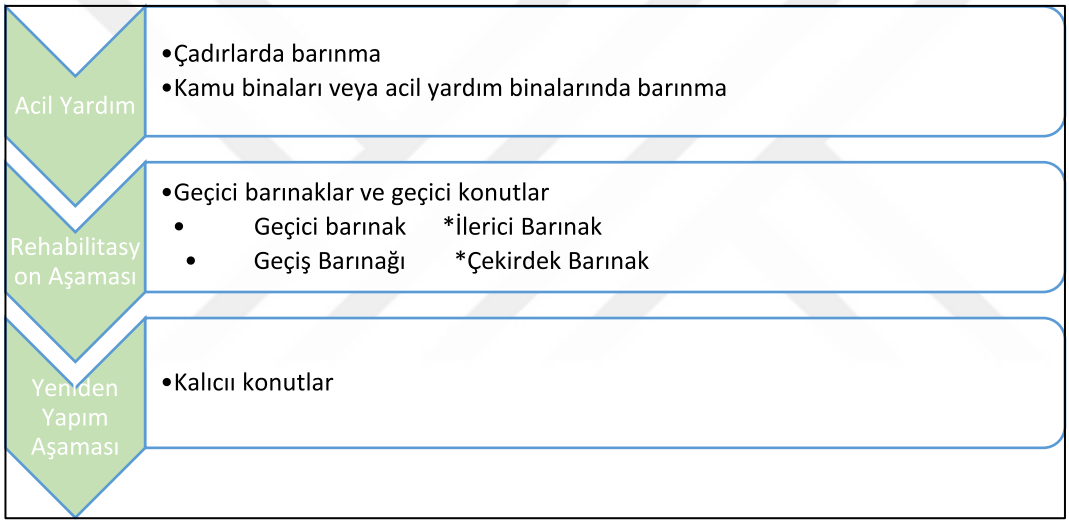
Şekil 2.8. 2009-2019 tarihleri arası kaydedilen deprem sayıları [66]

Meydana gelen afet sonrası barınma biçimleri literatürde farklı biçimlerde ele alınmıştır. Afet sonrası barınma çözümleri dört ayrı başlık altında değerlendirilebilir. Acil müdahale, acil barınak, geçici konut ve kalıcı konut olarak kategorilere ayrılmıştır.



Şekil 2.9. Afet sonrası süreç planlaması [67]

Zaman kavramı afet sonrası barınma açısından oldukça önemlidir. Afet sonrasında en önemli konulardan birisi afetzedelerin en kısa zamanda normal günlük yaşamlarına dönebilmelerinin sağlanmasıdır. Afet sonrasındaki zaman dilimlerine göre şekil 2.12.'de gösterildiği üzere zamana bağlı şekilde barınma aşamaları gösterilmiştir.



Şekil 2.10. Afet sonrası barınma aşamaları [68]

2.4. Acil Yardım Aşamasında Barınma Türleri

Acil yardım aşamasında barınma; acil barınma, geçici barınma, geçici yerleşim, kalıcı yerleşim olarak dört ana başlık altında incelenmiştir.

2.4.1. Acil barınma

Acil yardım aşaması, genellikle afetin hemen ardından, özellikle ilk 24 saat içerisinde kritik önem taşır ve afetzedelerin temel ihtiyaçlarını karşılamaya odaklanır. Bu süreçte barınma, kamusal tesislerde toplu konaklama, tanıdık bir eve sığınma veya çadır-branda gibi geçici sığınaklar aracılığıyla sağlanır. Acil yardımın temel amacı, mümkün olan en kısa sürede en

çok insanın yaşamını kurtarmak, yaralılara ilk yardım sunmak ve acil su, gıda ile barınma ihtiyaçlarını karşılamaktır. Oluşturulan barınaklar, afetzedeleri afetin doğrudan etkilerinden ve çevresel koşullardan koruyacak şekilde düzenlenir. Gelişmiş ülkelerde bu amaçla hastane, okul veya stadyum gibi kamusal yapılar kullanılabilirken, yapı standartlarının düşük olduğu ülkelerde kamu binalarının zarar görmesi nedeniyle acil barınma sınırlı veya ilkel koşullarda sağlanabilmektedir [69].

Çizelge 2.1. Acil Barınma yerlerinde gerekli fonksiyonlar [68]

Acil barınma yerlerinde gerekli fonksiyonlar	
1	Rüzgar, soğuk ve sıcak ile yağış vb. olumsuz hava etkilerinden depremzede (afetzedeleri) korumalıdır.
2	Afete maruz kalanların güvenliklerine ve mahremiyetlerine cevap verecek nitelikte olmalıdır.
3	Afetzedelere tıbbi, medikal yardım ve yiyecek temini faaliyetlerini sağlamalıdır.
4	Hasar endişesi olan afetzedeleri geçici şekilde ağırlayabilmelidir.
5	Mülkiyeti korumalı ve kurtarılmış eşyaları depolayabilmelidir.

Yukarıda sıralanan fonksiyonları sağlamak üzere acil yardım barınakları oluşturulmalıdır. Bu bağlamda;

- Afet ile aynı gün acil durum barınağının teslimi sağlanmalı,
- Kolay lojistik imkânı veren hafif ve taşınabilir malzemeden üretilmiş kompakt olmalı,
- Kurulum açısından hızlı ve az işgücü isteyecek şekilde tasarlanmış olmalı,
- Barınak malzemesi olumsuz koşullara dayanıklı olmalı,
- Kullanım sonrasında demontable olması ile kolay sökülmeli ve başka zamanlarda yeniden kullanılabilirliği sağlamalıdır.

2.4.2. Geçici barınma

Afetzedelerin en temel gereksinimlerinden biri olan barınma ihtiyacının karşılanabilmesi için, deprem sonrasında kısa sürede kurulabilen, hafif, düşük konforlu, modüler ve ilerideki afetlerde tekrar kullanılabilir yapılar “geçici konut” olarak tanımlanmaktadır [7]. Geçici

barınma, afetlerin yol açtığı fiziksel, ekonomik ve sosyal zararların etkilerini azaltmayı ve afetzedelerin asgari düzeyde barınma, sağlık ve beslenme ihtiyaçlarını karşılamayı amaçlamaktadır. Bu birimlerin sahip olması gereken temel özellikler arasında doğa koşullarına uyum, uygun lokasyon seçimi, hızlı ve ekonomik üretim, farklı arazi koşullarına uygulanabilirlik, kolay kurulum ve söküm, hafiflik, taşımaya uygun paketleme, lojistik ve depolama imkânları, dayanıklılık ve uzun ömür, iklim ve çevresel şartlara uyum, gerektiğinde genişletilebilirlik ve esneklik, yeniden kullanım olanağı, güvenlik, estetik değer, bakım ve onarım kolaylığı ile mahremiyet bulunmaktadır [70]. Afet sonrası iyileştirme sürecinde barınma çözümleri üç ana kategoride ele alınmaktadır: afet bölgesinde toplu barınma, diğer bölgelerde geçici iskân ve geçici konutlar. Barınma ihtiyacı, afet sonrasındaki ilk günler veya haftalarda çoğunlukla çadır, barınak, kamusal binalar, akraba ya da tanıdık evleri ve kiralık konutlar aracılığıyla karşılanmakta, eş zamanlı olarak acil tıbbi yardım, su ve gıda desteği sağlanmaktadır [69].

2.4.3. Geçici yerleşme

Kalıcı yerleşim sürecine geçişin uzun sürdüğü durumlarda, afetzedelerin çadır, prefabrik veya kiralık yapılarda günlük yaşamlarını sürdürebilmelerine olanak tanıyan ve süresi birkaç haftadan birkaç yıla kadar değişebilen yerleşim biçimleri uygulanmaktadır. Afetin gerçekleştiği bölgede kiralık yapı stoğunun yetersiz olması durumunda, afetzedeler prefabrik konutlar veya konteyner gibi modüler yapılarla barındırılmaktadır. Bu tür yerleşim alanları, diğer geçici barınma çözümlerine kıyasla daha uzun süreli kullanıma uygun olduğundan, literatürde “yarı-kalıcı yerleşim alanı” olarak adlandırılmaktadır [69].

Geçici yerleşimin afet bölgesinin dışında başka alanlarda sağlanması, toplu barınma sorununa karşı kamu ve sivil toplum kuruluşlarının insani yaklaşımıyla gerçekleştirilen bir uygulamadır. Bununla birlikte, farklı bölgelerde barınmanın afetzedeler açısından birtakım ekonomik ve sosyal problemlere yol açtığı gözlenmektedir. Bu sakıncalar, beş temel başlık altında toplanabilir [71]:

a) Farklı fonksiyonlarla tasarlanmış yapıların barınma amacıyla kullanılması sonucunda yaşanan güçlükler,
b) Mevcut kamu binalarının asıl işlevlerinin yerine getirilememesi durumu,

c) Kullanımdaki kamu veya benzeri binalarda çeşitli araç-gereçlerin özensiz kullanımı nedeniyle oluşan zararlar,
d) Hayvancılıkla uğraşan afetzedelerin hayvan bakımına ilişkin sorunları,
e) Yeni yerleşim bölgelerinde iskân edilen bireyler arasında ortaya çıkan sosyal sorunlar.

2.4.4. Kalıcı yerleşme

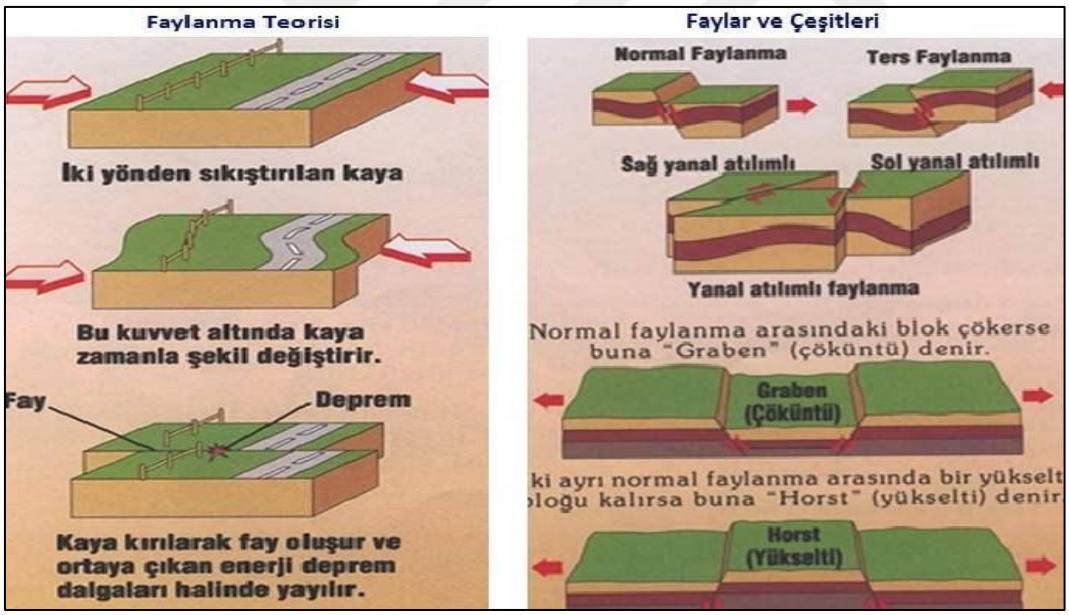
Afetzedelerin yeniden inşa edilmiş konutlarına veya yeni bir eve yerleşmeleri, kalıcı yerleşim sürecine geçiş olarak değerlendirilmektedir. Özellikle geniş çaplı yıkıma neden olan depremler sonrasında yeniden yapılanma sürecinin uzun sürmesi, afetzedelerin kalıcı yerleşime geçene kadar çadır, prefabrik veya yarı-kalıcı konutlar gibi farklı barınma aşamalarından geçmesini zorunlu kılmaktadır. Bu durum, depremin kış mevsiminde meydana gelmesi halinde daha da kritik bir hâl almakta ve afetzedelerin tüm geçici barınma süreçlerinden geçişini gerektirmektedir [69].

Çizelge 2.2. Afet yapıları ve afet sonrası eylemleri ile ilgili mevzuat listesi

No	MEVZUAT ADI	MEVZUAT TARİHİ	MEVZUAT TÜRÜ
1	7269 sayılı Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun	25.05.1959	Kanun
2	4123 sayılı Tabii Afet Nedeniyle Meydana Gelen Hasar ve Tahribata İlişkin Hizmetlerin Yürütülmesine Dair Kanun	25.07.1995	Kanun
3	Afet Ve Acil Durum Müdahale Hizmetleri Yönetmeliği	18.12.2013	Yönetmelik
4	Afet ve Acil Durum Harcamaları Yönetmeliği	6.03.2011	Yönetmelik
5	Geçici Koruma Yönetmeliği	22.10.2014	Yönetmelik
6	Afet Sebebiyle Hak Sahibi Olanların Tespiti Hakkındaki Yönetmelik	28.08.1968	Yönetmelik
7	Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik	14.07.2007	Yönetmelik
8	Afet Sebebiyle Yapılan ve Yapılacak Olan Binaların Borçlandırma Bedellerinden Yapılacak İndirimler Hakkında Yönetmelik	8.04.1972	Yönetmelik
9	Afetler Sebebiyle Edinilen Bina Arsa ve Arazilerden Arta Kalanların Değerlendirilmesine Dair Yönetmelik	13.10.1985	Yönetmelik
10	Afetlerin Genel Hayata Etkililiğine İlişkin Temel Kurallar Hakkında Yönetmelik	21.09.1968	Yönetmelik
11	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Araştırma, Etüt ve Proje Yaptırma Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelik	10.01.2012	Yönetmelik
12	Büyükşehir Belediyeleri ve İl Özel İdareleri Tarafından Afet ve Acil Durumlar ile Sivil Savunmaya İlişkin Yatırımlara Ayrılan Bütçeden Yapılacak Harcamalara Dair Yönetmelik	1.02.2015	Yönetmelik

2.5. Deprem Tanımı ve Gerçeği

Deprem, yer kabuğu içerisindeki bir kaynaktan aniden ortaya çıkan titreşimlerin dalgalar hâlinde yayılması ve geçtiği ortamlarda, ayrıca yer yüzeyinde sarsıntı oluşturması olayı olarak tanımlanmaktadır. Yer kabuğunu oluşturan levhaların hareketleri sonucu meydana gelen gerilme ve sıkışmalar, yer kabuğunda enerji birikimine yol açar. Bu enerji zaman zaman serbest kalır ve yer kabuğunu hareket ettirir. Yer kabuğundaki hareketli bölümler "fay" olarak adlandırılır. Komşu levhalar birbirlerinin hareketini engellediğinde sürtünme oluşur ve bu sürtünme sonucunda fay boyunca gerilme enerjisi birikir. Biriken enerji, levhaların zorlanması ve sürtünmesi ile ani kırılmalara sebep olur ve hareket meydana gelir. Bu süreçte ilk oluşan sarsıntıya "ana şok" veya deprem denirken, yer kabuğundaki kırılmalara bağlı olarak ortaya çıkan takip sarsıntılarına ise "artçı şoklar" veya artçı depremler adı verilir [72].



Şekil 2.11. Faylanma teorisi ve fay çeşitleri [57]

2.6. Dünyada ve Türkiye Üzerine Deprem İncelemesi

Bu bölümde, dünyada ve Türkiye'de meydana gelen depremlere ilişkin temel bilgiler sunularak afetlerin genel özellikleri, etkileri ve ortaya çıkardıkları risklere dair kapsamlı bir çerçeve oluşturulmuştur.

2.6.1. Dünyada depremler

Yaşanan bir felaketin ardından hayatta kalabilmek, kişisel ve toplumsal güvenliği sağlayabilmek ve olası hastalıklardan korunabilmek açısından yeterli barınak erişimi kritik bir öneme sahiptir. Özellikle kentsel alanlarda doğal afetlerin sıklığının artması ve bu olayların medyada yoğun şekilde yer alması, afet sonrası barınma konusunda son yıllarda artan bir araştırma ve uygulama ihtiyacını ortaya çıkarmıştır.

Afet sonrası geçici barınmanın tarihsel kökenlerine bakıldığında, bu uygulamaların yirminci yüzyıl öncesine dayandığı görülmektedir. Örneğin, Charles Darwin'in 1835'te Şili'de meydana gelen deprem sonrasında gerçekleştirdiği bilimsel keşif gezisi sırasında çizdiği geçici kulübeler, afet sonrası barınmanın ilk örneklerinden biri olarak kabul edilmektedir. Bu çizim, geçici konutların inşasında afetzedelerin karşılıklı yardımının önemini ortaya koymaktadır. Yirminci yüzyılın başında, 1906 San Francisco depremi sonrasında Mühendisler ve Marangozlar Birliği'nin sağladığı destekle kulübeler inşa edilmiştir.

Aynı dönemde, Amerika Ulusal Bilimler Akademisi Uluslararası Afet Yardımı Komitesi tarafından yapılan konferanslar ve yayınlar, afet sonrası barınma süreçlerine yönelik farkındalığın artmasına katkıda bulunmuştur. Seksenli yıllara kadar gerçekleştirilen çalışmalar, afet sonrası barınmayı kapsamlı biçimde tanımlamaktan ziyade, insani yardım sürecinin temel çerçevesini ortaya koymuştur. Bu nedenle, 1980'lerde afet sonrası geçici barınma, ailelerin aylarca veya yıllarca rutin yaşamlarını sürdürebilecekleri ancak kalıcı olmayan mobil evler, kiralık apartmanlar veya çadırlar gibi kısa süreli konaklama biçimleri olarak tanımlanmıştır [9].

1990'lı yıllarda ise, STK'lar ve Uluslararası Kızılhaç ve Kızılay Dernekleri Federasyonu (IFRC) üyeleri, afet müdahalesinde asgari standartları belirlemek amacıyla "Sphere Projesi"ni başlatmıştır. Projenin ilk baskısı 2000 yılında yayımlanmış ve afet ile çatışma durumlarında insani yardım müdahalelerinin kalitesini artırmayı hedefleyen saha deneyimlerinin bir ürünü olarak geliştirilmiştir. Söz konusu el kitabı, 2003, 2004, 2009 ve 2011 yıllarında revize edilerek, afetlere insani müdahalelerde temel referans kaynağı hâline gelmiştir.

Bu çalışmalar, afet sonrası barınma sürecinde paydaşların, araştırmacıların ve uygulayıcıların girişimlerini ve katkılarını ortaya koymakta; afet sonrası barınmanın planlanması, uygulanması ve iyileştirilmesi süreçlerine temel oluşturmaktadır.

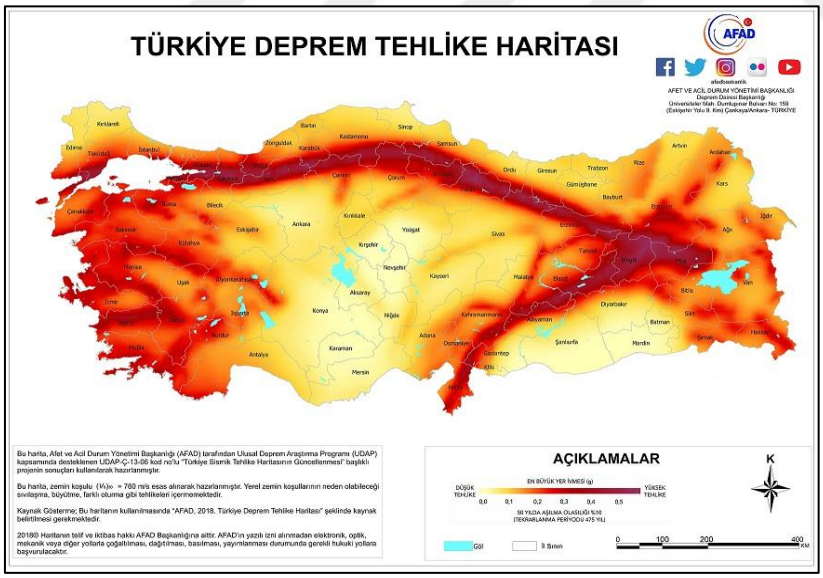
Çizelge 2.3. Sphere Projesi'ne göre son 50 yıl içinde Dünyada meydana gelen afetlerden sonra barınmaya yönelik liste

Uluslararası bağlamda son 50 yıl içerisindeki Afet Sonrası Barınmaya Yönelik Çalışmalar	Çalışma İçerikleri
Acil Barınma ve Ev Sahibi Olma Semineri: Afet Acil Durum Komitesi-Denizaşırı Kalkınma Bakanlığı'nın Afet Birimi, İngiltere, 1976.	Acil Barınma ve Küçük Konutlar
Uluslararası Afet Yardımında Teknolojinin Rolü ve Acil Durum Barınağı Paneli: Uluslararası Afet Yardımı Komitesi, ABD, 1977.	
Uluslararası Afetler ve Küçük Konut Konferansı: Oxfam, İngiltere, 1978.	
Davis Afetten Sonra Barınma başlıklı çalışmasını yayımlamıştır, İngiltere, 1978.	Afet sonrası Barınma
Uluslararası Kalkınma Ajansı, Afet Yardım El Kitabı: Afet Mağdurları için Geçici Konutlar ile ilgili çalışma ile yayımlanmıştır, 1981.	
BMMYK (UNHCR), 1978'de Davis tarafından düzenlenen Afetten Sonra Barınma başlıklı çalışmayı güncelleyerek Afet sonrası yardım yönergesini yayımlamıştır, 1982.	
BMMYK (UNHCR), "Acil Durumlar El Kitabı" nı yayımlanmıştır, 1982 (sonraki baskıları 1998 ve 2007'de ve çevrimiçi olarak 2015'te yayımlanmıştır)	Kentsel Afetler ve Aşamaları: Acil Barınma, Geçici Barınma, Geçişli Barınma ve Kalıcı Konutlar
Quarantelli, FEMA için 'Büyük Toplumsal Afetler ve Barınma: Örnek Olaylar ve Genel Gözlemler' hakkında bir rapor yayımlamıştır, 1982.	
Sphere Projesi STK, Kızılhaç ve Kızılay üyeleri tarafından başlatılmıştır, 1997.	
Sphere El Kitabı, insani müdahalenin temel alanlarında asgari standartları sağlama amacıyla yayınlanmıştır, 2000. (2004 ve 2011'de yeniden basılmıştır)	
Barınak Projeleri UNHABITAT, IFRC ve UNHCR temsil eden sığınma evi uzmanları tarafından başlatılmıştır. (150 örnek olay 2008 de başlatılmıştır ve 2009, 2010, 2011-2012 ve 2013-2014 yıllarında güncellenmiştir)	
Dünya Bankası, Daha Güvenli Evler, Daha Güçlü Topluluklar, başlıklı çalışmayı yayımlamıştır (Jha ve diğerleri), 2010.	
IFRC, Geçiş Barınağı: Sekiz Tasarım'ı yayımlamıştır, 2011.	Geçici Barınak Yaklaşımlarına Giriş
Barınak / Barınma Merkezi, 'Geçiş dönemi Barınma Yönergeleri' ni yayımlamıştır, 2012.	
IFRC, 'Afet Sonrası Barınma: On Tasarımı yayımlamıştır, 2013.	
IFRC ve OCHA tarafından Davis' in 1978 yılındaki çalışması güncellenerek yayımlanmıştır, 2015.	
BMMYK (UNHCR)'ye göre beş ortak barınma şekli üzerinde durulmuştur: çadırlar, plastik kaplamalar, barınak kurma kitleri, prefabrik barınaklar ve kira sübvansiyonları, 2019.	

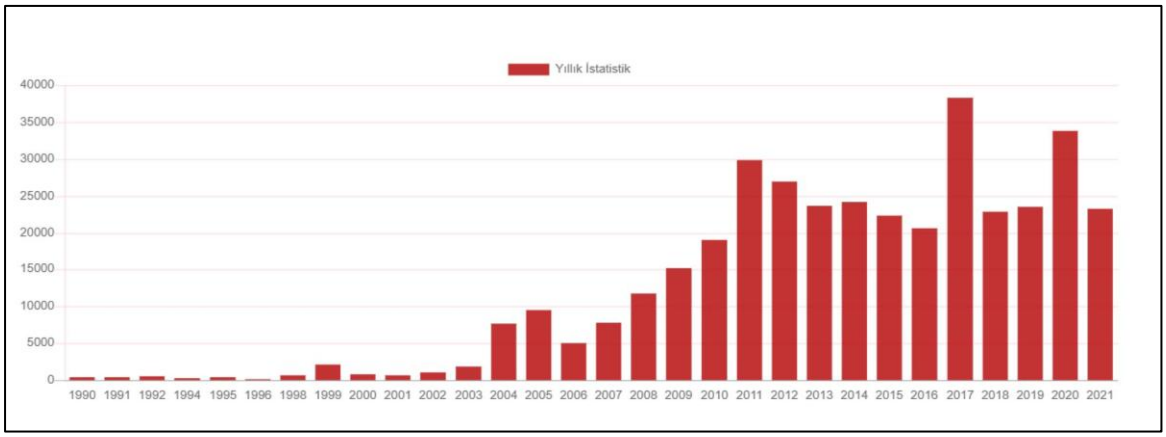
1978–2022 yılları arasında gerçekleştirilen literatür taramaları, dünya genelinde afet sonrası barınmaya yönelik yaklaşımları anlamaya dönük önemli bilgiler sunmaktadır. Bu çalışmalar, özellikle "Afet sonrası barınma için kullanılan tanımlar, terimler ve kavramlar nelerdir?" sorusuna odaklanmıştır. Araştırmalar sonucunda, acil durum barınağı, geçici barınak, geçici iskân, geçici konaklama ve geçiş barınağı gibi farklı barınma türleri ve yöntemleri belirlenmiş ve sınıflandırılmıştır.

2.6.2. Türkiye'de meydana gelen depremler

Türkiye nüfusunun %90'dan fazlası ve sanayi kuruluşlarının yaklaşık %98'i deprem riski taşıyan bölgelerde konumlanmaktadır. Depremler, aniden ortaya çıkmaları, önceden öngörülememeleri, durdurulamayışları ve geniş alanlarda yıkıma yol açmaları nedeniyle diğer afet türlerinden ayrılmaktadır. Bununla birlikte, depremin afete dönüşüm süreci; yer seçimi, tasarım, yapım ve kullanım aşamalarında özenli uygulamalar ve güncel mevzuata uygun önlemler alınarak büyük ölçüde önlenebilir hâle getirilebilir [57].



Harita 2.2. Türkiye deprem tehlike haritası [57]



Şekil 2.12. Yıllara göre deprem sayısı [57]

Türkiye'de meydana gelen ve büyüklüğü 7.0'den büyük olan başlıca depremler ve etkileri şu şekilde özetlenebilir:

- 1930 Hakkâri-Salmas (İran) Depremi: 7 Mayıs 1930'da Türkiye-İran sınırında 7.6 büyüklüğünde gerçekleşmiş olup, resmi kayıtlara göre 2.514 kişi hayatını kaybetmiş, kerpiç yapıların yıkılması nedeniyle 3.000 bina zarar görmüştür [57].
- 1939 Erzincan Depremi: 26 Aralık 1939'da Erzincan'da 7.9 büyüklüğünde meydana gelmiş ve 52 saniye sürmüştür. Deprem sonucu 32.968 kişi yaşamını yitirmiş, 100.000 kişi yaralanmış ve 116.720 bina yıkılmıştır [57].
- 1942 Tokat-Erbaa-Niksar Depremi: 20 Aralık 1942'de 7.0 büyüklüğünde gerçekleşen depremde 3.000 kişi hayatını kaybetmiş, 6.300 kişi yaralanmış ve 2.295 ev ile çeşitli kamu ve ticari yapılar yıkılmıştır [57].
- 1943 Samsun-Lâdik Depremi: 26 Kasım 1943'te Samsun-Ladik-Tosya arasında 7.2 büyüklüğünde meydana gelen depremde 2.300 kişi hayatını kaybetmiş, 5.000 kişi yaralanmış ve 40.000 bina yıkılmıştır [57].
- 1944 Bolu-Gerede Depremi: 1 Şubat 1944'te 7.3 büyüklüğünde gerçekleşmiş, 3.959 kişi yaşamını yitirmiş ve 20.865 bina hasar görmüştür [57].
- 1966 Varto Depremleri: 7 Mart 1966'da 5.6 ve 19 Ağustos 1966'da 6.9 büyüklüğünde iki deprem meydana gelmiş, ilk depremde 14 kişi, ikinci depremde 2.394 kişi hayatını kaybetmiş, toplamda 1.564 kişi yaralanmıştır [57].
- 1953 Yenice-Gönen Depremi: 18 Mart 1953'te Çanakkale Yenice merkezli 7.2 büyüklüğündeki depremde 250 kişi yaşamını yitirmiş, 8.000'den fazla yapı yıkılmış, yaklaşık 8.000 yapı hasar görmüştür [57].

- 1970 Gediz Depremi: 28 Mart 1970'te 7.2 büyüklüğünde gerçekleşmiş, 1.086 kişi hayatını kaybetmiş, 1.260 kişi yaralanmış ve 3.500 ev tamamen yıkılırken 10.600 bina hasar görmüştür [57].
- 1976 Muradiye-Çaldıran Depremi: 24 Kasım 1976'da Van-Muradiye ilçesinde 7.0 büyüklüğünde meydana gelmiş, 3.840 kişi yaşamını yitirmiş, 497 kişi yaralanmış ve 9.232 konut kullanılamaz hâle gelmiştir [57].
- 1999 Marmara (Gölcük) Depremi: 17 Ağustos 1999'da merkez üssü Gölcük olan 7.6 büyüklüğündeki deprem Marmara bölgesinde geniş alanları etkilemiş, 18.373 kişi ölmüş, 23.781 kişi yaralanmış ve 285.211 ev ile 42.902 işyeri ağır hasar görmüştür [57].
- 1999 Düzce Depremi: 12 Kasım 1999'da 7.2 büyüklüğünde meydana gelmiş, 845 kişi hayatını kaybetmiş, 4.948 kişi yaralanmış, 12.939 bina ağır hasar görmüş ve 2.450 işyeri yıkılmıştır [57].
- 2011 Van Depremi: 23 Ekim 2011'de Van-Edremit merkezli 7.1 büyüklüğünde depremde 644 kişi ölmüş, 1.966 kişi yaralanmış ve 2.262 bina enkaz hâline gelirken 5.739 bina hasarlı hâle gelmiştir [57].
- 2023 Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri: 6 Şubat 2023'te Kahramanmaraş merkezli iki büyük deprem ve 20 Şubat 2023'te Hatay merkezli orta büyüklükte deprem, yüzyılın en yıkıcı depremleri arasında yer almış ve kapsamlı yıkıma yol açmıştır.

Çizelge 2.4. Türkiye'de Depremler [57]

Merkez Üssü	Tarih	Büyüklük (Mw)	Hasarlı Bina Sayısı	Can Kaybı (Kişi)
Hakkâri	06.05.1930	7,2	3000	2514
Erzincan	26.12.1939	7,9	116 720	32 962
Niksar (Tokat)	20.12.1942	7,0	32 000	3000
Lâdik (Samsun)	26.11.1943	7,2	25 000	2824
Gerede (Bolu)	01.02.1944	7,2	20 865	3959
Varto (Muş)	19.08.1966	6,9	20 007	2394
Gediz (Kütahya)	28.03.1970	7,2	9452	1086
Erzurum	30.10.1983	6,8	3241	1115
Erzincan	13.03.1992	6,8	6702	653
Gölcük (Kocaeli)	17.08.1999	7,4	133 683	18 374
Düzce	12.11.1999	7,2	18 874	845
Bingöl	01.05.2003	6,1	625	176
Van	23.10.2011	6,7	2262	604

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri üzerine inceleme

Afet ve Acil Durum Başkanlığı'nın paylaştığı verilere göre ülkemizde meydana gelen 6 Şubat 2023 tarihli Kahramanmaraş İli Pazarcık İlçesi'nde saat 4:17'de aletsel büyüklüğü (Mw) 7,7 olan ve yine aynı gün saat 13:24'te yine Kahramanmaraş İline bağlı Elbistan İlçesinde 7,6 büyüklüğünde peş peşe iki büyük deprem meydana gelmiştir. Meydana gelen bu depremler peş peşe meydana gelen ve ender görünen büyük depremlerden biri olmuştur. Kahramanmaraş merkezli bu iki deprem yalnızca Kahramanmaraş ilini değil; Diyarbakır, Gaziantep, Hatay, Adıyaman Adana, Malatya, Kilis, Osmaniye, Elâzığ ve Şanlıurfa olmak üzere toplam on bir ili etkilemiş on binlerce kişinin hayatını kaybetmesine, yüzbinlerce kişinin yaralanmasına, yüzbinlerce kapının yıkılmasına ya da kullanılmayacak hale gelmesine, milyarlarca dolarlık ekonomik kayba neden olmuştur.

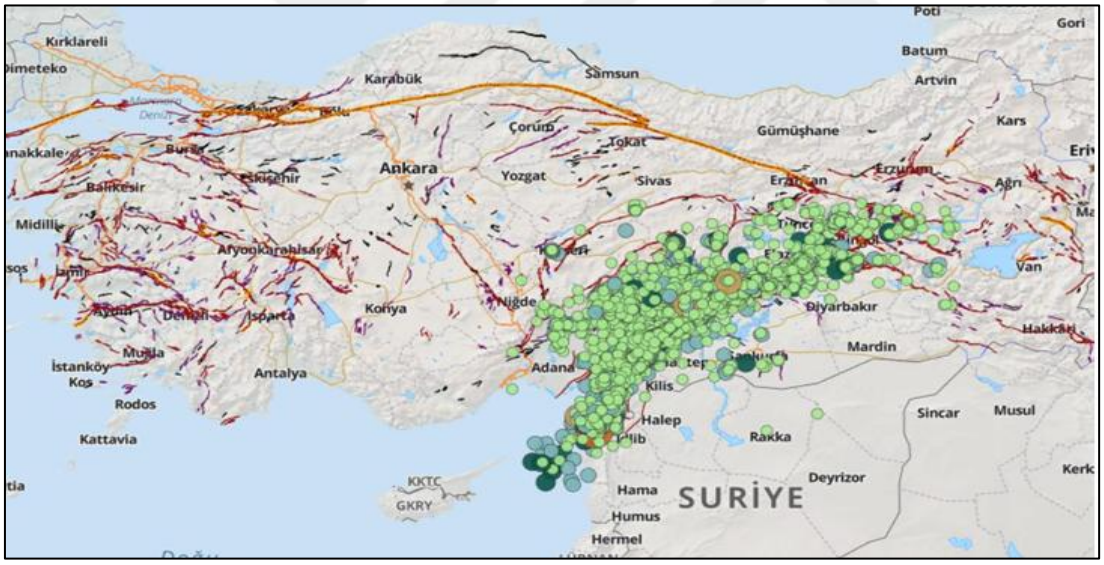


Harita 2.3. 6 Şubat 2023 depreminin etkili olduğu iller [57]

Deprem büyüklüğü logaritmik artış ile ifade edildiğinden 17 Ağustos 1999 Gölcük depremi ile kıyaslandığında meydana gelen Pazarcık depremi 2 kat büyüklükte meydana gelmiştir. Aletsel büyüklüğü Mw ≥ 7,0 olan depremlerde yeryüzünde belirginleşen yüzlerce km uzunlukta yüzey yırtıkları meydana gelir. 6 Şubat depremlerinde de çok sayıda fay segmentinde kırıkların olduğu, yüzeyde yüzlerce km uzunlukta kırılmanın olduğu, bazı yerlerde birkaç metreye ulaşan yer değiştirmelerin oluştuğu, yer yer çökmelerin ve üst üste bindirmelerin de oluştuğu gözlemlenmiştir.



Şekil 2.13. Malatya Gölbaşı girişinde gözlenen deprem kaynaklı demiryolu deformasyonu [57]



Harita 2.4. 06 Şubat 2023 depremlerinin 27 Şubat 2023 tarihine kadar kaydedilen artçı deprem aktivitesini gösteren harita [57]

6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen büyük depremler neticesinde yaşanan bu elim durumdan sonra milyonlarca insan için barınma sorunu çok büyük bir trajediye dönüşmüş, deprem sonrası barınma yapılarının en hızlı şekilde çözümünün ne kadar önemli bir husus olduğunu bir kez daha gözler önüne sermiştir. Deprem yönetmeliğimizde depreme dayanıklı yapı tasarımında hafif şiddetteki deprem sonrasında yapı elemanlarında yapısal ya da yapısal olmayan herhangi bir hasar meydana gelmesi istenmezken, orta şiddette meydana gelecek

depremler sonrasında sınırlı ve onarılabilir hasar meydana gelmesi istenir. Şiddetli meydana gelen depremlerde ise kalıcı yapı hasarının sınırlandırılması, olası can kaybının mutlak suretle önünce geçilmesi istenir. Bu durumun sağlanması bilhassa betonarme yapı elemanının sünek davranması ile mümkündür. Bu nedenle betonarme yapılar hem düşey hem de yatay yüklere göre sünek davranış gösterecek şekilde projelendirilip inşa edilmelidir.

AFAD tarafından hazırlanan 6 Şubat 2023 depremi ön raporuna göre yaşanan deprem sonrasında bazı yerlerde yüzey bozulmaları meydana gelmiş, yumuşak zeminlerde çok fazla yapısal yarar ve yıkım gözlenmiştir. Ancak aynı bölgede bazı yapıların ayakta hasarsız bir şekilde kalması yıkımların sadece zemin kaynaklı olmadığını göstermektedir.



Şekil 2.14. Adıyaman İli Gölbaşı İlçesi zemin sıvılaşması nedeniyle meydana gelen yapısal hasar [57]

Meydana gelen yıkımlarda pek çok hatalı projelendirme ve uygulama örnekleri yapılan saha çalışmaları ile gözlemlenebilmiştir. Özellikle sıklıkla kullanılan yapım sistemi olan betonarme karkas sistemin, yapı tasarım ve üretim aşamasında yapılan pek çok hatalı uygulamanın yaşanan şiddetli deprem sonrasında doğru orantılı şekilde reaksiyon gösterdiği anlaşılmıştır.



Şekil 2.15. Taşıyıcı sistem kaynaklı farklı illerde meydana gelen hasar örnekleri (Sırayla; Hatay, Adıyaman, Kahramanmaraş, Malatya)

Yapıların yıkımına veya ağır hasar almasına yol açan yumuşak kat, kısa kolon, malzeme ve işçilik hataları, dolgu duvar hasarları ile diğer yapı elemanı kusurları gibi çok sayıda faktör sonucunda, ciddi boyutta bir barınma sorunu ortaya çıkmıştır.

Aynı anda ortaya çıkan yüzbinlerce barınma yapısının en hızlı şekilde üretimi için geleneksel yapım yöntemleri her ne kadar halen kullanılan ve ihtiyaçların giderilmesi adına devam eden bir sistem olsa da, özellikle depremzedelerin uzayan süreçten kaynaklı mağduriyetlerinin davam etmesi söz konusu olduğundan, ihtiyaçlara cevap veren, güvenli, ekonomik ve hızlı yapıma imkân veren yeni sistemlerin araştırılması başta mimarlar olmak üzere inşaat sektöründeki pek çok kesimin öncelikli hedefi olmalıdır.

6 Şubat 2023 tarihinden sonra 20 Şubat 2023 tarihinde Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü verilerine göre yerin yaklaşık 8 km altında yerel saatle 20:04’te Hatay Samandağ’da 3. Deprem daha meydana gelmiştir.



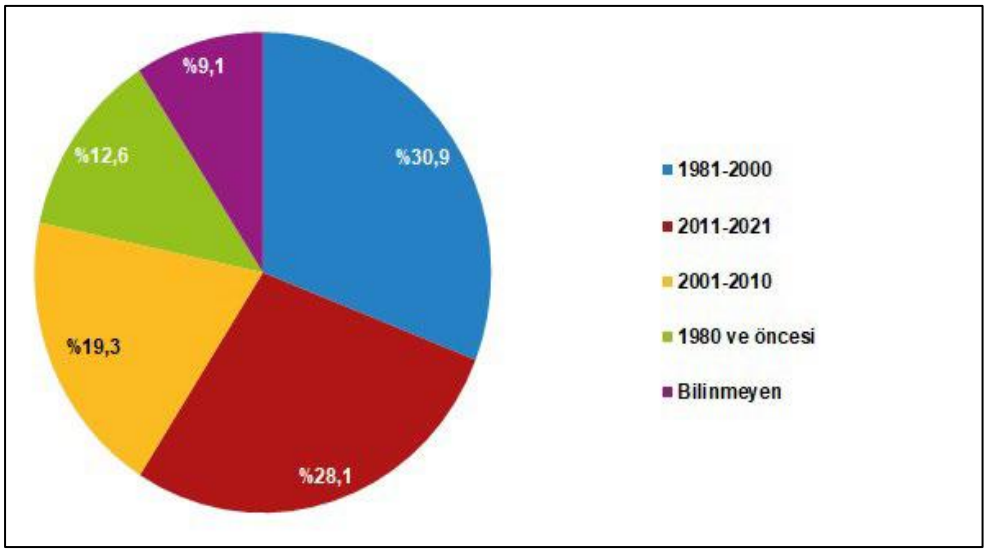
Harita 2.5. Kandilli Rasathanesi Hatay Samandağ depremi lokasyon haritası (Ml=6,4)

AFAD başkanlığı verilerine göre ise Hatay'da yaşanan depremin merkez ilçesi Defne olarak açıklanmıştır. Yaşanan tüm bu depremlerde Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 11 ilde 14 013 196 kişi bu afetten etkilenmiştir. Can kaybı ise her geçen gün artmakla birlikte 50 bin bandını aşmıştır.

Çizelge 2.5. Türkiye İstatistik Kurumun adrese dayalı nüfus kayıt sistemi 2022 yılı sonuçları

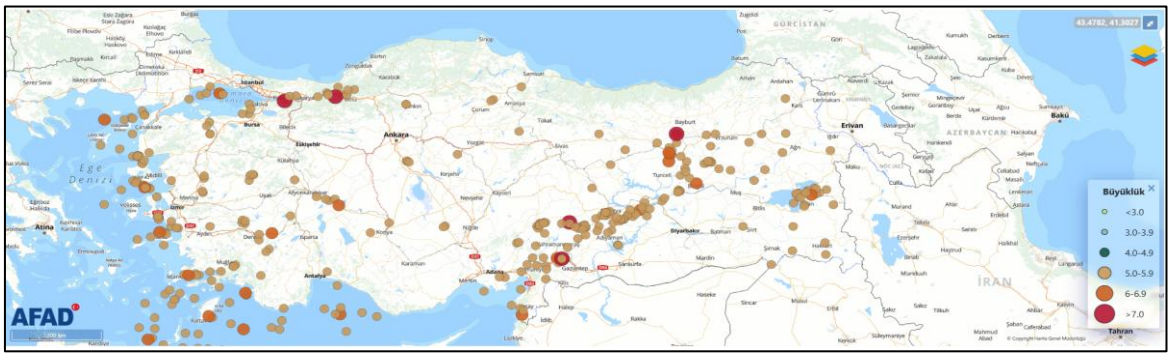
İL	2022 TOPLAM NÜFUS	2022 İL VE İLÇE MERKEZLERİ NÜFUS	2022 BELDE VE KÖYLER NÜFUS
Adana	2 274 106	2 274 106	-
Adıyaman	635 169	458 278	176 891
Diyarbakır	1 804 880	1 804 880	-
Elazığ	591 497	459 901	131 596
Gaziantep	2 154 051	2 154 051	-
Hatay	1 686 043	1 686 043	-
Malatya	812 580	812 580	-
Kahramanmaraş	1 177 436	1 177 436	-
Şanlıurfa	2 170 110	2 170 110	-
Kilis	147 919	116 361	31 558
Osmaniye	559 405	439 537	119 868

27 Aralık 2022 tarihli TUİK verilerine göre ülkemizdeki binaların %12,6'sı 1980 yılından önce, %30,9'u 1981-2000 yıllar arasında, %19,3'ü 2001-2010 yılları arasında, %28,1'i 2011-2021 yılları arasında inşa edilmişken %9,1 orandaki konutun ne zaman inşa edildiği tam olarak bilinmemektedir.



Şekil 2.16. İkamet edilen bina inşa yılına göre hane oranı Türkiye İstatistik Kurumu verileri

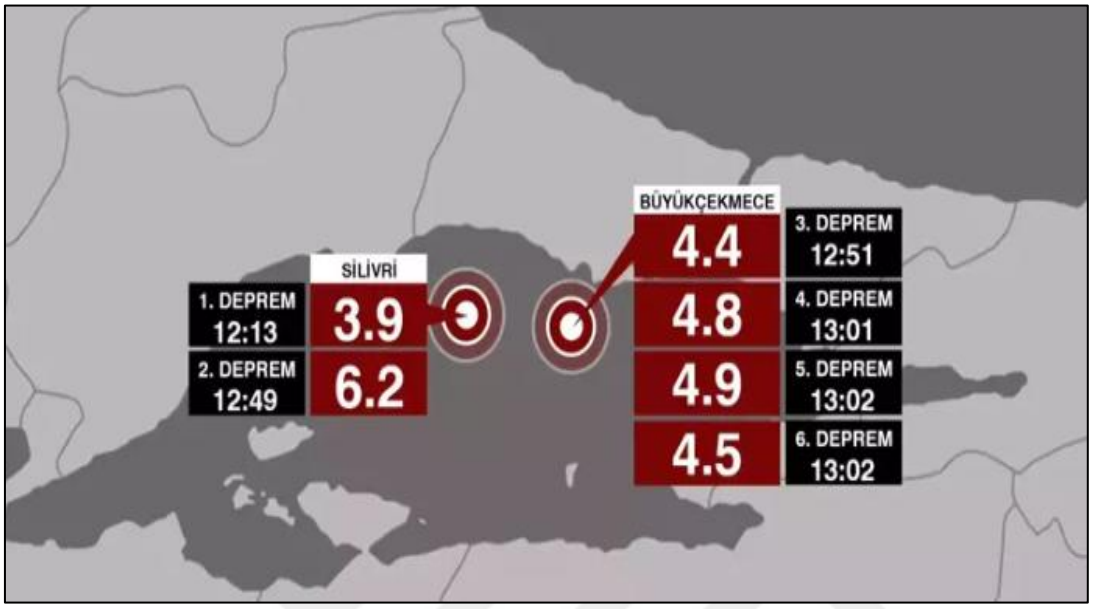
Aynı kurum verilerine göre depremin etkilediği 11 ilde bulunan 3.478.575 binada%9,96'sı 1980 yılı öncesi inşa edilmişken, %27,56'sı 1981-2000 yılları arasında, %51,14 orandaki bina 2001 yılı sonrasında inşa edilmiştir. Yapıların %11,33'üne ait hangi yıl inşa edildiği bilgisi bulunmamaktadır.



Harita 2.6. 1992-25 Nisan 2025 tarihi itibariyle Türkiye'de meydana gelen depremler (6 ila 8 büyüklük) [57]

Ülkemizde 30 Nisan 2025 tarihi itibariyle meydana gelen depremler incelendiğinde 6 ve üzeri büyüklüğe sahip en güncel depremin 23 Nisan 2025 tarihinde meydana geldiği görülmektedir. AFAD' tan yapılan açıklamaya göre İstanbul'un Silivri İlçesi açıklarında önce 3,9 büyüklüğünde, ardından da 6,2 büyüklüğünde olmak üzere iki deprem meydana gelmiştir. Deprem Marmara Bölgesinin tamamında hissedilmiştir. Bu depremden sonra 4,4 ila 4,9 olan farklı artçı depremler meydana gelmiştir. Meydana gelen depremde herhangi bir can kaybı yaşanmamışsa da bazı yapılarda hasar meydana gelmiştir. Beklenen büyük

İstanbul depremi öncesinde yaşanan bu deprem, İstanbul ilinin depreme karşı hazırlıksız olduğunu bir kere daha gözler önüne sermiştir.



Şekil 2.17. 23 Nisan 2025 tarihinde İstanbul'da meydana gelen depremlere ilişkin görsel [72]

Afetlere yönelik yapılan çalışmalar

Afetlere yönelik olarak hazırlanan çalışmalar afet meydana gelmeden önce ve afet meydana geldikten sonra yapılan çalışmalar olarak iki ayrı başlık altında incelenmektedir. Afet öncesi yapılacak çalışmalar engelleme ve risk azaltma olarak iki başlık altında değerlendirilirken, afet sonrası çalışmalar acil müdahale, iyileştirme ve yeniden yapım süreçleri olarak üç başlık altında incelenmektedir [7].

Afet öncesi ve sonrası olarak ayrılan süreçler literatürde farklı sayıda de şekillerde görülmekle birlikte aslında hepsi hemen aynı tanımı anlatmaktadır. Afet yönetimi olarak tanımlanan süreç afet öncesi, afet sırası ve afet sonrası olmak üzere üç farklı aşamada incelenebilirken, deprem konusunda da benzer şekilde deprem öncesi, deprem sırası ve deprem sonrası süreç yönetimi olarak deprem süreç yönetimi üç ana başlıkta incelenmiştir.

Deprem öncesi planlamada amaç olası deprem risklerini düşürmek ve deprem sonrası kurtarma faaliyetlerini kolaylaştırmaktır. Aynı zamanda afet sonrası düzeni örgütleyerek yeniden inşa sürecini kolaylaştırmak ve hızlandırmak olarak özetlenebilmektedir.

6 Şubat 2023 depremlerinin ardından yürütülen acil müdahale süreçleri; arama-kurtarma faaliyetleri, beslenme desteği, barınma temini, sağlık hizmetleri ile hasar tespiti ve enkaz kaldırma aşamalarını kapsamıştır. Deprem sonrasında, afetten etkilenen tüm illerde beslenme, barınma, hijyen ve sağlık hizmetleri alanlarında ciddi yetersizlikler gözlemlenmiştir. Acil ve geçici barınma yerleşimlerinin kurulamaması ya da yetersizliği nedenleriyle barınma ihtiyacı sorunu giderilememiştir. Bölgede, geçici barınma sürecinde uzun bir süre boyunca ortak yemekhaneler, mobil sağlık ocakları, mobil tuvalet ve banyo gibi altyapı ve donanımlara olan yüksek talep dikkat çekmiştir.

2.7. Afet Konutları

Afet konutları afet sonrası barınma, afet konutlarının planlama ve üretim aşamaları olarak iki ayrı başlık altında incelenmiştir.

2.7.1. Afet sonrası barınma

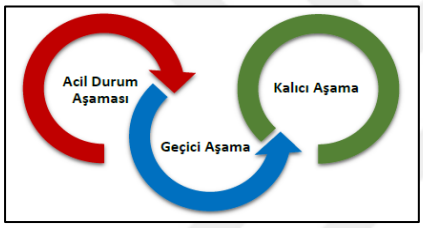
Afet ve acil durumların ardından bireylerin barınma ihtiyaçlarının karşılanabilmesi amacıyla, geçici yerleşim alanlarına ulaşana kadar acil durum barınma hizmetleri sunulmaktadır. Bu hizmetlerin türü ve uygulama biçimi, afetin şiddeti, kapsamı ile ilgili ülkenin gelişmişlik ve hazırlık düzeyine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Geleneksel yöntemler arasında çadır, tente, prefabrik yapılar ve konteynerler öne çıkmaktadır. Ayrıca afet sonrası kısa süreli barınma sağlamak amacıyla hasar görmemiş okullar, spor salonları, çeşitli kamu kurumları, öğretmenevleri ve oteller de geçici barınma alanı olarak kullanılabilmektedir. Acil durum barınma sorununa ilişkin yaklaşım Birleşmiş Milletler Afet Koordinatörü Bürosu'nun belirtmiş olduğu 4 aşamada uygulanmaktadır: Bunlar; afet öncesi, acil yardım, rehabilitasyon ve yeniden yapım süreçlerinden meydana gelmektedir [73].

"Acil yardım aşamasındaki temel amaç, zararın en aza indirilmesi, canlıların kurtarılması ve afet sonrası acil ihtiyaçların karşılanmasıdır. Bu aşama, afetin sona ermesiyle başlayıp birkaç gün ile birkaç hafta arasında sürmektedir" [70]. Yıkım sonucu konutlarını kaybeden

insanların barınma ihtiyaçlarını karşılamak için, kalıcı çözümler hayata geçirilene kadar geçici barınma yöntemlerinin uygulanması gerekmektedir. Bu geçici çözümlerin seçimi yapılırken aşağıdaki kriterler dikkate alınmaktadır.

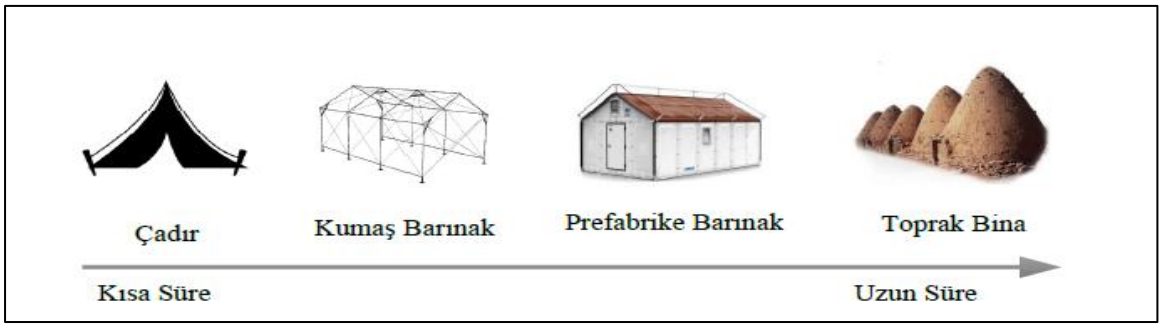
2.7.2. Afet konutlarının planlama ve üretim aşamaları

Afet sonrası barınma ihtiyacına yönelik olarak, zaman içinde farklı yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bu süreç kapsamında kullanılan üretim yöntemleri, afetin meydana geldiği bölgenin mekânsal koşullarına göre çeşitlilik göstermektedir. Afet konutlarının temel amacı, acil barınma ihtiyacını hızlı bir şekilde karşılamak olsa da, uzun vadede afetzedelere sürdürülebilir ve fonksiyonel hizmet sunabilecek şekilde tasarlanması gerekmektedir.



Şekil 2.18. Afet sonrası planlama süreci [23]

Acil yardım aşamasında barınma ihtiyacı, genellikle çadır veya pnömatik türde hafif yapılarla karşılanmaktadır. Bu süreçte temel hedef, kurulumu hızlı ve basit olan, hafif ve acil durumlarda kolay taşınabilir yapılar sağlamaktır [74]. Çadırlar, hem oturma hem de yatma ihtiyacını karşılayacak şekilde tasarlanmakta olup, ortak kullanım alanları olarak mutfak ve WC birimleri ile bir araya getirilerek çadır kentler oluşturulmaktadır. Afet sonrasında acil yardım veya rehabilitasyon sürecinde kullanılan geçici barınaklar ve konteynerler, ekonomik olmalarının yanı sıra dayanıklı yapılarıyla ön plana çıkmaktadır. Bu yapılar, üretim özellikleri sayesinde depolanabilir, farklı ebatlarda üretilebilir ve geri dönüştürülebilir. Ayrıca çadırlara kıyasla yangın, fırtına gibi olumsuz çevresel koşullara karşı daha yüksek mukavemet göstermektedir. Bununla birlikte, afet sonrası kullanılan çadırlar, pek çok yaşamsal ihtiyacı karşılamada yetersiz kalabilmektedir.



Şekil 2.19. Afet sonrası barınakların değerlendirme süreci [23]

Afet sonrası barınma biçimleri üzerine literatürde çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Afet sonrası barınma sürecinde kullanılan başlıca barınma türleri şu şekilde sınıflandırılmaktadır:

- İlk 72 saat içinde kendiliğinden oluşan barınaklar,
- İlk 60 gün içerisinde yapılan acil barınaklar,
- İlk yıl ve sonrasında sağlanan geçici konutlar,
- Afetzedeler için kalıcı çözümler olarak inşa edilen kalıcı konutlar [75]

Başka bir kaynakta ise afet sonrası barınma şu şekilde özetlenmiştir:

- Saatler içinde sağlanan acil barınma,
- Bir veya birkaç gün içerisinde geçici barınaklarda barınma,
- Birkaç hafta içinde geçici konutlarda barınma,
- Bir veya birkaç yıl içerisinde kalıcı konutlarda barınma [9].

Literatür taraması, afet sonrası barınma sürecinde kullanılan kavramların genel olarak benzerlik taşıdığını, ancak farklı uluslararası örgütler, kuruluşlar veya araştırmacılar tarafından çeşitli tanımlamalar yapıldığını göstermektedir. Bazı araştırmacılar barınmayı “acil barınak, geçici ve kalıcı konut” şeklinde sınıflandırırken, bazıları ise “geçici ve kalıcı barınma” ifadelerini kullanmaktadır.

6 Şubat 2023 depremleri sonrasında, milyonlarca kişinin barınma ihtiyacına yönelik ilk çözüm çadırlar aracılığıyla sağlanmıştır. Zamanla, ülke genelinde üretilen konteynerlerin afet bölgesine sevki ile çadırdan konteyner yaşamına geçiş süreci gözlemlenmiştir.

Acil yardım barınağından kalıcı konutlara dair süreç

Acil yardım barınakları, afet sırasında veya afetin hemen ardından hayatta kalan kişilerin kısa süreli olarak konakladığı ve acil barınma ihtiyaçlarının karşılandığı alanlar olarak tanımlanmaktadır. Bu yapılar, bir sığınak, tanıdık bir ev, kamuya ait bir bina olabileceği gibi, çadır veya branda gibi geçici mekânlar da olabilir. Acil yardım barınaklarını diğer barınak türlerinden ayıran temel özellik, afet sonrasında yalnızca kısa süreli kullanım için tasarlanmış olmalarıdır [76].

Acil durum barınakları, aynı zamanda birden fazla temel ihtiyacın karşılanmasına da hizmet etmelidir. Bu ihtiyaçlar şunlardır:

- Soğuk, sıcak, yağmur ve rüzgâr gibi çevresel etkilere karşı koruma sağlamak,
- Eşya ve mülkün korunmasını temin etmek,
- Bölgesel taleplere yanıt verebilmek,
- Güvenlik, mahremiyet ve duygusal destek sağlamak,
- Afetten etkilenenlere tıbbi müdahale, yemek ve diğer acil hizmetleri sunmak,
- Gelecekte ortaya çıkabilecek hasarlara karşı geçici konaklama olanağı sunmak.

Acil yardım barınakları, fiziksel veya psikolojik olarak zarar görmüş ve yardıma ihtiyaç duyan kişilere yönelik olarak, hızlı ve kolay erişilebilir barınma çözümleri sunmalıdır. Bu nedenle, barınakların kısa sürede kurulabilir ve teslim edilebilir olması büyük önem taşımaktadır.

Acil durum barınaklarının tasarımı ve uygulanmasına yönelik kriterler şu şekilde özetlenebilir:

- Afet sonrası barınakların afetzedelere en kısa sürede teslim edilmesi,
- Barınak yapımında kullanılan malzemelerin dayanıklı olması,
- Bölge dışından temin edilecek barınakların hazır ve kullanıma hazır şekilde getirilmesi,
- Barınaklarda kullanılacak malzemelerin hafif olması,
- Barınakların toplu olarak taşınabilme ve sevk edilebilme imkânına sahip olması,
- İlk kurulum sırasında fazla iş gücü gerektirmemesi,

- Söküm işlemlerinin kolay olması ve ihtiyaç halinde başka yerlerde yeniden kullanılabilir olması.

Afet sonrası acil yardım aşamasında barınma ihtiyacına en hızlı yanıt veren barınak türü çadırlardır. Çadırlar, yaşam mekânı olarak tek bir mekândan oluşur ve hem oturma hem de yatma faaliyetlerini karşılayacak şekilde düzenlenmiştir [7].

Çizelge 2.6. Acil yardım aşaması barınmaya ilişkin yaşanan sorunlar [30]

Sorun Kategorisi	Acil Yardım Aşaması Barınmaya İlişkin Sorunlar	1966 Varto	1970 Gediz	1971 Bingöl	1975 Lice	1976 Çaldıran	1999 Marmara
Yasal Sorunlar	Önceden hazırlık bulunmaması	x	x	x	x	x	x
	Organizasyon eksikliği	x	x	x	x	x	x
Yer Seçimi Yerleşim Sorunları	Arsanın bulunma zorluğu	o	o	o	o	o	x
	Yerleşimlerin kentsel yaşama eklemlenememe sorunu	o	o	o	o	o	x
	Birimlerin gelişigüzel yerleştirilmesi	x	x	x	x	x	x
Acil Barınma Birimlerinin Sorunları	Bölge ve iklim özelliklerine uyumsuzluk	x	x	x	x	-	x
	Hacim – alan yetersizliği	x	x	x	x	x	x
	Islak hacim sorunu	x	x	x	x	x	x
	Güvenlik sorunu	x	x	x	x	x	x
	Yalıtım sorunu (ısı, ses, nem, yangın)	x	x	x	x	o	x
Alt Yapı Sorunları	Temel altyapı yetersizliğinden kaynaklanan aydınlatma, şebeke suyu, kanalizasyon, su baskınları sorunları	x	x	x	x	x	x
Sosyo-Psikolojik Sorunlar	Afetzedelerin sağlıksız koşullarda sorunlarla yalnız bırakılması	x	x	x	x	x	x
	Sosyo-kültürel-ticari yaşamın düşünülmemiş olması	o	o	o	o	o	x
	Afetzedeyi etkin kılan bir sistem yaratılmamış olması	x	x	x	x	x	x
Maliyet Sorunları	Uluslararası çözümlere gidilmesi	x	x	x	x	x	x
	Ulaşım, taşıma maliyetleri	x	-	x	x	x	x
	Sürdürülebilir / Geri kazanılabilir olmaması	x	x	x	x	x	x
Sürdürülebilir Olmama	Yetersiz fiziksel mekân oluşumu	x	x	x	x	x	x
	Kullanım süresinin uzaması sonucu birimlerin yıpranması ve bir sonraki afet için kullanılmayacak hale gelmesi	x	x	x	x	x	x
	Barınakların birleşim detaylarına özen gösterilmemesi	x	x	x	x	x	x

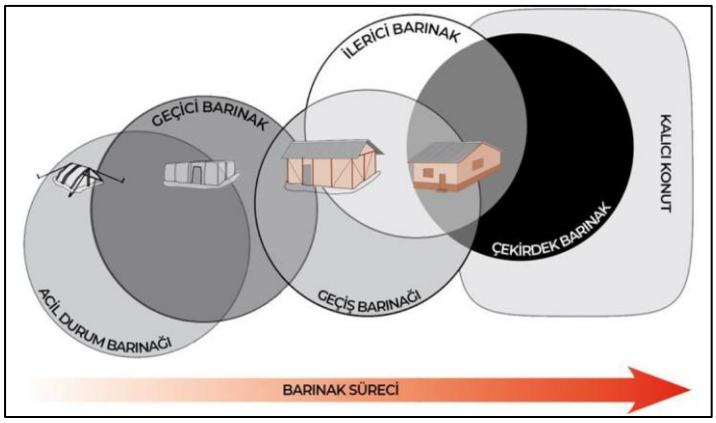
Açıklamalar: x : Sorun var o : Sorun yok - : Konuyla ilgili bilgi yok

Yapılan incelemeler neticesinde 1999 ve 2023 depremleri sonrasında ortaya çıkan sorunların büyük ölçüde benzerlik taşıdığını ortaya çıkarılmıştır. Bu durum, afet sonrası barınma ve acil müdahale süreçlerinde yenilikçi yapım teknolojileri yaklaşımlarına yönelik araştırmaları zorunlu kılmaktadır.

1999 Marmara Depremi sonrasında geçici barınma faaliyetleri için yüksek bütçeli fonlar tahsis edilmesine rağmen, ilk etapta milyarlarca lira çadır kentlerin kurulmasına harcanmıştır. Ancak bu çadırlar uzun süreli kullanıma uygun olmadığından, sürdürülebilirlik açısından yetersiz kalmış ve başka yerlerde tekrar kullanılamaz hale gelmiştir. İkinci aşamada geçici prefabrik konutlar ve bunların altyapıları için önemli bütçeler ayrılmıştır; buna karşın, bu konutlar ve altyapılarının yeniden kullanımı mümkün olmamıştır [7]. 1999 Marmara Depremi deneyimi, geçici konut aşamasındaki yetersizlikler nedeniyle, kaynakların verimli kullanımı ve sürdürülebilir barınma yapılarının oluşturulması gerekliliğini ortaya koymuştur [30]. Bu çerçevede, ülkemizde afet sonrası barınma ihtiyaçlarının karşılanmasında geleneksel yöntemler olan çadır, konteyner ve ön üretimli sistemler yaygın biçimde kullanılmaktadır. Acil yardım aşamasının tamamlanmasının ardından, yaşamın kademeli olarak normale dönmesini sağlamak amacıyla geçici birimler ve kalıcı konut yapımına geçilmektedir. Ancak bu yapım sistemlerinden hangisinin etkin çözüm sunacağı önceden kesin olarak bilinememektedir; bu nedenle, ilk adımda geçici konutların oluşturulması, ardından bunların kalıcı konutlara dönüştürülmesi önerilmektedir [3]. İlgili konular, iyileştirme aşamasında barınma başlığı altında detaylı biçimde ele alınmıştır.

İyileştirme (rehabilitasyon) sürecinde barınma

İyileştirme aşaması, acil yardım sürecinin tamamlanmasının ardından afetzedelerin yaşamlarının yeniden normale dönmesini sağlamak amacıyla geçici çözümlerin üretildiği süreçtir. Bu aşama, afetin gerçekleşmesinden bir veya iki hafta sonra başlamakta ve kalıcı konutlara geçiş sağlanana kadar devam etmektedir [70]. İyileştirme süreci, kalıcı konutların inşasına kadar devam eden bir dönem olup, bu süreç kısa süreli ve uzun süreli olmak üzere iki aşamada ele alınmaktadır. Afet sonrası meydana gelen hasar az ise ve yeniden yapılandırma çalışmaları kısa sürede tamamlanabiliyorsa süreç “kısa süreli iyileştirme” olarak adlandırılır; hasarın yoğun ve yeniden yapılandırma çalışmalarının uzun sürmesi durumunda ise süreç “uzun süreli iyileştirme” olarak tanımlanmaktadır [30].



Şekil 2.20. Acil durum barınağından kalıcı konuta yerleşimdeki barınma süreci [29]

Yeniden yapım sürecinde barınma

Afet sonrası yeniden yapım süreci, afet sonrası afetzedelerin kalıcı yerleşim sürecine geçişi ifade etmekle birlikte, afet yaşanan bölgede bir daha benzer durum yaşanmaması adına yapılacak eylemleri de bünyesinde barındırır.

Kalıcı konutlar

Kalıcı konut, afet sonrası oluşturulmuş kalıcı konut ile afetzedelerin kalıcı biçimde barınacakları ve ileriki hayatlarını sürdürecekleri konut anlamını taşımaktadır[7]. Kalıcı konutların konfor koşulları kendisinden süreç olarak önce gelen acil durum barınağından, geçici barınağa, geçiş barınağından, çekirdek barınağa kadar tümünden daha yüksektir. Kalıcı konutlar kullanıcıların bir konuttan beklediği tüm beklenti ve ihtiyaçlarını karşılayacak mekanlardır. Kalıcı konutları mevcut konut yapım süreçlerinden ayıran en belirgin özellik, afetzedelerin normal hayata bir an önce geçebilmeleri adına kalıcı konutların en kısa sürede tamamlanması gerekliliğidir. Kalıcı konut üretimindeki temel amaç afetzedeler için sadece temel barınma ihtiyacının karşılanması değil, kullanım beklenti ve yaşam konfor koşullarını da sağlamasıdır.

Ülkemizde Toplu Konut İdaresi (TOKİ) aracılığıyla yapılan, deprem gibi doğal afetlere yapılan dayanıklı olması esas olan ve projelendirme ile uygulama alanlarında kalıcı konut yapımına yönelik hizmet verilmektedir. 1 Mayıs 2003 tarihinde meydana gelen Bingöl Depremi sonrasında o günkü bedelle toplam 110 milyon TL yatırım ile 19 proje kapsamında 2.857 konut başta olmak üzere, eğitim yapıları, sosyal tesisler, ibadethane gibi pek çok yapı

yaptırılmış ve kamunun hizmetine sunulmuştur. 19 Mayıs 2011'de meydana gelen Kütahya Simav depremi sonrasında 928 adet afet konutu yapılmış, buna ilaveten eğitim binaları, kamu yapıları yine TOKİ tarafından yapılmıştır. 23 Ekim 2011 tarihinde meydana gelen Van depreminden sonra 17 222 adet konut yapımı gerçekleştirilmiştir [76].

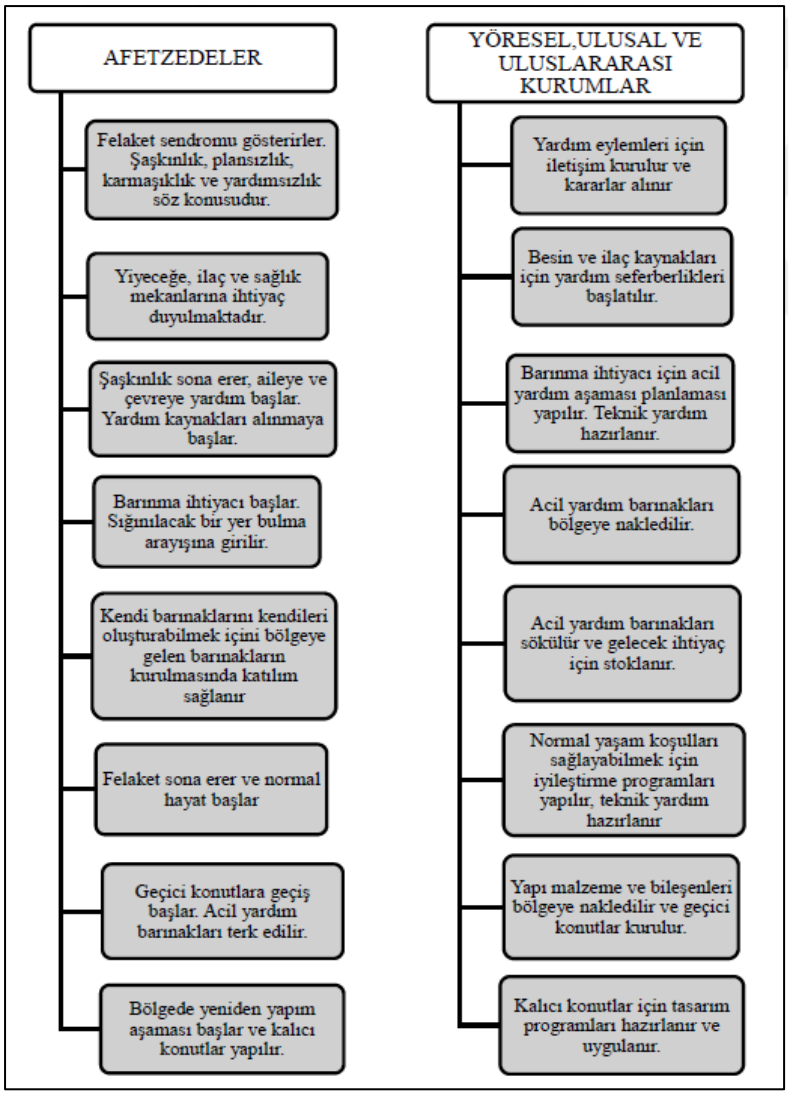
Türkiye'de afet sonrası kalıcı konut örneği olarak verilecek güncel örneklerden biri başkası da TOKİ tarafından yapılan Elâzığ İlinde bulunan kalıcı konutlar gösterilebilir.20 Ocak 2020'de meydana gelen depremin ardından yapımına başlanılan 24 537 konutun 2022 yıl sonu itibariyle hak sahiplerine teslim edilmiştir [77].



Şekil 2.21. Elâzığ kalıcı konutları [78]

6 Şubat 2023 depremlerinden sonra yine TOKİ tarafından yapımına depremin hemen sonrasında 11 ilde kalıcı konutların yapımına başlanmıştır. Yaşanan deprem afeti sonrası tüm sonuçlardan elde edilen veriler acil barınma sorununun ivedi çözülmesi adına devlet eli ile en hızlı, güvenilir ve ekonomik çözümün bulunması adına, uygulamaya hazır hale bir an önce getirilmesi gerekliliğidir. Bu durum yapılan tez çalışması lie ortaya konacak doğru model oluşturulması ülkemizin sosyo-ekonomik durumu açısından oldukça önemlidir.

İlgili afet bölgesinde kalıcı konutların teslimi 1 yıl içerisinde gerçekleştirilecek olup ilk etapta 200 bin merkez 70 bin kırsalda yapılacak konutlar Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından paylaşılmıştır. Devlet eli ile her ne kadar afetzedelerin barınma ihtiyaçlarına yönelik eylemler gerçekleştirilse de, kalıcı konutlara erişimin 1 yıl gibi bir süreç alması, ihtiyaç olan sayının çok daha altında bir sayıda inşa sürecinin başlamış olması ve kalıcı konutlara erişimin bölge halkının iç göçe başvurmaları ile ülke içi dinamiklerin değişmesi, diğer illerde başka sosyolojik problemlerin ortaya çıkmış olması, kalıcı konutlara erişim sürecinin bir kere daha gözden geçirilmesi ve yeni yapım modellerinin irdelenmesi konusunu tez çalışmamızda zaruri hale getirmiştir.



Şekil 2.22. Afet ve acil durum sonrası barınma sürecinde tarafların durumları [3]

2.8. Geleneksel Yöntemler ile Afet Konutu Üretimi

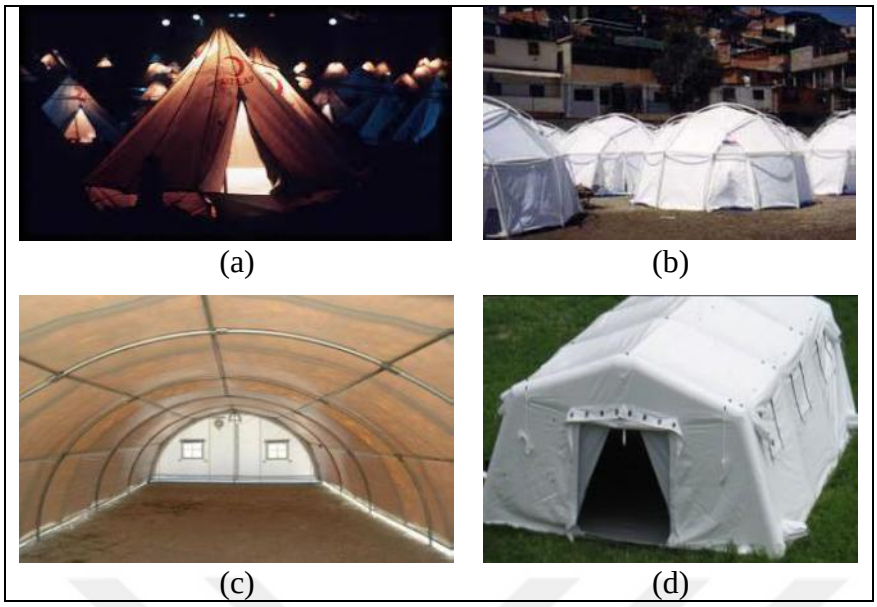
Geleneksel yöntemlerle sağlanan afet konutları, temel olarak çadırlar ve konteynerler olmak üzere iki ana başlık altında ele alınabilir.

2.8.1. Çadırlar

Afet ve acil durumlar sonrasında, kişilerin geçici yerleşim alanlarına ulaşana kadar barınma ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla acil durum sonrası barınma hizmetleri sağlanmaktadır. Bu hizmetler, afetin büyüklüğüne, niteliğine ve ülkelerin hazırlık ve gelişmişlik düzeyine göre farklılık göstermektedir. Geleneksel yöntemler arasında çadır, tente, prefabrik yapılar ve konteynerler sayılabilir. Ayrıca, kısa süreli barınma sağlamak amacıyla hasar görmemiş okullar, spor salonları, çeşitli kamu kurumları, öğretmenevleri ve oteller de kullanılmaktadır.

Türkiye'de acil yardım aşamasında genellikle çadır tipi barınaklar tercih edilmektedir; bunun başlıca nedeni hızlı kurulabilmesi ve ekonomik olmasıdır. Geçici konutların tamamlanmasına kadar afetzedelerin barınma ihtiyacını karşılayan bu çadırlar, kullanılan malzemeler nedeniyle uzun ömürlü değildir ve uzun süreli kullanıma uygun değildir. Tek mekânlı yapısı sayesinde hem oturma hem de yatma ihtiyaçlarını karşılamaktadır.

Taşıyıcı sistem açısından çadırlar şişme ve germe çadırlar olarak iki ana kategoriye ayrılmaktadır. Şişme çadırlar tek yüzeyli ve çift yüzeyli olmak üzere sınıflandırılırken, germe çadırlar klasik üçgen, beşik, jeodezik ve tünel tipi çadırlar olarak kategorize edilmektedir [7].



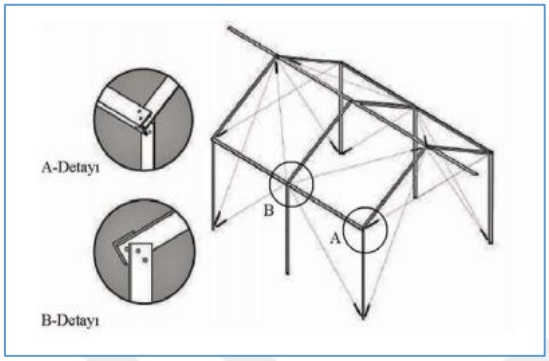
Şekil 2.23. Çadır türleri (a) Klasik üçgen çadır, (b) Jeodezik, (c) Tünel çadır, (d) Pnömatik çadır [79]

Kolay taşınabilen, depolanabilen ve hızlı kurulabilen çadırlar, genellikle ortak kullanım gerektiren mutfak ve WC alanlarıyla birlikte, çadır kentler şeklinde organize edilerek kullanılmaktadır. Başka bir sınıflamaya göre, afet sonrasında yaygın olarak kullanılan çadırlar dört ana kategoriye ayrılmaktadır: standart çadır, tünel tipi çadır, çerçeveli prototip çadır ve ahşap makaslı çadır. Bu sınıflandırma, çadırların kullanım amacına, taşıyıcı sistemine ve mekânsal özelliklerine göre farklılık göstermektedir.

Standart çadır, asma veya germe tipi olarak tasarlanır. Prefabrik metal direkler üzerine kurulmuş olan çadır, tekstil veya plastik esaslı malzeme ile kaplanır ve halat veya iplerle gerilerek yere kazıklarla sabitlenir. Taşıyıcı malzeme olarak çelik veya ahşap tercih edilmektedir. Çadır örtüsü ise polyester, polycotton veya sentetik polyester gibi malzemelerden üretilebilmektedir.

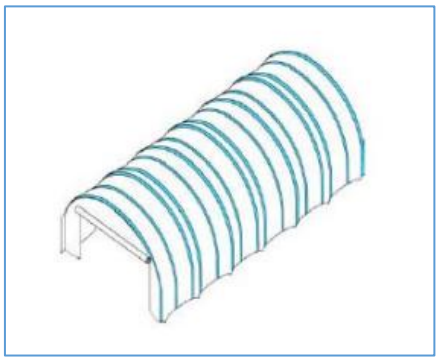
Çerçeveli Prototip Çadır, metal çerçeve sistemi ile desteklenen bir çadır tipidir. Çelik profillerden oluşan çerçeve, farklı çelik elemanların birbirine kenetlenmesiyle oluşturulmakta ve tekstil örtüsü çelik profile ip veya halatlarla bağlanmaktadır. Çerçevede metal L profiller, çadır örtüsünde ise polyester, polycotton, sentetik polyester veya plastik malzemeler kullanılmaktadır. Tekstil örtü, ateşe dayanıklı ve ısı geçirmez özellik taşır. Çadırın sabitlenmesi için çelik kazıklar kullanılmaktadır. Çerçeveli sistem çadırlarının bileşen sayısı az olduğundan montajı kolaydır. Örtüsünün ısıya dayanıklı olması ve iç

hacminin genişliği sayesinde sobalı ısıtıcılar kullanılabilir. Ancak, çeliğin birleşim noktaları çok şiddetli rüzgârlarda yeterli direnç göstermediğinden aşırı rüzgâra dayanıklı değildir. Ayrıca zemin, kar ve yağmur koşullarına karşı yeterince dayanıklı değildir.



Şekil 2.24. Çelik çerçeveli çadır yapısı [74]

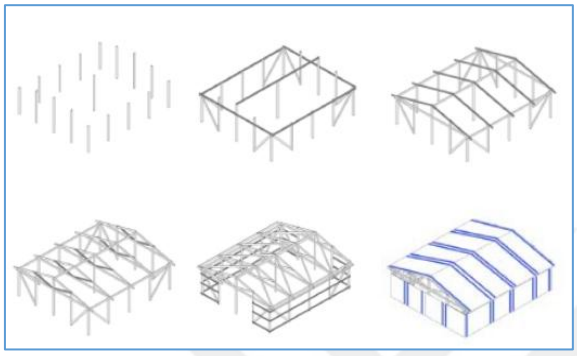
Tünel Tipi Çadır, yarım silindir formunda çubuk strüktürlü bir çadır türüdür. Çadırın profillerinin birbirine kenetlenmesinde vida-tornavida sistemi kullanılmaktadır. Profil elemanları olarak çeşitli uzunluklarda metal borular, çadır örtüsü olarak ise polyester, polycotton, sentetik polyester veya plastik malzemeler tercih edilmektedir. Çadırın sabitlenmesi için çelik veya ahşap kazıklar kullanılmaktadır. Örtü, ısıya dayanıklı olup sobayla ısıtma imkânı sunmaktadır; ancak güneş ve yağmur etkilerinden korunması gerekmektedir. Bu özellikleri ile tünel tipi çadır, geniş iç hacim ve ısıtma olanakları bakımından afet sonrası barınmada tercih edilmektedir.



Şekil 2.25. Tünel çadır görünümü [80]

Ahşap Makaslı Çadırlar, küp biçiminde ve üçgen prizma çatıya sahip olup, ahşap dikmeler ve ahşap makaslar kullanılarak inşa edilmektedir.

Ahşap dikmeler veya keresteler arasındaki bağlantılar çivilerle sağlanır. Çadır örtüsü olarak genellikle yerel plastik örtüler veya MSF (Médecins Sans Frontières) örtüleri tercih edilmektedir. Kullanılan malzemenin niteliğine bağlı olarak çadırın ısı geçirgenliği değişkenlik göstermektedir. Bununla birlikte, ahşap makaslı çadırlar dış etkilere ve darbelere karşı dayanıksızdır, bu nedenle korunmaya ve dikkatli kullanıma ihtiyaç duyar [80].



Şekil 2.26. Ahşap makaslı çadır perspektifi [80]

Çadırlarda malzeme özellikleri ve sürdürülebilirlik

Barınaklar arasında düşük maliyetli çözümler sunan çadırlar, basit malzemeler kullanılarak üretilmektedir. Ancak çadırların uzun süreli kullanıma uygun olmaması ve kullanıcılar için konforlu bir yaşam alanı sağlayamaması, bu yapıları yalnızca acil durumlarda kullanım ile sınırlamaktadır. Çadırlar, çevresel koşullardan kolayca etkilenebilen ve diğer barınak sistemlerine kıyasla düşük dayanım gösteren yapılardır.

Enerji ihtiyacı açısından, çadırlarda genellikle akü, jeneratör veya ana şebekeden sağlanan elektrik kullanılmaktadır. Isıtma sistemleri ise sobalar, gazlı sistemler veya elektrikli cihazlar ile sağlanmakta olup, yüksek yangın riski taşımaktadır. Ayrıca çadır örtülerinin düşük yalıtım değerleri, enerji verimliliğini ciddi şekilde sınırlamaktadır. Su temini açısından, çadırlarda tesisatlı borulama ile su sağlanması genellikle mümkün olmamakta ve temel su ihtiyacı geçici yöntemlerle karşılanmaktadır. Ortak kullanım için oluşturulan tuvalet ve banyo alanları ise mahremiyet ve hijyen açısından yetersizdir. Tüm bu değerlendirmeler göz önünde bulundurulduğunda, çadırların sürdürülebilir barınak sistemleri kapsamında değerlendirilmesi uygun bir yaklaşım değildir.



Şekil 2.27. Çadırlara Su temini ve ortak banyo çözümü

Günümüzde sıklıkla kullanılan afet sonrası acil yardım barınaklarından çadırların rehabilite edilmesi amacıyla pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan dikkat çekenlerden birisi 2013'te Abeer Seikaly'nın tasarladığı "Weaving a home" ile kavramsal bir acil durum çadırı tasarlanmıştır. Seikaly yapmış olduğu tasarım ile dalgalı şekilde birbirine monte edilmiş plastik borulara membran kumaş gererek açılır ve kapanır bir sistem ortaya koymuştur. Yapının çeperinde meydana gelen hücreler ile iklim şartına göre açıklık ya da kapatma yapılabilir. Yapı strüktüründe kullanılan plastik borulardaki boşluklar ise yapı için elektrik ve tesisat ile ilgili kanalları oluşturmak için kullanılmıştır.



Şekil 2.28. Abeer Seikaly'nn geliştirmiş olduğu yapı kabuğu önerisi [81]



Şekil 2.29. Farklı iklimlere karşı geliştirilen kabuk çadır önerisi [81]

6 Şubat depremi sonrasında geçici barınma ihtiyacına yönelik ilk çalışma çadırlar ile sağlanmış olup, çadırların yukarıda belirtilen olumsuz nedenleri bir kere daha depremzedeler tarafından yaşanarak tecrübe edilmiştir.

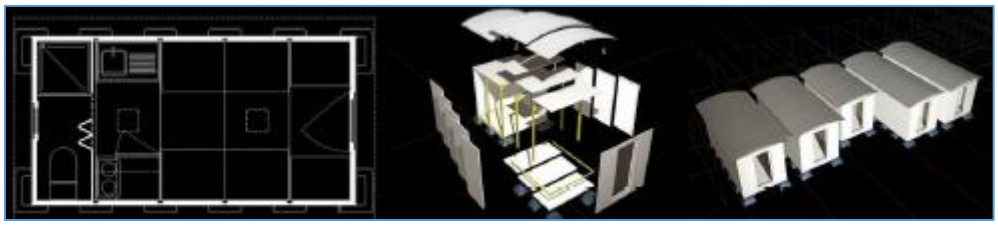
2.8.2. Konteynerler

İyileştirme (rehabilitasyon) aşamasında uygulanan geçici barınma çözümlerinden biri prefabrike barınaklardır. Geçici barınma aşaması, acil barınma aşamasını takiben, kalıcı barınmaya geçiş sürecine kadar olan dönemi kapsamaktadır. Konteynerler başlangıçta öncelikli olarak ticari amaçlı taşımacılık için geliştirilmiş büyük kutular olarak tanımlansa da günümüzde ön yapım sistemleri ile üretilen konteyner barınaklar, geçici barınma ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kullanılmaktadır. Bunun yanında, imalathane ortamında üretilen, genellikle 3 metre genişliğinde ve farklı plan tipolojilerine sahip konteynerler de bulunmaktadır. Ticari yük konteynerleri de dayanıklı ve modüler yapıları sayesinde mimaride yaygın olarak kullanılmaktadır hem acil durum barınağı olarak hem de kalıcı mimari çözümler kapsamında değerlendirilebilmektedir. Konteynerler, kar, yağmur, yangın ve rüzgâr gibi dış etkilere karşı yüksek performans sergilemektedir. Ayrıca, konteynerler tek başına kullanılabileceği gibi, bir araya getirilerek toplu barınma birimleri oluşturmak için de uygundur [82].



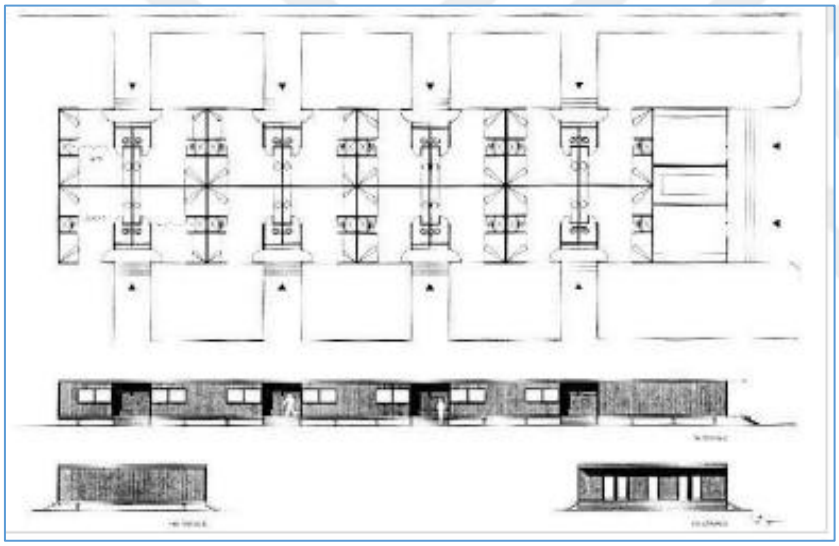
Şekil 2.30. Konteynerın mimari bir öge olarak kullanımı [83]

Konteynerler, geri dönüşüme uygun, istiflemeye elverişli ve farklı ölçülerde üretilebilen yapım sistemleridir. Afet sonrasında kullanılan çadırlar, pek çok yaşamsal ihtiyacı karşılamada yetersiz kalmaktadır. Ülkemizde, Marmara Depremi sonrasında bazı tasarımcılar geçici barınak tasarımları geliştirmiş, ancak bu tasarımlarda genellikle asgari donatı kullanımıyla barınma ihtiyacının karşılanması hedeflenmiştir. Örneğin, Haydar Karabey tarafından oluşturulan barınma birimleri; hızlı taşınabilme, yan yana dizilebilme, düşük maliyet gibi nedenlerle tasarlanmış ve brüt iki metrekarelik beş farklı birimin yan yana getirilmesiyle oluşan mekanlar olarak hayata geçirilmiştir [84].



Şekil 2.31. Haydar Karabey geçici barınma birimleri [84]

Geçici konut tasarımında meydana getirilmiş alternatiflerden birisi ise 23 metrekarelik alanlara sahip olan İnsan Yerleşimleri Derneği'nin önayak olması neticesinde oluşturulan konteyner evlerdir. Her 16 konut birimi için ortak depo ve çamaşırhaneyi oluşturan bloklar tek seferde meydana getirilebilmektedir [85].



Şekil 2.32. Konteyner Evler plan, görünüş ve kesitleri [85]

İzmir'de 30 Ekim 2020 tarihinde meydana gelen deprem sonrasu 493 adet konteyner ile yapılan konteyner kent, deprem sonrası Türkiye'de oluşturulan son örnekler arasındadır.



Kurulum Aşaması



Kullanım Aşaması

Şekil 2.33. İzmir'de 2020 yılında yaşanan deprem sonrası kurulan konteyner kent [86]

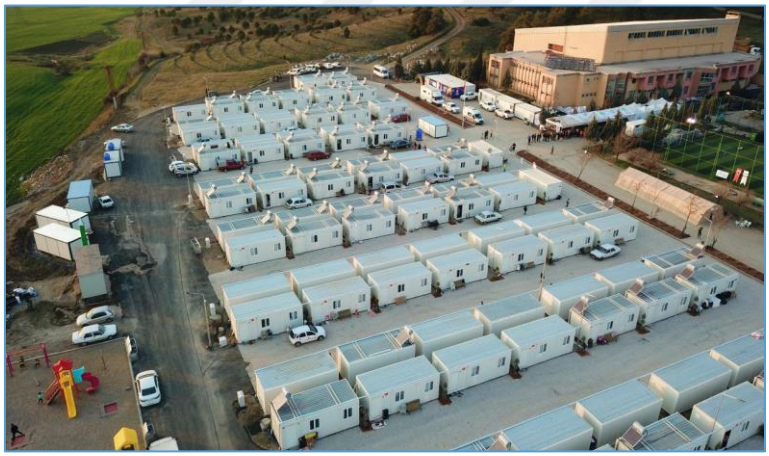


Şekil 2.34. İzmir konteyner kent 2020 [87]

6 Şubat 2023 depremi sonrası, 3 Mart 2023 tarihi itibariyle depremden etkilenen illere toplam 332 çadır kent, 189 konteyner kent kurulmuştur. 1 milyon 440 bin 668 adet depremzede çadırlarda kalırken, 34 bin 120 depremzede konteynerlerde konaklamıştır [88].



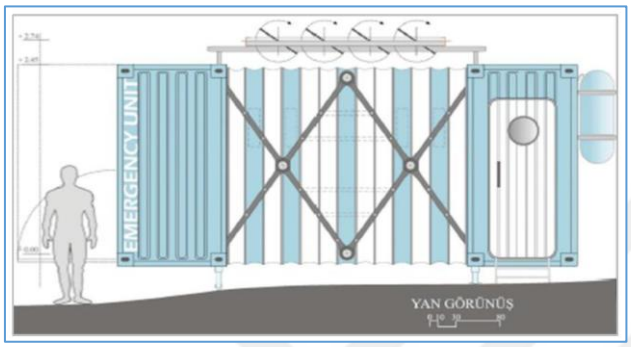
Şekil 2.35. 3 Mart 2023 tarihi itibariyle deprem bölgesinde konaklamaya ilişkin son durum çizelgesi [89]



Şekil 2.36. 6 Şubat 2023 depremleri sonrası kurulan konteyner kent [90]

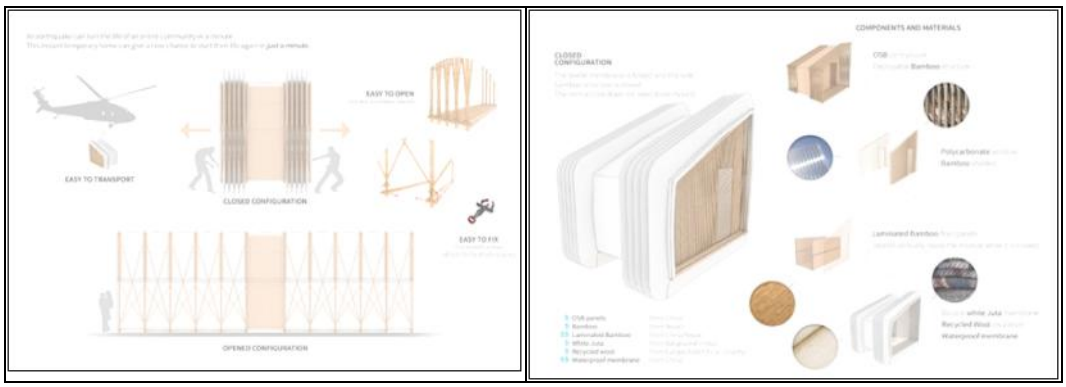
Konteynerler konusunda 2010 senesinde Beyatlı bir çalışma ortaya koymuştur. Bu çalışmada çadırların dayanıksız olmasından ve konteynerlerin lojistik zorluklarından bahsetmiştir. Bunun sonucu olarak da kendisi çadır ve konteynerlerin avantaj ve dezavantajlarını ortaya koyarak bir tasarım fikri ortaya koymuştur. Beyatlı'ya göre Çadırlar hızlı bir şekilde kurulması ve taşınabilirliği açısından avantajlı olarak görüş ortaya koymuş ancak çadır bezinin dış etkilere karşı dayanıksız olması ve bütün çadırların havalandırma sorununu belirterek dezavantajlarından bahsetmiştir.

Yük konteynerleri ise dayanıklı, güvenli ve hızlı şekilde taşınıp kurulabilmesi açısından avantajlı olarak değerlendirilmişse de bir tır üzerinde sadece 1 tane taşınmasının pahalı ve zahmetli olmasından, ısıya karşı duyarlı davranmasından, küçük olması nedeniyle de yemek ünitesi olarak kullanılmasının sıkıntılı olduğundan bahsetmiştir [74]. Tüm bu avantaj ve dezavantajları referans alarak atık konteynerlerden oluşturulmuş, katlanabilir bir model ortaya koymuştur.



Şekil 2.37. Beyatlı tarafından 2010 yılında önerilen konteyner modeli [74]

Konteyner mantığında üretilmiş bir başka örnek ise 2015 yılında Celella tarafından üretilmiş barınak tasarımıdır. Nepal depreminden sonra afetzedelerin günlük yaşamlarına yeniden dönmelerine imkân tanımak üzere Barberio Colella Arc, yerel malzemeler kullanarak hızlı üretilen hafif ve kompakt bir tasarım gerçekleştirmiştir. OSB paneller, bambu su geçirmez membran ve geri dönüşümle elde edilmiş yün kullanılarak gerçekleştirilen bu tasarım ile sınırlandırılmış malzeme seçilmiş olması, özel işgücü ya da karmaşık yapım sistemleri olmadan, daha kolay tedarik edilen ve yapılabilen bir yapım sistemi ortaya koymuştur.



Şekil 2.38. Barberio Colella Arc tarafından tasarlanan barınak [91]



Şekil 2.39. Barberio Colella Arc tarafından projelendirilen Nepal barınağı [92]

2.9. Yenilikçi Yapım Teknolojileri Esaslı Sistemler

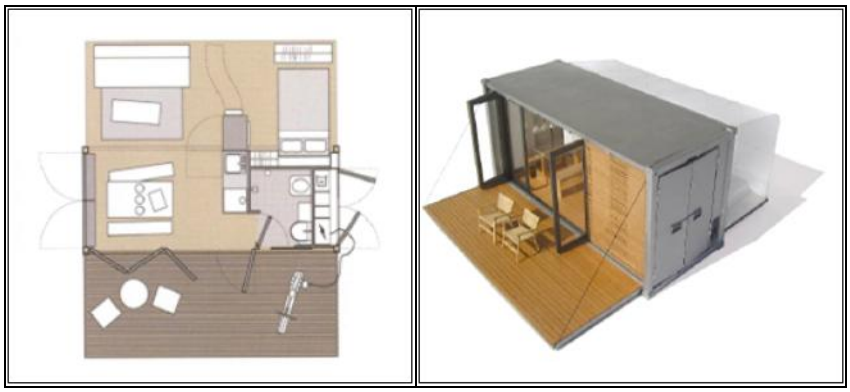
Yenilikçi yapım teknolojileri büyüyebilen genişleyebilen sistemler, şişme (hava) destekli sistemler, hafif çelik kutu sistemler, eklemeli imalat teknolojileri ve çapraz lamine ahşap sistemler (CLT) olarak beş farklı başlık altında incelenmiştir.

2.9.1. Büyüyebilen genişleyebilen sistemler

Birim modülün kendi ekseninde ya da kenarları doğrultusunda, kendine ait yüzeylerin x, y ya da z eksenlerinde hareket ettirilmesi ile meydana getirilen, hacimsel ve alansal olarak yapıyı büyüten sistemlerdir. Kullanım alanında fazlalık oluşturması nedeniyle, birim modüllere göre daha kullanışlı ve ihtiyaçlara cevap verebilen mekanların oluşturulması mümkündür.

The All Terrain Cabin

2006 yılında Bark Design Collective tarafından tasarlanan konteyner barınaklar, dağlık bölgelerde kullanım için uygun tek birim hücreli konteynerlerden oluşmaktadır. Bu barınak tipinde, yirmilik konteynerler kullanılmakta olup, zeminde daha fazla alan kazanmak amacıyla uzun yan duvarlar zemine doğru yatırılabilmektedir. Böylece konteynerin kullanılabilir alanı, mevcut alanın yaklaşık üç katına çıkarılmaktadır. Ayrıca birim içerisinde jeneratör ve su deposu gibi temel altyapı elemanları da yer almaktadır [83].



Şekil 2.40. The All Terrain Cabin kabin plan ve perspektifi [83]

Containing Light standı

2005 yılında EER firması tarafından tasarlanan stant projesinde kırklık konteynerler kullanılmıştır. Konteynerlerin kurulumu tek bir tuşla gerçekleştirilebilmekte, hidrolik pistonlar sayesinde duvarlar ve tavan yükseltilebilmektedir. Ayrıca konteyner duvarlarının hareketli olması, birimlerin sergi duvarı olarak kullanılabilmesini mümkün kılmaktadır.



Şekil 2.41. Konteyner stant kurulum evreleri [93]

2010 yılında Şili'de meydana gelen 8,8 büyüklüğündeki depremden sonra meydana gelen tsunami ile hem deprem hem de tsunami nedeniyle pek çok insan hayatını kaybetmiştir. Şehrin yeniden inşasına öncülük etmesi için Şilili mimar Alejandro Aravena görevlendirildi. Aravena tasarım ofisinden danışmanlarla iş birliği sağlayarak 100 gün içerisinde yeniden inşa edilmek üzere planlama yapmaları istenmiştir.

Düşük gelirli hane halklarının barınma ihtiyacına yönelik geliştirilen bu modelde, sınırlı bütçenin (her bir konut için 10 000 USD) en verimli biçimde kullanılması hedeflenmiş ve bu doğrultuda "yarım ev" konsepti benimsenmiştir. Daha önce Alejandro Aravena tarafından geliştirilen ve başarıyla uygulanmış olan artımlı konut (incremental housing) yaklaşımına dayanan bu sistem, başlangıçta yalnızca temel yaşam gereksinimlerine yanıt verecek çekirdek bir konut biriminin inşasını öngörmekte; geri kalan kısmın ise konut kullanıcıları tarafından, kendi öncelikleri ve olanakları doğrultusunda zamanla tamamlanabileceği bir esneklik sunmaktadır.

Bu kapsamda, Arauco'nun finansman desteğiyle ve geleneksel ahşap karkas yapı sistemi kullanılarak inşa edilen sıra evler, "iyi bir evin yarısı" olarak tanımlanmıştır. İlk etapta 57 m² olarak planlanan konut birimlerinin zemin katında mutfak, banyo ve oturma odası; üst katında ise dört kişinin rahatlıkla konaklayabileceği iki yatak odası yer almaktadır. Proje, yalnızca asgari yaşam ihtiyaçlarını karşılamakla kalmayıp, ön ve arka bahçe alanları ile kullanıcıya mekânsal bir genişleme imkânı da sunmaktadır.

Her bir konut birimi, tasarım itibarıyla 85 m²'ye kadar genişleyebilir biçimde kurgulanmış; böylece konut kullanıcıları, yaşam alanlarını kendi kullanım tercihleri, ekonomik koşulları ve teknik olanakları doğrultusunda zamanla büyütebilme fırsatına sahip kılınmıştır. Bu bağlamda, mikro müteahhitlik sisteminin de devreye girebildiği süreçte, artan nitelikli alan ihtiyacının hane temelli çözümlerle giderilmesi sağlanmakta, böylece hem mekânsal sürdürülebilirlik hem de sosyo-ekonomik katılım olanaklı hâle gelmektedir.

Bu model, kentsel konut üretiminde katılımcı, esnek ve büyüyebilir sistemlerin sosyo-mekânsal bütünlük içerisindeki rolünü vurgulamakta; konutun yalnızca fiziksel değil, toplumsal bir varlık olarak da yeniden tanımlanmasına katkı sunmaktadır.



Şekil 2.42. Alejandro Aravena tarafından tasarlanan afet konutu planı [94]



Şekil 2.43. Alejandro Aravena tarafından tasarlanan afet konutu fotoğrafları

2.9.2. Şişme (Hava) destekli strüktür sistemleri

Şişme, hava destekli ya da pnömatik strüktür olarak isimlendirilen bu sistemlerde strüktür stabilitesi esnek membran içerisinde uygulanan basınçlı hava ile sağlanmaktadır. Sistem hafif olması nedeniyle deprem yüklerinden de daha az etkilenmektedir. Sistem ateşe ve dış etkilere karşı dayanıklı değildir.



Şekil 2.44. Şişme (hava) destekli strüktür [96]

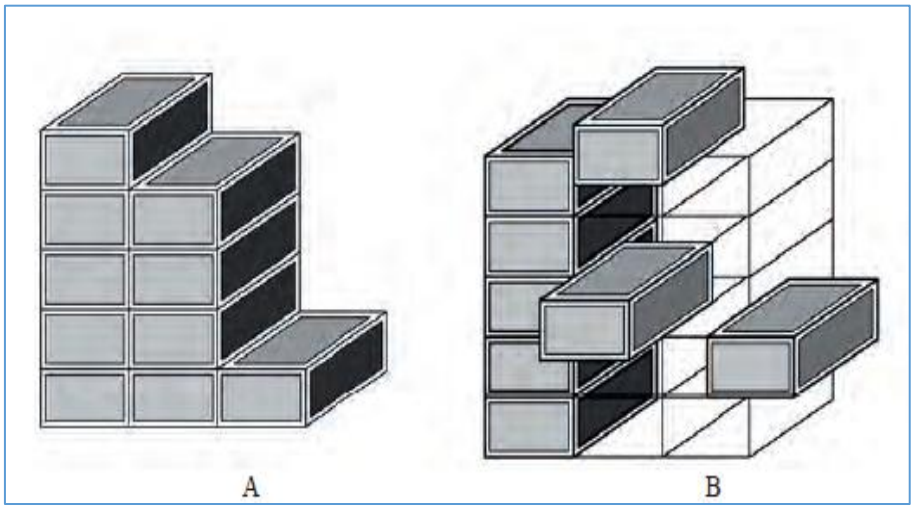
Pnömatik sistemler tek cidar ve çift cidarlı olarak iki ayrı başlık altında incelenebilir. Pnömatik sistemlerde sürekli hava akışı sağlanması gereklidir. Uygun enerji altyapısı olmayan bölgelerde bu sistemlerin kullanımı çok mümkün değildir. Büyük hacimler oluşturmak istendiğince pnömatik sistemler buna cevap verir ancak yapının dış etkilerden korunması için sabitlendirecek mesnet elemanlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Çift cidarlı olan pnömatik sistemler de iki cidar arasına sürekli hava pompalaması suretiyle hacim oluşturulur. Bu sistemlerde de sürekli hava akışının sağlanması gerekmektedir. Tek cidarlı olan pnömatik sistemlerden farklı hava kontrolü sağlanması adına sızdırmazlık için özel kapı gerekli değildir. Ortama giriş ve çıkışlarda özel çözümlere gerek yoktur. Pnömatik sistemler dış konturu oluşturan membran malzemesi, hava pompalama cihaz ve ekipmanı, kablo sistemi, giriş ve çıkış sağlanması amacıyla oluşturulan kapı sistemi olmak üzere farklı birimlerin bir araya getirilmesi ile meydana gelmektedir.

2.9.3. Hafif çelik kutu sistemler (modüler sistem)

Birbirinden bağımsız olarak tasarlanmış ve birleştiğinde bütünsel olarak kullanılabilen, alt birimlerinde karmaşık ürünler barındırmaktadır. Bu sistemde bir bütün parçalarına ayrışabilir ya da parçalar bir araya getirilerek bütünü oluşturabilir. Bu bağlamda modülerlik ile bileşenler kolaylıkla ayrışabilir ve istendiğinde de birleştirilerek farklı birimler meydana getirebilir. Bu nedenle modüler sistemin bileşenleri ile asgari maliyetle optimizasyonu sağlanmış birim ve mekanlar oluşturulabilir.

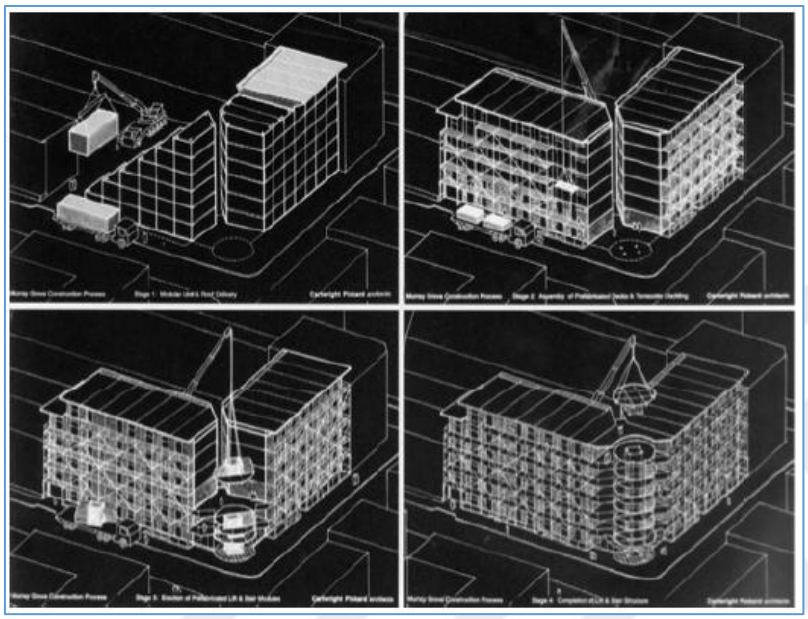
Modüler kutu sistemler yanal kuvvetlere karşı dirençlidir ve büyük ölçüde ön yapım sistem ile oluşturulduğu için kendi iç stabilitesini sağlar ve bilinmeyen yönlerden gelecek olan yüklere karşı dayanıklılık sağlar [97].

Dünyada artan nüfus, sınırlı kaynaklar ve acil barınma ihtiyaçlarının hızla karşılanması gerekliliği, son yıllarda modüler yapı sistemlerine olan ilgiyi artırmıştır. Modüler yapılar, kısa sürede kullanıcı taleplerine cevap verebilen ve hızlı bir şekilde kurulabilen sistemler sunarak, deprem gibi afetler sonrası ortaya çıkan barınma ihtiyacının hızlı biçimde çözülmesini mümkün kılmaktadır. Hafif çelik modüler kutular, 1 ila 3,2 mm kalınlığında galvanize çeliklerin soğuk şekillendirme yöntemiyle üretilir. Bu kalınlıktaki profillerin kullanımı hem taşıma kolaylığı hem şantiyeye erişim hem de standart bileşen boyutlarının sağlanması açısından avantaj sunar. Genellikle ekonomik lojistik gerekçeleriyle maksimum 3,5 metre genişliğe kadar üretilirler. Modüllerin uzunlukları nakliye koşulları göz önünde bulundurularak 12 metreye kadar tasarlanabilirken, özel üretimlerle bu uzunluk 16 metreye kadar çıkarılabilir. Modüler sistemler taşıma ve kullanım şekline göre iki başlıkta incelenebilir: taşıyıcı sistem modülleri ve taşınan sistem modülleri. Taşıyıcı modüller, yalnızca kendi ağırlıklarını taşımakla kalmaz, üzerlerine gelen yükleri de karşılar ve taşıyıcı strüktürün bir parçası gibi davranır. Statik analizler doğrultusunda, belirli bir sınır seviyesine kadar üst üste istiflenmeleri de mümkündür. Bu sayede hafif çelik modüler yapılar, hızlı kurulum, taşınabilirlik ve üst üste istifleme avantajları ile afet sonrası geçici barınma çözümlerinde etkili bir seçenek sunmaktadır.



Şekil 2.45. Modüllerin taşıtılma durumları A) Yığma Sistem, B) Karkas sistem ile taşıtma [99]

Taşınan modüler kutu sistemlerinde, modüller birbirlerinin yükünü taşımaz. Bu modüller, bir çekmece mantığında taşıyıcı karkasın içerisine sürülerek yerleştirilir. Taşıyıcı özellik taşımayan bu modüllerle bir yapı oluşturulmak istendiğinde, modüllerin sabit ve güvenli bir şekilde durabilmesi için taşıyıcı bir karkas veya rijit bir askı sistemi gereklidir [98].



Şekil 2.46. Bina modüllerinin yerleşim aşamaları [99]

Oluşturulacak modüller, enine, boyuna veya karma şekilde birleştirilerek farklı plan şemaları ortaya çıkarılabilir. Az katlı yapılarda modüller yığma sistem mantığıyla üst üste oturtularak kullanılabilirken, çok katlı yapılarda modüller, yapının taşıyıcı strüktürüne entegre edilerek üst katlara doğru taşınabilir. Bu sayede hem esnek hem de farklı kullanım gereksinimlerine uyum sağlayabilen yapılar tasarlanabilir.



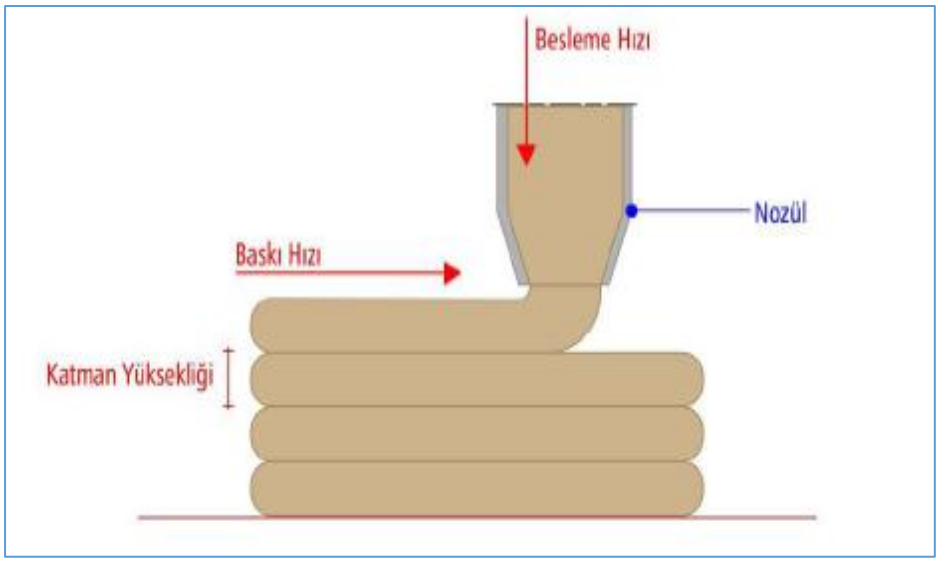
Şekil 2.47. Modüler kutu sistem uygulamaları [98]

2.9.4. Eklemeli imalat teknolojisi

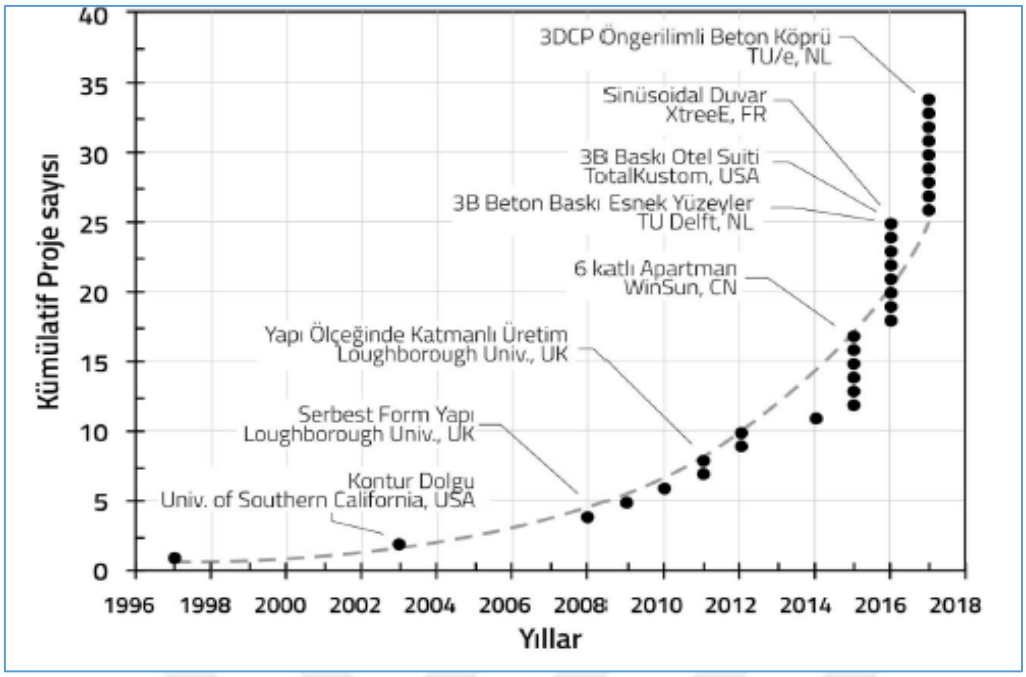
Eklemeli (katmanlı) imalat teknolojisi sayesinde günümüzde askeri, otomotiv, medikal, havacılık, imalat vb. pek çok sektörde üretim kalitesi, hızı ve standardizasyonunun sağlanması açısından son yıllarda kullanım sıklığı görülmektedir.

Son yıllarda üç boyutlu (3D) yazıcıların kullanımındaki artış, teknolojik ve yazılımsal gelişmeler inşaat sektörü üzerinde de oldukça etkili olmuştur. Eklemeli imalat yöntemleri için 3D terimi yaygın kullanılır hale gelmiştir.

Geleneksel üretim yönteminde, bir bütün blok üzerinden torna, freze gibi aletlerle malzemenin çıkarılması veya eksiltilmesi ile ürün elde edilirken, katmanlı üretimde tam tersine, malzeme üst üste eklenerek üretim gerçekleştirilir. Üç boyutlu nesnelerin sayısal veriler kullanılarak katman katman üretilmesi ilk olarak 1984 yılında Charles Hull tarafından geliştirilmiş ve 1986 yılında Stereolithography (SLA) adıyla patentlenmiştir Farklı teknikler kullanılarak gerçekleştirilen katmanlı üretimde, özel yazılımlar aracılığıyla hammaddenin üst üste eklenmesi prensibi uygulanır. Katmanlar hâlinde biriken malzemenin sertleştirilmesi ise erime, kimyasal reaksiyon veya bağlayıcı kullanımı yoluyla sağlanır [100].

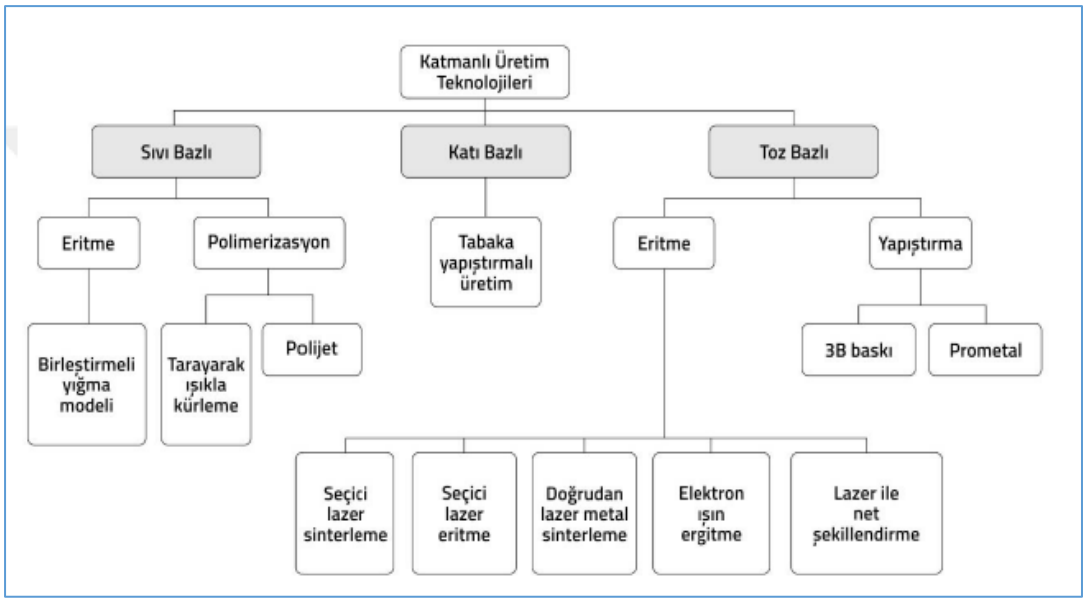


Şekil 2.48. Eklemeli imalat teknolojisi şematik gösterimi [100]



Şekil 2.49. Yapı ölçeğinde katmanlı üretim teknolojilerinin yıllara göre gelişim süreci [101]

Katmanlı üretimde yaygın kullanım sistemi olarak yazıcı modelleri karşımıza çıkmaktadır. Literatürde farklı gruplandırmalar bulunsa da yazıcı tipleri genellikle kartezyen, polar ve delta olmak üzere üç grup altında toplanmaktadır. FDM (Fused Deposition Modeling) olarak adlandırılan bu yazıcılar kendi aralarında farklar barındırmaktadır.



Şekil 2.50. Katmanlı üretim teknolojilerinin, deradjat ve Minshall'ın (2017) araştırmasına dayalı sınıflandırılması [100]

Dünyaca tanınmış, bilgi teknolojileri araştırma şirketlerinden birisi olan Gartner, üç boyutlu baskıyı ortaya çıkacağına inandıkları en yeni beş teknolojiden birisi olarak isimlendirmiştir [102]. Tekstil, tıp, endüstriyel üretim, gıda vb. ürünlerin katmanlı üretim süreci ile üretilmeleri devam ederken mimari yapılar son yıllarda denenen, ölçek olarak diğer örneklerinden daha büyük örnekleri oluşturmaya başlamıştır. Mimari alanda 3D üretimler, katmanlı imalat ile anılan bir teknoloji haline gelmiştir.

Son yıllarda mimari alanda giderek deneme sayısı artan katmanlı imalatta, araştırmacılar farklı tiplerdeki 3D yazıcılar, malzemeler ya da yapım teknikleri üzerinde çalışmaktadır. Katmanlı üretim teknolojilerinden sıvı bazlı üretimde da katı hammadde eritilerek ya da sıvı polimer ile katmanlar üst üste biriktirilir ve istenilen form meydana getirilir. Katı bazlı katmanlı üretimde katı malzeme kaynak ya da özel yapıştırıcılar ile birbirlerine birleştirilirler. Toz bazlı katmanlı üretimde ise toz hammadde, lazer ya da elektron ışın tekniği ile katılaşabilir. Bu üretim yöntemi katı ve sıvı bazlı katmanlı üretim sistemlerine göre daha geniş malzeme olanağına sahiptir [100].

Eklemlenebilir üretim teknolojisinin avantaj ve sınırlılıkları

Avantajlar:

- Özel üretim, geleneksel seri üretim yöntemlerine göre daha ekonomiktir.
- Alet ve kalıp ihtiyacı olmadan doğrudan üretim yapılabilir.
- Tasarımlar dijital dosyalar üzerinden yönetildiği için, bileşen veya ürün değişimi hızlı ve pratiktir.
- Malzeme kullanımında tasarruf sağlanır ve kullanılan malzemelerin yeniden kullanımı mümkündür.
- Karmaşık ve organik biçimlerin üretimi kolaylıkla gerçekleştirilebilir[100].

Zorlukları:

- Üretim hızı görece yavaştır ve ilk yatırım maliyeti yüksektir.
- Kullanılabilecek malzemeler bakımından sınırlı standardizasyona sahiptir.
- Katmanların üst üste gelmesi nedeniyle yüzeyde sonradan rötuş veya işleme gerekebilir [100].

Eklemlenebilir üretim hâlen gelişim aşamasında olduğundan, sunduğu avantajlardan tam olarak yararlanılamamaktadır. Katmanlı üretim yöntemleri sayesinde yapı sektöründe de üretim yapılabilmekte olup, farklı otomasyon sistemleri (örneğin püskürtme, robotik frezeleme vb.) kullanılarak gerçekleştirilebilmektedir.

Püskürtme yöntemle yapılan yöntemlerden biri kontur dolgu yöntemi olup, bu yöntem ile yapı inşası mümkün olmaktadır. NASA, bu teknikle dünya ve ay üzerinde, yerel malzemeler kullanarak yapı inşa edilmesi üzerinde çalışmaktadır [100]. Yapı ölçeğinde katmanlı üretimin birtakım faydaları da olacaktır. Geleneksel yöntemlere göre form çeşitliliği sağlaması en büyük avantajlarından birisi sayılabilir. Eklemeli imalat teknolojisi içinde 3D beton baskı büyük potansiyel göstermektedir ancak beton üretim sisteminin gelişimine bağlı olarak evrileceği için bu teknolojinin çok daha gelişim gösterebileceğinden söz edilebilir. Bu üretim sistemi sayesinde mimaride ve yapım sektöründe hızlı, ucuz, çevreye olan etkisi az ve daha sürdürülebilir bir üretim potansiyeli olmasından söz edilebilir. Katmanlı üretim açısından yapım süreci şekil 2.59'da gösterilmiştir.

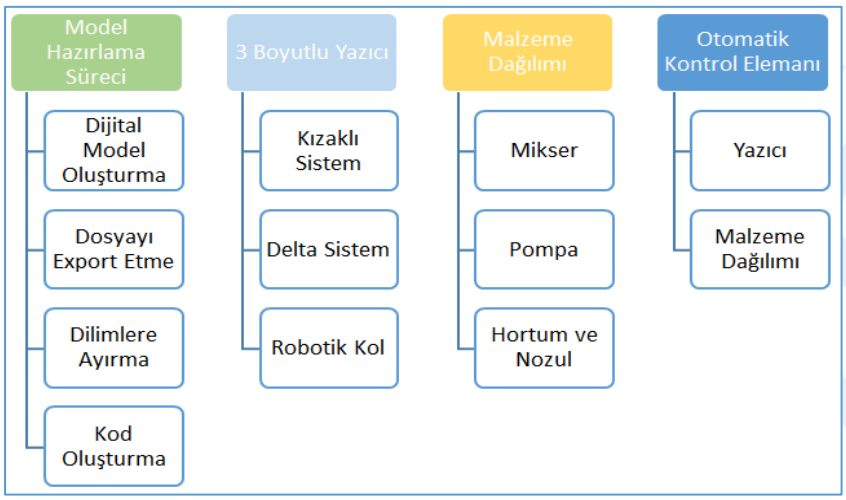


Şekil 2.51. İnşaat sektöründeki katmanlı üretim aşamaları [103]

Eklemeli imalat teknolojisinde üretim sürecine geçişte model oluşturma süreci, dijital modelleme, dışa aktarma, bölümlere ayırma ve kod oluşturma aşamalarından geçer. Üretilecek model bir yazılım üzerinde hazırlanır. Hazırlanan dijital verinin 3D yazıcı tarafından uygun şekilde okunabilmesi için dosya dışa aktarılarak dönüştürülür. Dönüşümü sağlanan veri bütünü üretime uygun şekilde düşey eksende dilimlere ayrılarak ilk aşama gerçekleştirilmiş olur. İkinci aşamada ise 3D yazıcı sayesinde üretilecek materyal ya da mekân ile ilgili olarak kızaklı sistem, delta sistem ya da robotik kol sisteminden uygun olan

seçilir. Katmanlı üretimde kullanılacak uygun malzeme mikser, pompa ve robotik kol sayesinde uygulanacak alana işaretlenir. Otomatik kontrolör sayesinde istenilen materyal ya da mekân üretim süreci tamamlanmış olur.

İnşaat sektöründe katmanlı imalat teknolojisi geleneksel yapım üretim sistemlerinden farklı olarak hızlı ve kaynakları etkin kullanabilen bir sistem olarak önümüzdeki dönemlerde sıklıkla karşılaşılacak yeni yapım sistemidir. Mikro üretimden makro üretime geçecek bu yapım sürecinde dünyada bu sisteme dair farklı denemeler yapılmıştır.



Şekil 2.52. 3D yazıcılar ile yapı üretim süreci [104]

İnşaat sektöründe kullanılan 3D yazıcılardan kızaklı sistemler x ve y ekseninde hareket eden kızaklar üzerinde bulunurken z ekseninde başlığı hareket ettirerek katmanlı üretim gerçekleştirir. Bu sistemler masaüstü kullanım sunan FDM yazıcıların ölçekçe büyütülmüş hali olarak düşünülebilir.



Şekil 2.53. Kızak sistemlerin uygulama fotoğrafı [105]

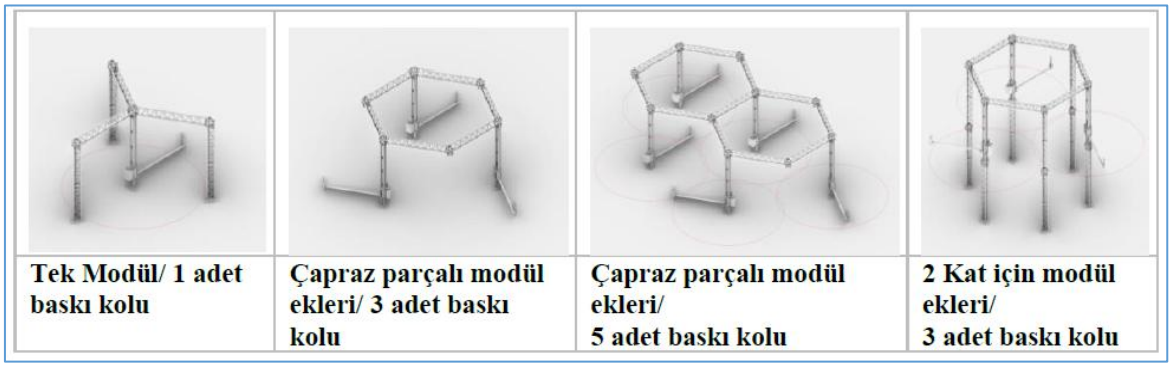


Şekil 2.54. Kızak sistemleri gösteren perspektif görünüş [106]

İkinci sistem daha karmaşık bir tasarıma ve kılavuzlara bağlı olmadan 3D eklemeli tasarıma izin veren delta sistemdir. Bu sistemde baskı nozulu düşey eksende bağlantılı kollarda asılı şekilde konumlandırılır. Başlığın bağlı olduğu kollar sayesinde de üç eksende hareket imkânı sağlanır ve katmanlı üretim yapılabilir. Bu sistemler klasik inşaat vinç sistemlerin dijital üretime uygun şekilde yeniden ele alınmasıyla ortaya çıkmış bir modeldir.



Şekil 2.55. Delta sistem WASP [107]



Şekil 2.56. Baskı kolları ve modül ekleri [108]



Şekil 2.57. Delta sistem WASP [109]

Bu baskı sistemleri ile büyük metrekareli alanları organize etmek mümkündür. Daha fazla 3D nozulu ile daha geniş ve büyük alanlarda imalat imkânı mümkündür. Bu sistemler demontable sistem olduğu için farklı uygulama yerlerine kolayca nakledilip monte edilebilirler [110].

İnşaat sektöründe katmanlı imalatta kullanılan üçüncü sistem robotik kol sistemi olup, bu sistem ile daha pratik üretimler elde etme imkânı vardır. Rus menşeili Apis Cor firmasının ürettiği robotik kol 3D sistem sayesinde tam dijital üretim imkânı vardır. Bu sistemin geleneksel üretim metoduna göre malzemeden %40 oranda tasarruf ettiği bildirilmiştir. Diğer 3D sistemlerde makinanın kurulduğu yerde tam bir yataylık şartı aranırken, bu sistemlerde yükseklik farkının 10 cm'den az olduğu her yüzeyde işlem yapılabilmektedir. Bu da beraberinde kolay kurulum ve imalata daha kısa sürede başlama imkânı tanımaktadır [110].

Günümüzde inşaat sektöründe kullanılan katmanlı üretim 3D sistemlerin üretici listesi aşağıda yer almaktadır. Çizelgeden da anlaşılacağı üzere Türkiye'de bu sistem ile ilgili olarak herhangi bir üretici yoktur.

Çizelge 2.7. Katmanlı üretim sistemini üreten ve kullanan firma ve ülkeler listesi [29]

SIRA	İNŞAAT 3B YAZICILARI	KULLANIM DURUMU	TEKNOLOJİ TİPİ	ÇALIŞMA ALANI (m3)	ÜRETCİ ÜLKE
1	BETABRAM P1	-	Kızaklı Sistem	16x8,2x2,5	Slovenya
2	COBOD BOD2	Uygun	Kızaklı Sistem	14,62x50,52x8,14	Danimarka
3	MAXI PRINTER	Uygun	Robotik Kol	12,25x12,25x7	Fransa
4	CYBE CONSTRUCTION CYBE RC 3DP	Uygun	Robotik Kol	2,75x2,75x2,75	Hollanda
5	ICON VULCAN II	Uygun	Kızaklı Sistem	2,6x8,5x sonsuz	ABD
6	MUDBOTS 3D CONCRETE PRINTER	Uygun	Kızaklı Sistem	1,83x1,83x1,22	ABD
7	TOTAL KUSTOM STROYBOT 6.2	Uygun	Kızaklı Sistem	10x15x6	ABD
8	WASP (CRANE WASP)	Uygun	Delta Sistem	6,3x3	İtalya
9	APIS COR	Proje Halinde	Robotik Kol	8,5x1,6x1,5	Rusya
10	BATIPRINT3D PRINTER	Proje Halinde	Robotik Kol	7m' ye kadar.	Fransa
11	SQ4D – ARCS	Servis Kullanımı	Kızaklı Sistem	9,1x4,4	ABD
12	CONTOUR CRAFTING	Servis Kullanımı	Kızaklı Sistem	-	ABD
13	XTREEE	Servis Kullanımı	Robotik Kol	-	Fransa

İnce daneli bağlayıcılı karışımlar katmanlı yapım için uygun malzemelerdir. 3D nozullardan yapı imalatı için malzemenin mukavemetli olması, hızlı priz alması, plastisite gibi etkiler kullanılacak malzemeler için beklenen performans özellikleridir. Yapı üretimi için plastik, nylon, doğal ince agrega, beton ve kil gibi materyaller üreten 3D yazıcılar bulunmaktadır [111].

Kullanılan malzemeler ve yapım sistemlerine göre genellikle katmanlı üretim sistemlerinde yığma yapım tekniği görülürken, karkas sistem içeren tasarımların da prototipleri üretilmiştir. Bu sistemlerde donatılar insan eli ile yerleştirilmekte olup henüz robotik faaliyetle yapılamamaktadır.

Apis Cor firması 2019 yılında Dubai'de o zamana kadarki Dünyanın en büyük katmanlı üretilmiş bina inşaatını yapmıştır. Yapmış olduğu binada çelik donatıların kullanıldığı görülmüştür. Bu yapım sistemi ile karbondioksit emisyonunun %5 oranında yapı üretimi sürecinde daha da düşük seviyede olması yapılan bu çalışmadaki sonuç olarak ortaya konmuştur [112].



Şekil 2.58. Apis Cor firması tarafından Dubai'de yapılan katmanlı karkas [113]

Eklemeli yapım sistemleri ile betonarme dışında 3D baskıda kullanılabilecek doğaya daha az zararlı ya da tam doğal malzeme kullanımı, gelişen bu sistem sayesinde gelecek yıllarda kullanılabilecektir. Toprak gibi tam organik malzemelerin farklı malzemeler ile uygun şekilde karıştırılmasıyla beraber, ekolojik bir üretim de sağlanabilecektir. İç mekân konforu açısından da değerlendirildiğinde poliüretan köpük be beton karışımlı katmanlı üretim sistemlerinde de çalışmalar yapılmıştır. Fransada üretim yapan Batiprint 3D firması farklı bir yapım sistemi olarak köpük malzeme ile birlikte tuğla da kullanmış, ısı yalıtım tuğlası ile yapılan sistem ile karşılaştırmasını yapmıştır. Yapılan araştırmaya göre maliyet açısından köpük duvarla birlikte tuğlalı sistem daha ekonomik çıkmıştır.

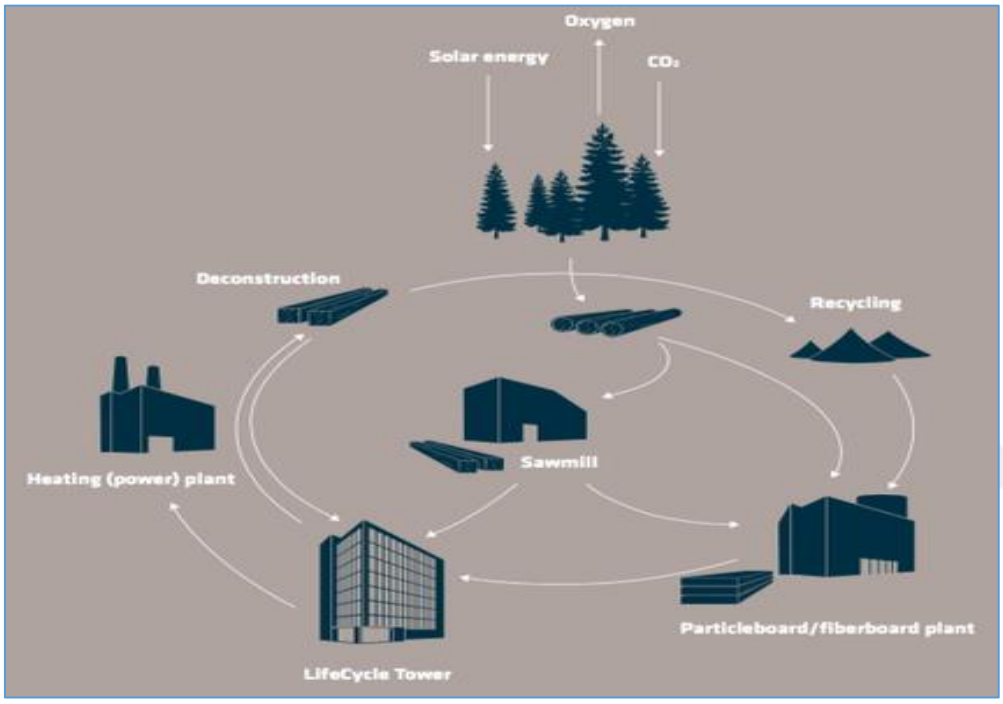
Bu malzemelerin yanı sıra kum, kil ve lifleri bir araya getiren doğal malzemeler ile de katmanlı üretimler yapılmıştır. WASP firması tarafından Tecla projesi adı altında gerçekleştirilen bu çalışma ile doğal malzemeler kullanılmıştır. Sıkıştırılmış toprak ile oluşturulan doğal üretim metodu ile yüksek derecede hassas kalıp ve sıkıştırma ünitesi sayesinde doğru geometri ve sağlamlılık sağlanmıştır [114].

2.9.5. Çapraz lamine ahsap malzemeler (CLT)

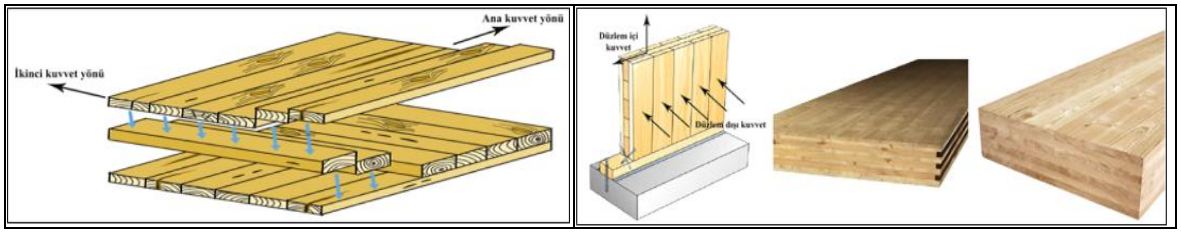
Çapraz Lamine Ahsap (CLT), ahşap tabakaların en az üç tanesinin bir araya gelmesi ile oluşturulmuş ahşap panellerdir. CLT panel lifleri üst üste preslenirken liflerinin birbirlerine dik olması bu sistemlerin temel prensibidir. Bu masif paneller yapısal yapıştırıcılar ile birbirlerine preslenebildiği gibi mekanik şekilde dübel ya da çivilerle de bağlanabilmektedir. 3,5,7,9 ya da daha fazla tek sayıdaki tabakalardan oluşmaktadır .Ancak yapılan bir çalışmaya göre, katmanların birleşiminde çivi veya dübel gibi noktasal bağlantılar yerine yüzeysel

bağlantı sağlayan yapıştırıcıların kullanılmasıyla daha rijit bir panel elde edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır [115].

CLT tabakalar X ve Y eksenlerinde birbirlerine dik oldukları için paneller takviye edici şekilde görev yapmaktadır. Bu sayede boyutsal düzen de sağlanmış olmaktadır. CLT paneller pek çok teste tabi tutulmuş olup, taşıyıcı panel olarak kullanılabileceği, çapraz laminasyon sayesinde tabakalar boyutsal stabilitenin artışının sağlanması mümkündür [124].



Şekil 2.59. Ahşabın yaşam döngüsü [116]



Şekil 2.60. CLT tablaların bir araya geliş ilkeleri [117]

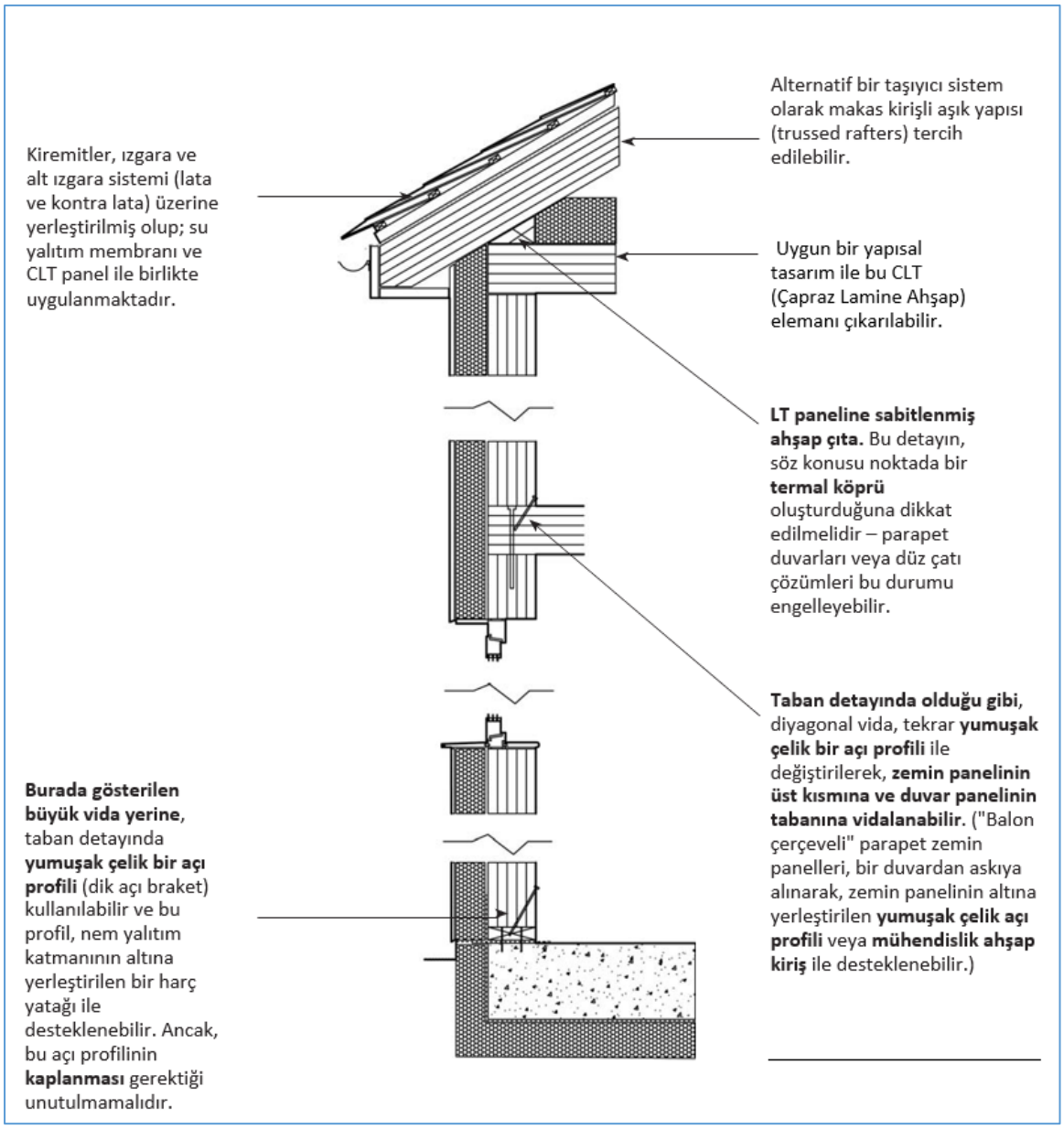
CLT yapı malzemesinin strüktürel yapı elemanı olarak kullanımı

CLT paneller meydana getirilirken X ve Y eksenlerinde farklı doğrultulardaki birleşimlerden meydana geldiği için hem döşemelerde hem de duvarlarda kullanılabilmektedir. CLT tabla

ile duvar imalatı yapılırken pencere boşluklu şekilde de önceden imalat gerçekleştirilebilmekle birlikte yerinde uygulama sırasında da bu boşluk oluşturulabilir. CLT paneller ile merdiven kovası ya da asansör boşluğu gibi şaftların da yapı içerisinde üretimi mümkündür. 2x3x11 metre ölçülerindeki şaftın yapım süresinin 1 ila 2 gün sürdüğü gözlenirken, aynı ölçülerde betonarme ile 2 ila 3 hafta, taş ya da tuğla örme tekniği ile de 3 ila 4 hafta sürdüğü tespit edilmiştir [118].

Hibrit ahşap taşıyıcı sistemlerde, CLT (Çapraz Lamine Ahşap) ile birlikte GLT (Yapıştırılmış Lamine Ahşap), PSL (Paralel Lifli Ahşap) ve LVL (Lamine Kaplama Ahşap) gibi diğer endüstriyel ahşap ürünlerinin birlikte kullanımı yaygın bir uygulamadır.

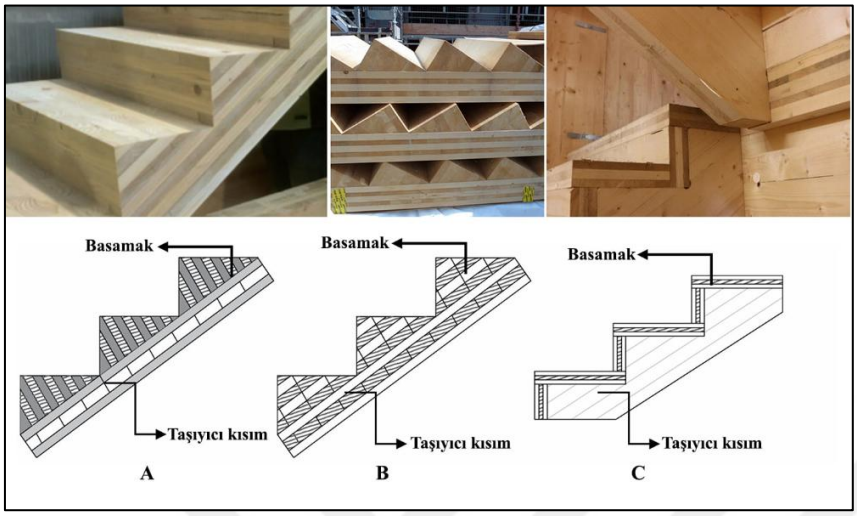
Özellikle CLT ve GLT'nin birlikte kullanılması, taşıyıcı sistem bileşenleri arasındaki bağlantı detaylarının daha sade ve uygulanabilir şekilde tasarlanmasına olanak tanımakta ve yapım sürecini kolaylaştırmaktadır. Bu yapım sisteminde, yaklaşık 7,50 metreye kadar olan döşeme açıklıkları, yapısal verimlilik ve performans açısından optimal bir değer olarak kabul edilmektedir [119].



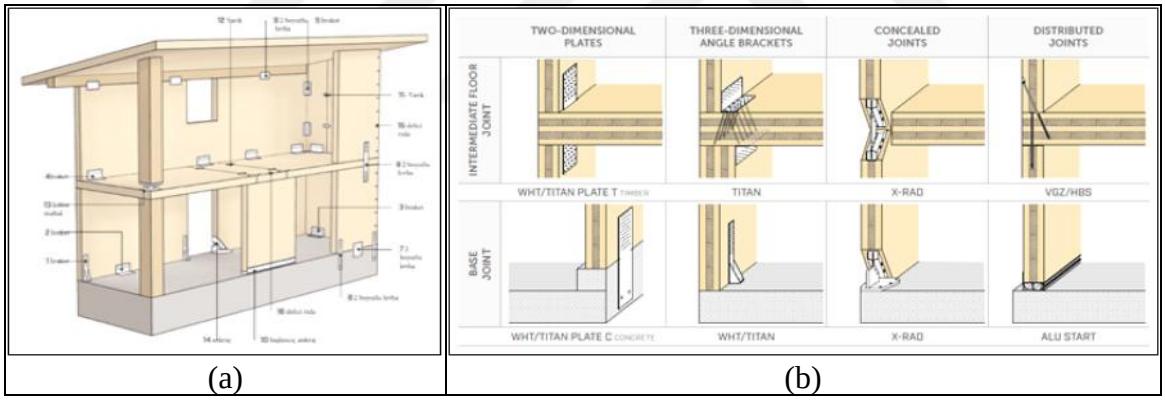
Şekil 2.61. CLT panellerin yapıya uygulanışına dair sistem kesiti [119]

CLT Paneller merdiven yapımında da kullanılmaktadır. Bu malzemelerden üretilen merdivenlerim maliyetleri prekastı betondan üretilen merdivenlere göre daha düşüktür. Yapı konstrüksiyonu bakımından daha hafiflik sağlarken montajı da daha hızlı olarak gerçekleştirilebilmektedir. CLT merdiven yapı elemanı, 4,00 metreyi aşan döşeme açıklıkları ve 2,00 kN/m² hareketli yükler için uygun bir yapı elemanıdır. Hem tek kollu hem de çift kollu olarak uygulanabilen bu eleman, CNC makineleri kullanılarak istenilen tasarıma göre üretilmektedir. Taşıyıcı bölümün panel katman sayısı genellikle 3 veya 5 katman olarak belirlenmekte olup, tasarım ve üzerine gelen yüke bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir.

Her bir panel katmanının kalınlığı ise 2, 3 veya 4 cm olup, toplam panel kalınlığı 6 ile 12 cm arasında değişmektedir [120].



Şekil 2.62. CLT paneller ile oluşturulmuş merdiven görselleri ve kesitleri [121]

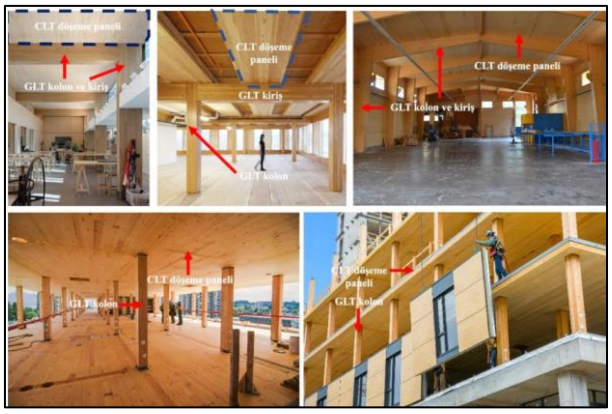


(a) (b)

Şekil 2.63. CLT panellerin (a) perspektif, (b) nokta detayı [122]

Hibrit sistem olarak CLT panellerin kullanımı

Çelik ve betonarme sistemler ile birlikte CLT panellerin kullanımı mümkündür. Yapı elemanı olarak duvarlar ve döşemelerde CLT paneller kullanılabilirken, betonarme veya çelik strüktürden meydana gelen yapının taşıyıcı sistemi seçilen yapım sistemi ile teşkil edilebilir. Benzer şekilde herhangi bir binada temel ve çekirdek kısımları betonarme, kolon ve kirişler çelik, döşeme ve duvarlar CLT panellerle de yapılabilir. Hibrit yapım sistemlerindeki temel amaç her yapı malzemesinin kendi avantajından yararlanarak, optimum koşullarda bir yapı meydana getirmektir.



Şekil 2.64. Hibrit yapım sistemi olarak CLT panellerin uygulama örnekleri [123]

Dünya örneklerinden bazıları;

- UBC Earth Science s Building / Columbia, ABD
- The Crossroads / Madison, ABD
- Forte / Melbourne, Avustralya

Sonuç olarak CLT panellerin deprem sonrası kullanılabilmesi mümkündür. Bu panel sistemlerinin tercih edilmesi ve uygulaması sırasında avantajlar ve dezavantajların değerlendirilmesi, buna göre sistem seçilmesi önemlidir. Buna göre;

CLT panellerin avantajları,

CLT paneller yapısal esneklik özellikleri sayesinde sismik kuvvetlere karşı oldukça dayanıklı davranış göstermektedir.

- Beton, çelik gibi yapı malzemelerine göre daha hafiftir ve yapının ağırlaşmasını önler.
- Yapısal hafifliği nakliye, montaj süreçlerini kolaylaştırır. Bu durum deprem gibi afet sonrası yapılarda acil konut çözümleri için avantaj sağlayabilir.
- CLT paneller modüler sistemlere dahil edilebilmektedir. Daha önceden tasarlanmış olan yapılara kolayca ek yapabilme kabiliyetleri de mevcuttur.
- CLT paneller doğal malzeme olması nedeniyle, ahşabın avantajlarını bünyesinde barındırır. Isı yalıtımında avantaj sağlarken, ses yalıtımı açısından da olumlu etki sağlayabilir.

- İhtiyaçlara göre mekânsal farklılıklarda kullanılabilmektedir. Konut başta olmak üzere farklı yapı sınıflarında kullanımı mümkündür.
- Endüstriyel orman yetiştiriciliğine teşvik etmesi nedeniyle, karbon emilimi açısından avantaj sağlar.
- Sürdürülebilir ve geri dönüştürülebilir bir malzeme olduğu için ekonomik çözümler sağlamak adına avantajlıdır.
- CLT malzemelerin ömrü yapı ömrü ile paralellik gösterdiği için kalıcı yapılarda kullanımı mümkündür.

CLT panellerin dezajantajları,

- CLT'nin ahşap bir malzeme olması nedeniyle yangına karşı hassastır. Ahsap yüksek ısıya maruz kaldığında yanma eğilimi gösterir ve yapısal bütünlüğünde olumsuzluklar meydana gelebilir. Yangına karşı dayanımının artırılması için CLT panellerin üzerine ilave ısıya dayanabilir uygulamaların ilave edilmesi gerekmektedir.
- Nem ve suya karşı uzun süre maruz kalması durumunda yapısal deformasyonlar, şişme ve mukavemet kaybı meydana gelebilir. Bunun önlenmesi için koruyucu kaplamalar ya da solisyonlar kullanılmalıdır.
- Tek başına tamamen CLT paneller uygulanması durumunda büyük açıklıklı ve ölçekli yapıların imalatı zor olduğundan sınırlı kullanım alanına sahiptir.
- Ahşap malzemeler genellikle betonarme gibi yapım sistemine göre ilk yatırım maliyeti açısından fazla olabilir. Ancak enerji tasarrufu, hızlı imalat, geri dönüşüm gibi etkenlerle uzun vadede daha avantajlı duruma da gelebilir.
- CLT'nin ahşap bir malzeme olması nedeniyle bakım gereksinimleri diğer malzemelere kıyasla daha fazla olabilir.

Deprem davranışı bakımından CLT panelli yapılar

CLT paneller boyutsal stabilite ve rijitliğinden dolayı yatay yüklere de karşı koyabilmektedir. Japonya'da gerçekleştirilen bir çalışmada, yedi katlı çapraz lamine ahşap (CLT) yapı, dünyanın en büyük sarsma tablası üzerinde test edilmiştir. Yapı, 7,2 büyüklüğünde ve 0,8–1,2 g aralığında ivmeye sahip şiddetli deprem simülasyonuna tabi tutulmuş; test sonucunda herhangi bir kalıcı deformasyon gözlemlenmemiştir. Bu bulgu,

CLT yapının yüksek sismik dayanım kapasitesine ve elastik geri kazanım yeteneğine sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Yapının maksimum kat ötelemesi 1,5 inç, en üst kat seviyesindeki maksimum yatay yer değiştirme ise yalnızca 11,3 inç olarak ölçülmüştür. Yapı, 14 ardışık sismik olayı neredeyse hiçbir hasar almadan atlatmıştır.

Bu sonuçlar, CLT yapıların güvenliğini ortaya koymakla kalmayıp, aynı zamanda "dirençli (resilient) tasarım" kavramı bağlamında da önemli bir potansiyel taşıdığını göstermektedir. Dirençli tasarım, sürdürülebilirlik hareketi içerisinde giderek önem kazanan bir yaklaşım olup; kaynakların verimli kullanımıyla birlikte, deprem gibi dış etkenlere karşı daha az kırılgan olan ve bu sayede uzun ömürlü kalan yapılar üretmeyi amaçlamaktadır [124].



Şekil 2.65. Japonya'da dünyanın en büyük sismik sarsıntı tablasında CLT panel ile inşa edilen yapı 14 ardışık deprem ile neredeyse hiç hasar almamıştır [124]

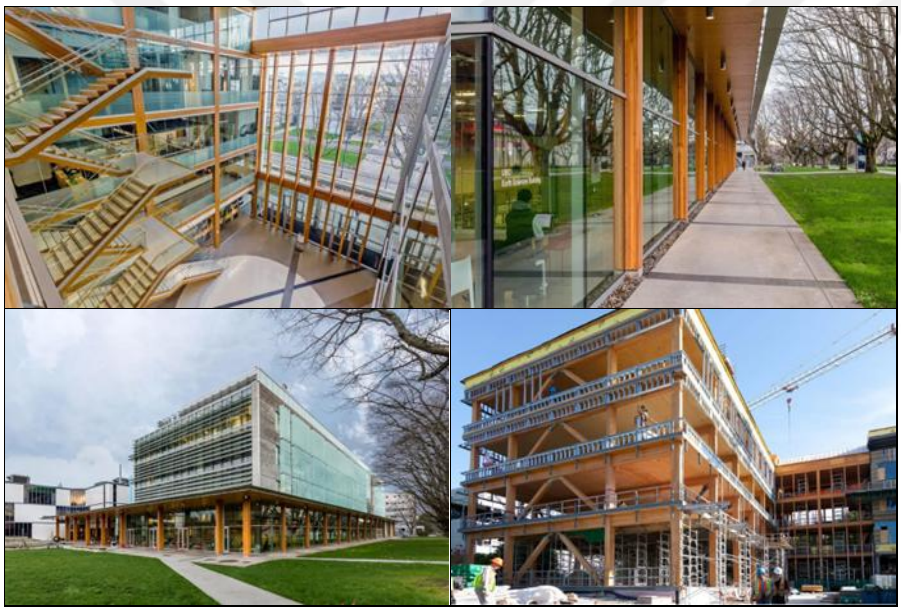
Ahşap, doğal olarak yetişen ve yenilenebilir bir malzemedir. Yaşam döngüsü değerlendirmesi (LCA) çalışmaları, ahşabın gömülü enerji, hava kirliliği ve su kirliliği açısından çelik ve betondan daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, CLT (Çapraz Lamine Ahşap) özelinde de LCA çalışmaları sürdürülmektedir.

Ayrıca ahşap, karbon ayak izi açısından da daha avantajlıdır. Ağaçlar büyürken bünyelerine karbon depolar ve bu karbon, ürün olarak kullanıldıklarında da ahşap bünyesinde tutulmaya devam eder. Ahşap ürünlerin üretimi, daha az enerji gerektirir ve sera gazı emisyonları daha

düşüktür. Karbon depolama, yapısal ahşap bileşenlerin uzun süre yerinde kalması nedeniyle önemli bir çevresel katkı sağlar. Özellikle CLT sistemlerinde, depolanan karbon kütlesi dikkate değerdir.

Örneğin, The Crossroads adlı yapı için yapılan hesaplamalarda, sadece binadaki CLT elemanlarında kullanılan ahşabın toplam potansiyel karbon katkısı 692 metrik ton CO_2 eşdeğeri olarak tahmin edilmiştir.

Bu değer, yaklaşık olarak 132 otomobilin bir yıl boyunca trafikten çekilmesine ya da bir evin 59 yıllık enerji ihtiyacının karşılanmasına eşdeğerdir [124].



Şekil 2.66. CLT paneller ile inşa edilen University of British Columbia Earth Sciences Building [125]

Kullanılan üreticiye ve diğer etkenlere bağlı olarak, Kuzey Amerika menşeli CLT (Çapraz Lamine Ahşap) ürünlerinde kullanılan ahşap, LEED sertifikasyonu veya diğer yeşil bina derecelendirme sistemlerinde katkı sağlayabilir. Bu katkı, özellikle ahşabın sertifikalı ormanlardan veya dağ çamı kabuk böceği nedeniyle zarar görmüş ormanlardan temin edilmesi durumunda geçerlidir.

Kaynak verimliliği bakımından CLT paneller

CLT, kaynakların verimli kullanımı açısından çeşitli avantajlar sunar. Bunlardan biri, geleneksel olarak yapısal amaçla değerlendirilmeyen küçük kesitli ahşapların bile yapısal eleman olarak kullanılabilmesidir. Ayrıca CLT panelleri her projeye özel olarak üretildiğinden, şantiye atığı neredeyse hiç oluşmaz.

Üretim sürecinde ortaya çıkan artık malzemeler ise genellikle merdiven, mimari detaylar gibi başka bileşenlerde kullanılabilir veya biyoyakıt olarak değerlendirilir.



Şekil 2.67. CLT paneller ile kiriş ve döşeme sistemi oluşumu [126]

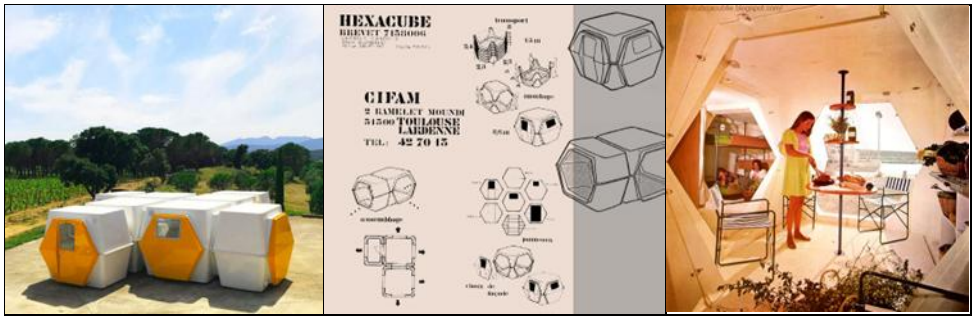
2.10. Dünya Geneli Geçici Konut Örnekleri

Dünyada meydana gelen depremler sonrasında tasarımcılar afetzedelerin kullanacakları afet konutlarına tasarımlar geliştirmişlerdir.

L'hexacube afet sonrasında kullanılan tasarımlardan birisi olup altıgen plana sahip prizma formdan oluşmuştur. Sistem kolay şekilde vidalar ile birbirine enregre olabilmekle birlikte istenilen ve ihtiyaç duyulan boyutlarda çoğaltılabilmektedir. Afet öncesinde üretilen modüller iç içe geçerek depolanmaktadır. İhtiyaç duyulan yerlere lojistik araçları ile taşınabilen modüller dış etkilere, kemirgen ve böceklere karşı da dayanıklıdır [71].

H. Unit Geçici Konutu, bir kenarı 8 m olan altıgen prizma şeklindeki yapının ana konstrüksiyonu alüminyum olup, dış duvar ve çatısı yerel malzemeler ile teşkil edilmiştir.

Dış etkilere karşı dayanıklıdır ancak birim olarak ağır ve hacimsel olarak fazla yer kaplamaktadır.



Şekil 2.68. L'hexacube geçici konut görseli [127]

Yasutaka Yoshimura Architects tarafından geliştirilen Ex-Container House, 2011 yılında Japonyada meydana gelen deprem ve tsunami afetinden sonra tasarlanmıştır. Konteyner ile oluşturulan konut yan yana veya üst üste eklenerek mekânsal ihtiyaca göre şekillenebilmektedir. Yan yana veya üst üste dizilim ile oluşturulan yapı sayesinde küçük alanda çok sayıda afetzede yerleşim ya yaşama imkânı yakalamıştır [21].

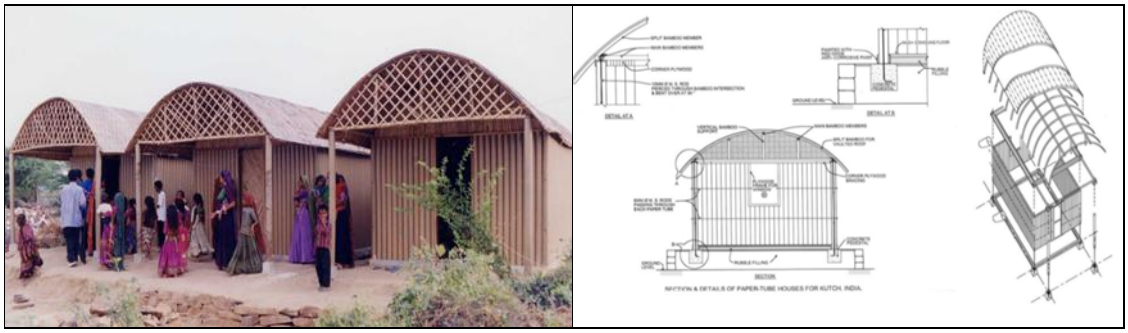


Şekil 2.69. Ex- container house [128]

Shigeru Ban – paper log house – kâğıt kütük ev

Shigeru Ban tarafından 2001 yılında Hindistan'da meydana gelen Gujarat Depremi nedeniyle evlerini kaybeden depremzedeler için, yerel koşullara uyacak şekilde kâğıt kütük evler tasarlanmıştır. Yıkılan binalardaki molozlar temel için kullanılmış olup, geleneksel

çamur zemin ile kaplanmıştır. Çatıda ise tüm ve bölünmüş bambu ağaçlar kullanılmıştır. Hasır bambu ise plastik branda ile bir araya getirilmiştir.



Şekil 2.70. Shigeru Ban tarafından tasarlanan Paper Log House [129]

Shigeru Ban tarafından 2015 yılında Nepal'de gerçekleşen 7,8 büyüklüğündeki depremden sonra yaklaşık olarak 600.000 bina hasar görmüş ve yüzbinlerce insan evsiz kalmıştır. Ban'ın "Nepal Project" olarak isimlendirdiği bu tasarım, molozlar arasından elde edilen malzemelerden yararlanarak evleri yıkılan insanlara yeni evler oluşturmayı amaçlamıştır. Bu yapıların bir başka özelliği ise birkaç gün içerisinde inşa edilebilir olmasıdır [130].



Şekil 2.71. Shigeru Ban tarafından 2015 yılında Nepal'de tasarlanan konut modeli [131]

Deprem sonrası oluşturulan geçici barınma yapılarının kalıcı barınma yapısı olarak değerlendirilmesi, afet sonrasında günlük hayatta karşılaşılan ihtiyaçlar, dış koşullar, sosyolojik ve ekonomik koşullar olmak üzere pek çok etkiyle doğrudan ilişkilidir. Deprem sonrası kalıcı olarak kullanımına devam edilecek olan barınma yapısının hangi yapım sistemi ile yapılmasının doğru olacağı, kullanılan tüm sistemlerin karşılaşılan problemlere vereceği olumlu ya da olumsuz etkiler göz önüne alınarak belirlenmelidir. Aşağıda yer alan çizelgede, geleneksel ve modern sistemler ile meydana getirilen afet sonrası barınma yapılarının farklı başlıklar altında olumlu, olumsuz, nötr ve bilgi sahibi olunamayan parametrelerini içerir kıyaslama çizelgesi yer almaktadır.

Saha çalışması ve literatür araştırmalarından elde edilen verilere göre olası deprem bölgesindeki koşullar da göz önüne alınarak deprem konutları modüler bazda farklı kombinasyonlarla oluşturulacaktır. Bu model depremin meydana geldiği yerin fiziksel koşullarına göre mevcut modüler sistemin uygun teknik ve teknoloji ile modernize edilmiş şekliyle oluşturulabileceği gibi, ilave ihtiyaçlar ya da yerin istisnai durumuna göre kompoze yöntemlerin bir araya getirilmesi ile oluşan yeni bir model ile gerçekleştirilebilir. Modelin oluşumuna yönelik süreci gösteren gelişim diyagramı aşağıda yer almaktadır.

3. DEPREM SONRASI BARINMA SİSTEMLERİNE İLİŞKİN SENARYO GELİŞTİRME VE YERLEŞİM ORGANİZASYONLARI



Şekil 3.1. Modüler sistemlerin problemden imalat sürecine ilişkin gelişim diyagramı

Çalışmada öncelikli olarak deprem sonrasında ortaya çıkan kullanıcı odaklı mekânsal problemler tespit edilecektir. Afetin meydana geldiği bölgenin fiziksel çevre koşulları, topografik durumu, iklim, mevsim gibi pek çok parametreye göre incelemeler yapılmıştır. Problemler belirlenirken depremzedelerin asgari mekânsal ihtiyaçları ve büyüklükleri de yapılan saha araştırmaları ile belirlenmiştir.

TUİK tarafından Türkiye'de gerçekleştirilen adrese dayalı nüfus kayıt sistemi aracılığıyla elde edilen veriler, ülkemizde yıllara göre nüfus ve hane sayısında artış elde edilmiştir. Bu artış oranları incelendiğinde hane sayısının artışının daha hızlı bir şekilde arttığı görülürken, hanede yer alan ortalama hane halkı büyüklüğü artışı hane artışı gibi artmamış, bilakis azalmıştır. Bu veriler ile yeni hane oluşturacak ailelerin, kendi aileleri ile yaşamayı tercih etmediklerini, kendi hanelerini kurma durumunu gerçekleştirdikleri görülmektedir. Doğum ortalamasının düşmesi, toplumun daha bireysel hale gelmesi, eğitim durumunun gelişmesi, ekonomik nedenler gibi pek çok etken ortalama hane halkı büyüklüğünün azalmasında etkili olmuştur.

Çizelge 3.1. 1954-2020 yılları arasında Türkiye'de nüfus, hane ve ortalama hane halkı büyüklüğü

Yıllar	1955	1980	2000	2019
Nüfus	24.064.763	44.736.957	67.803.927	83.154.997
Hane	4.236.754	8.409.202	15.067.539	24.001.940
OHB[1]	5,68	5,32	4,5	3,35

Çizelge 3.2. Türkiye'de doğalgaz tüketimi kapsamında; hanehalkı ve konut büyüklüklerinin değerlendirilmesi

Ülkeler	Yıllar	Nüfus	Hane	OHB
ABD	1980	226.545.805	80.780.000	2,8
	2019	332.417.793	128.580.000	2,58
ÇİN	2012	1.367.820.000	405.940.000	3,36
	2019	1.439.968.619	475.237.167	3,03
RUSYA	2002	142.754.098	50.711.375	2,8
	2019	145.895.551	55.358.229	2,6
FRANSA	2005	63.229.635	25.253.000	2,5
	2019	64.962.248	28.453.694	2,3
MEKSİKA	2000	100.896.000	22.268.196	4,53
	2019	124.834.445	33.253.918	3,8

Hane halkı sayısındaki azalma, aynı zamanda hane içerisinde kişi başına denk gelen yaşam alanlarının da artması sonucunu doğurmuştur. Konut içerisinde yaşama, beslenme, istirahat ve kişisel ihtiyaçların karşılanması bakımından ihtiyaçlarda değişiklikte önemli bir

değişiklik olmamışken, ortalama hane halkı sayısının azalması nedeniyle kişi başına düşen ortalama hane halkı yaşam alanı artmıştır.

Çizelge 3.3. Türkiye'nin belirli yıllardaki ortalama konut, hane halkı ve kişi başına düşen yaşam alanı büyüklükleri

Yıllar	Ortalama Konut Büyüklüğü (m2)	Ortalama Hanehalkı Büyüklüğü	Kişi Başına Düşen Yaşam Alanı (m2)
1970	91	5,69	16
1990	110	4,97	22
2019	114	3,35	34

Çizelge 3.4. Türkiye'de konut tercihleri üzerine araştırma sonuçları

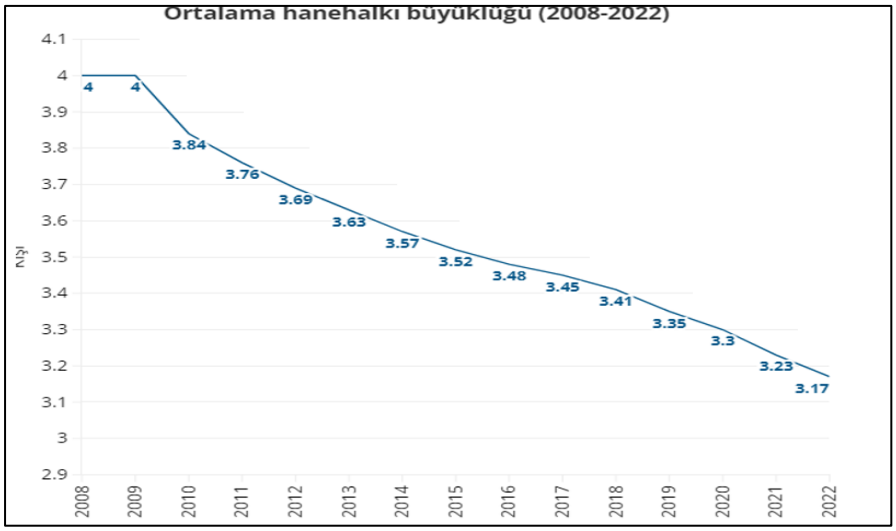
Sorulan Daire Tipi	Oda Sayısı	Oylayan Kişi Sayısı Ve Yüzdesi
Küçük (ortalama 35-90 m^2)	1+0 veya 1+1	468 (%4,59)
120m^2'lik bir Konut	3+1 veya 2+1	5908 (%58,06)
Dubleks, Tripleks veya Rezidans	5 ve daha fazlası	3798 (%37,35)

Bu çizelgeden görüleceği üzere ortalama hane halkı sayısında önemli bir azalma meydana gelmesine rağmen, toplumun %58,06 'sı ortalama 120 m^2'lik konutu tercih ederken, %37,35'i ise 5 ve daha fazla odası olan konutları tercih etmektedir. 1950 ve sonrasında ülkemizdeki hane halkları batılı mimari kültürlere yönelim göstermiş, Almanya ve Fransa da ortaya çıkan apartman kültürü ve toplu konutta yaşama kültürü toplumumuzda kısa sürede etkisini göstermiştir.

Çizelge 3.5. Ülkeler bazında konut büyüklüğü ve kişi başına düşen yaşam alanını gösteren çizelge

Ülkeler	Ortalama Konut Büyüklüğü	Kişi Başına Düşen Yaşam Alanı	Ülkeler	Ortalama Konut Büyüklüğü	Kişi Başına Düşen Yaşam Alanı
Endonezya	40	10,2	İspanya	96,6	38,64
Hong Kong	45	17,07	Almanya	109,2	54,6
Rusya	57	22	Fransa	112,8	49,04
İngiltere	76	33	Türkiye	114	34,02
İtalya	81,5	33,9	Hollanda	115,5	52,5
Portekiz	82,2	32,8	Belçika	119	49,58
İsveç	83	37,7	Yunanistan	126,4	48,6
Finlandiya	87,1	43,55	Danimarka	137	62,2
İrlanda	87,7	32,4	Avusturya (H)	186	77,5
Avusturya	96	41,73	ABD	202	77,69

Yukarıdaki çizelgeden de görüleceği üzere ülkemiz ve diğer ülkelerindeki ortalama konut alanları ile her bir birey için ortalama yaşam alanlarının birbirleri ile değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Gelişmiş olmasına rağmen Hong Kong gibi ülkelerde 45 metrekarelik alanlarda ortalama konut büyüklükleri görülürken, ülkemiz gibi Ortadoğu ülkelerinde 100 ve daha üzeri alanlarda konut büyüklüklerine rastlanmaktadır. Kültür ve geleneksel mimari anlayış bu durumun etkisi olarak değerlendirilebilse de küreselleşme neticesinde konut kavramı, fonksiyonları ve barındırdığı hane halkı sayısında değişiklik görülmeye başlamıştır.



Şekil 3.2. Ortalama hane halı büyüklüğünün yıllara göre değişimini gösterir grafik [132]

Ülkemizdeki ortalama hane halkı büyüklükleri ve yıllara göre değişimleri incelendiğinde daha az sayıda bireyden oluşan hanelerin gitgide artıyor olması, birim hane büyüklüğünün tayin edilmesi durumunda da göz önünde bulundurulacaktır. Konutlarda hane başına düşen alan ya da hane başına düşen kişi sayısı ile ilgili olarak dünyada ya da ülkemizde herhangi bir standarda ulaşılamamıştır. Songür,2000'e göre Devlet Planlama Teşkilatı raporunda alanı 40 metrekareden küçük konutlarda; kişi mekân oranı 2,5 iken, alan-kişi oranı 8 metrekareden küçüktür. 40 ila 70 metrekare arasındaki konutlarda ise kişi ile mekân oranı 2 iken, alan kişi oranı 8,1 ila 14 metrekare arasında olmaktadır. Planlı Alanlar İmar Yönetmeliğine göre herhangi bir konutta bulunması gereken asgari mekân büyüklükleri aşağıda yer almaktadır.

MADDE 29- (1) Her müstakil konutta en az aşağıdaki piyesler bulunur:

Piyes	Dar Kenarı	Net Alanı
1 oturma odası	3.00 metre	12.0 m^2
1 yatak odası	2.50 metre	9.00 m^2
1 mutfak veya yemek pişirme yeri	1.50 metre	3.30 m^2
1 banyo veya yıkanma yeri	1.50 metre	3.00 m^2
1 tuvalet	1.00 metre	1.20 m^2

(2) 3 veya daha az odalı konutlarda banyo/yıkanma yeri ile tuvalet aynı yerde düzenlenebilir.
(3) Hol ve koridor genişlikleri 1.20 metreden az olamaz.

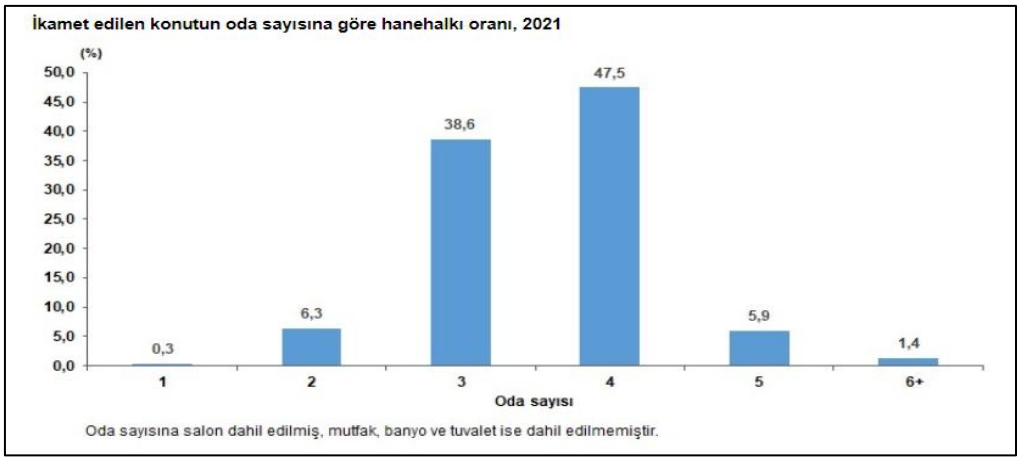
Şekil 3.3. Planlı alanlar imar yönetmeliği asgari mekân büyüklükleri [133]

Asgari mekânsal ihtiyacın belirlenmesi, aile fert sayısının tespit edilmesiyle birlikte ele alınmalıdır. Bu tespitte her depremzede fert için gereken optimum yaşanabilir mekânsal büyüklük ile aile fert sayısı arasında bir hesaba gidilebilir. Mekân oluştururken ortak alanlar bu hesaba dahil edilerek depremzede ailenin tüm fertleri için optimum yaşanabilir mekân büyüklüğü belirlenmiştir.

Araştırma kapsamında birim alan hesabı yapılırken farklı aile büyüklüklerine göre farklı alternatifler oluşturularak, birim modüllerin çeşitlendirilmesi ile optimum mekân büyüklüğü elde edilmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda aile fert sayısı ve kullanıcı ihtiyaçlarına göre belirlenecek örnek modüllerde farklı mekânsal büyüklükler ve teşkiller ile mekân kurgusu önerisi geliştirilmiştir. Bir kişi için 10 metrekarelik alandan daha küçük olmamak üzere modül alan belirlenerek, aile fert sayısına göre ihtiyaç duyulacak alan farklı alternatiflerle ortaya konulacaktır. Afet sonrası oluşturulacak acil barınma ve geçici konutların kalıcı konutlara dönüşebilmesi için öncelikle kullanıcıları afetzede olan kişilerin günlük yaşamsal faaliyetlerini ihtiyaç duydukları ölçüde asgari alanları sağlamak gereklidir.

Deprem sonrasında kullanıcılar için acil mekânsal ihtiyaçların ne olduğu kadar ne kadar büyüklükte olduğu da oldukça önemlidir. Deprem sonrasında afetzedelerin asgari mekânsal ihtiyaçları belirlenerek optimum mekân sayısı, mekanların birbirleri ile ilişkileri üzerinden asgari mekânsal ihtiyaç belirlenebilir.

TÜİK ‘in 27.12.2022 tarihinde yayımladığı Bina ve Konut Nitelikleri Araştırması,2021’e göre hane halklarının %47,5’i 4 odalı konutlarda, %38,6’sı 3 odalı, %6,3’ü iki odalı, %0,3’ü 1 odalı ve %1,4’ü 6 ya da daha fazla odadan oluşan konutlarda yaşadıkları tespit edilmiştir. Diğer yandan 4 kişiden oluşan hane halklarının %52’si 4 odalı, %36’sı 3 odalı %7,1’i 5 odalı hanelerde ikamet etmektedir. Bu veriler göstermektedir ki ülkemizde yaşayan insanların ortalama mekânsal talep ve kullanımları açısından tek bağımsız bölümden oluşan birimlerde yaşaması ve uzun yıllar bu mekanlarda barınmaları mümkün değildir.



Şekil 3.4. 2021 yılı TÜİK verilerine göre ikamet edilen konutların oda sayısına göre hane halkı oranı [134]

Depremzedelerin ortalama hane halklarının tespit edilmesi istatistiki verilerden mümkündür. Ülkemizde yüzyılın felaketi olarak adlandırılan 6 Şubat 2023 depreminden sonra depremden en çok etkilenen 11 ilde gerçekleştirilen ankete katılanların %8,6'lık oranı 2 kişi, %17,1'i 3 kişi, %24,8'lik oranı 4 kişi, %21,9'u 5 kişi, %27,6'sı 5 kişi üzeri hane halkından oluştuğu görülmüştür.

Geçici barınma sürecinde kullanılacak deprem konutlarının kalıcı barınma sürecinde de kullanımına devam edebilmeleri için hem hane halkı sayısının hem de mekânsal ihtiyaçların göz önünde bulundurulması gereklidir.

Hane halkı büyüklüğü ve ikamet edilen konutun oda sayısına göre hane halkı sayısı ve oranı, 2021

[Salon dahil; mutfak, banyo ve tuvalet hariç

Hane halkı büyüklüğü	Konutta ikamet eden hane halkı sayısı	Oda sayısı						Oda sayısı (%)						
		1	2	3	4	5	6+	Toplam Total	1	2	3	4	5	6+
Toplam-Total	**25 329 833**	**84 126**	**1 603 546**	**9 778 610**	**12 025 998**	**1 495 114**	**342 438**	**100.0**	**0.3**	**6.3**	**38.6**	**47.5**	**5.9**	**1.4**
1	**4 781 600**	40 843	620 973	2 056 632	1 836 079	181 040	46 034	**100.0**	0.9	13.0	43.0	38.4	3.8	1.0
2	**5 447 412**	19 100	368 501	2 196 357	2 534 640	263 867	64 947	**100.0**	0.4	6.8	40.3	46.5	4.8	1.2
3	**4 999 806**	8 291	209 468	1 865 708	2 543 239	307 495	65 604	**100.0**	0.2	4.2	37.3	50.9	6.2	1.3
4	**4 936 670**	5 313	167 298	1 774 797	2 564 725	351 387	73 151	**100.0**	0.1	3.4	36.0	52.0	7.1	1.5
5	**2 627 009**	3 958	105 961	958 386	1 322 661	193 078	42 965	**100.0**	0.2	4.0	36.5	50.3	7.3	1.6
6	**1 239 360**	3 474	59 098	453 567	610 639	90 285	22 296	**100.0**	0.3	4.8	36.6	49.3	7.3	1.8
7+	**1 297 976**	3 148	72 247	473 163	614 014	107 963	27 442	**100.0**	0.2	5.6	36.5	47.3	8.3	2.1

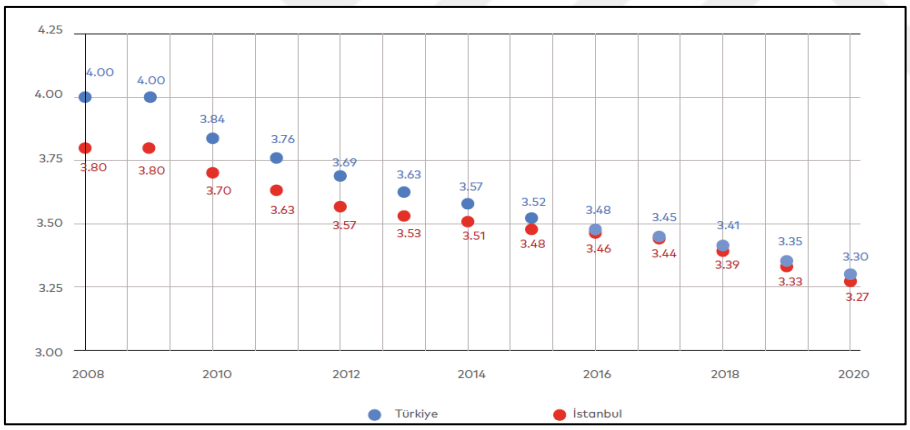
TÜİK, Bina ve Konut Nitelikleri Araştırması, 2021

Tablodaki rakamlar, yuvarlamadan dolayı toplamı vermeyebilir.

Şekil 3.5. 2021 yılına ait hane halkı büyüklüğü ve ikamet edilen konutun oda sayısına göre hane halkı sayısı ve oranları

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından 2021 yılında gerçekleştirilen araştırmaya göre, hane halkı büyüklüğü ile ikamet edilen konutun oda sayısına göre hane halkı sayısı ve oranları belirlenmiştir. Bu istatistiki verilere göre ülkemizde 2021 yılı itibariyle 25.329.833 adet konutta ikamet eden hane halkı bulunmaktadır. Grafikten anlaşılacağı üzere hane halkı büyüklüğünün 3 ,4 ve 5 olduğu ailelerin 4 odalı konutta ikamet etme oranı %50'nin üzerindedir.

TUİK tarafından yapılan araştırmaya göre 2008 -2024 yılları arasında ülkemiz genelinde ortalama hane halkı sayısında yıllar geçtikçe azalma olduğu tespit edilmiştir. İstanbul'un 2008 yılındaki ortalama hane halkı büyüklüğü 3.8 iken, 2012 yılında bu oran 3.6, 2016 yılında 3.5, 2022 yılında 3.2 ve 2024 yılında ise 3,1 olarak tespit edilmiştir. Bu oranlar İstanbul 'da ortalama hane halkı sayısında sürekli bir düşüş eğiliminin olduğunu göstermektedir.



Şekil 3.6. Türkiye ve İstanbul'da yıllara göre ortalama hane halkı büyüklüğü (2008-2020 yılları arası) [135]

TUİK tarafından yapılan başka bir araştırma 2021 yılında gerçekleştirilen illere göre kişi başına düşen oda sayısıdır. Salonun dahil, mutfak, banyo ve tuvaletin hariç tutulduğu bu istatistikte İstanbul'da kişi başına düşen oda sayısının 1.1 olduğu belirtilmiştir.

İstanbul genelinde, kişi başına düşen konut inşaat alanı mahalle ölçeğinde hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarda yalnızca konut kullanımına ayrılmış bağımsız bölümlerde ikamet eden nüfus dikkate alınmış ve mahalle bazında kişi başına düşen konut inşaat alanının ortanca

değerleri esas alınmıştır. Buna göre, İstanbul genelinde kişi başına düşen konut inşaat alanının ortanca değeri 32 m² olarak belirlenmiştir [135].

Yapıların inşa tarihine göre bu değer farklılık göstermektedir. 2008 yılından önce yapılan yapılarda ortalama kişi başına düşen konut alanı 33 m² iken, 2008 sonrası inşa edilen yapılarda bu değer 29 m²'ye düşmektedir. Bu durum, İstanbul'da hane halkı büyüklüğündeki küçülmeye paralel olarak konut birimlerinin de küçüldüğünü ortaya koymaktadır [135].

Bununla birlikte, kişi başına düşen ortalama konut inşaat alanı kent genelinde homojen bir dağılım göstermemektedir. Özellikle sosyoekonomik düzeyi yüksek mahallelerde, yeni inşa edilen yapılarda kişi başına düşen konut alanları görece daha büyüktür. Buna karşılık, kentin çeperlerinde yer alan mahallelerde yeni konutların, önceki dönem yapılarla kıyaslandığında daha küçük boyutlarda olduğu gözlemlenmektedir [135].

Kent merkezinden çeper bölgelere doğru ilerledikçe hane halkı büyüklükleri artmakta, ancak buna rağmen konutların küçülme eğilimi göstermesi, konut büyüklüğü ile hane halkı büyüklüğü arasında doğrudan bir korelasyon olmadığını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, konut büyüklüğü üzerinde belirleyici faktörün hane halkı yapısından ziyade konuta erişim gücü olduğu sonucuna ulaşılmaktadır [135].

2008 yılı öncesi ve sonrasında inşa edilen konutlara ilişkin haritalar karşılaştırıldığında, İstanbul genelinde yeni inşa edilen konutların görece daha büyük olduğuna dair genel bir eğilim gözlemlense de ortalama konut büyüklüğünde yaklaşık 4 m²'lik bir azalma yaşanmış olması dikkat çekicidir. Bu durum, kent genelindeki yapılaşma dinamikleriyle doğrudan ilişkilidir [135].

Konut büyüklüklerinin görece daha küçük olduğu ya da küçülme eğilimi gösterdiği alanlar, İstanbul'un en yoğun yapılaşmış bölgeleriyle örtüşmektedir. Bu kapsamda, Anadolu Yakası'nda Sultanbeyli ve Sancaktepe; Avrupa Yakası'nda ise Sultangazi ve Esenyurt, konutların küçüldüğü ve yapılaşma yoğunluğunun yüksek olduğu bölgeler olarak öne çıkmaktadır. Bu bölgelerdeki yapılaşma karakteristiği, küçük metrekareli konutlara odaklanan yoğun bir üretim sürecine işaret etmektedir [135].

Söz konusu bölgelerdeki küçük konut odaklı yapılaşmanın, kişi başına düşen konut alanlarının ortalama 4 m² azalmasında belirleyici bir rol oynadığı değerlendirilmektedir. Ayrıca, bu bölgelerin konut satışlarının İstanbul ortalamasının üzerinde seyrettiği alanlar olması, konut piyasasının canlı olduğu bölgelerde, konut metrekarelerinin küçülme eğiliminde olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, konut sektöründe arz-talep dinamiklerinin, konutların mekânsal nitelikleri üzerinde doğrudan etkili olabileceğini ortaya koymaktadır [135].

İllere göre kişi başına düşen oda sayısı, 2021

[Salon dahil; mutfak, banyo ve tuvalet hariç

İl	Kişi başına düşen oda sayısı	İl	Kişi başına düşen oda sayısı	İl	Kişi başına düşen oda sayısı
Toplam-Total	**1.1**	Giresun	1.4	Siirt	0.8
Adana	1.0	Gümüşhane	1.3	Sinop	1.3
Adıyaman	0.9	Hakkari	0.7	Sivas	1.2
Afyonkarahisar	1.2	Hatay	1.0	Tekirdağ	1.2
Ağrı	0.7	Isparta	1.3	Tokat	1.2
Amasya	1.2	Mersin	1.1	Trabzon	1.3
Ankara	1.3	İstanbul	1.1	Tunceli	1.3
Antalya	1.2	İzmir	1.2	Şanlıurfa	0.7
Artvin	1.3	Kars	0.9	Uşak	1.2
Aydın	1.2	Kastamonu	1.3	Van	0.8
Balıkesir	1.3	Kayseri	1.2	Yozgat	1.3
Bilecik	1.3	Kırklareli	1.3	Zonguldak	1.3
Bingöl	1.0	Kırşehir	1.3	Aksaray	1.1
Bitlis	0.8	Kocaeli	1.1	Bayburt	1.1
Bolu	1.3	Konya	1.1	Karaman	1.2
Burdur	1.3	Kütahya	1.2	Kırıkkale	1.3
Bursa	1.1	Malatya	1.1	Batman	0.7
Çanakkale	1.3	Manisa	1.2	Şırnak	0.7
Çankırı	1.4	Kahramanmaraş	1.0	Bartın	1.2
Çorum	1.3	Mardin	0.8	Ardahan	1.0
Denizli	1.2	Muğla	1.2	Iğdır	0.9
Diyarbakır	0.8	Muş	0.8	Yalova	1.2
Edirne	1.3	Nevşehir	1.2	Karabük	1.3
Elazığ	1.2	Niğde	1.2	Kilis	0.9
Erzincan	1.2	Ordu	1.3	Osmaniye	1.0
Erzurum	1.0	Rize	1.3	Düzce	1.2
Eskişehir	1.3	Sakarya	1.1		
Gaziantep	0.9	Samsun	1.2		

TÜİK, Bina ve Konut Nitelikleri Araştırması, 2021

Şekil 3.7. TUİK' e göre 2021 yılında illere göre kişi başına düşen oda sayısı

TUİK tarafından yapılan başka bir araştırma 2021 yılı itibariyle hane halklarının şehirlere ve konuttaki sahiplik (mülkiyet) durumlarına göre dağılımıdır. Bu istatistiki verilere göre İstanbul'da 4 755 086 adet konutta ikamet eden hane halkı bulunmaktadır. Bu hane halklarının %52,6'sı mülkiyet sahibi, %37,1'i kiracı, %7,5 diğer ve %2,8 ise bilinmeyen olarak belirlenmiştir. Bu verilere göre İstanbul'daki hane halklarının çoğunun kendi mülkiyetine sahip olduğu anlaşılmakla birlikte, kiracı olarak ikamet edenlerin oranının neredeyse her 10 kişiden 4'ünü oluşturduğu gözlenmiştir [135].

Konut erişilebilirliği analizinde yalnızca mülkiyet durumu değil, aynı zamanda konut harcamalarının hane halkı gelirine oranı gibi ekonomik göstergeler de dikkate alınmalıdır. İstanbul İlinde; Afetler Karşısında Sosyal Hasar Görebilirlik Araştırması'nın örneklem verilerine göre, İstanbul genelinde yaşadığı konutun mülkiyetine sahip olan hane halklarının oranı %62,4 olarak belirlenmiştir. Bu oran, konut sahipliğinin genellikle kentin çeper bölgelerinde, kent dışı alanlarda ve kırsal yerleşimlerde yoğunlaştığını göstermektedir [135].

Arnavutköy, Bakırköy ve Kartal gibi ilçeler, birer alt merkez özelliği taşımanın yanı sıra, aynı zamanda konut sahipliğinin yoğun olarak gözlemlendiği bölgelerdir. Öte yandan, İstanbul'un merkezi bölgeleri, beklendiği üzere ağırlıklı olarak kiralık konutların yoğunlaştığı alanlardır. Genel olarak İstanbul'daki hanelerin yaklaşık %33'ü kiralık konutlarda yaşamaktadır. Ayrıca, Anadolu Yakası'nın kırsal kesimlerinde, akrabalarının evinde oturup kira ödemeyen yaklaşık %4,2'lik bir kesim de mevcuttur [135].

İstanbul, konutun fiziksel kalitesinden bağımsız olarak, mülkiyet oranı bakımından Türkiye ortalamasının üzerinde değerlere sahiptir. Ancak mülk sahipliği oranının yüksek olması, tek başına konuta erişimin yeterli düzeyde olduğu anlamına gelmemektedir. Özellikle, konut harcamalarının harcanabilir hane halkı gelirine oranı, konuta erişimin belirleyici göstergelerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Bu gösterge, hem konut kredisi ile ödeme yapan haneler hem de kira ödeyen haneler açısından kritik önem taşımaktadır [135].

IPA verilerine göre İstanbul'da nüfus ve yapılaşma yoğunlukları araştırması üzerine değerlendirme yapılmıştır. Buna göre İstanbul'un nüfus ve yapılaşma yoğunlukları, 2020 yılına ait İstanbul Büyükşehir Belediyesi Coğrafi Bilgi Sistemleri Müdürlüğü tarafından sağlanan MAKS (Mekânsal Adres Kayıt Sistemi) veri tabanı temel alınarak hesaplanmıştır. Bu kapsamda, mahalle ölçeğinde toplam inşaat alanları ile nüfusun, yapılaşmış alanlara (ana karayolları, açık ve yeşil alanlar hariç) oranları belirlenmiş ve bu veriler haritalar aracılığıyla görselleştirilmiştir.

Söz konusu yapılaşma ve nüfus yoğunluğu verileri, kentsel ulaşım olanakları, kamuya ait sosyal donatılar ve yaşanabilir çevre kalitesi gibi önemli parametrelerle doğrudan ilişkilidir. Özellikle, yoğun nüfus barındıran ancak açık ve yeşil alanları sınırlı olan mahallelerde, kentsel yaşam kalitesinin düşük olduğu kabul edilmektedir. Buna karşılık, açık ve yeşil

alanların ya da ana karayolu sistemlerinin yoğun olduğu mahallelerde görülen yüksek yapılaşma oranları, yaşam kalitesine daha az olumsuz yansıma yapmaktadır.

Bununla birlikte, yüksek yapılaşma ve nüfus yoğunluğuna sahip mahalleler, kentsel donatı alanları ile kamusal açık ve yeşil alanların oluşturulması açısından sınırlı fiziksel olanaklar sunmaktadır. Bu durum, kentsel mekân planlamasında sosyal eşitsizliklerin ve mekânsal dengesizliklerin belirlenmesinde önemli bir gösterge olarak değerlendirilmektedir.

IPA verilerine göre İstanbul'da nüfus yoğunlukları araştırması üzerine değerlendirme yapılmıştır. İstanbul ili ölçeğinde yapılan nüfus yoğunluğu analizleri, kentteki nüfus dağılımının homojen bir yapıda olmadığını ve belirli bölgelerde yoğunlaştığını ortaya koymaktadır. İstanbul genelinde, ana ulaşım aksları ile açık ve yeşil alanlar dışında kalan yapılaşmış alanlar dikkate alındığında, nüfus yoğunluğu bazı bölgelerde hektar başına 950 kişiye kadar ulaşabilmektedir.

Genel eğilimler incelendiğinde, Anadolu Yakası'nın nüfus yoğunluğu görece düşüktür ve çoğu bölgede bu yoğunluk 450 kişi/ha seviyesini aşmamaktadır. Ancak Üsküdar ve Ümraniye gibi merkezî konumlara sahip ilçelerde nüfus yoğunluğunun belirgin şekilde arttığı gözlenmektedir. Buna karşın, Boğaziçi hattının her iki yakası, sahip olduğu geniş açık ve yeşil alanlar sayesinde düşük yoğunluklu bir yapıya sahiptir. Sancaktepe ve Sultanbeyli gibi Anadolu Yakası'nın kuzeydoğusunda yer alan ilçeler ise hem düşük nüfus yoğunluğuna hem de sınırlı açık yeşil alan varlığına sahiptir. Diğer yandan, Avrupa Yakası, daha yoğun bir nüfus yapısına sahip olup birçok bölgede nüfus yoğunluğu 600 kişi/ha düzeyinin üzerine çıkmaktadır. Özellikle doğal engeller (göller, Haliç) ve yapay bariyerler (karayolları), bu yoğunlukların mekânsal sınırlarını belirlemektedir. Nüfus, kuzey-güney doğrultusunda uzanan Beyoğlu, Şişli, Kağıthane hattı boyunca, ayrıca Bayrampaşa, Gaziosmanpaşa, Sultangazi ve Eyüp sultan sırtlarında yoğunlaşmaktadır. Kentin genelinde açık ve yeşil alan varlığı oldukça sınırlıdır, ancak Ayamama Deresi ile Haliç arasında kalan bölge, İstanbul'daki en yüksek nüfus yoğunluğuna sahip bölge olarak öne çıkmaktadır. Buna ek olarak, merkezden uzakta konumlanmış ve görece yeni gelişim göstermiş Esenyurt ilçesi, sahip olduğu yüksek yapılaşma oranı ve yoğun nüfus barındırması ile kent bütününde dikkat çeken bir diğer bölge olarak değerlendirilmektedir.

IPA verilerine göre İstanbul'da yapılaşma yoğunlukları araştırması üzerine değerlendirme yapılmıştır. İstanbul genelinde yapılaşma yoğunlukları, konut birimleri, iş yerleri ve sosyal donatıları da kapsayacak biçimde, kentin tüm yapı stokunun toplam inşaat alanı dikkate alınarak hesaplanmıştır. Bu kapsamda, yapılaşma yoğunluğu, kent genelinde görece daha homojen ve tedrici bir dağılım sergilemektedir. Buna karşın, nüfus yoğunluğu ile yapılaşma yoğunluğu arasındaki ayrışma, kent içi kullanım türlerinin (örneğin konut ve işyeri) farklı mekânsal tercihlere sahip olduğunu ve bu durumun ulaşım talebi ve kent içi hareketlilik üzerinde belirleyici rol oynadığını göstermektedir. Aynı zamanda bu farklılıklar, kişi başına düşen konut alanı gibi göstergeler üzerinden konut konforunun mekânsal düzeyde değerlendirilmesine de olanak tanımaktadır. Bu tür yer seçimi farklılıklarının detaylı analizlerle ele alınması, kentsel doku karakteristiklerinin ve mekânsal eğilimlerin daha sağlıklı şekilde ortaya konması açısından önem arz etmektedir.

İstanbul'da yapılaşma yoğunlukları, açık ve yeşil alanlar ile ana ulaşım aksları hariç tutulmak suretiyle, yapılaşmış alanlar baz alınarak mahalle düzeyinde brüt Kat Alanı Kat Sayısı (KAKS) cinsinden analiz edilmiştir. Yapılan değerlendirmelere göre, İstanbul genelinde en yüksek yapılaşma yoğunluğu 6,00 KAKS seviyesinde ölçülmüştür. Kent ortalaması ise yaklaşık 1,50 KAKS düzeyindedir. Özellikle kentsel merkezlerde yapılaşma yoğunluğu 1,50 ile 3,00 KAKS arasında değişmektedir.

Anadolu Yakası, genellikle daha düşük yapılaşma yoğunluklarına sahiptir ve KAKS değeri çoğu bölgede 3,00'ün altında kalmaktadır. Özellikle Çekmeköy, Sancaktepe ve Sultanbeyli gibi kuzeydoğu ilçeleri, düşük yapılaşma yoğunluğu ile dikkat çekmektedir. Buna karşın, Avrupa Yakası, merkezi işlevlerin yoğunlaştığı bölgelerde daha yüksek yapılaşma değerlerine sahiptir. Fatih, Beyoğlu, Levent aksı, Haliç-Küçükçekmece Gölü arasındaki istihdam odaklı mahalleler ve Esenyurt gibi alanlarda yapılaşma yoğunlukları 3,00 KAKS seviyesinin üzerine çıkmaktadır. Bu bölgelerdeki yüksek yoğunluk hem konut hem de ticari yapı taleplerinin bir arada varlık gösterdiği alanlar olarak öne çıkmaktadır.

İstanbul'da konut alanları ve risk değerlendirmesi

IPA 2021 raporuna göre İstanbul Büyükşehir Belediyesi ile Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi iş birliğiyle yürütülen İstanbul İli Olası Deprem Kayıp Tahminlerinin Güncellenmesi Projesi (2019) dahilinde, İstanbul'da gerçekleşebilecek 7,5 büyüklüğündeki

bir senaryo depremine ilişkin kapsamlı risk analizleri yapılmıştır. Bu analizlere göre, söz konusu büyüklükteki bir depremde İstanbul genelinde yaklaşık 200 000 binanın orta ve üzeri düzeyde yapısal hasar göreceği tahmin edilmektedir. Depremin gece saatlerinde meydana gelmesi durumunda, ortalama 14.150 can kaybı ve yaklaşık 8.100 ağır yaralı olacağı öngörülmektedir. Gündüz saatlerinde ise bu sayıların sırasıyla 12.400 can kaybı ve 7.450 ağır yaralı düzeyinde gerçekleşmesi beklenmektedir. Ayrıca, hastane koşullarında tedavi gerektiren yaralı sayısının gece senaryosunda 39.650, gündüz senaryosunda ise 37.500 kişi olacağı tahmin edilmektedir. Söz konusu tahminlerde, ortalama can kaybı sayısının 1,5 ila 3,7 kat arasında değişebileceği de raporda belirtilmiştir. Depremden doğrudan etkilenecek nüfusun yaklaşık 3 milyon kişi olacağı, hane başı ortalama 3 kişi varsayımı ile, 640 000 hanenin (yaklaşık 2 milyon kişinin) acil barınma ihtiyacı doğacağı öngörülmektedir. Bu durum, acil barınma stratejilerinin kent geneli için ne denli kritik olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, depremin ardından ortaya çıkacak enkaz miktarının yaklaşık 25 milyon ton olacağı tahmin edilmektedir. Yapısal ve yapısal olmayan hasarlara bağlı olarak oluşacak toplam ekonomik kaybın ise yaklaşık 120 milyar TL seviyelerine ulaşabileceği öngörülmektedir.

Mevcut konut stokunun deprem riski açısından yetersizliği ve kentsel dönüşüm gerekliliği

İstanbul Büyükşehir Belediyesi ile Boğaziçi Üniversitesi'ne bağlı Kandilli Rasathanesi tarafından yürütülen Olası Deprem Kayıp Tahminlerinin Güncellenmesi Projesi (2019) kapsamında ortaya konan senaryo, İstanbul'daki mevcut konut stokunun olası büyük bir depreme karşı ciddi düzeyde yetersiz olduğunu açık biçimde ortaya koymaktadır.

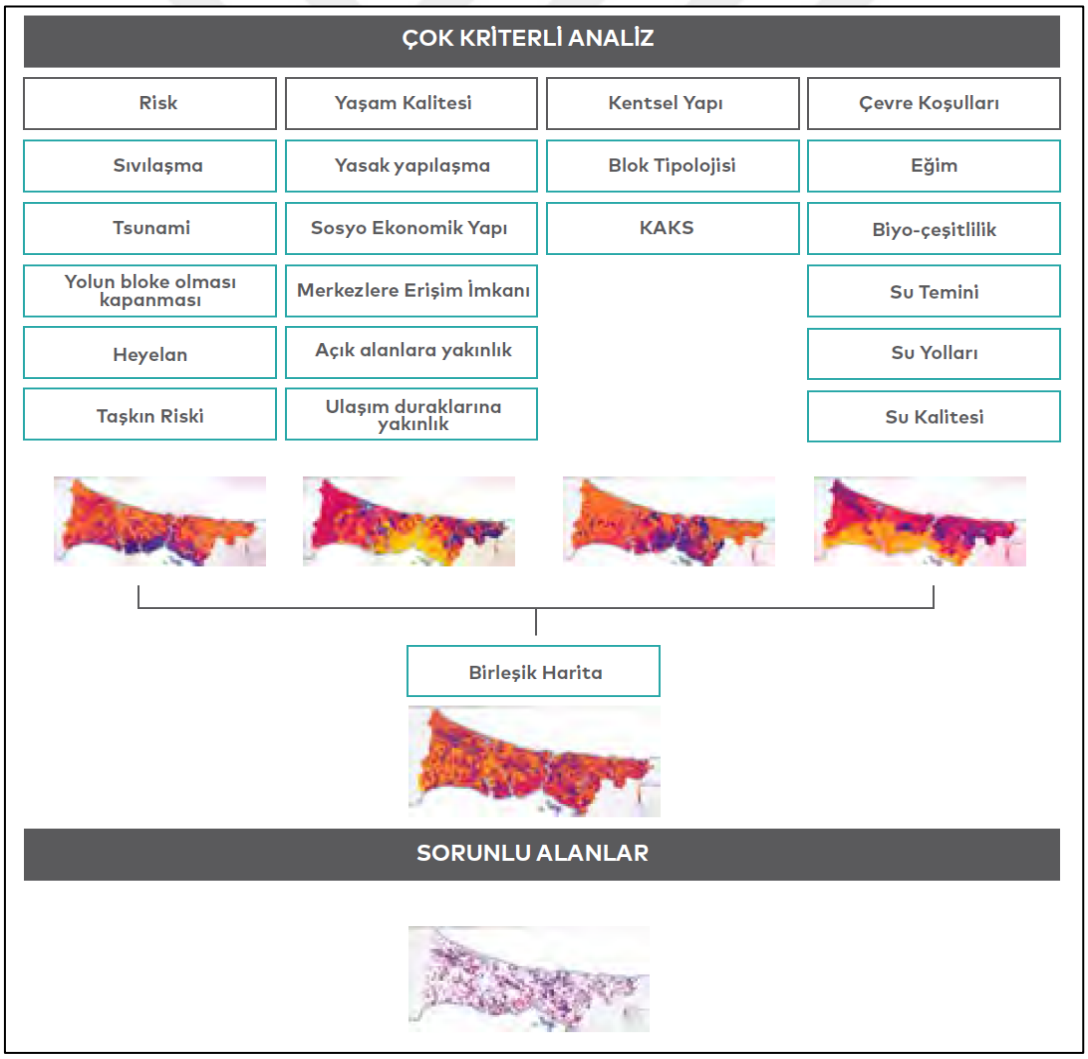
Söz konusu çalışma çerçevesinde, İstanbul genelinde yer alan yaklaşık 1,13 milyon yapının inşa dönemlerine göre dağılımı incelenmiştir. Buna göre:

- 255 000 yapı 1980 yılı öncesi,
- 538 000 yapı ise 1980-2000 yılları arasında inşa edilmiştir.

Bu yapıların önemli bir kısmının mühendislik hizmeti almadan, denetimsiz ve dayanıksız biçimde inşa edildiği tespit edilmiştir. Bu nedenle, söz konusu yapıların yüksek derecede deprem riski taşıdığı ve ciddi bir yıkılma tehlikesiyle karşı karşıya oldukları değerlendirilmiştir [135]. Raporda, özellikle ağır ve çok ağır hasar alması beklenen yapıların

depremler sonrası onarılamayacak düzeyde zarar göreceği ve bu nedenle mutlak surette yıkılıp yeniden yapılması gerektiği vurgulanmıştır. Orta hasarlı binaların da genellikle yıkılıp yeniden inşa edilmesinin daha sağlıklı bir çözüm olacağı ifade edilmiştir.

Bu bağlamda, İBB Kentsel Dönüşüm Müdürlüğü tarafından geliştirilen Kentsel Dönüşüm Strateji Belgesi Çalışması, dönüşüm gereksinimlerini çok boyutlu bir analizle değerlendirmiştir. İstanbul Şehircilik Atölyesi ile yapılan iş birliği doğrultusunda hazırlanan bu çalışma, yalnızca deprem riski üzerine değil, aynı zamanda: Heyelan riski, taşkın riski, zemin sıvılaşma potansiyeli, sosyoekonomik kırılganlık, merkezi alanlara, açık yeşil alanlara ve ulaşım hatlarına yakınlık, eğim, biyoçeşitlilik, su yolları, blok ve bina tipolojileri vb. faktörü kapsayan çok kriterli nicel analizler doğrultusunda değerlendirme yapmıştır [135].



Şekil 3.8. Risk, yaşam kalitesi, kentsel yapı ve çevre koşulları açısından İstanbul'da meydana gelecek deprem sonrası senaryo diyagramı [135]

Kentsel dönüşüm alanlarının tespiti ve risk indekslemesi yaklaşımı

İstanbul Büyükşehir Belediyesi Kentsel Dönüşüm Müdürlüğü'nce yapılan Kentsel Dönüşüm Strateji Belgesi kapsamında, İstanbul genelinde kentsel dönüşüm ihtiyacını belirlemeye yönelik çok kriterli bir nicel analiz yöntemi uygulanmıştır. Bu kapsamda, deprem, heyelan, taşkın ve sıvılaşma gibi doğal afet risklerinin yanı sıra, yaşam kalitesi, kentsel yapı ve çevre koşulları gibi sosyo-mekânsal değişkenler de analiz edilmiştir.

Analiz sürecinde kullanılan değişkenler dört ana başlık altında gruplanmış ve her başlığa özgü ağırlıklandırılmış indekslemeler oluşturulmuştur: risk indeksi, yaşam kalitesi indeksi, kentsel yapı özellikleri indeksi, çevresel koşullar indeksi. Her bir başlık için ayrı ayrı haritalandırma çalışmaları yürütülmüş, ardından bu haritalar tek bir birleşik harita üzerinde üst üste bindirilerek, öncelikli kentsel dönüşüm alanları bütüncül bir biçimde tespit edilmiştir. Bu yöntemle, sorun alanları sayısal olarak karşılaştırılabilir hale getirilmiş ve dönüşüm öncelikleri nesnel biçimde haritalandırılmıştır.

Elde edilen analiz sonuçlarına göre, İstanbul'un Avrupa Yakası'nda, Haliç'in doğusundan başlayarak kıyı boyunca Küçükçekmece Gölü ve Büyükçekmece Gölü'ne kadar uzanan geniş bir hatta yoğun sorun alanları tespit edilmiştir. Anadolu Yakası'nda ise özellikle kıyı hattı boyunca benzer şekilde yüksek risk taşıyan bölgeler dikkat çekmektedir. Bu alanlar, hem doğal afet riskleri açısından yüksek tehlike altındadır, hem de yaşam kalitesi, altyapı yetersizliği ve sosyal kırılganlık gibi faktörler açısından dönüşüm önceliği taşımaktadır.

İBB tarafından, bu belirlemelere dayanarak öncelikli kentsel dönüşüm alanlarının somutlaştırılmasına yönelik çalışmalar halen devam etmektedir [135].

İstanbul'da 2008 sonrasında inşa edilen boş konutlar incelendiğinde 153 240 adet yapının 2021 yılı itibariyle boş konut olduğu tespit edilmiştir. Avrupa yakasında Silivri ilçesinin doğusu dışında, Esenyurt, Başakşehir ve Arnavutköy'ün 2008 yılı sonrasında yapılmış boş konutlar bakımından yoğunlaştığı anlaşılmaktadır. 2018 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından yapılan Sosyal Hasar Görebilirlik Araştırması'na göre konut tercihini belirleyen temel etkenlerin işyerine yakınlık, merkezi konum ile akraba ve tanıdıklara yakınlık hususları açısından belirleyici olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Olası bir İstanbul depremi sonrasında ortaya konacak konut modeline ilişkin optimum konut büyüklükleri ve ilgili istatistiksel veriler aşağıda sunulmuştur. Bu veriler, mevcut hane halkı büyüklükleri, konut tipolojileri ve deprem sonrası konut tasarım stratejileri dikkate alınarak derlenmiştir. Deprem sonrasında konut planlamasında dikkate alınması gereken faktörler şu şekilde özetlenebilir; Konut Tipi Dağılımı: İstanbul'da 1+1 dairelerin oranı %28, 2+1 dairelerin oranı %29, 3+1 dairelerin oranı %28, diğer daire tiplerinin oranı ise %15'tir. Modüler ve Esnek Tasarım: Konutların modüler ve esnek tasarıma sahip olması, farklı hane halkı büyüklüklerine uyum sağlamasını kolaylaştırır. Konutların depreme dayanıklı malzemelerle inşa edilmesi ve yapı standartlarına uygun olması gerekmektedir.

Konut alanlarının sosyal donatılarla desteklenmesi, yaşam kalitesini artırır. Çalışma kapsamında ülkemizdeki ortalama aile ferdi sayısı, yaşam alışkanlıkları ve kültürel yapı göz önünde bulundurulduğunda farklı birey sayılarından oluşacak afetzedelerin ihtiyaçlarına cevap verecek modüler barınma yapıları üretilmesi hedeflenmektedir.

Depremzedelerin temel barınma ihtiyacının belirlenmesi süreci, barınma problemi tespiti ve analiz safhasını oluşturmaktadır. Bu safhada fonksiyon, strüktür ve malzeme tespitleri depremzedelerin uzun vadede barınma ihtiyaçlarının optimum düzeyde sağlayabilmesi açısından oldukça önemlidir. Depremzedelere ait sosyal çevre verileri, fiziksel çevre verileri ve kentsel tasarım girdileri tespit edilerek, kullanıcı ihtiyaçlarına göre asgari mekanlar belirlenir ve modüllerden ünitelerin oluşum sürecine başlanır. Bir konutta asgari ihtiyaçların; yaşama birimi, yatma birimi, mutfak ve ıslak hacimler olduğu temelinde, depremzede ihtiyaçlarına göre birim modüllerin organizasyonu yapılmıştır. Mahalle ölçeğinde ünitelerin bir araya getirilmesi ise günümüzde kullanılmakta olan ve en son 6 Şubat 2023 depremlerinde de pek çok ilde meydana getirilen konteyner kentler gibi monoton, yakın, bitişik ve tek düze sıralanmak yerine; daha uzun vadede kalıcı yerleşme yeri planlaması sayesinde, daha özgün, dinamik, yaşanabilir ve ferah dizilimlere uygun şekilde organize edilmesi gerekmektedir. Depremin yıkıcı etkilerinin depremzedeler üzerindeki psikolojik etkisinin bir an önce geçirilmesi, afet öncesi planlama ve hazırlıklar ile doğrudan ilişkilidir. Modüllerden meydana getirilecek ünitelerin bu planlama ile uyumlu, sürdürülebilir, çevreci ve enerji etkin yapılabilirliği de önceden yapılacak planlamalar arasında ayrıca değerlendirilebilir. Depremzedelere yönelik oluşturulacak kalıcı deprem konutuna ilişkin çizelge aşağıda gösterilmiştir (Çizelge 3.6.).

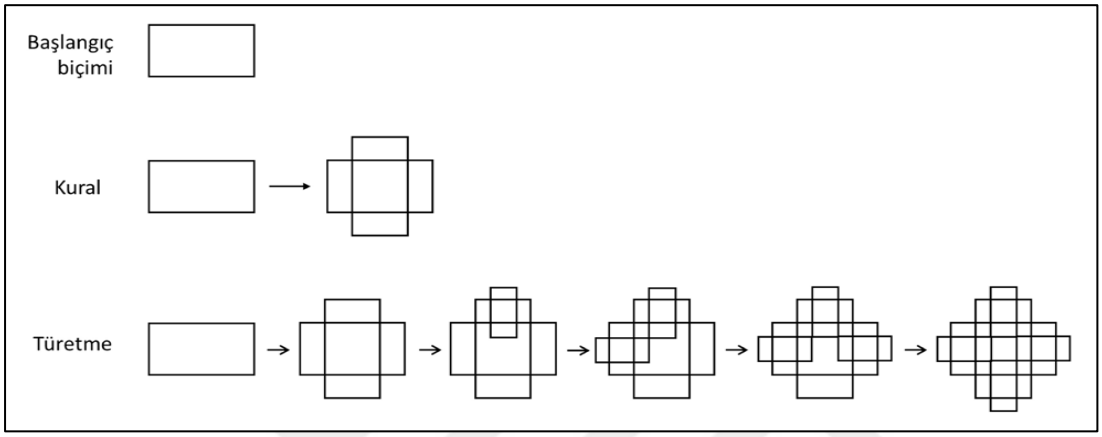
Çizelge 3.6. Deprem konutlarının problem tespiti ve analizi sürecini gösterir diyagram

	FONKSİYON	YAPIM SİSTEMİ	MALZEME STRÜKTÜR	DEPREMZEDE VERİLERİ (OTİMİZASYON)
PROBLEM TESPİTİ - ANALİZ	Temel Mekansal Gereksinimler - Yaşama Mekanı - Yatma Mekanı - Temizlenme Mekanı - Yeme- İçme Mekanı - Yarı Açık Mekan - Açık Mekan - Zirai mekan Kültürel Alışkanlıklar ve İhtiyaçlar ⇓ Sosyal Alışkanlıklar ve İlave İhtiyaçlar ⇓ Deprem Konutları İlişkileri  	Yapım sistemlerine uygun yerleşim alanı belirlenmesi ve uygun altyapının önceden hazırlanması ⇓ Fiziksel Çevre Verileri -İklimsel Veriler -Topografik Veriler -Jeolojik Veriler ⇓ Çevre verilerine göre optimum yapım sistemin seçimi	-Ahşap ve türevlerinden oluşan yapı elemanları -Beton ve türevlerinden oluşan yapı elemanları -metal esaslı yapı elemanları, -kompozit yapı elemanları, -Alçıtaşı ve kireçtaşı bağlayıcılı yapı elemanları, -Petrokimya kökenli yapı elemanları, -Doğal malzemelerle üretilen yapı elemanları, -Geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilmiş yapı elemanları, -diğer malzemelerle üretilen yapı elemanları. ⇓ -Taşınabilir -Kolay montajlı -Modüller -Eklenebilir / büyüyebilir -Takılıp sökülebilir -Geri dönüştürülebilir ⇓ -Hafif -Depreme dayanıklı -Rüzgar ve yangına dayanıklı -Isı, ses, su yalıtımı etkin -Estetik + Ekonomik ⇓ STRÜKTÜREL SEÇİM	Aile yapısı ve sayısı ⇓ Mekan ihtiyacı ⇓ Modüllerin kombinasyonlarının belirlenmesi. ⇓ Modüllerin fiziksel çevre verileri ile uyumu ⇓ Modüllerin strüktür ve malzeme seçimleri ⇓ Modüllerden üniteler oluşturarar hem geçici hem de kalıcı deprem konutu tasarımı ve yapımı

Tasarlanacak mekanların daha önce söz edilen kullanıcı beklentileri ile mimari bir tasarım yaklaşımına da dayanması, çözümün çok mekanizmalı şekilde oluşmasına yardımcı olacaktır. Bu bağlamda 1972 yılında George Stiny ve Jim Gips tarafından ortaya konulan biçim grameri üzerinden mekânsal çözümlemelere gidilerek, uygun yapım sisteminin de tespiti ile hedeflenen deprem konutu modeli ortaya konulacaktır.

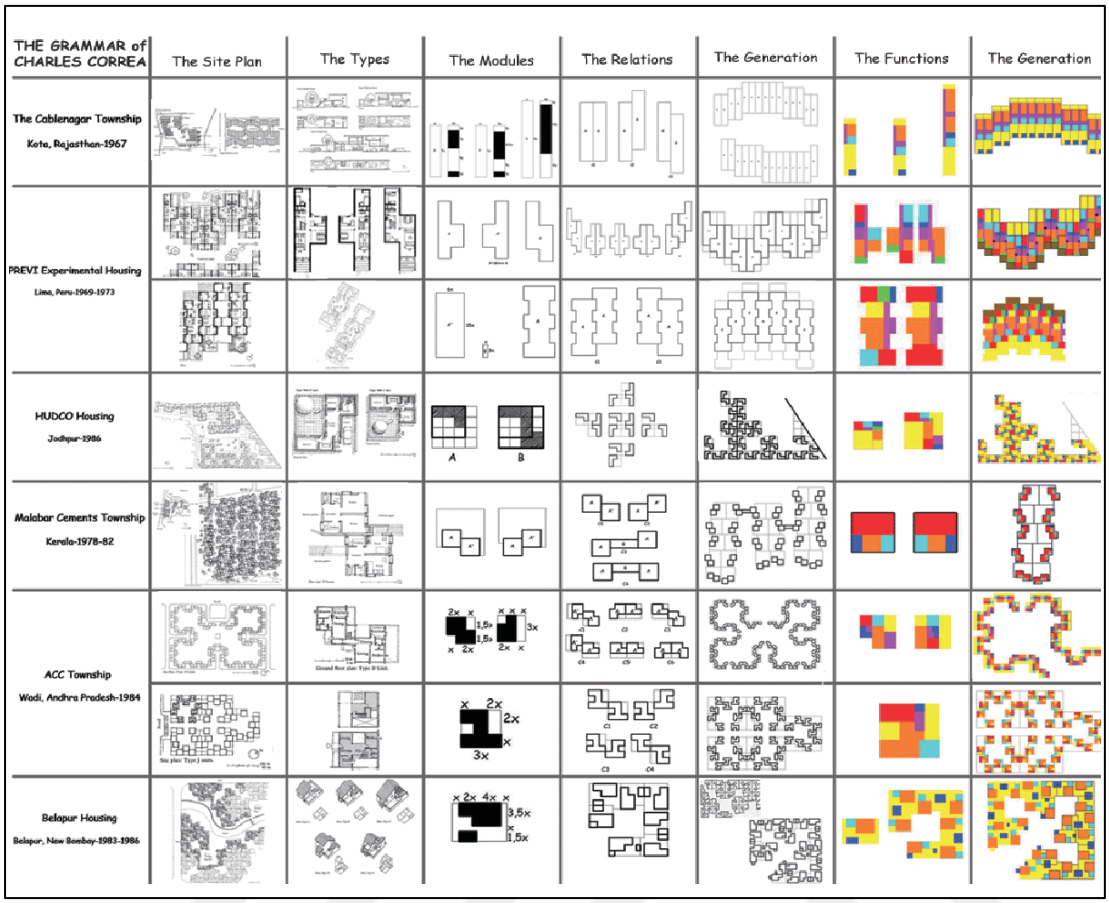
Biçim grameri tasarım dili oluşturmak amacıyla sıra ile uygulanan bir dizi biçim kuralı olarak tanımlanmaktadır. Başlangıç şekli, şekiller ve biçim kuralları ile semboller dizisi olmak üzere farklı 4 birimden oluşmaktadır. Başka bir anlatımla biçim grameri mekânsal tasarımları oluştururken şekillerin manipüle olduğu genel bir hesaplama tekniğidir Biçim gramerinde başlangıç şekline göre birtakım kurallar dönüştürülerek tasarım gelişimi sağlanır [136]. Kullanıcı bu tasarımda hangi kuralın uygulanacağına kendisi karar verir.

Başlangıç olarak kabul edilen birim şekli, yan yana sıralama, kaydırma, döndürme, simetriğini alma, çıkarma, toplama şeklinde kurallar tanımlanarak sonuç ürününe ihtiyaç dahilinde ulaşılmaya çalışılır. Bu süreçte ilk başlangıç şekli daha ilkel olup uygulanan kurallar ile yeni şekiller çerçevesinde biçime kavuşur, detaylanır ve kurallar son bulduğuda biçim evrimi tamamlanır.

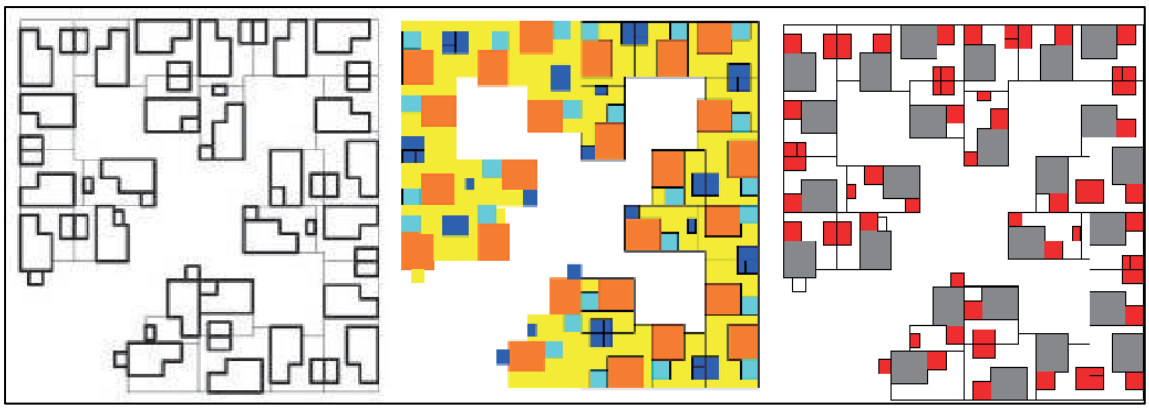


Şekil 3.9. Biçim grameri algoritma değerleri kuralları [136]

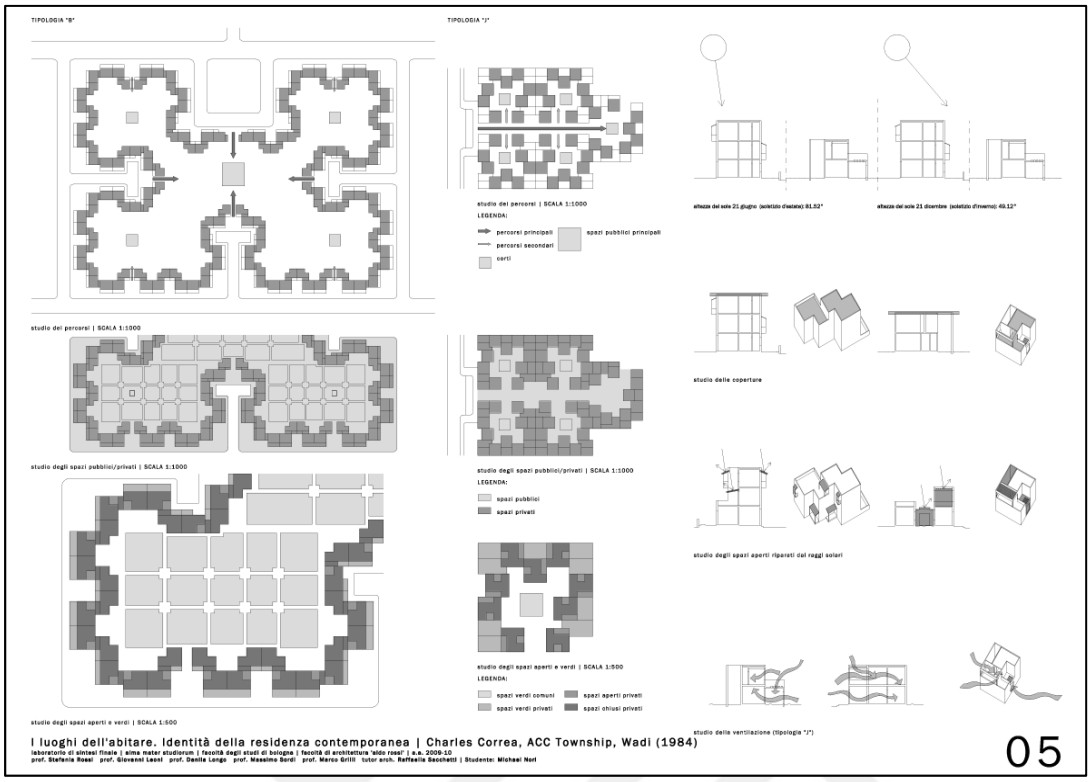
Biçim grameri ile tasarım dili belirli bir kurala bağlı olarak yapı ve yapıma uygun şekilde algoritmik türetmenin bir türüdür. Bu türetme iki veya üç boyutlu olarak sağlanabilir. Biçim grameri yöntemiyle mimari tasarımda kullanılmakta olan bir tasarım aracıdır. Biçim grameri ile karmaşık fonksiyonlar kullanılabildiği gibi sade fonksiyonlar da meydana getirilebilir. Bu yöntem ile toplu konutlarda konutların birbirleri ile ilişkileri kurgulanmış ve konut tasarımında kullanımı sağlanmıştır. Mimar Charles Correa'nın tasarlamış olduğu az katlı, genişleme imkânına sahip ve nüfus artış hızına paralel olarak tasarladığı yerleşimler buna örnek olarak verilebilir.



Şekil 3.10. Charles Correa'nın biçim grameri ile toplu geometri oluşumu [137]



Şekil 3.11. Charles Correa'nın biçim grameri ile toplu konut tasarımları [138]



Şekil 3.12. Charles Correa'nın biçim grameri uygulamaları [139]

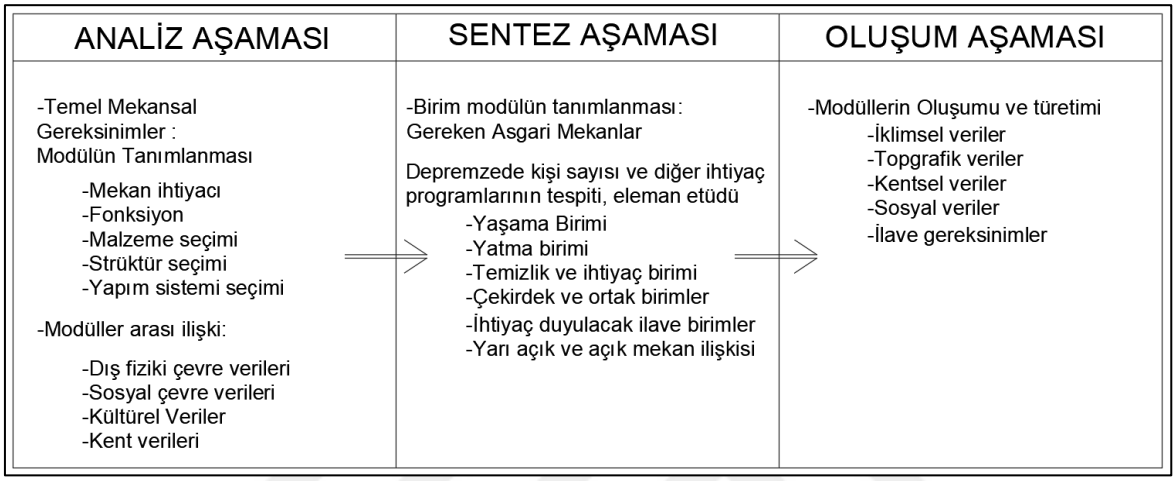
Farklı biçimlerin farklı kurallara tabi olması, biçim grameriyle yapılacak çalışmalarda hem analitik hem de tasarım amaçlı kullanım için uygulama tekniklerinin gelişmesine olanak sağlamıştır.

3.1. Deprem Konutlarının Tasarımına Yönelik Üretken Model Araştırması

Türkiye'de meydana gelen depremlerden sonra depremzedelerin ihtiyaçları ya da dış çevre faktörleri göz önünde bulundurulmadan her bölge şartlarına aynı tipolojide prefabrik konutlar kullanılmaktadır. Çalışma kapsamında konut birimlerinin farklı özelliklere göre biçim grameri modelinin kullanımı ile geliştirilmesi hedeflenmektedir. Bu sayede deprem sonrası daha üretken ve bulunduğu konuma uyumlu, depremzede talep ve ihtiyaçlarını sağlayan üretken tasarım geliştirilecektir. Ortaya konulacak bu tipoloji sayesinde çevresel etkisi minimize edilmiş, ülke ekonomisi açısından verimli konut birimleri de aynı zamanda oluşturulmuş olacaktır.

Çalışma modeli ortaya konulurken, geçici konutların aynı zamanda kalıcı konut olarak da kullanımının sağlanması ana hedeflerden birisi olduğu için farklı aşamaların belirlenmesi

gerekmektedir. Kalıcı deprem konutlarının ne şekilde tasarlanacağı ve üretileceği "Analiz Aşaması" bu sürecin ilk halkasını oluşturmaktadır. İhtiyaçlara göre ve çevresel koşullara uyumlu hale getirilecek olan birim modüllerin etkileşimi "Sentez" aşamasını oluşturmuştur. Farklı kombinasyonların derlemesi aşaması da "Oluşum" aşaması olup birimlerin birbirleri ile bütünsel ilişkisi ortaya çıkarılmıştır.

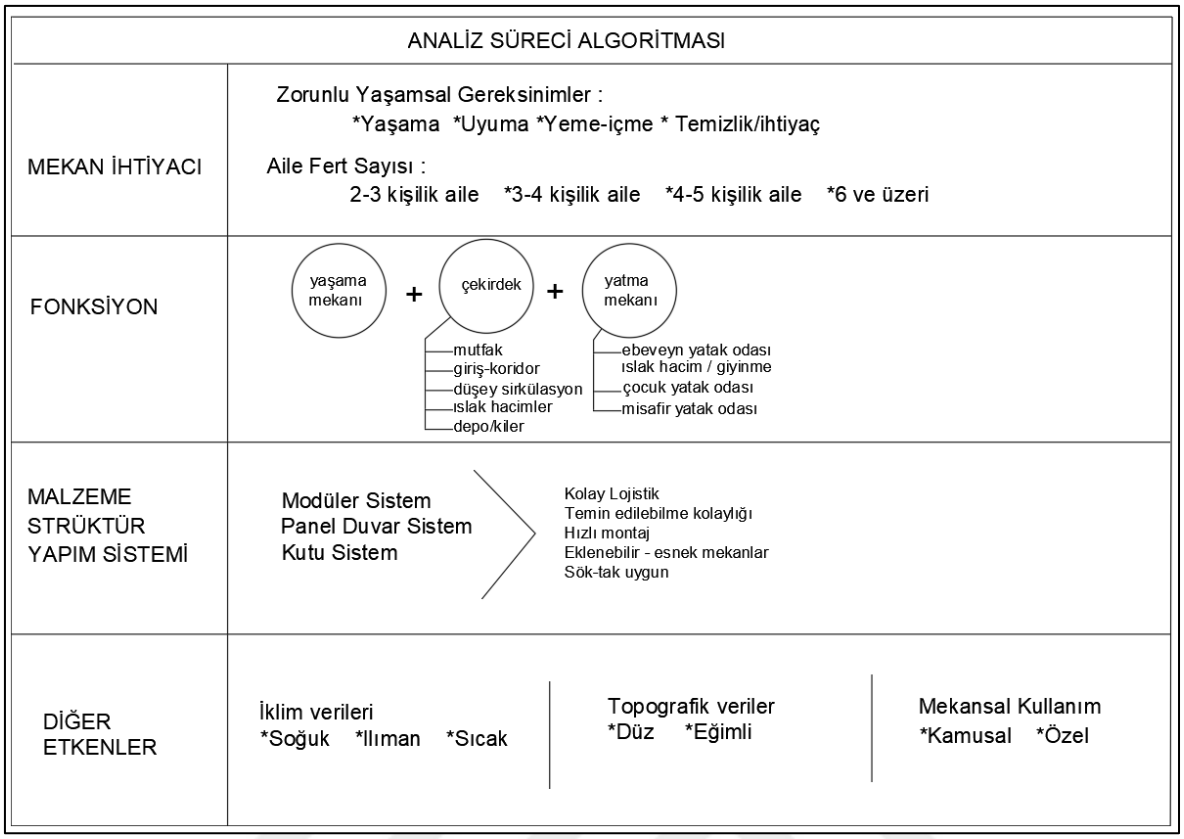


Şekil 3.13. Tez kapsamında literatür destekli çalışma modeline ilişkin süreç diyagramı

Analiz aşaması sürecinde modül belirlenerek mekânsal ihtiyaç ve mekanlar arası örgütlenme araştırılır. Bu bağlamda deprem konutundaki fonksiyonların doğru şekilde tespit edilmesi gerekmektedir.

Oluşturulacak fonksiyonlara göre malzeme, strüktür ve yapım sistemleri tayinleri de bu süreçte yapılır. Modüller arasındaki örgütlenme sürecinde lokasyona ilişkin veriler de göz önünde bulundurularak, dış çevre, sosyal çevre, kültürel veriler ve kentsel veriler ile ilişkilendirme sağlanır.

Sentez aşaması ise modüllerin fonksiyonları ile malzeme verileri ve strüktürel veriler ışığında birimlerin oluşturulması sağlanır. Deprem konutundaki asgari mekânsal ihtiyaçlara göre yaşama birimi, yatma birimi, temizlik ve ihtiyaç birimi ile çekirdek ve ortak birimler sentez aşamasında bir araya getirilir. Depremzede kullanıcıların ihtiyaç duyacakları ilave mekanlar ya da birimlerden meydana gelen ünitenin yarı açık ve açık mekân ilişkisi yine bu aşamada belirlenir.



Şekil 3.14. Analiz süreci diyagramı

Deprem konutunda kişi başına düşen asgari mekân büyüklüğü asgari 12m^2 olarak değerlendirildiğinde, yukarıda yer alan analiz süreci ile aile fert sayıları ilave edilecek modülasyondaki sayı ve büyüklüğü doğrudan etkileyecektir.

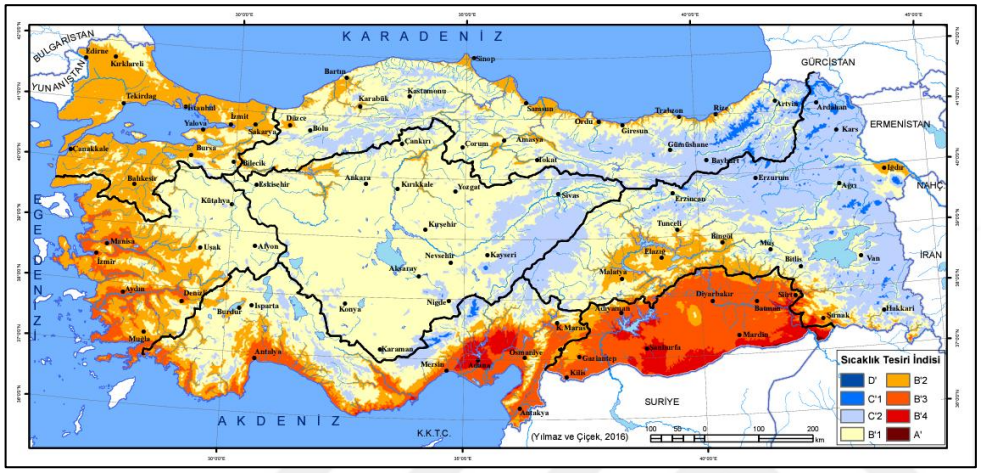
Deprem konutlarındaki birimlerin tanımlanma süreci

Ülkemizde hemen her bölgede deprem sonrası deprem konutu ihtiyacı doğabilir. Bu durumda depremin meydana geldiği yere, ihtiyaca yönelik hazırlanacak deprem konutunun göre bazı yere özgü nitelikleri karşılar şekilde olması gereklidir. Bunlar dış çevre koşulları başlığı altında incelenebilecek fiziksel çevre verisi ile toplumsal yaşam koşullarını belirleyen kültürel çevre verileridir.

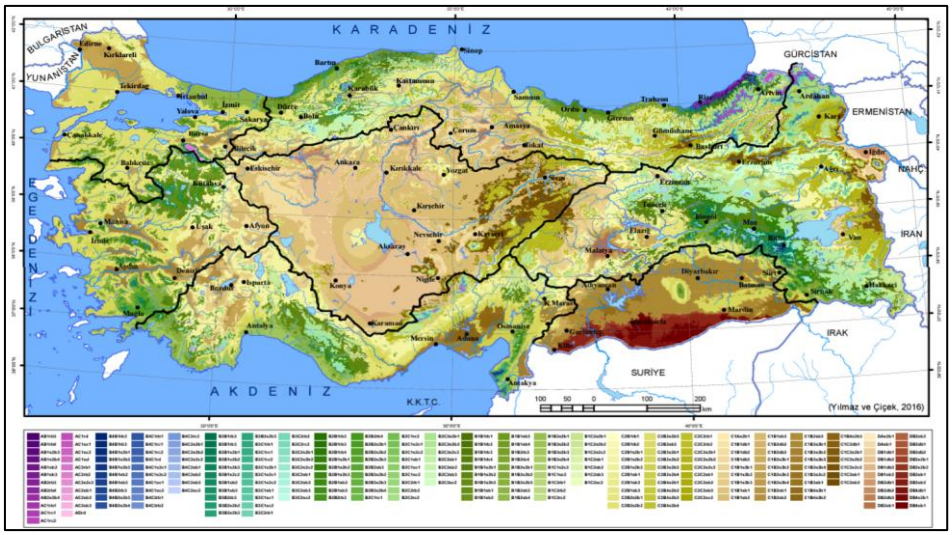
Fiziki çevre verisi

Depremin meydana geleceği lokasyon ile ilgili olarak en olumsuz koşullar göz önüne alınarak iklimsel konfor koşulları değerlendirmesi yapılmalıdır. Isı kayıp ve kazancı

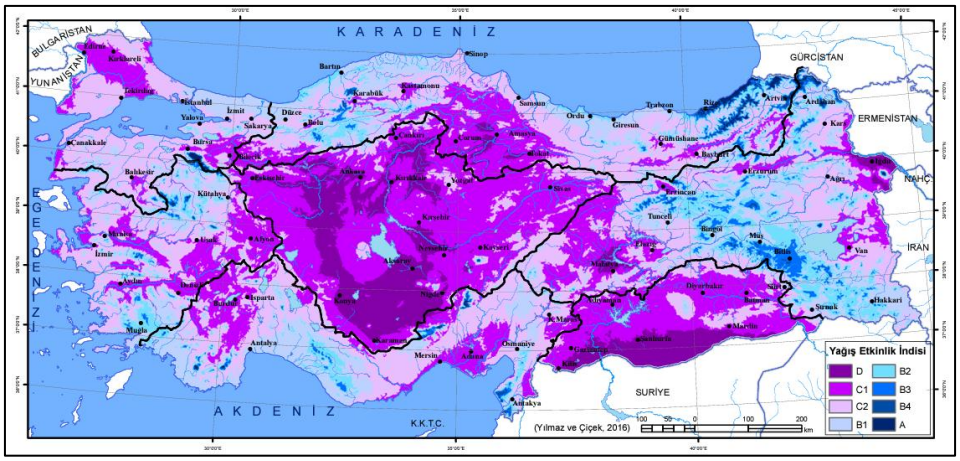
ülkemizdeki her bölgede farklı olduğundan dolayı farklı iklim bölgelerinin farklı tasarımsal ilkelere sahip olması durumu ortaya çıkacaktır. Ülkemizdeki iklim bölgeleri açısından rakım, sıradağlar, denizden uzaklık, güneşlenme durumu gibi pek çok çevre bulgusu açısından farklı iklimsel karakterler gözlenmektedir. Ülkemiz iklim bölgesi haritasında Türkiye iklim bölgeleri görünmektedir.



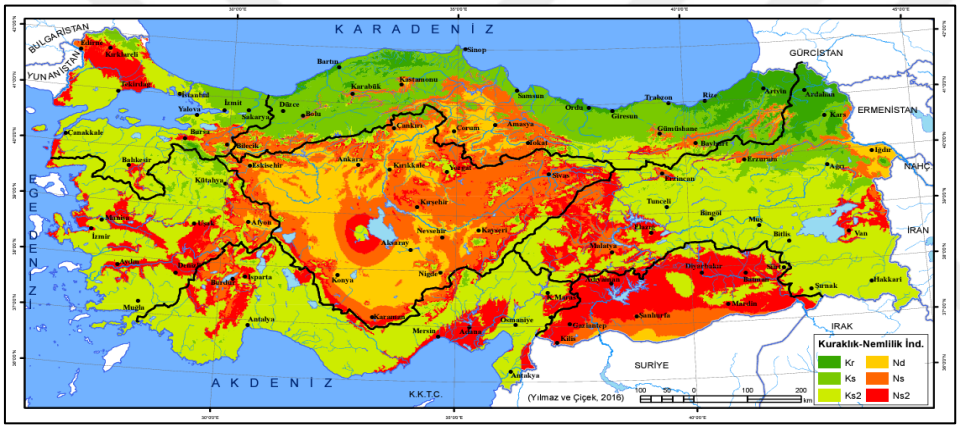
Harita 3.1. Türkiye sıcaklık tesiri haritası [140]



Harita 3.2. Türkiye tümleşik iklim sınıfları haritası [140]



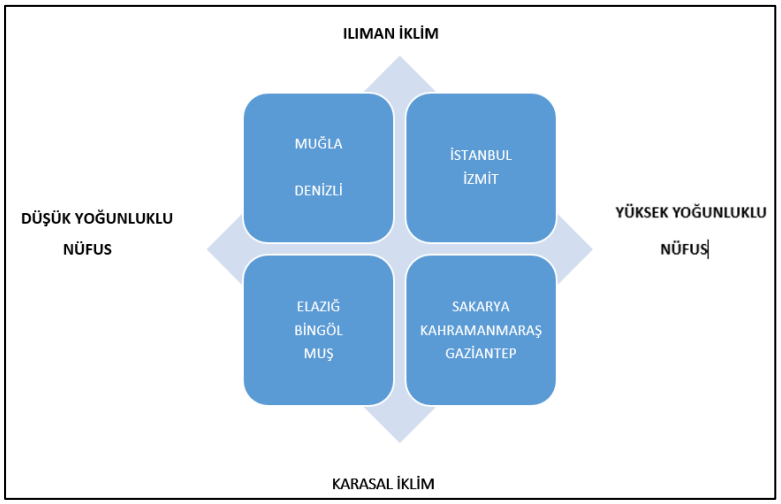
Harita 3.3. Türkiye yağış etkinlik haritası [140]



Harita 3.4. Türkiye kuraklık ve nemlilik indisi haritası [140]

Deprem konut tasarımını etkileyen iklimsel veriler sıcaklık, nemlilik, güneşlenme ve hava hareketleridir.

Bu etkilere göre birim modüllerin bir araya getirilmesi bölgeden bölgeye değişiklik gösterecektir. Örneğin soğuk iklim koşullarında yapılacak üniteler dış alanı minimize edilen tasarımlardan oluşurken, ılıman iklim koşullarına sahip bölgede oluşturulacak deprem konutları yüzey alanları daha genişletilen, yarı açık ve açık alanlara sahip olan mekânlardan oluşacaktır.

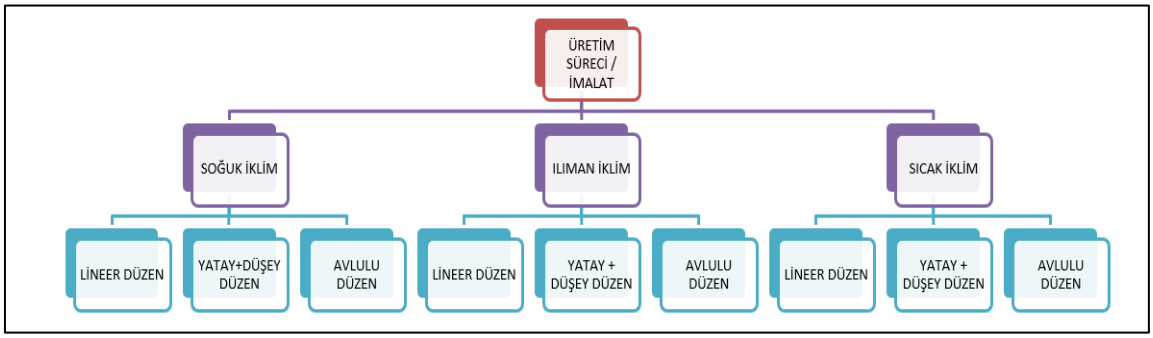


Şekil 3.15. İklim ve nüfus yoğunluklarına göre örnek illere ilişkin diyagram

Büyük depremlerin ülkemizin her bölgesinde olma olasılığı vardır. Ülkemizin hemen her bölgesinde oluşabilecek depremler gerek iklim gerekse nüfus yoğunluğu açısından farklılık göstermektedir. Ilıman iklim koşullarının hüküm sürdüğü bölgede oluşabilecek bir deprem ile karasal iklim koşullarının hüküm sürdüğü bölgede meydana gelebilecek bir deprem, deprem sonrası ihtiyaç duyulacak deprem konut için farklı özelliklere sahip olmalıdır. Yine benzer şekilde nüfus yoğunluğunun düşük ya da yüksek olduğu bir bölgede meydana gelen deprem sonrasında ihtiyaç duyulacak deprem konutu koşulları bakımından farklılık gösterecektir. Deprem sonrasında gerekli olan geçici barınakların, kalıcı olarak kullanılacağı tüm süreç için oraya konulacak optimize deprem konut modeli tüm bölgelerde ve tüm nüfus yoğunluklarına uyum sağlayacak şekilde ihtiyaca cevap verebilmelidir. Gerek karasal gerekse ılıman iklim koşullarına uyum sağlayabilen bir deprem konutunun özellikle ısı ve su yalıtım koşullarının en iyi şekilde sağlaması gerekmektedir. Düşük ya da yüksek nüfuslu bölgelerde de kullanımının sağlanabilmesi de optimum mekân büyüklükleri kurgusunun doğru şekilde sağlanması, hızlı üretime uygun ve bir araya getirilme teşkili alternatifleri oluşturabilen modüler sistemler oluşturabilen sistemin tasarımla mümkün hale getirilebilir.

Her iklim koşulu kendisine göre dizayn edilecek deprem konutu etkilerken, depremzede ihtiyaç, talep ve alışkanlıkları da ünitelerin hangi kombinasyona göre oluşturulacağını belirlemede önemlidir Ülkemizdeki iklim koşulları üç ayrı başlık altında incelenmiş; soğuk, ılıman ve sıcak iklim olarak ayrı başlıklar altında sınıflandırılmıştır. Buna göre her iklim koşulu, olası deprem sonrasındaki barınma ünitelerini etkileyen tasarım ve imalatlara

yönlendirme sağlarken, aynı zamanda alt parametreler olan strüktür ve malzeme seçimini de doğrudan etkileyecektir.



Şekil 3.16. Modüler sistemlerin farklı koşullara göre sınıflandırılması

3.1.1. Sıcak iklimin hâkim olduğu bölgede deprem konutu üretimi

Ülkemizde meydana gelecek depremlerin sıcak iklim koşullarının hüküm sürdüğü bir bölgede meydana gelmesi durumunda, mevsimsel olarak sıcak havaların maksimum düzeye çıktığı dönemlerde sıcak havayı iç ortamlara olabildiğince almayan, soğuk dönemlerde ise deprem konutu iç mekanlarında yeterli ısı kazancı sağlayan tasarım ve uygulamanın sağlanması gerekmektedir. Bu bağlamda aşağıdaki önlemler alınarak tasarım ve uygulamaya yönelik planlama yapılabilir;

- İç mekandaki ısıyı direkt etkileyen güneş etkilerini miminize etmek üzere saydam pencere alanları olabildiğince küçük alanlara sahip düzenlenmeli, güneş ışınımı ile ilgili olarak direkt yapı içerisine geçişini önleyici gölgeleme elemanları, güneş yansıtıcıları vb. düzenler deprem konutlarına dahil edilerek planlama yapılmalıdır.
- Kapalı mekanlara ek olarak yarı açık ve açık mekân düzenlemelerine gidilerek, yapı ile bütünleşik, yapı içerisinden geçiş imkânı tanıyan veranda, avlu gibi mekanlar deprem konutu ile düzenlenmelidir.
- Yaşama alışkanlıkları ve kültürlerine göre özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi gibi iklimsel verilere sahip bir bölgede meydana gelebilecek deprem sonrasında depremzedelerin özellikle yaz mevsiminde açık havada yatma ihtiyaçlarını karşıladıkları düşünüldüğünde, ortaya konacak modüller ve ünitelerin benzer şekilde, sahip olduğu açık ve yarı açık mekanlarında yatma fonksiyonuna sahip olabilecek esneklikte planlamalar yapılmalıdır.

- Yapı yönlendirmesinde güney ve batı yönlere açılan pencereler yerine doğu ve kuzey cephelerden açılan pencereler tercih edilmelidir.
- Deprem konutlarının bir araya getirilmesi ile meydana gelecek sokak ve caddelerin, bu konutlardan maksimum düzeyde gölgelenerek, depremzedelerin konut dışı yatay sirkülasyonlarının konfor koşulları sağlanmalıdır.
- Deprem konutlarının bir araya getirilmesi ile meydana gelecek sokak ve caddelerin eğer mümkünse hâkim rüzgârdan yararlanarak, doğal hava akımını sağlaması için gereken planlamalar yapılmalıdır.
- Yerleşim planlaması bu bağlamda sık düzen değil, hava sirkülasyonlarına imkân tanıyan daha seyrek düzende yapılmalıdır. Yerleşim planlaması seyrek düzende planlanırken, doğu batı aksında düzenlenmelidir.
- Yapıların kuzeye bakan cepheleri daha geniş düzenlemeye gidilebilir. Deprem konutları ile gölge oluşturan bitkisel dokulardan da ayrıca yararlanılmalıdır. Yaprak döken bitkiler ve ağaçlar ile yazın gereken gölgeleme sağlanmalı, kışın ise dökülen yaprakların arasından güneş ışınımının geçişine izin verilerek iç mekânda gereken konfor koşulları sağlanmalıdır.
- Kullanılacak malzeme ve renkler güneş radyasyonunu soğurmayan bilakis yansıtan özellikle tercih edilmelidir.
- Deprem konutuna yakın yerde teşkil edilecek bitki perdelemeleri ile güneşlenmenin minimize edilmesi sağlanabilir. Bu durum deprem konutu yanına teşkil edilecek her dem yeşil bitkilerin 4 mevsim boyunca yapraklarını dökmemeleri sayesinde karşılanabilir.
- Deprem konutu yerleşiminde güneydoğu kuzeybatı gibi ara yön akslarına yerleşimi sağlanarak yazın aşırı ısınma, kısın kuzey cephe kaynaklı ısı kayıpları minimize edilebilir.
- Deprem konutlarını oluşturan ünitelerin bir araya getirilmesiyle meydana gelen sokak ve caddeler sıcak yaz mevsimlerinde yarı gölge oluşturacak şekilde konumlandırılacak şekilde planlanmalıdır.
- Pasif güneş kazanım sistemleri, enerji etkin ve ekolojik yaklaşımlara izin verebilen tasarımlar ve uygulamalar sağlanmalıdır.
- Deprem konutlarının iç mekâna açılan pencerelerinde hava sirkülasyonunun sağlanması için basınç farkı oluşturan ve zıt akslara yerleştirilen pencereler sayesinde sağlanabilmesi planlanmalıdır.
- Deprem konutlarının yerleşim yerinin kırsal bir bölgede olması durumunda depremzedelerin kültür, alışkanlık, temel geçim kaynakları vb. de düşünülerek gerektiği

durumlarda sokaklar oluşturan değil, her bir depremzedenin varsa kendi arsası üzerine, yoksa uygun olan milli emlak arsası üzerine gerekli planlamaların ve etütlerin yapılıp iklim koşulları da göz önüne alınmasıyla oluşturulması gerekmektedir. Bu sayede depremzedelerin deprem öncesinde sürdürdüğü günlük yaşantısına hızlı şekilde dönüşü sağlanabilecektir.

3.1.2. Ilıman iklimin hâkim olduğu bölgede deprem konutu üretimi

Ülkemizde meydana gelecek depremlerin ılıman iklim koşullarının hüküm sürdüğü bir bölgede meydana gelmesi durumunda, iklimin soğuk olduğu durumlarda güneş etkisini artıran, sıcak dönemlerde rüzgârdan yararlanabilen tasarımlara gidilmesi gerekmektedir.

- Kış koşulları çok ağır geçmeyecek olsa da olumsuz hâkim rüzgârdan korunaklı, güneş ışınımını iç mekanlara alabilen tasarımlara gidilmelidir.
- Yazları aşırı ısınmayı önleyen ve iç mekân kalitesini artıracak yarı açık mekân düzenlemeleri yapılabilir. Kış şartlarında ise güneşlenmeden maksimum düzeyde yararlanabilmek için kış bahçeleri, saydam mekanlar oluşturan modüller eklenebilir.
- Olumsuz yaz ve kış şartlarını deprem konutu için olumlu hale getirebilecek yumuşak doku, bitki ve peyzaj elemanları ünitelere dahil edilecek şekilde planlanabilir.
- Deprem konutuna yakın yerde teşkil edilecek bitki perdelemeleri ile güneşlenmenin minimize edilmesi sağlanabilir. Bu durum deprem konutu yanına teşkil edilecek her dem yeşil bitkilerin 4 mevsim boyunca yapraklarını dökmemeleri sayesinde karşılanabilir.
- Deprem konutu yerleşiminde güneydoğu kuzeybatı gibi ara yön akslarına yerleşimi sağlanarak yazın aşırı ısınma, kısın kuzey cephe kaynaklı ısı kayıpları minimize edilebilir.
- Deprem konutlarını oluşturan ünitelerin bir araya getirilmesiyle meydana gelen sokak ve caddeler sıcak yaz mevsimlerinde yarı gölge oluşturacak şekilde konumlandırılacak şekilde planlanabilir.
- Modüllerden meydana gelecek deprem konutları yapıldığı iklim koşullarına uyum sağlarken, kültürel özellik ve depremzedelerin alışkanlıkları da göz önünde bulundurularak tasarlanmalıdır. Bu bağlamda kırsal ve kentsel alanlarda yapılacak yerleşim planlaması ve ünitelerin birbirinden farklılık gösterebileceği göz ardı edilmemelidir.

- Modüllerden meydana gelen ve üniteleri oluşturan deprem konutları yatay düzlemde ve düşey düzlemde, birbirleri ile bağlantılı olarak bir araya getirilebilir. Bu sayede modüllerde balkon gibi açık mekanlar, sundurma veya veranda gibi yarı açık mekanlar, L ya da U formlu birleşimlerde ise avlulu mekanlar oluşturabilir. Olası deprem bölgesindeki koşullar ve depremzede ihtiyaçlarına göre bu düzen daha önceden planlanmış modüller sayesinde kısa sürede yapılması mümkündür.

3.1.3. Soğuk iklimin hâkim olduğu bölgede deprem konutu üretimi

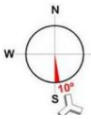
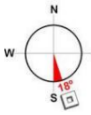
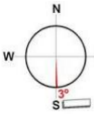
Ülkemizde meydana gelecek depremlerin soğuk iklim koşullarının hüküm sürdüğü bir bölgede meydana gelmesi durumunda, ortaya konulacak deprem konutlarının bu şartlara uyum sağlayabilen, strüktürel yaklaşımdan kullanılacak malzemeye ve mekanların bir araya teşkil edilmesine varıncaya kadar değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu bölgelerde ortaya konacak deprem konutları güneş etkilerini analiz yaparak ve her mevsimde optimum şartları karşılayacak şekilde konumlandırılmalıdır.

- Hâkim kuzey rüzgarlarından korunaklı, maksimum güneş alabilen güney ve güneydoğu cephelere yönlenmeli, yerleşim alanlarında ise kuytu bölgeler seçilmelidir [141]. Yan yana meydana gelecek konut dokusunda güneş ışığının maksimum düzeyde her üniteye ulaşımını sağlayan genel bir yerleşim tasarımı yapılmalıdır. Bu bağlamda birbirine gölgesi düşmeyen, güneş kazanımı üst düzeyde deprem konutları dizilimi sağlanmalıdır.
- Üniteler arasında bulunan cadde ve sokaklar hâkim olumsuz rüzgârı kapatmalı, güneş alabilir şekilde, ayrık ve seyrek nizamla düzenlenmelidir. Kullanılacak modüller daha az yüzey alanı oluşturmalıdır.
- Güneş ışığını en az yansıtan, daha ziyade koyu renklerle, yalıtım değerleri yüksek ve soğuk dış koşullara dayanıklı malzemeler seçilmelidir.
- Isı kayıp kaçaklarının en çok gerçekleştiği pencere boyutları minimize edilmeli, mümkünse kuzey cepheye pencere açıklığı yapılamamalı, doğu cepheye ise minimize edilmiş pencereler açılmalıdır. Pencereler güney ve batı cepheden güneş ışığını iç mekâna alacak şekilde organize edilmelidir.
- Deprem konutuna dışardan giriş mekânı düzenlenirken, iç mekandaki kazanılan sıcak havanın dışarı kaçmasını önemek üzere mekânsal ya da mekanik düzeyde bazı tedbirler alınmalıdır.

- Deprem konutu doğu batı aksı üzerinde, açık yüzeyleri güneye bakan yönde yönlendirilmeli ve açılacak boşlukların bu cephede kullanılmalıdır.
- Bir araya getirilen üniteler avlu ve yarı açık mekânı minimum düzeyde oluşturan şekilde konumlandırılmalıdır. Bu bağlamda modüller bir araya getirilirken yatay ya da düşeyde bitişik nizam üniteleri oluşturur şekilde düzenlenebilir.

İklimlerden elde edilen tasarım girdilerine ilave olarak kişi sayısına göre modüler deprem konutu modülasyon sürecine geçiş yapılır. Depremzedelerin hane halkı sayısı ve içeriğine göre modüller bir araya getirilerek deprem ünitesi kalıcı konutu belirlenmiş olacaktır. Ülkemizde her bölgede farklı aile yapısı, alışkanlığı ve birey sayısı bulunmaktadır. Modüler kombinasyonlar farklı bölge, iklim ve hane halkı sayısına göre alternatif üretebilme imkanına sahiptir. Kişi sayısına göre azdan çok olacak şekilde farklı plan tipolojileri modüler sistem boyutlarına göre aşağıda incelenmiştir. Strüktür, malzeme ve üretim sistemi değişebilmekle birlikte plan ve üç boyutlu olarak mekânsal iç fonksiyonların değerlendirmesine göre modülasyon yapılmış ve alternatifler oluşturulmuştur.

İklimsel veriler ile ön tasarımı hakkında fikir sahibi olunan deprem konutlarının bir başka etki alanı depremzedelerin kültürel alışkanlıkları ve sosyal ihtiyaçlarının belirlenmesidir. Bu durum kentsel ve kırsal yerleşime göre de farklılık gösterecektir. Kültürel farklılıklar seçilecek malzeme seçimi, strüktür, doku, renk, büyüklük, fonksiyonlar ve alan yerleşimi bakımından değişiklik ortaya koyabilir. Bunun için deprem konutu üretim aşamasında bu etkiler ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

TASARIM PARAMETRESİ	BİNA YÖNLENMESİ			BİNA FORMU		BİNA KONUM ve EĞİMİ	
İKLİM BÖLGESİ	Optimum Güneş Yönü	Güneşe Göre Yerleşim Doğrultusu	Rüzgârdan korunma yararlanma	Yerleşme Dokusu	Bina Formu	Konum	Eğim
Soğuk (Erzurum)		Doğu-Batı Aksı	Rüzgâra kapalı, kuzeydoğu-güneybatı aksında	Rüzgâra az yüzey veren, dış tüzeyi minimize eden kompakt doku		Güney ve güneydoğuya bakan yamaçların rüzgârdan korunmuş vadi tabanına yakın alt kısımları	Eğimli (En fazla 22º)
Ilıman-Kuru (Ankara, Konya)		Doğu-Batı Aksı	Rüzgâra geniş açıklık vermeyen	Rüzgârdan yararlanacak, ısıtmanın istendiği dönemde rüzgâra kapalı kompakt doku		Güney ve güneydoğuya bakan yamaçların rüzgârdan korunan alt kısımları	Eğimli (En fazla 22º)
Ilıman-Nemli (Trabzon, Safranbolu)		Doğu-Batı Aksı	Rüzgâra geniş yüzey veren	Isıtmanın istenmediği dönemdeki hâkim rüzgâra geniş yüzeyli, dikdörtgen ya da serbest planlı, güneşten yararlanacak homojen yayılmış doku		Güneydoğuya bakan yamaçların serin rüzgâr alabilecek üst kısımları	Eğimli (En fazla 22º)
Sıcak-Kuru (Mardin)		Güneybatı-Kuzeydoğu Aksı	Açıklıklar avlu yönünde, avlu kuzey yönünde	Güneş ışınlarından korunmayı sağlayan, rüzgârdan korunmuş, avlulu, kare tabanlı, avlulu mekâna açık yüzeyli az katlı ve sıkışık doku		Doğu ve güneydoğuya bakan yamaçların serin rüzgâr alan vadi tabanları (çukurlar)	Düzlük (0-6º arası)
Sıcak Nemli (Muğla, Antalya)		Doğu-Batı Aksı	Rüzgâra açık, zeminden yükseltilmiş	Rüzgârın dolaşmasına ve güneş ışınımının alınmasına olanak verecek uzun, dikdörtgene yakın, seyrek doku		Güneye bakan yamaçların serin rüzgâr alan yüksek kısımları (tepeler) veya kuzey yön	Düzlük (0-6º arası)

Şekil 3.17. Bina formlarının farklı iklim tiplerine göre yerleşim dokusu [58]

Fiziki verilerin yanı sıra sosyal çevreye ilişkin de birtakım veriler deprem sonrası yapım sistemlerinin formunun belirlenmesinde etkili olacaktır. Ülkemizde sosyal, kültürel ve günlük yaşam koşullarına göre farklı sosyolojik ilişkiler meydana gelmiş olup, bu durum konut tipolojisinin belirlenmesinde de fazlasıyla önemlidir. Kalıcı deprem konutlarında barınacak depremzedelerin sosyolojik formlarına uygun çözümler, kalıcı konut kullanımı bağlamında son derece önemli tasarım verilerinin sentezi ile mümkündür. Geleneksel Tük evi mimari detayları incelendiğinde Anadolu'nun mevcut karakterinin zaman içerisinde kültürel, yaşamsal ve fiziksel değişikliklere göre meydana geldiği görülmektedir [141].

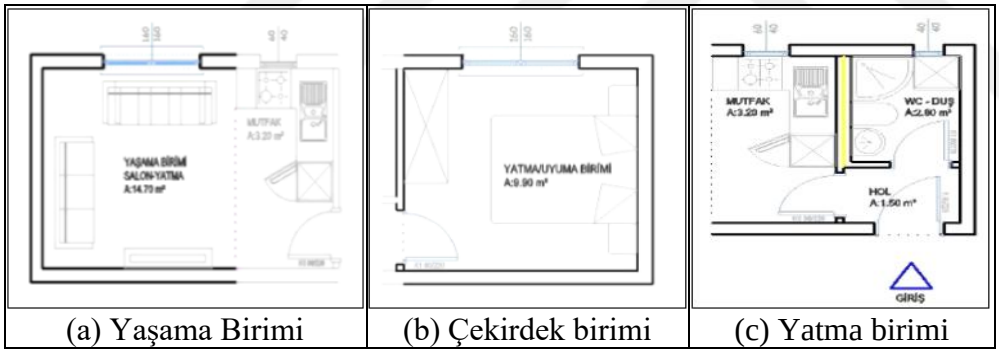
Buna benzer başka bir örnek de avlulu konut çözümleridir. Bulunduğu iklim koşullarından da etkilenen bu mimari yaklaşım aslında konut içerisindeki bireylerin birlikteliklerinin bir mekân ile öznelleşmiş halidir.

Deprem konutlarının birbirleri ile ilişkilerinin değerlendirildiği oluşum aşaması kentsel ölçekte afet konutları ile sağlık, eğitim, dini ve sosyal mekanları da ihtiva eder. Üretim aşaması fonksiyonları belirlenmiş modüllerin biçim grameri yöntemi ile farklı analiz aşamasını içeren bu süreçte örnek modüllerin malzeme ve strüktürel anlamda kararlara varılması gereklidir. Ülkemiz genelinde temini ve üretimi en kolay olan ve esnek planlama ile büyümeye elverişli olan panel sistemler ve bu sistemler başlığı altında incelenen hazır duvar sistemleri, algoritması oluşturulan modüller için temel yapısal niteliklerdir. Bu malzemelerin seçilmesi ile ilgili olarak da aşağıda yer alan temel özellikler dikkate alınmıştır;

- Hazır duvar sistemler ön yapım sistemlerden birisi olduğu için, klasik üretim metotlarına göre çok daha hızlı üretim imkanına sahiptir. Bu sistemlerin fabrika ortamında hassas üretime ve standart ölçü kalıp sistemlerine uygun üretilmesi mümkündür.
- İhtiyaç duyulan bina ve boyutlara panellerin istenilen ölçülerde üretilebileceğinden üretim aşamasında esneklik sağlamaktadır.
- Klasik inşa yapım sistemlerine göre fire ve zaiyat yok denecek kadar az olduğundan gerek üretim gerek çevresel etkiler açısından daha avantajlıdır.
- Üretiminde hesap toleransları oldukça düşük olduğundan öngörülen taşıyıcı yüklere karşı beklenen davranışları sergilerler. Ön görülen maliyetlere çok yakın bedeller ile imal edilebilirler.
- Modüllerdeki hazır duvar sistemlerinin bünyesindeki yalıtım sayesinde ses ve ısı geçişlerinde performanslı bir yalıtıma sahiptir. Seçilecek cidar kalınlığı ile her türlü mevsim koşullarında kullanılabilecek şekilde organize edilebilir.
- Hazır duvarlı sistemler geri dönüşümlü malzemeler ile yapıldığı taktirde üretiminden montajına, kullanımından ekonomik ömrünü yitirmesine kadar çevre dostu sistem olması açısından avantajlıdır.
- Hazır duvarlı sistemler, öncesinde pencere kapı boşluklarının imalatına imkân sağladığı için yerinde montaj süresinde oldukça avantaj sağlar.

- Hazır duvar panelleri farklı malzemeler ile teşkil edilebilir. Yapısal ömür, temin edilebilirlik, ekonomiklik vb. pek çok etkene göre farklı durumlarda farklı paneller kullanılabilmektedir. Bu durum panellerin yapısal çeşitlenebilirliği açısından oldukça avantajıdır.
- Her bir modül için üretilecek duvar panelleri aynı modüller gibi istiflenebilir, depolanabilir ve kolay nakledilebilir. Olası deprem sonrasında depremzedelere hızlı şekilde iletilmesi açısından bu avantajlı durumu oldukça önemlidir.

Duvar panelleri ihtiyaç duyulan lokasyonun problemleri ve tercih edildiği sitemine göre bir konstrüksiyon üzerinde ya da etrafında teşkil ve tespit edilebilir. Bu sistemi bir arada tutmak için uygun strüktür seçimi yapılmalı ve strüktürel malzeme tayin edilmelidir. Strüktür meydana getirilirken üretim şekli de göz önüne alınır ve buna en uygun malzeme ile renk ve doku mekân bütününde yer alır. Daha önce de belirtildiği üzere bu sistemlere ilave edilebilir farklı üretim metotları sayesinde hibrit imalatların imkânı da mümkün olmaktadır.



(a) Yaşama Birimi (b) Çekirdek birimi (c) Yatma birimi

Şekil 3.18. Birim modüllerine ilişkin eleman etüdü [58]



Şekil 3.19. Deprem konutu başlangıç modeli şematik gösterimi

Birim modüller depremzede kullanıcıların sayısı ve ihtiyacına göre bir araya getirilerek, yatayda ve düşeyde birleşerek üniteler oluşturur.

Tasarım ve strüktür daha önce de söz edilen pek çok etmene bağlı olarak seçilecektir. Modüller bir araya getirirken yatay düzlemde holler ile modüler bağlanırken, düşey düzlemde merdivenler ile düşey sirkülasyon sağlanmaktadır. Modüler sistemi oluşturan ünitelerin tamamı önceden üretilebileceği gibi bir kısmı önceden üretilip ihtiyaç duyulan modüller sonradan üretilerek önceki modüle dahil edilebilir ya da önceki modüle yerinde üretilerek eklenebilir esnekliğe sahiptir. Günümüzde mimari anlayış, teknolojinin gelişimi ile geleneksel yöntemlerin çok ötesinde yapım ve uygulama tekniğine izin verdiği için, ileri yapım sistemleri bu modüler sistemlere entegre edilebilir.

Deprem konutlarının olabildiğince kısa sürede inşa edilebilmesi ve depremzedelerin günlük yaşamlarına eski konfor koşullarını da sağlayarak dönebilmesi bu çalışma kapsamında en öncelikli hedeflerden biridir. Deprem konutlarını en hızlı sürede depremzedelerin kullanımına sunabilmek için, belirli malzeme ve strüktürel seçimlerin sağlanması gerekmektedir.

Deprem konutlarının yapımını doğrudan etkileyen diğer bir parametre iklim verileridir. Ülkemizin her bölgesinde yıkıcı etkiye sahip depremler meydana gelebilir. Ülke nüfusunun çoğunluğu deprem riskli bölgelerde yaşamakta olduğundan, her iklim koşulundaki bölgede deprem meydana gelebileceği ön görülerek çözüm önerileri ortaya konmalıdır. Depremlerin meydana gelmesi sonrasında depremzedelerin barınma sorununu çözmek iklimsel veriler ışığında hazırlanacak tasarım ve uygulama ile daha kullanışlı ve uzun vadeli çözümü beraberinde getirecektir. Ülkemizin her bölgesinde farklı iklim koşulları görülmektedir. Bu durum olası bir depremde her bölgede oluşturulacak deprem konutlarının birbirinden farklı tasarımlara sahip olmasına neden olacaktır. Aşağıda ülkemizin bölgelerine göre yağış etkinlik, sıcaklık tesiri, kuraklık nemlilik ve tümleşik iklim sınıfları haritalarına ayrı ayrı yer verilmiştir. Bu haritalardan alınacak ön bilgiler ile, olası bir depremin meydana geldiği bölgenin koşulları tespit edilerek, ön hazırlık aşamasında tasarlanan modüllerin bu bilgilere göre bölgesel planlaması ve üretimi sağlanmalıdır.

İklim yapısı, aile yapısı, mahremiyet kavramı seçilecek konstrüksiyon ve malzemeyi etkileyerek, mekânsal planlama açısından farklı alternatifler üretilerek barınma üniteleri oluşturulacaktır.

Olası bir deprem sonrasında depolarda hazır bekleyen üniteler ve farklı komşu illerde üretilecek olan ünitelerin lojistik açıdan sorun yaratmaması için karayolu taşımacılığındaki maksimum genişlik baz alınarak optimum koşulları sağlayan ünitelerin oluşturulması hedeflenmiştir. Bu bağlamda eni ve yüksekliği 3 metre olan, boyu ve adeti ihtiyaca göre şekillenecek birimler bir araya getirilerek ünitelerin oluşturulması sağlanacaktır. Modüllerin cidar kalınlıkları malzeme ve üretim tekniğine göre değişiklik gösterebilecektir.

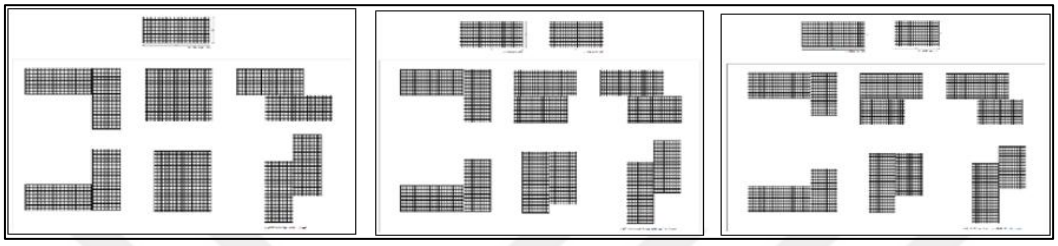
Deprem konut tasarımını etkileyen iklimsel veriler sıcaklık, nemlilik, güneşlenme ve hava hareketleridir. Bu etkilere göre birim modüllerin bir araya getirilmesi bölgeden bölgeye değişiklik gösterecektir. Örneğin soğuk iklim koşullarında yapılacak üniteler dış alanı minimize edilen tasarımlardan oluşurken, ılıman iklim koşullarına sahip bölgede oluşturulacak deprem konutları yüzey alanları daha genişletilen, yarı açık ve açık alanlara sahip olan mekanlardan oluşacaktır. Mevsimsel koşullara göre dikkat edilecek tasarım verileri aşağıda yer almaktadır.

3.2. Sentez Aşaması / Deprem konutları üretimi

Bu bölümde deprem konutlarının daha önce incelenen parametrelere göre oluşturulacak üretim şemaları ile modül seçimi gerçekleştirilecek, modüllerin bir araya getirilmesi ile de ünitelerin oluşturulması sağlanacaktır. Bu modüllerin oluşturulmasında depremzedelerin asgari barınma ihtiyaçları ve anket çalışmalarındaki sonuçlar referans alınacaktır.

Asgari mekân büyüklüğü ile modüllerin büyüklükleri dikkate alınarak üretim, lojistik ve kullanıma en uygun formların 3x7, 3x6 ve 3x5 metre ölçülere sahip modüller olduğu belirlenerek, üretilecek deprem konutu tipolojileri bu modüllerin kombinasyonları ile meydana getirilecektir. Modüller ihtiyaca ve aile fert sayısına göre 2 adetten başlayarak istenilen sayıda bir araya getirilmeye uygundur. Tez çalışması kapsamında değerlendirilecek olan 2, 3, 4 ve 5 adet modülün bir araya getirilmesi kombinasyonları ülkemizdeki bölgelere göre değişen ortalama aile fert sayıları baz alınarak türetilmiştir. Şekil 4.9.'da 2 adet 3x7 modülün bir araya getirilme kombinasyonları gösterilmiştir. Modüllerin birbirleri ile farklı

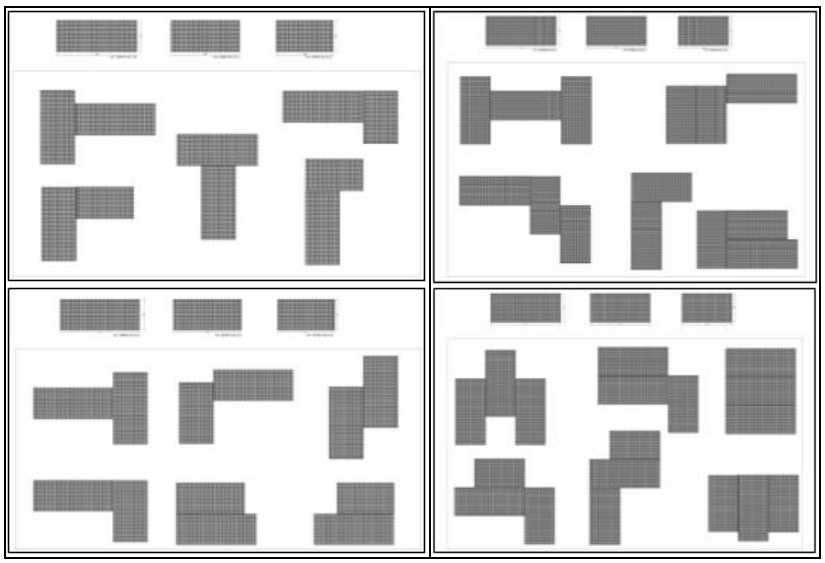
şekilde birleşimleri, olası deprem bölgesindeki bilhassa fiziksel dış etkilere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Örneğin L formlu birleşen modüller sıcak ve ılıman iklim koşullarındaki deprem konutları için daha uygun olurken, birbirine bitişik olarak ya da çok yüzey alanı oluşturmayacak şekilde bir araya getirilen modüller soğuk iklim koşullarımdaki deprem konutu için uygun olacaktır.



Şekil 3.20. 3x7, 3x6, 3x5 m ölçülerindeki modüllerin bir araya gelme kombinasyonları

Modüllerin bir araya getirilmesinde daha kısıtlı alan ya da kullanıcı sayısına göre asgari çözümlere gidilmek istendiğinde 3x5 ve 3x6m ölçülerdeki modüllere göre tasarım ve üretim yapılabilir. 3x5m ölçülerindeki modüller en minimal çözümlerden biri olmakla birlikte, yaşama mekânı, mutfak modülü ile yatma modülünün ayrı olarak çözülmesi mahremiyet, kullanım ve form açısından avantaj sağlayabilmektedir.

Modüller ile istenilen form ve sayıda ünitelerin meydana getirilmesi mümkündür. Modüllerin aile fert sayılarına göre mekânsal organizasyonu detaylı olarak incelenecektir.

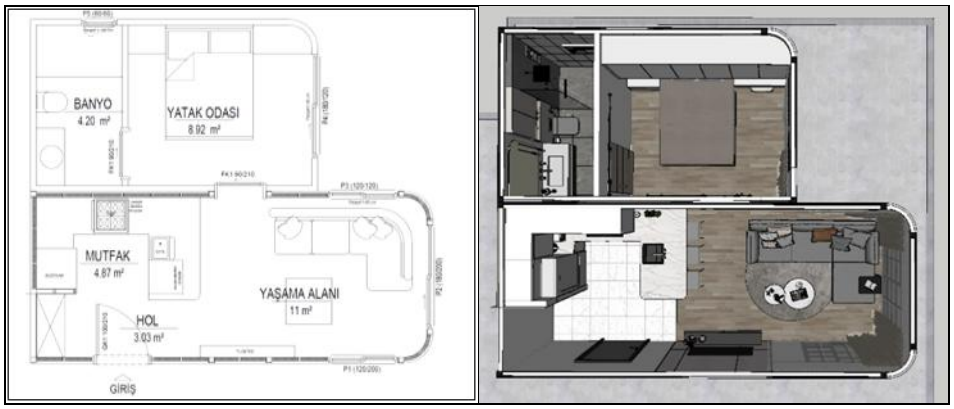


Şekil 3.21. Farklı ölçü ve sayıdaki modüllerin bir araya kombinasyon şeması

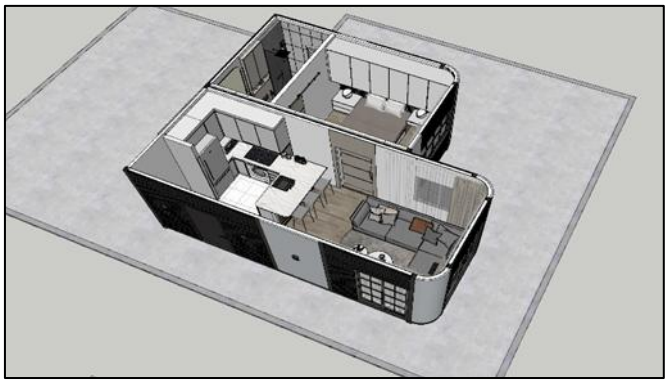
Bu kombinasyonlara göre aile fert sayıları ve fiziksel dış koşullar dikkate alınarak deprem konutunun iç mekân organizasyonu hazırlanmıştır. Buna göre farklı adet ve boyutlara göre modüllerin bir araya gelmesiyle oluşturulan üniteler aşağıdaki gibidir;

3.2.1. 2-3 kişilik deprem konutları

2 veya 3 kişilik bir ailenin daha minimal bir yerleşim alanı üzerinde asgari 2 modüle sahip olan biri 3x5 diğeri ise 3x7 büyüklüğünde 2 farklı modülden meydana gelen yaşama üniteleri sayesinde ihtiyaç duyulacak mekanlar bir araya kullanışlı bir fonksiyon kazandırılarak bir araya getirilmiştir. Modüllerin boyut ve büyüklükleri depremzede ihtiyaçlarına göre değişkenlik gösterebilir ancak optimum mekân arayışına göre daha minimal mekanlar üretim hızı, maliyet, lojistik ve kapladığı alan açısından daha avantajlı olacaktır. Yaşama alanı, mutfak, yatak odası ve banyodan oluşan 2 modülden oluşan ünite toplam 36m^2 alana sahiptir. Giriş ve manzara yönüne göre yerleşim gibi durumlarda ünite istenilen yöne çevrilerek istenildiği konumda sabitlenebilir. Yarı açık alana ya da avluya sahip olmayan bu düzende modüller yüzeyde daha az alan kaplayacaktır. Bu sayede aynı büyüklükteki arsaya çok daha sayıda bu formdaki üniteden sığdırılabilir. Bu sebeple kısıtlı alanlar için en uygun formlardan birisidir. Aile fertlerinden ebeveynler yatak odasını kullanırken tek çocuk ya da bireyin olması durumunda yaşama mekânı aynı zamanda yatma mekânı olarak kullanılmaktadır.



Şekil 3.22. 2-3-4 kişilik deprem konut ünitesi alternatif plan

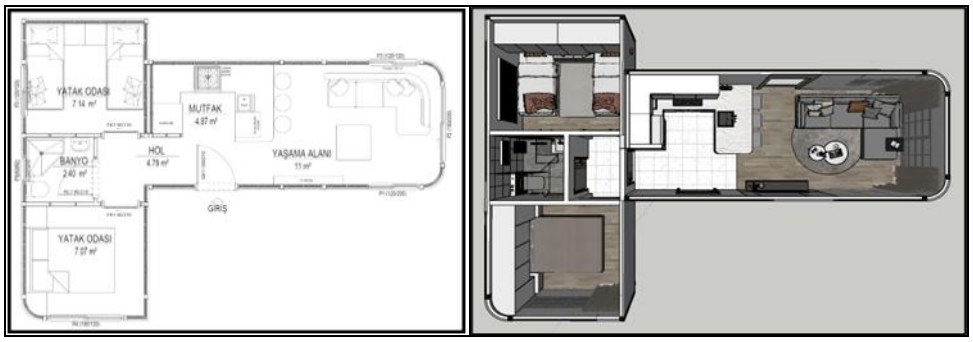


Şekil 3.23. 2-3-4 kişilik deprem konut ünitesi perspektifi

3.2.2. 3-4 kişilik deprem konutları

3 veya 4 kişilik depremzede ailenin barınması için asgari yatak odası, yaşama mekânı, banyo ve mutfak biriminden oluşan 2 birim modülden oluşan deprem konutudur. Toplamda 2 adet 3x7 metrelik standart ölçülerde üretilen modüllerin bir araya getirilmesiyle oluşturulmuştur. Modüller farklı alternatiflerle bir araya getirilerek yeterli konfor koşulları kullanıcı istek ve taleplerine göre karşılanabilir.

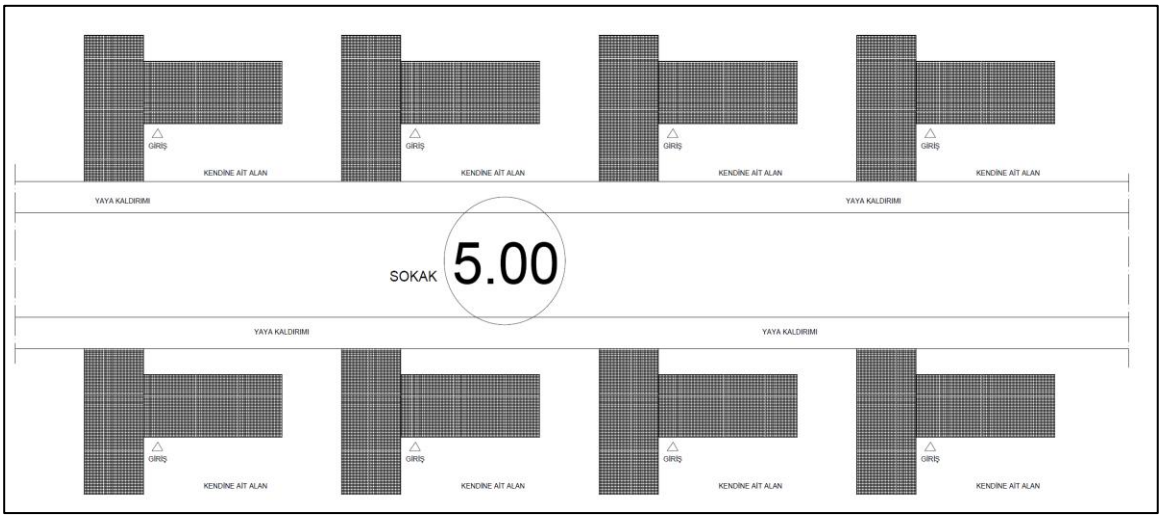
Bu tasarım ile yapı oturduğu arsa üzerinde 2-3 kişilik aile ünitesine göre daha geniş bir alan kapsar. Yerleşim alternatifine göre giriş cephesinde kendine ait yarı avlulu bir mekân oluşturabilir. Bu mekân istenildiğinde veranda ile yarı açık mekâna çevrilebilir. Bu ünitede 2 farklı yatak odası konumlandırılmış olup yatma birimleri ortasında merkezi bir banyo yer almaktadır. Yatma birimleri yaşama ve mutfak biriminden bağımsız konumlandırıldığı için de kendi içerisinde mahremiyet sağlamaktadır. Birbirlerine asimetrik bağlanan modüller mimari monotonluğun önüne geçerek kendi bünyesinde cephe hareketliliği sağlanmıştır. Bölücü olarak kullanılan ara duvarlar da modüler olup istenilen aksta konumlandırılabilir. Ebeveyn yatak odasının kendisine ait banyosunun olmaması bu formdaki eksik yönlerden birisidir. Köşe duvarları yuvarlanan her türlü yenilikçi yapım sistemleri ile üretime uygundur. Yan yana dizilerek oluşturulacak deprem üniteleri sayesinde monoton dizilimin önüne geçilebilirken, site alanı içerisinde her bir ünitenin kendine ait mahrem alanının da sağlanması mümkündür.



Şekil 3.24. 3 kişilik deprem konut ünitesi plan alternatifi



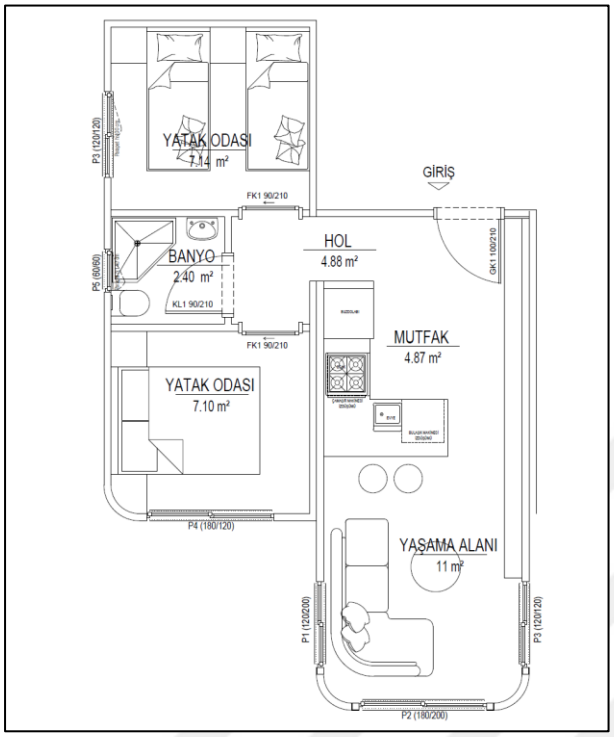
Şekil 3.25. 3 kişilik deprem konut ünitesi perspektifi



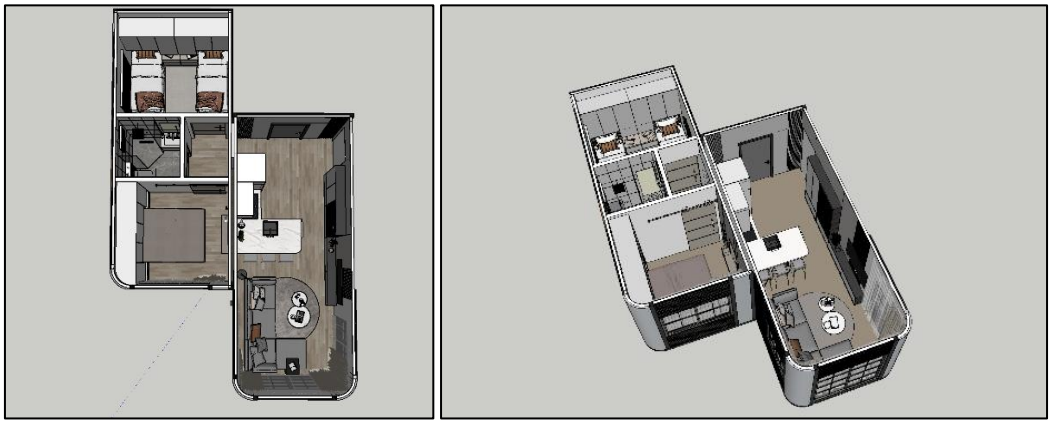
Şekil 3.26. L formlu deprem ünitesi örnek sokak yerleşim alternatifi

Giriş bölümünde herhangi bir yarı açık oluşturmak, yaşama mekânı ile yatak odası arasını sonradan veranda ile kapatmak istenildiğinde 4 depremzedenin rahatça barınacağı farklı bir alternatif düzen de oluşturulabilir. Bu ünitede 3x7 m boyutlarında 2 ayrı modül kullanılmış

olup, toplam 42 m^2 alana sahiptir. Arazi şekli gibi değişkenlere göre bu 2 modülün bir araya getirilerek farklı formların meydana gelmesi de mümkündür.



Şekil 3.27. 3-4 kişilik deprem konut ünitesi alternatif planı

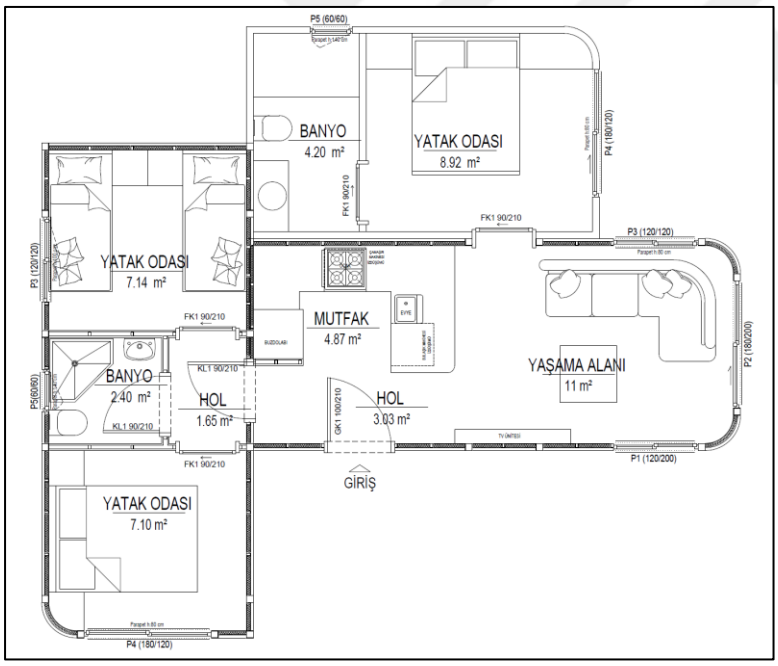


Şekil 3.28. 3-4 kişilik deprem konut ünitesi perspektifi

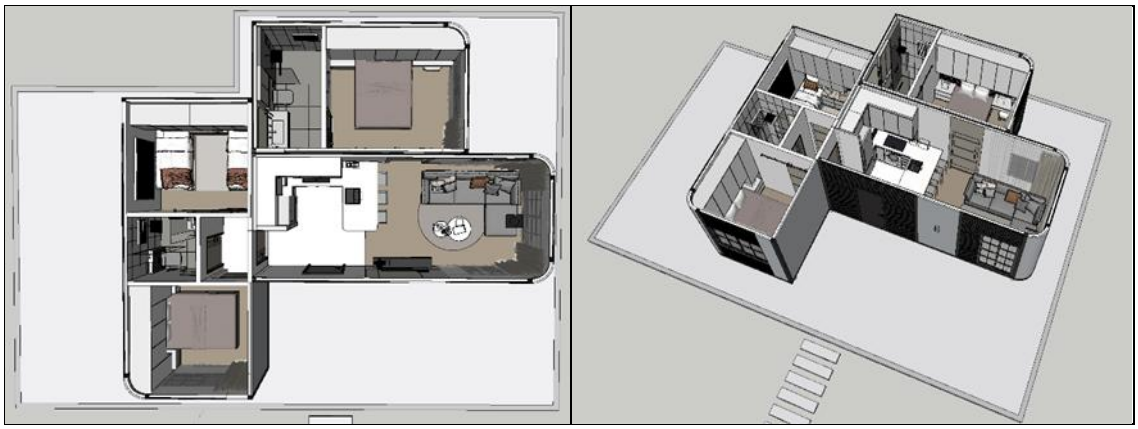
3.2.3. 4-5 kişilik deprem konutları

Örnek olarak bir araya getirilen 2 adet 3x7 ve 1 adet 3x5 ölçülerinden oluşturulan deprem konutu toplamda 3 ayrı yatak odası, mutfak ve yaşama birimi ile 2 adet banyolu mekanları

ihtiva eden, toplam 3 modül ile meydana gelen bir konut ünitesidir. Ünite toplamı 57 m^2'dir. Yatak odalarındaki yatakların tipine göre barındıracağı hane halkı sayısı da değişkenlik gösterebildiğinden en uygun 4 veya 5 kişilik aile fert sayısına sahip depremzedeleri için uygundur. Ebeveyn odasının diğer yatak odalarından farklı bir yere konumlandırılması mahremiyet açısından olumlu etki oluştururken, kendine ait banyosu da kullanıcılar için konfor sağlamaktadır. 2 adet yatak odası ve banyo birimlerinden meydana gelen modül de kendi içerisinde yatma ve ıslak hacim ihtiyacını karşılayabilen, yaşama biriminden bağımsız düzene sahiptir. Cephe köşelerindeki oval tasarım ile psikolojik olarak mekanları yumuşatma etkisi oluşturarak estetik sağlamak bu formlarda mümkündür. Bu ünite ihtiyaç durumunda 6 kişiye kadar hizmet verebilmektedir. Giriş bölümündeki L form yarı avlu etkisi yaratacağı gibi sonradan üzeri kapatılarak yarı açık mekân olarak hizmet verebilir. Ilıman ve sıcak hava koşullarının hâkim olduğu iklim bölgelerinde düz ya da az eğimli arsalara kolaylıkla uygulanabilir.

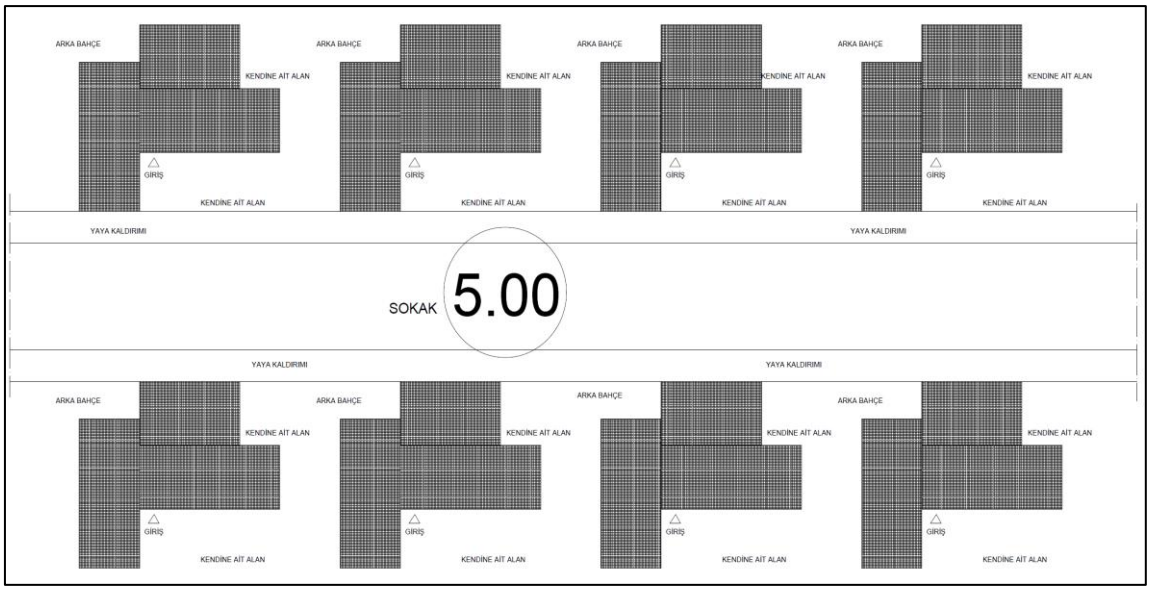


Şekil 3.29. 4-5 kişilik deprem konut ünitesi planı



Şekil 3.30. 4-5 kişilik deprem konut ünitesi perspektifi

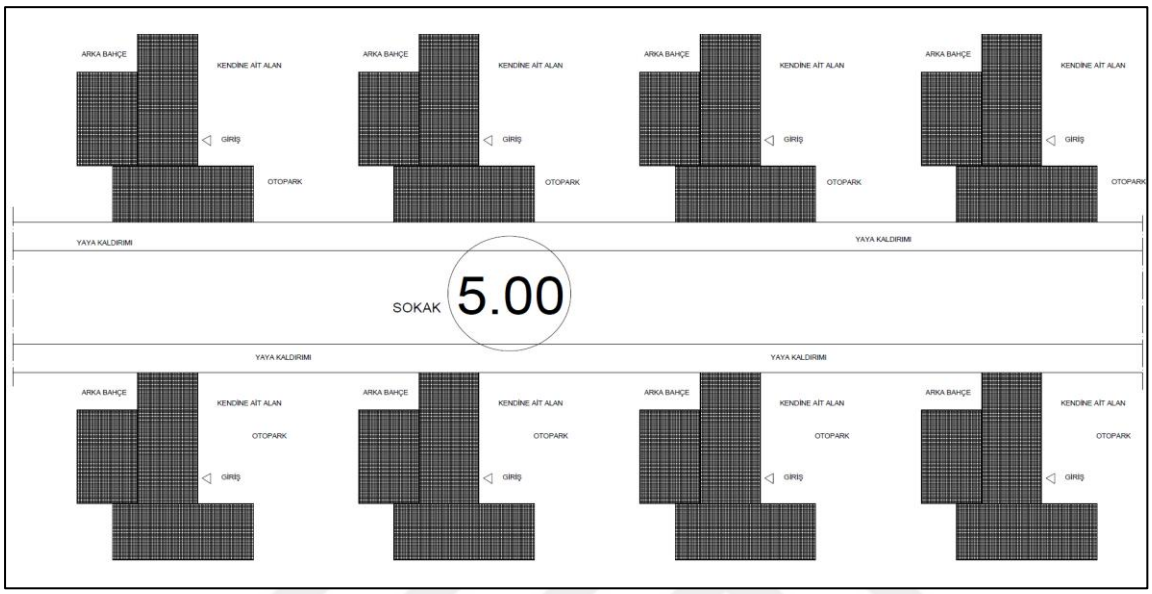
4-5 kişi kapasiteli deprem konutlarının her bir deprem ünitesinin kendine ait açık ve yarı açık mekânı olduğu gibi, modüllerin birleşiminden kaynaklı oluşan köşe alanlar, bahçe ve yumuşak zemin olarak kullanılabilir. Günümüzde deprem sonrası en sık kullanımda olan konteyner kentlerin tamamen sert zeminde konumlandırılması ve yan yana monoton dizilimi ile kendisine ait mahremiyet sağlayan alan olmaması sorununa çözüm olarak bu yerleşim alternatifi geliştirilmiştir.



Şekil 3.31. 4-5 kişi kapasiteli deprem konutu sokak yerleşim alternatifi

Bu dizilimler farklı alternatiflerle çoğaltılabilir. Güneş etkileri, iklim şartları, rüzgâr durumu ve topoğrafya farklı çözüm önerileri için zorlayıcı sebepler olabilir.

Üniteler arasında doğal olarak meydana gelen alanlar özel alan olarak kullanılabilir ve hatta bu alanlar otopark alanı olarak düzenlenerek depremzedelerin araçları ile deprem ünitelerinin hemen yanına erişimleri de sağlanabilir.



Şekil 3.32. 4-5 kişi kapasiteli deprem konutu sokak yerleşim alternatifi 2

3.2.4. 5-6 kişilik deprem konutları

3 adet 3x7 modülden meydana gelen deprem konutu ünitesi toplamda 63 m^2 alana sahiptir. Bağımsız 3 adet yatak odası, 2 adet banyosu, ebeveyn giyinme odası, mutfak ve yaşama birimlerinden oluşmaktadır. Ebeveyn yatak odası diğer yatak odalardan ayrı yere konumlandırılmasıyla mahremiyet açısından olumlu katkı sunarken, son yıllarda kullanıcılar için neredeyse zaruri ihtiyaç haline gelen giyinme odası depremzedeleri kullanımına sunulmuştur. Yatak odalarının ayrı bir modülde çözümlenmesi, ortak banyoları ile ıslak hacim ihtiyaçlarını giderirken yaşama modülünden ayrı olması mahremiyet sağlamaktadır.

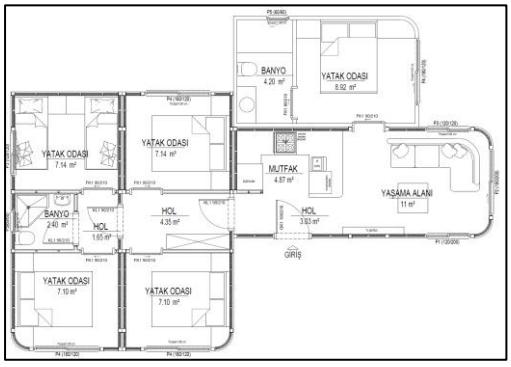
Bu sayede mutfak ve yaşama alanı ayrı modülde bulunduğundan hane halkı dışında gelecek kullanıcılar için de daha rahat bir kullanım olanağı sunar. Giriş bölümü yarı avlu gibi bir mekân oluşturduğundan deprem konutuna giriş ve çıkış açısından da hem kontrol hem de mahremiyet sağlanmıştır. Yaşama mekânından yatak odalarının önündeki boşluğa yarı açık mekân düzenlemesi ihtiyaç halinde eklenebilir. Bu çözüm her iklim bölgesinde kullanılmaya uygundur.



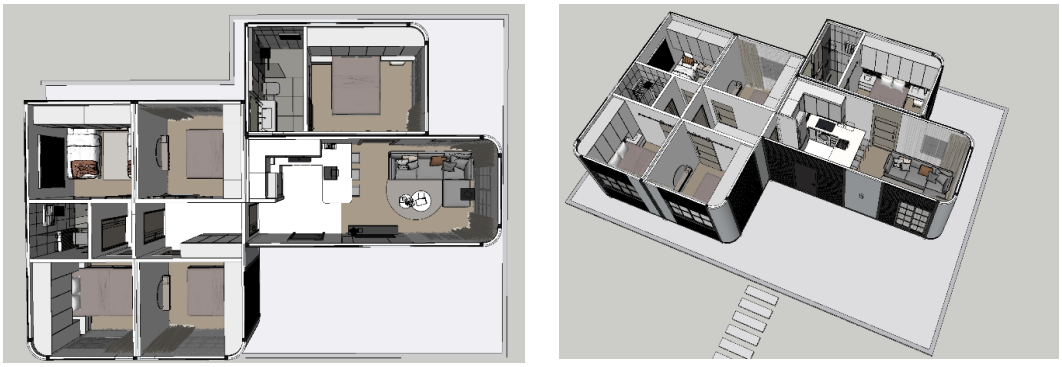
Şekil 3.33. 5-6 kişilik deprem konut ünitesi planı ve perspektifi

3.2.5. 6-10 kişilik deprem konutları

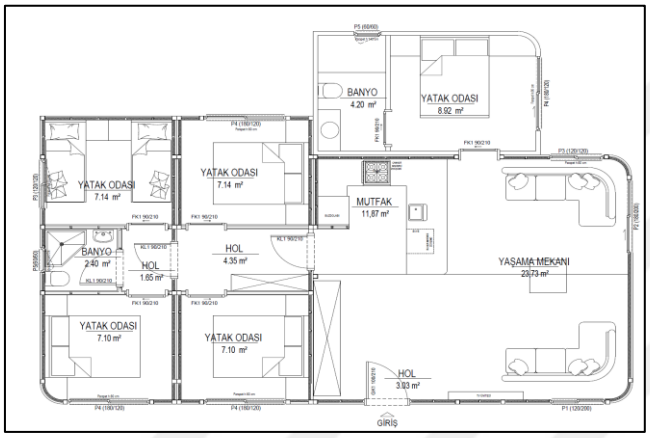
Daha kalabalık depremzede ailelere göre tasarlanan bu deprem ünitesi 3 adet 3x7 ve 1 adet 3x5 modülden meydana gelen 78 m^2 brüt alanlı bir yapıdır. İhtiyaca göre farklı modüller farklı alternatiflerle üniteler oluşturulabilir. 3 ayrı modülde 5 adet yatak odası düzenlenmiş, yaşama mekânı ve mutfak merkezli modül etrafına yerleştirilmiştir. Bu yerleşimde ebeveyn yatak odası ile ve diğer yatak odaları birbirinden bağımsız akslara konumlandırılmıştır. Ebeveyn odasının diğer yatma modüllerinden ayrı bir modül olarak farklı bir konumda yer alması mahremiyet sağlarken, yatma birimlerinin bir arada gece holü ile çözülmesi de mekânsal gruplama açısından olumlu bir tasarım girdisi olmuştur. İhtiyaca göre yaşama mekanına ait modülün alt komşuluğuna bir modül daha eklenerek yaşama mekânı ve mutfak alanları büyütülebilir.



Şekil 3.34. 6-10 kişilik deprem konut ünitesi planı

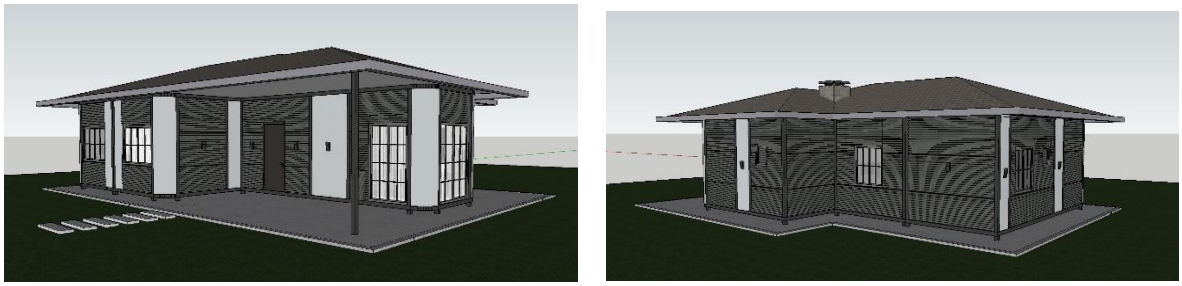


Şekil 3.35. 6-10 kişilik deprem konut ünitesi plan ve perspektifi



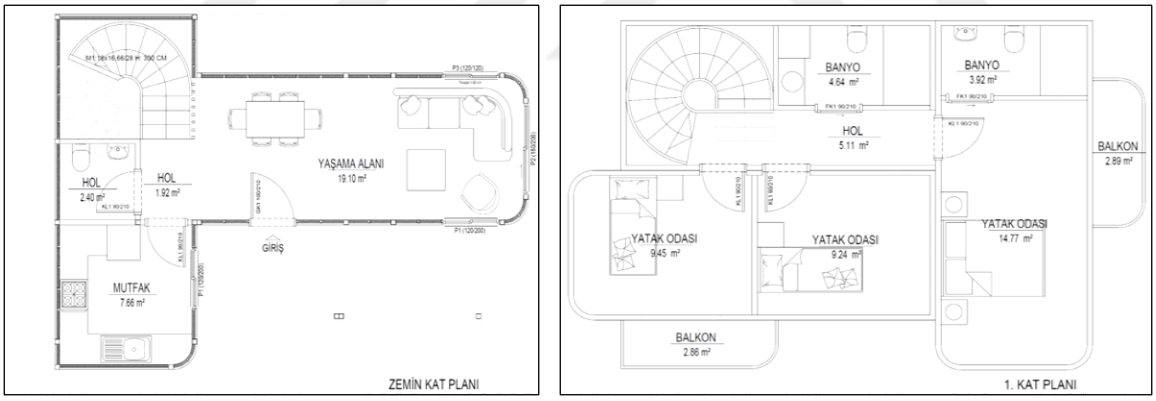
Şekil 3.36. 6-10 kişilik deprem konut ünitesi alternatif planı

Bu plan şeması soğuk iklim şartlarına hâkim olan deprem bölgesinde tercih edilebilir. Yarı açık ve avlulu mekanlara sahip olmaması, kütlelerin ortak duvar alanlarının fazla olması ve dış yüzey alanının az olması gibi nedenler soğuk iklim koşullarında bu tip ünitelerden depremzedelerin daha fazla performans almalarını sağlayacaktır. İlave edilen modül sayesinde iç mekânda daha fazla zaman geçirecek aile fertleri için daha geniş hacim oluşturulması da yaşamsal konforun artmasını destekleyecektir. Üretilen deprem konutu soğuk ve kar yağışlı iklim koşullarında kullanılacağı zaman ısı kayıplarını engellemek ve kalıcı karın kolay şekilde uzaklaştırılmasını sağlamak amacıyla çatı gibi üst örtüler ile desteklenmeye uygundur. Çatı eklenmesi ile girişin daha kontrol altında olması sağlanmış, veranda olarak meydana gelen bu mekânın da sonradan kapatılması ile iç mekân dış mekân arasında tampon bölge düzenlenmesi mümkün hale gelebilmiştir. Güney cepheye açılan büyük pencereler sayesinde de kışın güneş kazanımı sağlanması hedeflenmiştir.



Şekil 3.37. Soğuk iklim koşuluna uygun üretilmiş 6-10 kişilik deprem konutu modeli

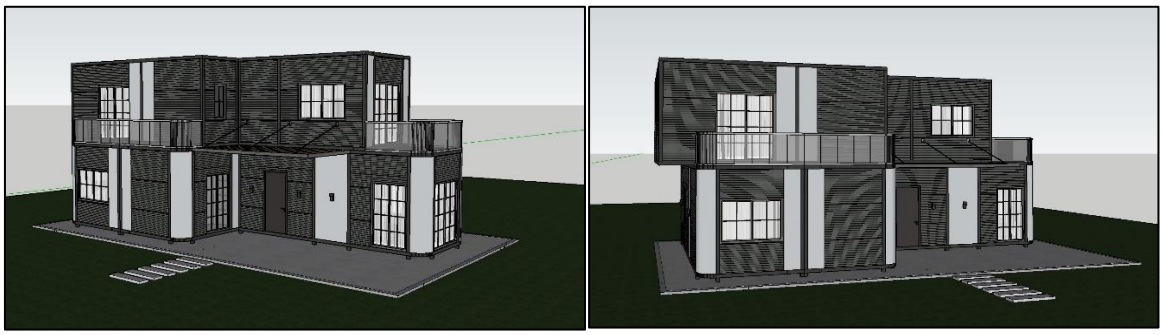
Sıcak iklim koşullarına sahip deprem bölgelerinde daha geniş ailelere sahip depremzedeler için açık ve yarı açık mekanları da kendi bünyesinde oluşturabilen çözümlere gidilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda yalnızca yatay düzlemde tek katlı olarak birleştirilen modüller değil buna ilave olarak düşey sirkülasyon elemanları ile birbirlerine bağlanmış 2 katı birbirine bağlanan modüllerden üniteler oluşturulması daha doğru bir seçim olacaktır. Seçilecek strüktür ve malzeme güvenle bu modülleri birbirine eklemeye izin veren, dış koşullara ve deprem gibi doğal afetlere de dayanıklı olması sağlanmalıdır.



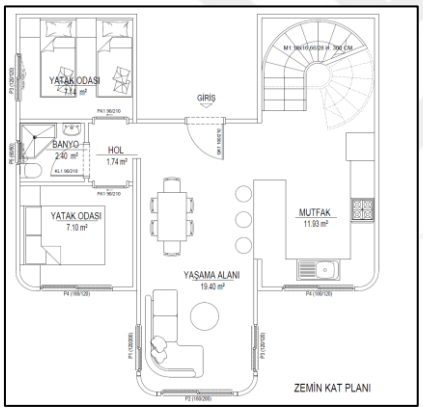
Şekil 3.38. 6-10 kişilik deprem konut ünitesi planı

Farklı boyutlardaki 5 farklı modülün birleşmesi ile oluşturulan bu ünitede alt kat yaşama mekânı ve mutfak, üst kat ise yatma birimleri olarak düzenlemiştir. Her iki birimin birbirlerinden düşey düzlemde ayrılmış olması mahremiyet sağlamıştır. Üst katta her ne kadar temsili olarak yatak odalarında birer yatak gösterilmiş olsa da mekân büyüklüğü 2 ayrı ya da ikiz yatak konulması için yeterli büyüklüktedir. Zemin katta giriş bölümünde kendiliğinden meydana gelen yarı açık mekân ile üst kattaki balkonlar, ılıman ve sıcak iklim koşullarına sahip deprem bölgelerinde depremzedelere daha konforlu yaşam koşulu sunacaktır.

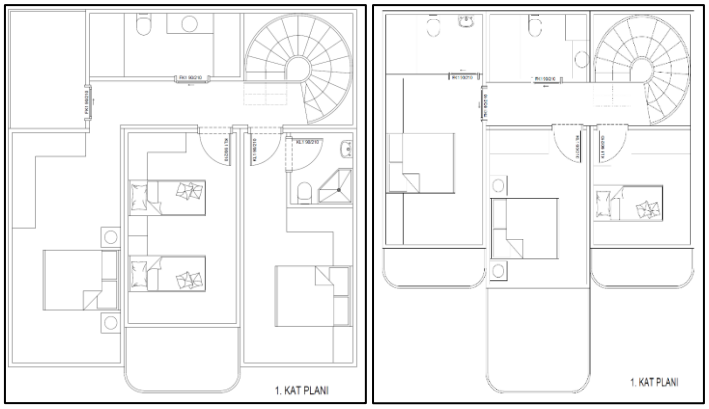
2 kattan oluşan deprem üniteleri panel sistemler ile yapılabileceği gibi, ileri yapım sistemleri ile de meydana gelebilir. Seçilecek yapım sistemi, strüktür ve malzeme depremin meydana geldiği yerin koşullarına göre değişkenlik gösterecektir.



Şekil 3.39. 6-10 kişilik deprem konut ünitesi perspektifi



Şekil 3.40. 6-10 kişilik deprem konut ünitesi alternatif zemin kat planı



Şekil 3.41. 6-10 kişilik deprem konut ünitesi alternatif 1. kat planı



Şekil 3.42. 6-10 kişilik deprem konut ünitesi alternatif plan ve perspektif

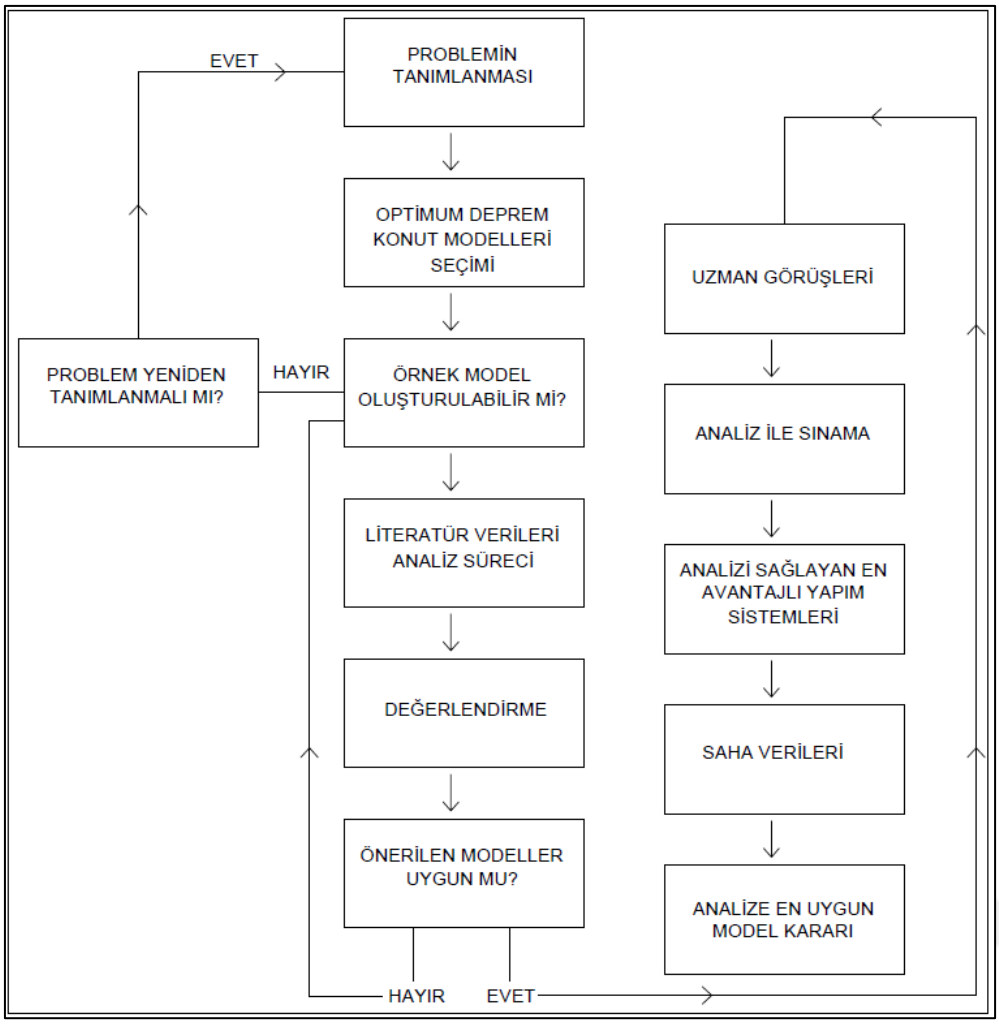
Birim modüllerin bir araya getirilmesi ile meydana gelen deprem konutu aynı plan şemasına sahip olmak üzere eklemeli imalat teknolojisinden de yararlanarak ya sıfırdan yapılabilir ya da başlangıçta yapılan modüler sisteme sonradan entegre olabilir. Bu iki sistemin bir arada kullanımı ile yepyeni bir hibrit sistem oraya konulabilir. Olası bir deprem sonrasında, depremin meydana geldiği yerin koşullarına göre modüler ya da eklemeli imalat teknolojisinden hangisi en ivedi çözüm sunuyorsa o deprem konutunun yapımına başlanmak suretiyle, depremzedenin zamana dayalı olarak kalıcı konutunda ihtiyaç duyacağı ilave mekânlar bu hibrit yapı ile ilave edilerek, başlangıçta geçici olarak barınma ihtiyacını sağlayan modülün kalıcı deprem konutu amaçlı kullanımı sağlanmış olacaktır. Bu sayede hem depremzede, deprem sonrasında ivedi barınma ihtiyacını sağlamış hem de uzun vadede yer değişikliğine maruz kalmaksızın kalıcı konutunda ihtiyaç duyacağı asgari mekânlara sonradan eklenen modüller sayesinde kavuşmuş olacaktır.

4. MATERYAL VE METOD

Bu tez çalışmasında, afet sonrası barınma çözümlerinin etkinliğinin ortaya konulması ve yenilikçi yapım teknolojilerinin değerlendirilmesi amacıyla öncelikle problem tanımlaması yapılmıştır. Günümüzde geçici deprem konutlarının büyük ölçüde geleneksel yapım yöntemleriyle çözülmeye çalışılması, depremzedelerin acil ve kalıcı barınma ihtiyaçlarına yönelik sürdürülebilir bir çözümün hâlen geliştirilememiş olmasını temel problem olarak ortaya koymaktadır.

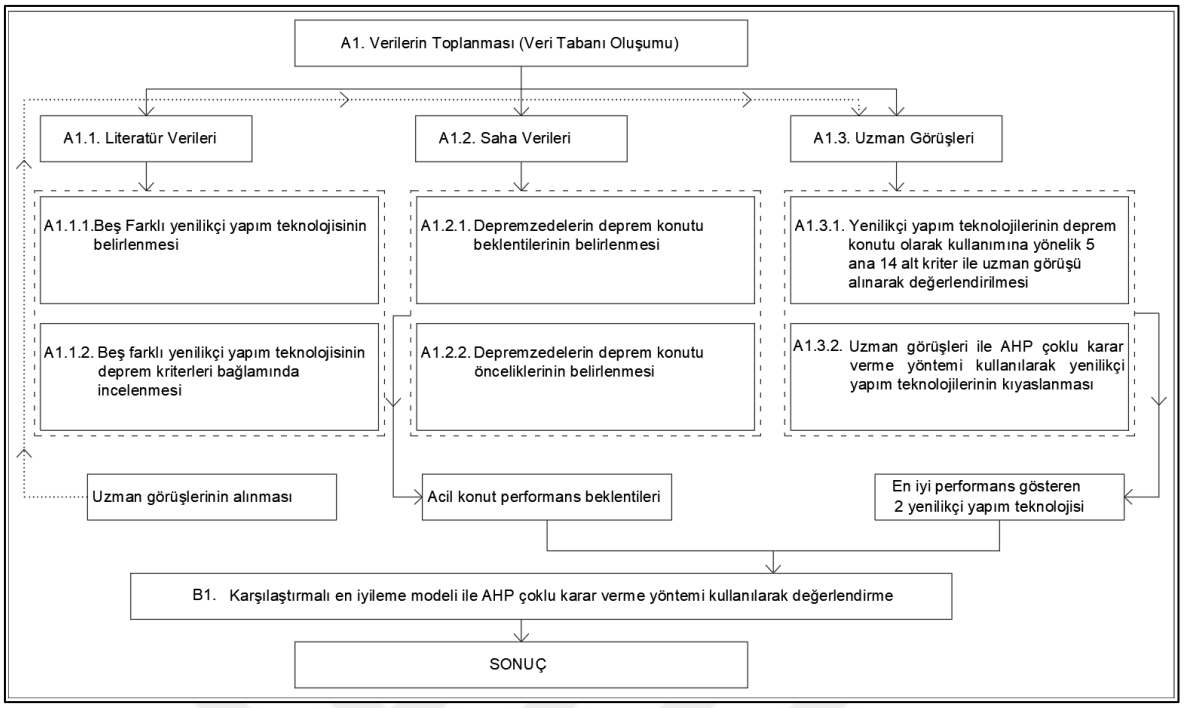
Problem tanımlamasının ardından, yenilikçi yapım sistemleri incelenerek optimum konut modellerinin seçimine yönelik inceleme gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, literatürde yer alan ve dünya genelinde uygulama örnekleri bulunan, aynı zamanda prototip üretimi gerçekleştirilen yapım sistemleri analiz edilerek örnek bir model oluşturulabilirliği değerlendirilmiştir. Elde edilen literatür verileri, uzman görüşlerine sunularak çoklu karar verme yöntemlerinden sıklıkla kullanılan, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ile analiz edilmiş ve önerilen yenilikçi yapım teknolojilerine ait en iyi performans gösteren yenilikçi yapım teknolojileri tespit edilmiştir.

Uzman görüşlerinden elde edilen veriler, paket programlar aracılığıyla analiz edilmiş ve bu analizler sonucunda en avantajlı yapım sistemleri belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, 6 Şubat 2023 depremleri sonrasında gerçekleştirilen saha çalışmasından elde edilen bulgular ile birlikte tüm veriler, deprem sonrası kullanılabilecek en ideal yenilikçi yapım teknolojisinin belirlenmesi amacıyla çoklu karar verme süreci kapsamında bir kere daha değerlendirilmiş ve en uygun yenilikçi yapım sistemi modeline karar verilmiştir. Bu sürecin bütününe ilişkin diyagram Şekil 4.1’de sunulmuştur.



Şekil 4.1. Uygun deprem konut modelinin belirlenmesine ilişkin yöntem hiyerarşisi

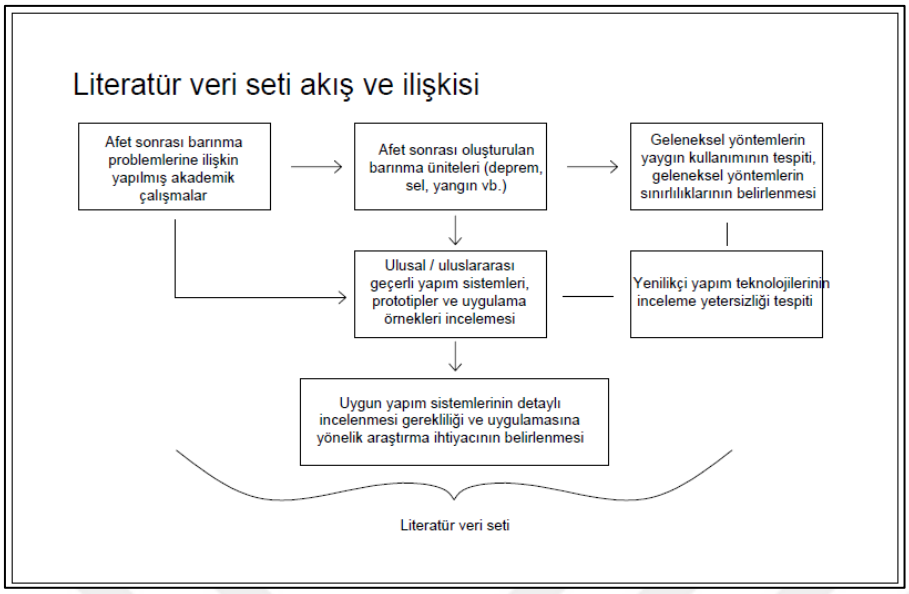
Şekil 4.1.'den anlaşılacağı üzere araştırmanın kavramsal çerçevesinin oluşturulmasında ve yenilikçi yapım teknolojilerinin incelenmesinde üç farklı aşama ile süreç yürütülmüştür. Buna göre çalışma konusu ile ilgili olarak literatür taraması yapılarak, bu incelemeler A1.1 başlığı altında incelenmiştir. Çalışmanın ikinci aşaması olan saha araştırmaları ile ilgili bilgiler A1.2 başlığı altında yer almaktadır. Çalışmanın üçüncü aşamasında ise literatür bilgilerinden elde edilen verilerin uzman görüşleri alınarak değerlendirilmiş ve A1.3 başlığı altında incelenmiştir. Ayrıca saha verilerinden elde edilen depremzedelerin acil konut performans beklentileri ile uzman görüşlerinden elde edilen ve en iyi performans gösteren iki yenilikçi yapım teknolojisi karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme B1 başlığı altında ele alınmıştır. Tüm bu aşamalara ilişkin oluşturulan diyagram Şekil 4.2.'de detaylı olarak gösterilmiştir. Bu çalışma hem mevcut yapı sistemlerinin performansının nesnel verilerle analiz edilmesine hem de tasarım ve uygulama süreçlerinin kapsamlı biçimde değerlendirilmesine imkân tanımaktadır.



Şekil 4.2. Yenilikçi yapım teknolojilerinin deprem konutu olarak kullanılabilirliğinin belirlenmesine yönelik araştırma yöntemi; literatür taraması, saha çalışması, uzman görüşleri ve çok kriterli karar verme analizlerini içeren yöntem diyagramı

4.1. Literatür Verileri

Toplanan literatür verileri ve nicel veriler temel alınarak deprem sonrası barınma ihtiyacına en uygun; hızlı, ekonomik ve sürdürülebilir yapı sistemlerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Deprem konutu olarak inşa edilebilecek ve kullanılabilecek en uygun yenilikçi yapım teknolojisini belirlemek için yapılan literatür taraması kapsamında; afet sonrası barınma problemlerine ilişkin yapılmış akademik çalışmalar incelenerek afet sonrası oluşturulan barınma üniteleri ele alınmış, ulusal ve uluslararası geçerli yapım sistemleri prototipleri ve uygulama örnekleri incelenmiştir. Bu incelemelerin sonucunda geleneksel yöntemlerle uygulanan afet sonrası barınma problemlerine ilişkin olarak geleneksel yöntemlerin sınırlılıkları tespit edilmiş ve yenilikçi yapım teknolojilerinin inceleme yetersizliği ortaya konulmuştur. Yenilikçi yapım sistemlerinden deprem konutu oluşturmak için en uygun olanlarının araştırılma gerekliliği belirlenmiştir. Literatür veri seti akış şeması Şekil 4.3.'te verilmiştir.



Şekil 4.3. Afet sonrası barınma problemlerine ilişkin literatür veri seti akış şeması

Yapılan literatür ve veri akış şemasına göre yapılan taraması sonucunda, deprem konutu olarak yapılabilecek ve kullanılabilecek beş farklı yenilikçi yapım teknolojisi belirlenmiş ve bu sistemler detaylı olarak ele alınmıştır (A1.1.1) . Söz konusu beş sistem; büyüyebilen genişleyebilen sistemler, şişme (hava) destekli sistemler, hafif çelik kutu sistemler, eklemeli imalat teknolojisi ve çapraz lamine ahşap (CLT) sistemlerdir. Bu beş sistem ise beş ana kriter altında sınıflandırılmış; bu ana kriterler de kendi içlerinde on dört alt kritere ayrılarak her bir sistem için ayrı ayrı değerlendirilmiştir (A1.1.2.).

4.2. Saha Verileri

Tez kapsamında yapılan saha araştırmasında nicel araştırma yöntemlerinden genel tarama modelleri arasından geçmişe yönelik tarama modeli kullanılmıştır. Genel tarama modelleri; çok sayıda kişiden oluşan evren hakkında genel bir yargıya ulaşmak için evreni temsil eden daha küçük sayıdaki örneklem grubu üzerinde yapılan tarama çalışmalarıdır. Geçmişe yönelik tarama modeli ise; geçmiş zamanda yaşanan durumların veya olayların ortaya konması amacıyla araştırılmak istenen o zaman diliminde yaşamış olan kişilerin görüşlerine, beyanlarına dayalı olarak incelendiği çalışmalardır [142-143].

Yenilikçi yapım teknolojilerinin deprem konutu olarak kullanımına ilişkin daha sağlıklı ve isabetli kararlar alınabilmesini sağlamak amacıyla; 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen ve 11 ili etkileyen depremler sonrasında bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir.

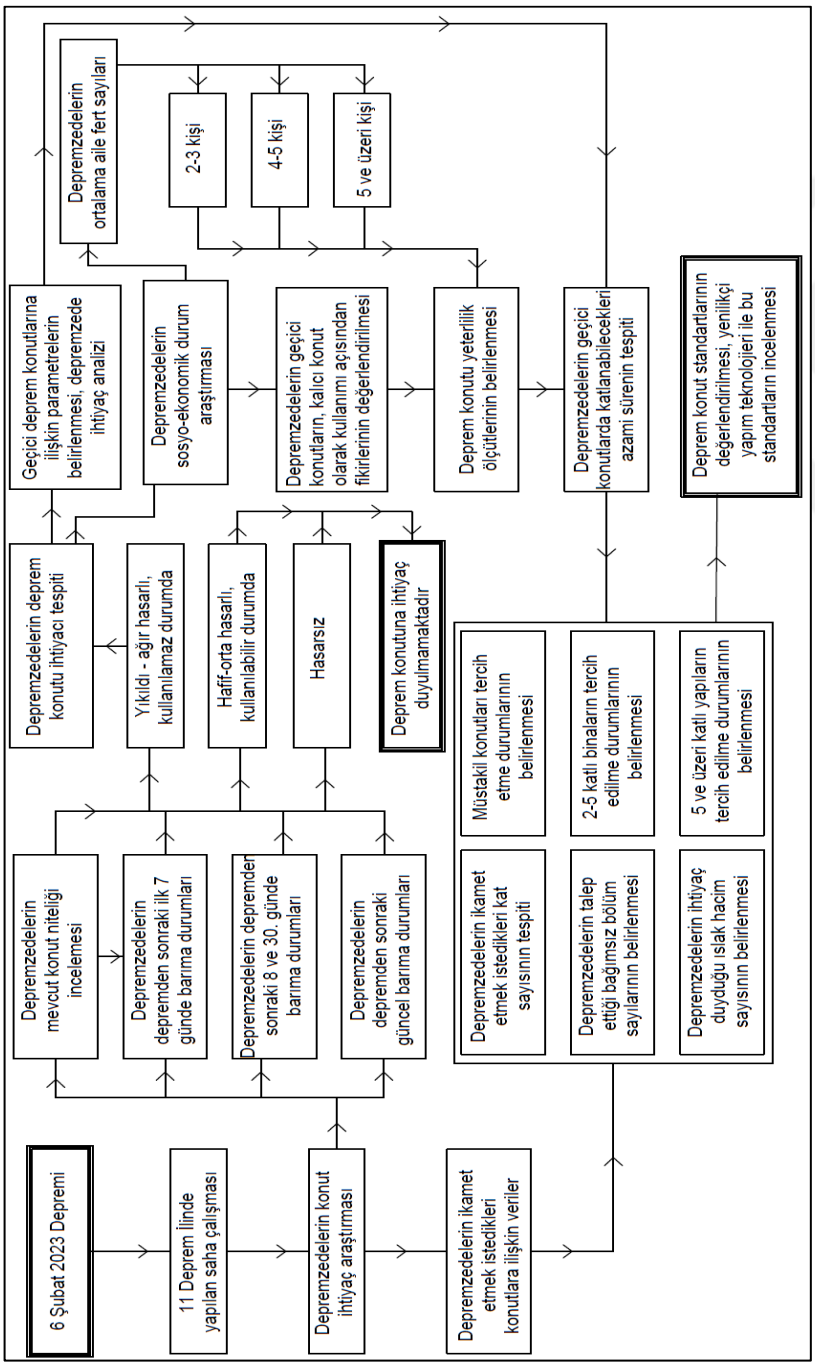
Bu çalışma ile elde edilen saha verileri, deprem sonrası barınma sürecine ilişkin kullanıcı odaklı değerlendirmelerin yapılmasına olanak sağlayarak acil konut performans beklentilerini oluşturmaktadır.

Saha çalışmasının çalışma grubunu, ülkemizde 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş merkezli depremler sonrasında afet bölgesi ilan edilen 11 ilde yaşayan depremzedeler oluşturmaktadır. Online olarak Google Forms üzerinden bu illerde yaşayan ve anket çalışmasına gönüllü katılmak isteyen depremzedelerden veriler toplanmıştır. Buna göre 103'ü kadın, 100'ü erkek olmak üzere toplam 203 depremzede araştırmaya katılmıştır.

Buna göre araştırmaya katılan depremzedelerin demografik özellikleri açısından eğitim durumları, aile fert sayıları, ikamet ettikleri şehirler incelenmiştir. Eğitim durumuna göre araştırmaya katılan depremzedelerin 12'si (%5,9) ilköğretim, 34'ü (%16,7) ortaöğretim, 131'i (%64,5) lisans ve 26'sı (%12,8) lisansüstü mezunundan oluşmaktadır. Aile fert sayısına göre araştırmaya katılan depremzedelerin aile ferdi sayısı 2 olan 15 (%7,4), 3 olan 38 (%18,7), 56 olan (%27,6), 4 olan 44 (%2,7) ve 5 ve üzeri olan 50 (%24,6) kişiden oluşmaktadır. İkamet ettikleri illere göre araştırmaya katılan depremzedelerin dağılımı incelendiğinde; Kahramanmaraş'ta 52 kişi (%25,6), Hatay'da 58 kişi (%28,6), Şanlıurfa'da 20 kişi (%9,9), Adıyaman'da 14 kişi (%6,9) ve Adana, Diyarbakır, Elâzığ, Gaziantep, Kilis, Malatya ile Osmaniye illerinde ise toplam 59 kişi (%29,1) olarak belirlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında, söz konusu anket aracılığıyla, depremzedelerin deprem konutlarına ilişkin beklentileri (A1.2.1.) ve önceliklerinin (A1.2.2.) belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, deprem bölgelerinde yürütülen saha çalışmaları ile depremzedelerin konut ihtiyaçlarına yönelik ayrıntılı bir inceleme yapılmıştır. Araştırma kapsamında, depremzedelerin deprem öncesindeki konutlarının nitelikleri değerlendirilmiş; deprem sonrası süreçte günlere göre barınma durumları analiz edilmiştir. Özellikle ağır hasar gören veya yıkılan yapılarda yaşayan depremzedelere ilişkin ihtiyaç analizleri gerçekleştirilmiştir. Depremzedelerin sosyo-ekonomik özelliklerine ilişkin elde edilen veriler ile barınma ihtiyaç analizleri bütüncül bir yaklaşımla birleştirilerek konut yeterliliğine yönelik ölçütler

belirlenmiştir. Bu ölçütler doğrultusunda, depremzedelerin öncelikleri ve beklentileri dikkate alınarak deprem konutlarına ilişkin standartların oluşturulmasına yönelik temel parametreler ortaya konulmuştur. Son aşamada ise elde edilen bu parametreler ile yenilikçi yapım teknolojileri arasındaki ilişki incelenmiş ve deprem sonrası barınma süreci açısından en uygun yenilikçi yapım teknolojisinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Araştırma sürecine ilişkin diyagram Şekil 4.4'te sunulmaktadır.

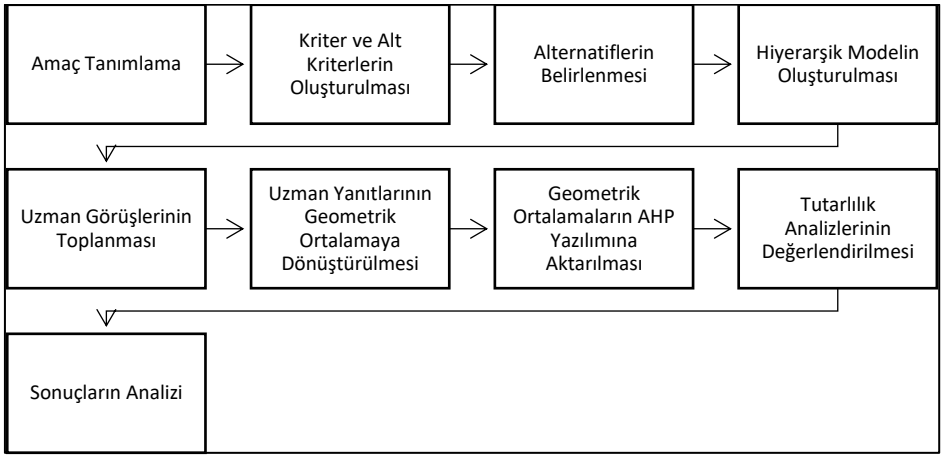


Şekil 4.4. 6 Şubat 2023 depremleri sonrasında 11 ilde yapılan anket çalışmasına ilişkin akış diyagramı

4.3. Uzman Görüşleri

Tez çalışmasının kapsamına ilişkin üçüncü aşamada, literatürden elde edilen beş farklı yenilikçi yapım teknolojisinin deprem sonrası hızlı, güvenli ve sürdürülebilir konut üretimi açısından karşılaştırılması ve bu doğrultuda yeni bir model geliştirilmesi amacıyla uzman görüşlerine başvurulmuştur. Bu aşamada, nicel araştırma yöntemlerinden betimsel tarama modeli kullanılmıştır. Tarama modelleri, geçmişte ya da hâlen var olan bir durumu, var olduğu şekliyle betimlemeyi amaçlayan araştırma yaklaşımlarıdır [142]. Tarama araştırmalarında araştırmacılar, evreni temsil eden örnekleme ilişkin görüş, davranış ve özellikleri betimlemek amacıyla nicel araştırmalarda kullanılan işlem basamaklarından yararlanarak verileri toplarlar [144].

Uzman görüşlerinin alınması kapsamında, yenilikçi yapım teknolojilerinin üretim sürecine ilişkin ana ve alt kriterleri belirlemek ve bu kriterlerin birbirlerine göre göreli önemlerini saptayabilmek için Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemiyle uzman görüşlerini toplanmıştır. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP); çok sayıda alternatif arasından seçim yapılmasını gerektiren durumlarda kullanılan bu karar verme yöntemi, nitel ve nicel kriterlerin bir bütün olarak ele alınarak hiyerarşik bir yapı içerisinde değerlendirilmesine ve birden fazla karar vericinin sürece dâhil olmasına olanak tanıyan, hedefe ulaşmayı amaçlayan sistematik bir yaklaşımdır [145]. Bu yaklaşıma uygun olarak izlenen adımlar Şekil 4.5.'te gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Yenilikçi yapım teknolojilerinin performans değerlendirmesinde AHP yönteminde izlenen adımlar

Şekil 4.5.'te de görüldüğü üzere çalışma kapsamında, öncelikle ana ve alt kriterler tanımlanmış, ardından yapım sistemi alternatifleri belirlenmiştir. Literatürden elde edilen bilgiler ışığında hiyerarşik bir model oluşturularak, incelenen kriter ve alt kriterlerin ağırlıklarının belirlenebilmesi amacıyla uzman görüşlerine başvurulmuştur. Uzmanlardan aynı sorulara verilen farklı yanıtların tek bir değere indirgenmesi amacıyla elde edilen verilerin geometrik ortalamaları alınmıştır. Geometrik ortalaması hesaplanan veriler, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) kapsamında değerlendirilmek üzere Super Decisions paket programına aktarılmıştır. Program aracılığıyla gerçekleştirilen analizler sonucunda, belirlenen kriter ve alt kriterlere ilişkin tutarlılık analizleri yapılmıştır. Tutarlılık analizi sonucunda elde edilen tutarlılık oranının kabul edilebilir sınır değerin altında kalması durumunda, sonuçların güvenilir olduğu kabul edilerek bulguların analizi gerçekleştirilmiştir.

Bu kapsamda çalışmaya katılan uzmanların görüşlerini toplanması amacıyla oluşturulan ankette uzmanlara ilişkin kişisel kimlik bilgilerini talep edilmemiş olup, yalnızca uzmanlık alanını ve mesleki deneyimlerini yansıtan sınırlı bilgiler anonim olarak değerlendirilmiştir. Ankete katılan uzmanların tamamının uzmanlık alanları tez çalışmasının konusu ile ilişkili olup, tümü farklı üniversitelerin mimarlık bölümlerinde görev yapan profesör doktor unvanına sahip akademisyenlerden oluşmaktadır.

Yapılan literatür araştırması sonucunda belirlenen beş farklı yenilikçi yapım teknolojisinin deprem konutu olarak kullanımına yönelik olarak ortaya konan beş ana kriter ve bu kriterlere ait on dört alt kriter uzmanlardan elde edilen veriler, çok kriterli karar verme yöntemleri arasında yaygın olarak kullanılan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi ile değerlendirilmiş (A1.3.1.) ve analizler Super Decisions paket programı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir (A1.3.2). Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, beş yenilikçi yapım teknolojisi arasından en yüksek performansı gösteren iki sistem belirlenmiştir.

4.4. Karşılaştırmalı en iyileme modeli ile AHP çoklu karar verme yöntemi kullanılarak değerlendirme

Saha verilerinden elde edilen bulgular doğrultusunda, depremzedelerin deprem konutlarına yönelik beklenti ve önceliklerini ifade eden kriterler belirlenmiştir. Bu kriterler, depremzedelerin acil konut performans beklentilerini yansıtmaktadır.

Daha önce A1.3 başlığı altında ele alınan uzman görüşlerinden elde edilen “en iyi performans gösteren iki yenilikçi yapım teknolojisi” ile söz konusu kriterler, AHP çoklu karar verme yöntemi kullanılarak birlikte değerlendirilmiş ve karşılaştırması yapılmıştır. Bu bağlamda, yenilikçi yapım teknolojilerinden hangisinin deprem konutu olarak kullanılmaya daha uygun olduğu, çok kriterli karar verme yönteminden elde edilen veriler doğrultusunda değerlendirilerek sonuca ulaşılmıştır.

5. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışma kapsamında, yenilikçi yapım teknolojileri esas alınarak geliştirilen konut modellerine yönelik olarak ulusal ve yerel ölçekte şehir planlamalarının yapıldığı; bu planlamalar çerçevesinde rezerv deprem konut alanları ile toplanma alanlarının önceden belirlendiği varsayılmıştır. Bu kapsamda, söz konusu rezerv alanlara ilişkin olarak yerel idareler ve yetkili yönetim birimleri tarafından gerekli jeolojik ve jeofizik zemin etütlerinin de önceden gerçekleştirilmesi ve alanların yapılaşmaya uygunluğunun tespit edilmesi gerekliliği tavsiye edilmektedir. Buna bağlı olarak, deprem öncesinde gerekli altyapı ve altyapı sistemlerinin oluşturularak bu alanların hazır hale getirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Ülkemizde meydana gelebilecek olası yıkıcı bir depremin ardından depremzedelerin yerleştirileceği deprem konutlarının en kısa sürede tamamlanabilmesi ve üretim ile imalat süreçlerinin gecikmeden başlatılabilmesi için, zemin ve altyapı çalışmalarına deprem sonrasında zaman kaybedilmesinin önüne geçilmesi gerekmektedir. Bu yaklaşım, afet sonrası barınma sürecinin hızlandırılması ve etkinliğinin artırılması açısından kritik bir ön koşul olarak değerlendirilmektedir.

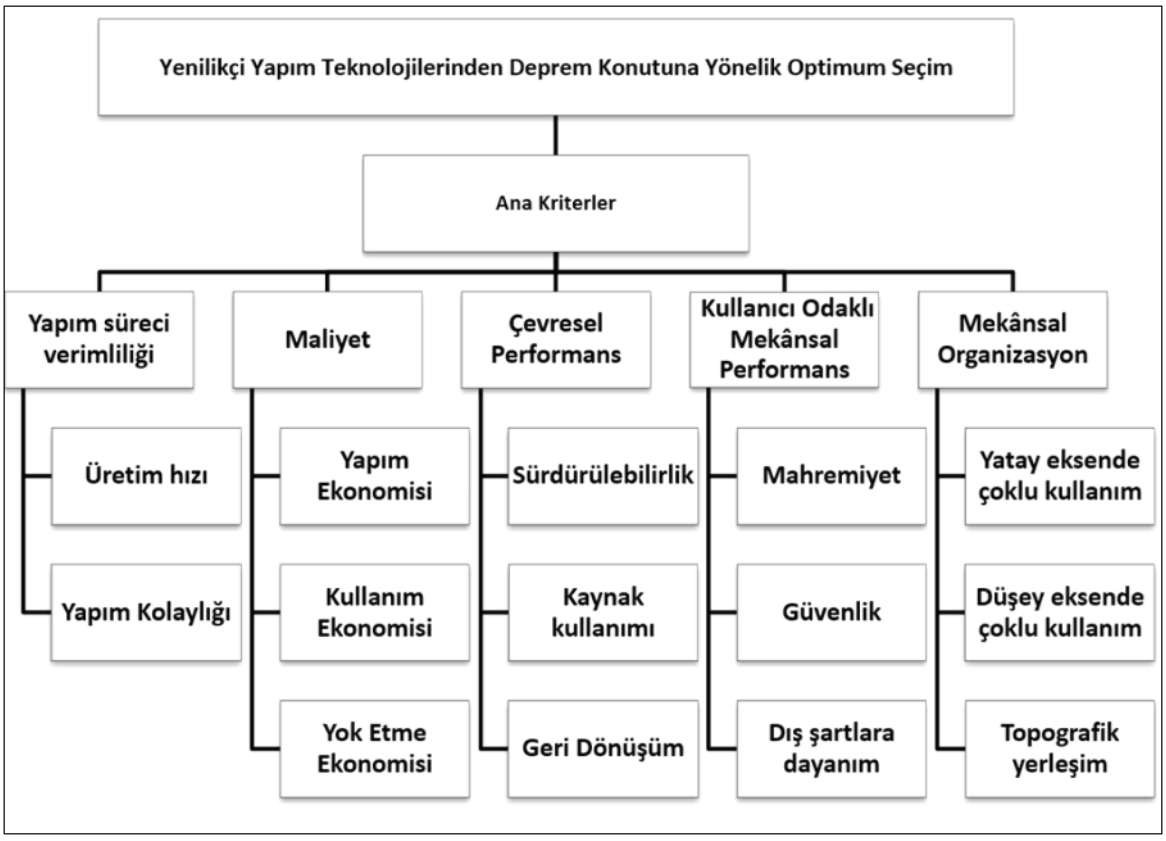
Araştırma sonucu elde edilen bulgular dört aşamada ele alınmıştır. İlk aşama literatür verilerinden elde edilen bilgilere göre elde edilen bulgular olup, tez çalışması kapsamında incelenen beş farklı yenilikçi yapım teknolojisi bu bölümde beş ana kriter ve on dört alt kriterde detaylıca incelenerek veriler elde edilmiştir. İkinci bölümde ise 6 Şubat 2023 depremleri sonrasında saha verileri başlığında incelenen ve depremzedelerden elde edilen bulgular ele alınmıştır. Üçüncü aşamada uzman görüşleri MS Excel paket programında hesaplanarak tablolaştırılmış ve veriler elde edilmiştir. Elde edilen veriler Super Decisions paket programına aktarılarak yeniden program çözümlemesi yapılmıştır. Dördüncü ve son aşamada ise elde edilen tüm veriler ile yeniden Super Decisions programında analiz yapılarak nihai sonuç ve kararlar verilmiştir.

5.1. Literatür Verilerine İlişkin Bulgular

Literatür verilerine göre beş farklı yenilikçi yapım teknolojisi belirlenmiştir. Deprem konutu olarak kullanılabileceği değerlendirilen sistemler; büyüyebilen genişleyebilen sistemler,

şişme (hava) destekli sistemler, hafif çelik kutu sistemler, eklemeli imalat teknolojileri, çapraz lamine ahşap (CLT) sistemlerdir.

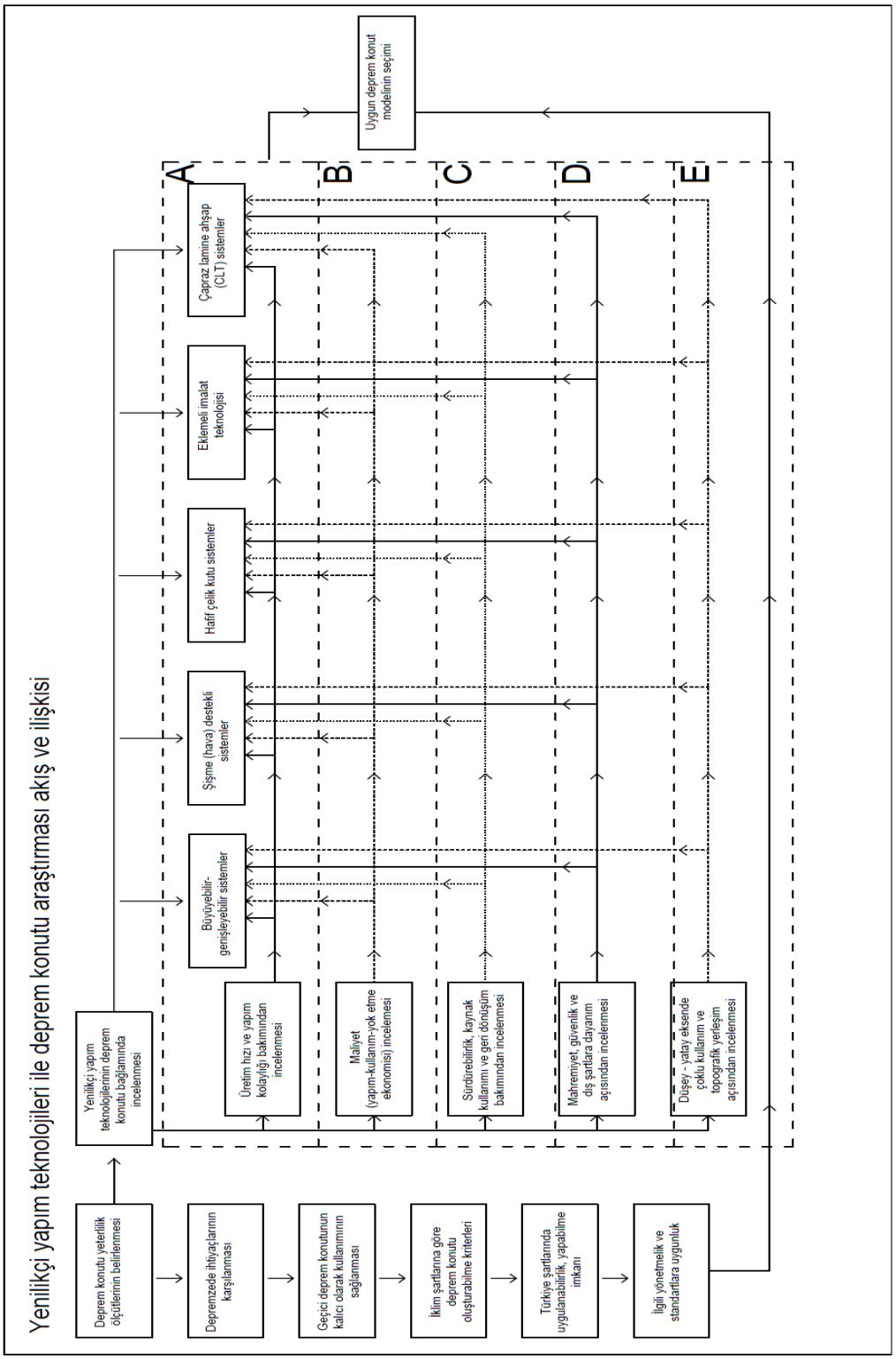
Literatürden elde edilen veriler doğrultusunda belirlenen bu beş yenilikçi yapım teknolojisi, deprem konutu olarak kullanılabilirlikleri bağlamında oluşturulan deprem kriterleri çerçevesinde incelendiğinde söz konusu sistemler beş ana kriter ve bu kriterlere bağlı on dört alt kriter kapsamında ayrıntılı olarak ele alınmıştır. İncelemeye esas teşkil eden yapım sistemleri ve beş ana kriteri gösteren diyagramı şekil 5.1.'de sunulmuştur.



Şekil 5.1. Yenilikçi yapım teknolojilerinden deprem konutuna yönelik optimum seçime yönelik ana ve alt kriterleri gösterir hiyerarşik model

Yenilikçi yapım teknolojileri esaslı sistemler; üretim hızı ve yapım kolaylığı, maliyet (yapım, kullanım ve yok etme ekonomisi), kaynak kullanımı, sürdürülebilirlik ve geri dönüşüm, mahremiyet ve güvenlik, dış mekân kullanımı, dayanım ve sürdürülebilirlik, çoklu kullanım olanakları ile topografik yerleşime uyum kriterleri açısından ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Yapılan incelemeye ilişkin akış diyagramı şekil 5.2.'de yer almaktadır.

Şekil 5.2.'den de görüleceği üzere her ana kriter A, B, C, D ve E olarak ayrı sınırlamalara bölünerek bölüm içerisinde ayrı ayrı incelenmiştir.



Şekil 5.2. Yenilikçi yapım teknolojilerinin literatür verileri ile deprem konutu araştırmasına ilişkin akış diyagramı

5.1.1. Yenilikçi yapım teknolojilerin araştırmasına ilişkin birinci ana kriter: yapım süreci verimliliği

Yenilikçi yapım teknolojilerinin yapım süreci verimliliği, deprem sonrası oluşturulacak konutun yapımı planlama, uygulama ve kullanım süreçlerini incelemektedir. Bu bağlamda yenilikçi yapım teknolojilerinin yapım süreci verimliliği; üretim hızı ve yapım kolaylığı olarak iki alt kriterde incelenmiştir.

Üretim hızı ve yapım kolaylığı bakımından yenilikçi yapım sistemlerinin araştırılması

Yenilikçi yapım teknolojileri ile meydana getirilmesi düşünülen deprem konutlarının üretim süresi ve yapım kolaylığı açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Üretim sürçlerini gösteren Gantt diyagramları oluşturularak, her yapım sistemi için deprem sonrasında ayrı ayrı afet konutu oluşturma bağlamında gerekli yapım sürçleri belirlenmiştir. Çizelgelerde planlama sürecinden kullanım sürecine kadar tüm gerekli zaman dilimleri hafta bazında incelenmiş olup, deprem konutu incelemesinde yerinde üretim odağında değerlendirme yapıldığından, bu aşama tabloda renkli olarak gösterilmiş, kıyaslama bu süreçteki süreler baz alınarak yapılmıştır.

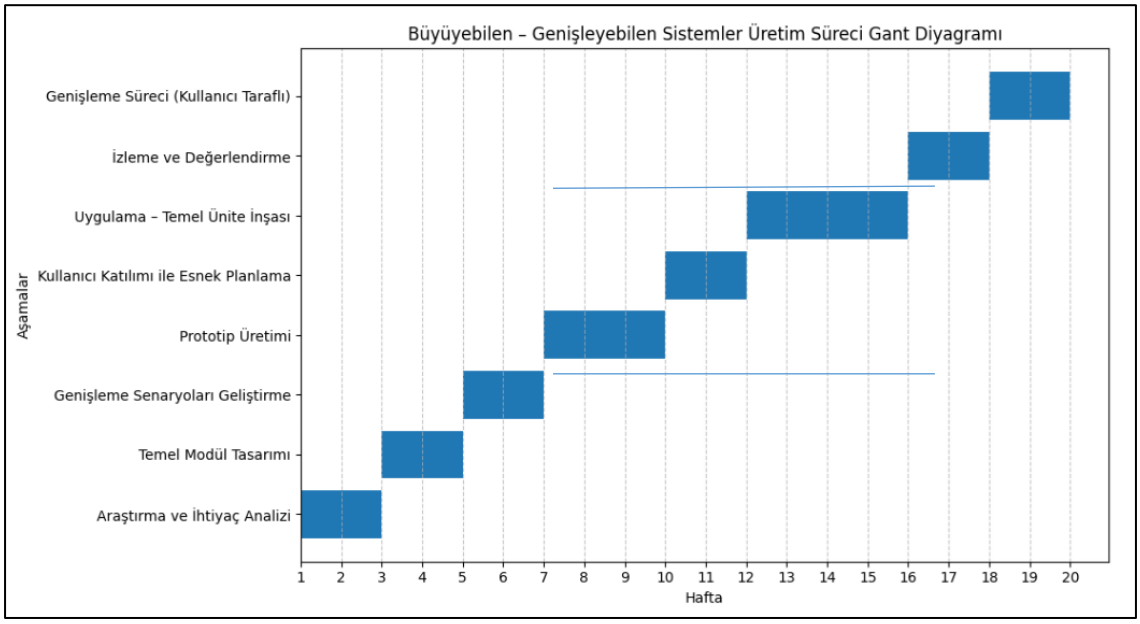
Büyüyebilen- genişleyebilen sistemlerin üretim süresi ve yapım kolaylığı açısından incelenmesi

Büyüyebilen genişleyebilen sistemlerin deprem konutu olarak yapılması istendiği durumda araştırma ve ihtiyaç analizi süreci, temel modül tasarımı, genişleme senaryoları-geliştirme, prototip üretimi, kullanıcı katılımlı esnek planlama, uygulama- temel ünite inşası, izleme ve değerlendirme, genişleme süresi gibi sekiz aşamada değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında örnek olarak belirlenen plan şeması üzerinden ilerleneceği için, ilk üç aşamanın sağlanması adına gerekli 6 haftalık süreden tasarruf edildiği düşünülebilir. Bu bağlamda prototip üretiminden itibaren deprem konutunun üretim süreci değerlendirilmiştir. Buna göre prototip üretiminden, uygulama-temel ünite inşaası sürecine kadar (10. Hafta-15. Hafta) yaklaşık 6 haftalık bir üretim sürecine gereksinim duyulduğu sonucuna varılmıştır.

Çizelge 5.1. Büyüyebilen – genişleyebilen sistemlerin üretim aşamaları çizelgesi

Aşama No	Aşama Adı	Açıklama	Süre (hafta)	Başlangıç	Bitiş
1	Araştırma ve İhtiyaç Analizi	Hedef kullanıcı profili, iklim, zemin ve bütçe analizleri	2	Hafta 1	Hafta 2
2	Temel Modül Tasarımı	Minimum yaşam biriminin tasarımı (mutfak, banyo, yaşam alanı)	2	Hafta 3	Hafta 4
3	Genişleme Senaryoları Geliştirme	Yatay ve düşey genişleme varyasyonlarının belirlenmesi	2	Hafta 5	Hafta 6
4	Prototip Üretimi	Temel birimin yapımı	3	Hafta 7	Hafta 9
5	Kullanıcı Katılımı ile Esnek Planlama	Gelecekteki büyüme kararlarının kullanıcıya bırakılacağı esnek altyapı planı	2	Hafta 10	Hafta 11
6	Uygulama-Temel Ünite İnşası	İlk konut birimlerinin inşası (yarım ev yaklaşımı)	4	Hafta 12	Hafta 15
7	İzleme ve Değerlendirme	Kullanıcı geri bildirimleri, sistemin işlerliği	2	Hafta 16	Hafta 17
8	Genişleme Süreci (Kullanıcı Taraflı)	Mikro müteahhit veya kullanıcı katkısıyla evin kalan kısmının inşası	Kullanıcıya bağlı	Hafta 18+	Açık uçlu

Büyüyebilen genişleyebilen sistemlerin üretim süreçlerini gösteren Gantt diyagramı şekil 5.3.'te yer almaktadır. Saha üretimine ait gerekli olan süreç diyagram üzerine işaretlenmiştir.



Şekil 5.3. Büyüyebilen – genişleyebilen sistemlerin üretim süreci gantt diyagramı

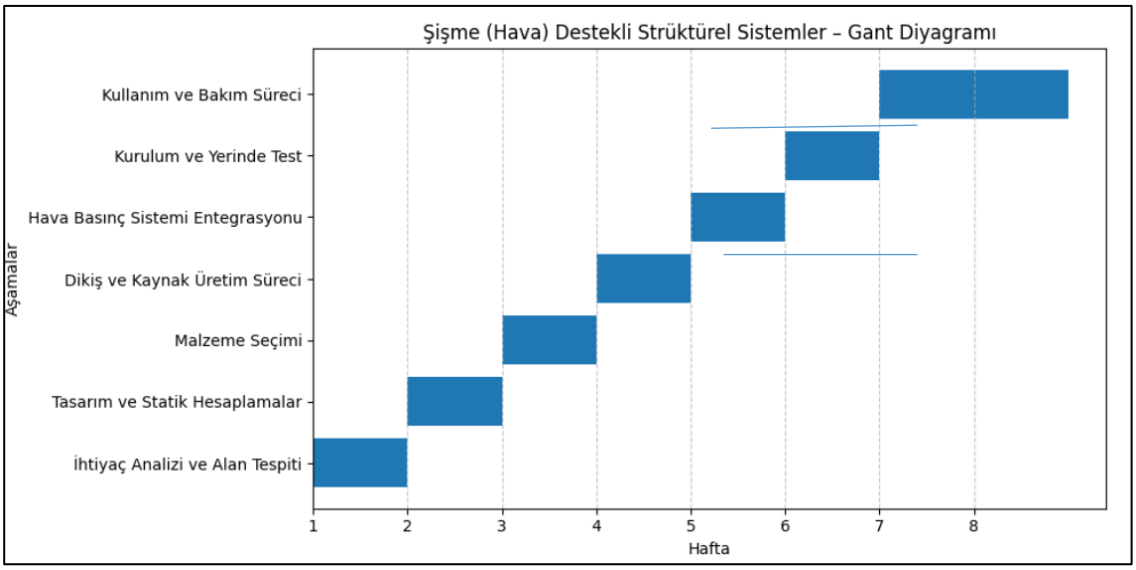
Şişme(hava) destekli sistemlerin üretim süresi ve yapım kolaylığı açısından incelenmesi

Şişme (hava) destekli sistemlerin üretim süreci ihtiyaç analizi ve alan tespiti, tasarım ve statik hesaplamalar, malzeme seçimi, dikiş ve kaynak üretim süreci, hava basınç sistemi entegrasyonu, kurulum ve yerinde test, kullanım ve bakım süreci olmak üzere yedi aşamada değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında örnek olarak belirlenen plan şeması üzerinden ilerleneceği ve şişme sistemlerin buna göre önceden hazır edileceği varsayılacağından, beşinci ve altıncı aşamaların (5. Hafta- 6. Hafta) deprem konutu olarak kullanılması süreçlerini alacağı düşünülmektedir. Mekân içi tesisatların üretim süreci bu değerlendirmenin dışında tutulmuştur. Bu süreçlere göre önceden hazırlanan bir şişme sistemin kullanıma geçiş süreci ortalama iki hafta olarak değerlendirilebilir. Depremzedelere teslim edildikten sonra kullanım ve bakım süreci devam eden bu sistemlerde, aynı zamanda daimî servis hizmeti alınması da zorunludur. Hızlı kurulum ve depremzedelerin kullanımına kısa sürede cevap vermekle birlikte kullanım boyunca bakım sürecinin devam edeceği anlaşılmaktadır.

Çizelge 5.2. Şişme(hava) destekli strüktürel sistemlerin üretim aşamaları

Aşama No	Aşama Adı	Başlangıç (Hafta)	Süre (Hafta)	Başlangıç	Bitiş
1	İhtiyaç Analizi ve Alan Tespiti	1. Hafta	1	Hafta 1	Hafta 1
2	Tasarım ve Statik Hesaplamalar	2. Hafta	1	Hafta 2	Hafta 2
3	Malzeme Seçimi	3. Hafta	1	Hafta 3	Hafta 3
4	Dikiş ve Kaynak Üretim Süreci	4. Hafta	1	Hafta 4	Hafta 4
5	Hava Basınç Sistemi Entegrasyonu	5. Hafta	1	Hafta 5	Hafta 5
6	Kurulum ve Yerinde Test	6. Hafta	1	Hafta 6	Hafta 6
7	Kullanım ve Bakım Süreci	7. Hafta	2	Hafta 7	Hafta 8

Şişma (hava) destekli sistemlerin saha üretimine ilişkin gerekli süreler çizelgede renkli olarak belirlenmiştir. Üretim sürecine ilişkin Gantt diyagramı Şekil 5.4.'te yer almakta olup, saha üretim süreci Gantt şeması üzerine işaretlenmiştir.



Şekil 5.4. Şişme(hava) destekli strüktürel sistemlerin üretim süreci gantt diyagramı

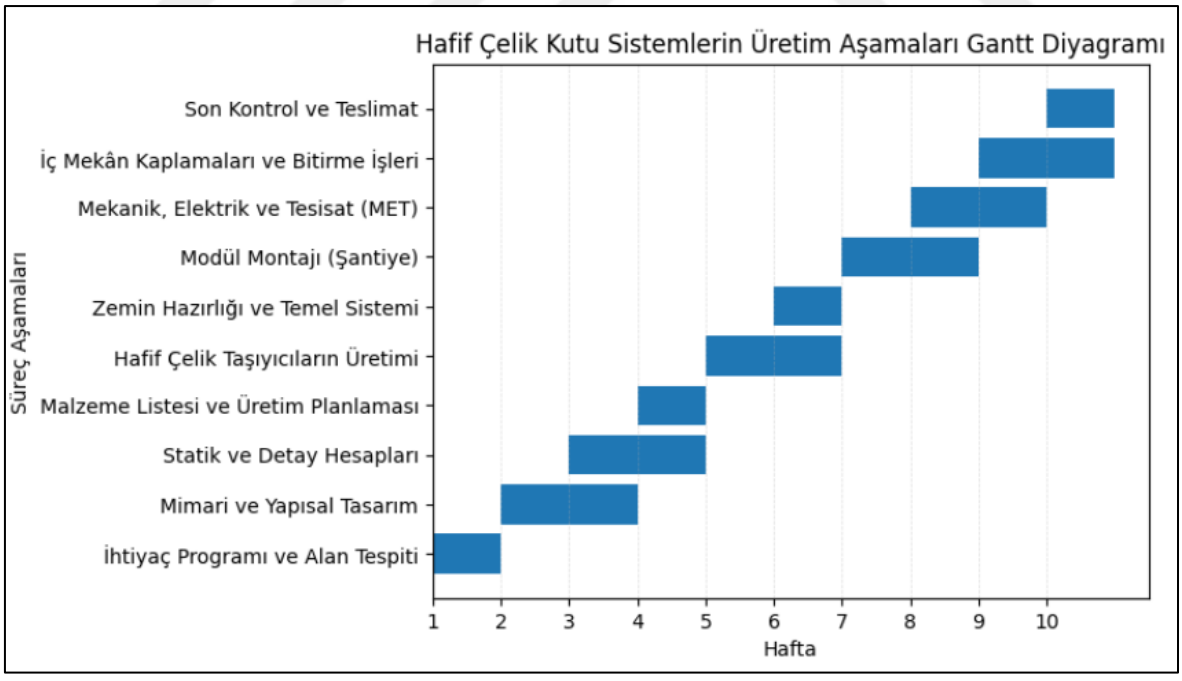
Hafif çelik kutu sistemlerin üretim süresi ve yapım kolaylığı açısından incelenmesi

Hafif çelik kutu sistemlerin üretim sürecinde ihtiyaç programı ve alan tespiti, mimari ve yapısal tasarım, statik ve detay hesapları, malzeme listesi ve üretim planlaması, hafif çelik taşıyıcıların üretimi, zemin hazırlığı ve temel sistemi, modül montajı, mekanik ve elektrik tesisatlar, iç mekân kaplamaları ve bitirme işleri ile son kontrol ve teslimat aşamaları belirtilmiştir. Daha önceden deprem konut modelinin belirli olması, yerel idarelerce zemin, alt yapı ve temel sisteminin hazırlanmış olması öngörüldüğünden ilk altı aşamadan kaynaklı 6 haftalık üretim süreci değerlendirmeye alınmamıştır. Daha önce üretilen modülün montajı süreci ile başlayan deprem konutu süreci, iç mekân kaplamaları ve bitirme işleri ile sonlanabilmekte ve depremzedelerin kullanımına sunulabilmektedir. Bu süreç yaklaşık 3,5 hafta gibi bir zamanlama ile tamamlanabilmekte olduğu ortaya konmuştur. Hafif çelik kutu sistemlerin üretimine ilişkin süreleri gösteren tablo çizelge 5.3.'te verilmiş olup, sahada üretim süreci çizelgede renkli olarak gösterilmiştir.

Çizelge 5.3. Hafif çelik kutu sistemlerin üretim aşamaları

Aşama No	Süreç Aşaması	Başlangıç (Hafta)	Süre (Hafta)	Başlangıç	Bitiş
1	İhtiyaç Programı ve Alan Tespiti	1. Hafta	1	Hafta 1	Hafta 1
2	Mimari ve Yapısal Tasarım	2. Hafta	2	Hafta 2	Hafta 3
3	Statik ve Detay Hesapları	3. Hafta	2	Hafta 3	Hafta 4
4	Malzeme Listesi ve Üretim Planlaması	4. Hafta	1	Hafta 4	Hafta 4
5	Hafif Çelik Taşıyıcıların Üretimi	5. Hafta	2	Hafta 5	Hafta 6
6	Zemin Hazırlığı ve Temel Sistemi	6. Hafta	1	Hafta 6	Hafta 6
7	Modül Montajı (Şantiye)	7. Hafta	2	Hafta 7	Hafta 8
8	Mekanik, Elektrik ve Tesisat (MET)	8. Hafta	2	Hafta 8	Hafta 9
9	İç Mekân Kaplamaları ve Bitirme İşleri	9. Hafta	2	Hafta 9	Hafta 10
10	Son Kontrol ve Teslimat	10. Hafta	1	Hafta 10	Hafta 10

Hafif çelik kutu sistemlerin üretim aşamalarını gösteren Gantt diyagramı şekil 5.5.'te yer almaktadır.



Şekil 5.5. Hafif çelik kutu sistemlerin üretim süreci gantt diyagramı

Eklemeli imalatların üretim süresi ve yapım kolaylığı açısından incelenmesi

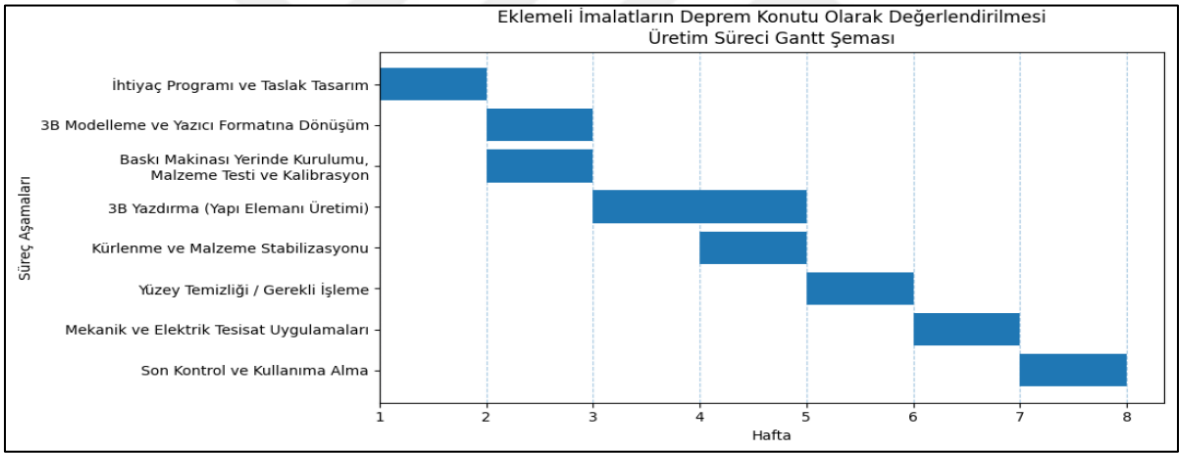
Deprem konutlarının projelendirilmesi sonrasında, yapım yöntemi olarak eklemeli imalatların tercih edilmesi durumunda eklemeli imalatların yapım sürecinde her bir aşamanın zaman diyagramı ile tespit edilmesi gereklidir. Bu amaçla Gantt Diyagramı ile üretim süreçleri adım adım zaman dilimlerine göre planlanarak başlangıç ve bitiş zamanları, görevlerin birbiri ile ilişkisi sağlanarak toplamda ne kadarlık bir zamanda imalatın gerçekleşeceği hakkında bilgi sahibi olmak mümkündür.

Üretim sürecinde öncelikle ihtiyaç programı ve taslak tasarım belirlenir. Buna göre kullanıcı ihtiyaçlarına göre eleman etüdü yapılarak gerekli mekân büyüklükleri tespit edilir. Bu büyüklüğe göre taslak tasarım meydana getirilir. Model yazılımda detaylandırılarak gerekli iyileştirmeler ve düzenlemeler gerçekleştirilir. Daha sonra 3D modelleme ve yazıcı formatına dönüştürme safhasına geçilir. Bu süreçte lokasyona 3D baskı makinası kurulur, malzeme testi ve kalibrasyon sağlanır. Kalibrasyon tamamlandıktan sonra 3D yapı elemanı oluşturma süreci başlatılır. Malzemelerin katman katman yığılması ile kürlenme ve malzeme stabilizasyonu için beklenirken, aynı süreçte gerekli yüzey temizliği ve işlemleri gerçekleştirilir. Mekanik ve elektrik tesisat uygulamalarına diğer yandan devam edilir. Son kontroller sağlandıktan sonra depremzedelerin kullanımına sunulur. Daha önceden örnek deprem konutu planlaması olduğu ve 3D modelleme süreçlerine göre gerekli programlamanın yapıldığı düşünüldüğü için ilk iki aşama süresel değerlendirmeye alınmamıştır. 3D baskı makinasının kurulum ve kalibrasyonundan mekanik ve elektrik uygulamaların bitimine kadar geçen süre (2. Hafta-6. Hafta arası) değerlendirilmeye alındığından, bu konutun üretim süreci ortalama 5 hafta gibi değerlendirilecektir. Üretim sürecine ilişkin tablo çizelge 5.4.‘te verilmiştir. Üretim süreci içerisinde saha üretimine ilişkin süreçler tabloda renklendirilerek ifade edilmiştir.

Çizelge 5.4. Eklemeli imalatların deprem konutu olarak değerlendirilmesi durumunda üretim süreci

Aşama No	Süreç Aşaması	Başlangıç (Hafta)	Süre (Hafta)	Başlangıç	Bitiş
1	İhtiyaç Programı ve Taslak Tasarım	1. Hafta	1	1. Hafta	1. Hafta
2	3B Modelleme ve Yazıcı Formatına Dönüşüm	2. Hafta	1	2. Hafta	2. Hafta
3	Baskı Makinası yerinde kurulumu, Malzeme Testi ve Kalibrasyon	2. Hafta	1	2. Hafta	2. Hafta
4	3B Yazdırma (Yapı Elemanı Üretimi)	3. Hafta	2	3. Hafta	3. Hafta
5	Kürlenme ve Malzeme Stabilizasyonu	4. Hafta	1	4. Hafta	4. Hafta
6	Yüzey Temizliği / Gerekli İşleme	5. Hafta	1	5. Hafta	5. Hafta
7	Mekanik ve Elektrik Tesisat Uygulamaları	6. Hafta	1	6. Hafta	6. Hafta
8	Son Kontrol ve Kullanıma Alma	7. Hafta	1	7. Hafta	7. Hafta

Eklemeli imalatların üretim sürecine ilişkin verileri gösteren Gantt diyagramı Şekil 5.6.'da yer almaktadır.



Şekil 5.6. Eklemeli imalatlarla deprem konutu olarak yapımında üretim süreci gantt diyagramı

Çapraz lamine ahşap malzemelerin (CLT) üretim süresi ve yapım kolaylığı açısından incelenmesi

Çapraz lamine ahşap (CLT) sistemler, sürdürülebilirlik, hızlı montaj ve yüksek yapısal performans gibi avantajları nedeniyle çağdaş inşaat pratiklerinde giderek daha fazla tercih edilmektedir. CLT ile yapı üretim süreci, büyük oranda ön üretime dayalı olup zamandan tasarruf ve kalite kontrol açısından verimlidir. Süreç genel olarak üç ana faza ayrılır: tasarım ve planlama, fabrika üretimi, şantiye montajı ve son uygulamalar olarak sürdürülmektedir.

İlk aşama, yapının mimari tasarımının gerçekleştirilmesi ve bu tasarıma uygun statik hesaplamaların yapılmasıyla başlar. Bu süreçte CLT panellerin boyutları, yönelimleri ve bağlantı detayları belirlenir. Tasarım aşamasının tamamlanmasının ardından üretim planlamasına geçilir; burada üretim sırası, panel etiketleme ve lojistik organizasyonu netleştirilir. İkinci aşama olan fabrika üretimi sürecinde, CLT paneller çok katmanlı olarak, her katmanı birbirine dik yönde yerleştirilmiş tahtalardan oluşturularak preslenir ve yapıştırılır. Üretim tamamlandıktan sonra panellerde kapı, pencere ve tesisat boşlukları CNC makineleri ile açılır. Yüzey işlemleri ve koruyucu kaplamalar uygulanır. Paneller numaralandırılarak etiketlenir ve montaj sırasına göre paketlenir. Üçüncü aşama olan şantiye süreci, temel ve altyapı çalışmalarının tamamlanmasıyla başlar. Hazırlıkların ardından paneller sahaya taşınır ve vinç yardımıyla montaj işlemine geçilir. Duvar, döşeme ve çatı elemanları genellikle birkaç gün içinde tamamlanabilir. Bağlantı elemanlarının uygulanmasıyla yapının taşıyıcı sistemi kısa sürede tamamlanır. Takip eden süreçte elektrik, su ve mekanik tesisatlar ile iç mekân uygulamaları yapılır. Son olarak dış cephe kaplamaları uygulanır ve yapının kullanımına dair kontroller gerçekleştirilerek yapı kullanıma hazır hale getirilir.

Bu yüksek ön üretim oranına dayalı sistem sayesinde, inşaat süresi önemli ölçüde kısalmakta ve yapım sürecinde iklim koşullarından kaynaklı gecikmeler minimize edilmektedir. Ayrıca CLT' nin karbon depolama kapasitesi ve düşük atık üretimi, bu sistemi çevresel açıdan da cazip bir seçenek haline getirmektedir. CLT paneller ile yapılması planlanan deprem konutunun daha önceden planlaması ve temel, altyapı gibi hazırlıkların yapıldığı öngörülmüştür. Buna göre hazırlık süreci önceden başlayacağı için (6. Hafta- 9. Hafta) arasında CLT elemanların nakli ile başlayan ve cephe kaplaması son işçilik ile tamamlanan deprem konutu için yapım süresi 3,5 hafta olarak belirtilmiştir. Çapraz lamine ahşap sistemlerin üretim sürecini gösteren tablo çizelge 5.5.'te verilmiştir. Saha üretim süreçleri ise aynı tabloda renklendirilerek gösterilmiştir.

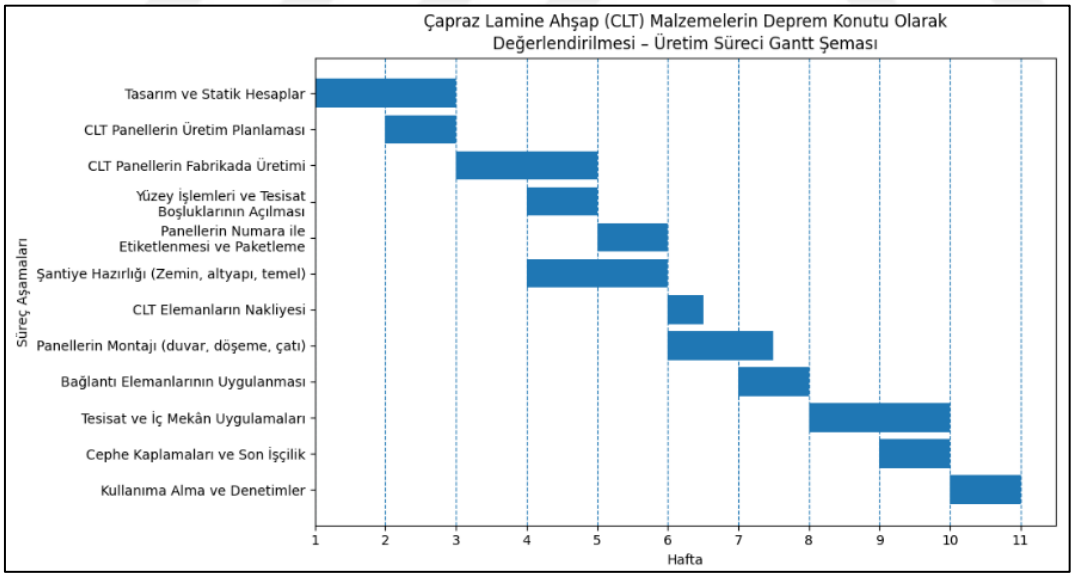
Çizelge 5.5. Çapraz lamine ahşap malzemelerin (CLT) deprem konutu olarak değerlendirilmesi durumunda üretimi

Aşama No	Süreç Aşaması	Başlangıç (Hafta)	Süre (Hafta)	Başlangıç	Bitiş
1	Tasarım ve Statik Hesaplar	1. Hafta	2	1. Hafta	2. Hafta
2	CLT Panellerin Üretim Planlaması	2. Hafta	1	2. Hafta	3. Hafta
3	CLT Panellerin Fabrikada Üretimi	3. Hafta	2	3. Hafta	4. Hafta

Çizelge 5.5. (devam) Çapraz lamine ahşap malzemelerin (CLT) deprem konutu olarak değerlendirilmesi durumunda üretimi

Aşama No	Süreç Aşaması	Başlangıç (Hafta)	Süre (Hafta)	Başlangıç	Bitiş
4	Yüzey İşlemleri ve Tesisat Boşluklarının Açılması	4. Hafta	1	4. Hafta	4. Hafta
5	Panellerin Numara ile Etiketlenmesi ve Paketleme	5. Hafta	1	5. Hafta	5. Hafta
6	Şantiye Hazırlığı (Zemin, altyapı, temel)	4. Hafta	2	4. Hafta	4. Hafta
7	CLT Elemanların Nakliyesi	6. Hafta	0.5	6. Hafta	6. Hafta
8	Panellerin Montajı (duvar, döşeme, çatı)	6. Hafta	1.5	6. Hafta	6. Hafta
9	Bağlantı Elemanlarının Uygulanması	7. Hafta	1	7. Hafta	7. Hafta
10	Tesisat ve İç Mekân Uygulamaları	8. Hafta	2	8. Hafta	9. Hafta
11	Cephe Kaplamaları ve Son İşçilik	9. Hafta	1	9. Hafta	9. Hafta
12	Kullanıma Alma ve Denetimler	10. Hafta	1	10. Hafta	10. Hafta

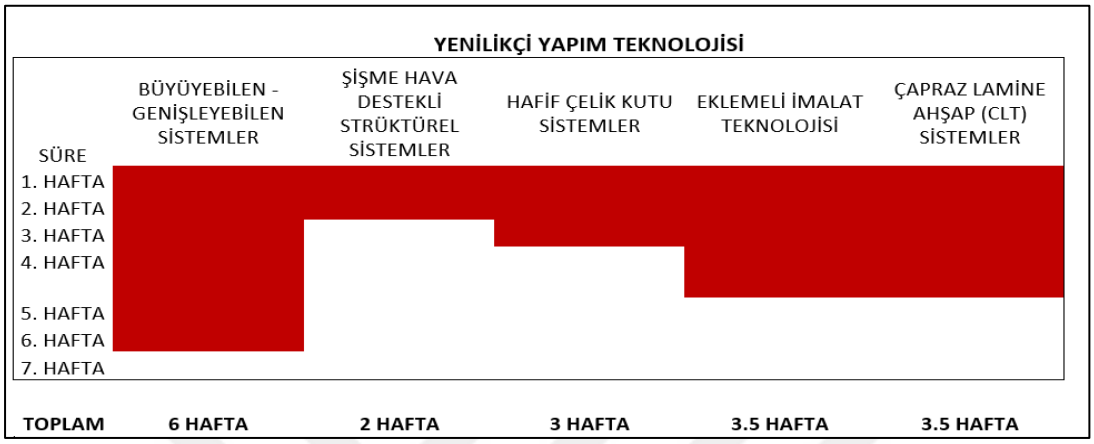
Çapraz lamine ahşap sistemlerin üretim sürecine ilişkin Gantt diyagramı şekil 5.8.'de yer almaktadır.



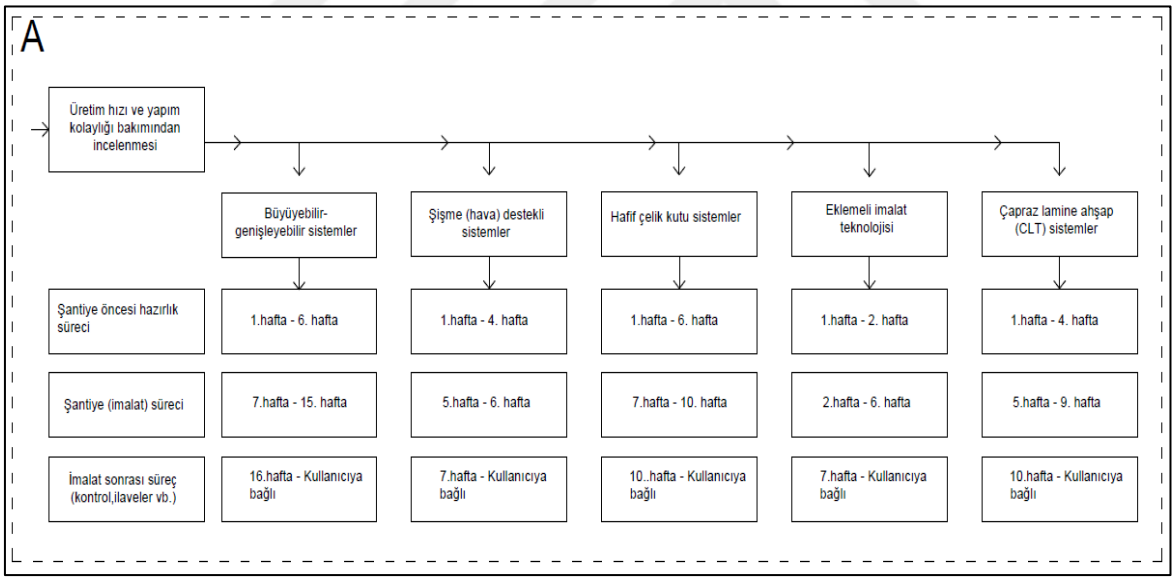
Şekil 5.7. Çapraz lamine ahşap malzemelerin (CLT) deprem konutu olarak değerlendirilmesi durumunda üretim süreci gantt diyagramı

Üretim süreci bakımından belirtilen beş farklı yenilikçi yapım teknolojisinden oluşan sistemler kendi arasında değerlendirildiğinde büyüyebilen genişleyebilen sistemlerin deprem bölgesinde üretimi için ortalama 6 haftalık bir süreye ihtiyaç duyulurken,

şişme(hava) destekli sistemlerin 2 hafta, hafif çelik sistemlerin 3,5 hafta, eklemeli imalat teknolojili sistemlerin 5 hafta, CLT sistemli yapıların ise 3,5 haftalık süreye ihtiyaç duyduğu sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 5.8. Yenilikçi yapım teknolojilerinin üretim süreçlerine dair zaman diyagramı



Şekil 5.9. Yenilikçi yapım teknolojilerinin üretim süreçlerine ilişkin akış şeması

5.1.2. Yenilikçi yapım teknolojilerin araştırmasına ilişkin ikinci ana kriter: maliyet

Doğal afetler, özellikle depremler, insan hayatı, ekonomik kaynaklar ve yerleşim alanları üzerinde yıkıcı etkiler yaratmaktadır. Türkiye gibi deprem riski yüksek ülkelerde, afet sonrası hızlı, dayanıklı ve ekonomik konut çözümleri geliştirmek büyük önem taşımaktadır.

Geleneksel yapı yöntemleri, genellikle uzun süreli inşaat süreçleri ve yüksek maliyetlerle sağlanabilmektedir. Bu durum, acil barınma ihtiyacını karşılamada yetersiz kalmaktadır.

Son yıllarda, yapı teknolojilerinde yaşanan gelişmeler sayesinde yenilikçi yapım sistemleri ön plana çıkmış; özellikle modüler, taşınabilir, esnek ve çevreci çözümler geliştirilmiştir. Bu sistemler, hem afet sonrası acil barınma ihtiyacını hızlı karşılamakta hem de sürdürülebilirlik prensiplerine uygun hareket etmektedir. Yapım süreçlerindeki hız, maliyet etkinliği ve kullanım ömrü boyunca sağlanan enerji verimliliği, bu sistemlerin tercih edilme sebepleri arasında yer almaktadır.

Ancak bir yapım sisteminin etkinliği sadece yapım maliyeti ile ölçülmemelidir. Kullanım sürecinde ortaya çıkan bakım, enerji tüketimi ve işletme giderleri ile yapının kullanım ömrü sonunda gerçekleşen söküm ve geri dönüşüm maliyetleri de toplam ekonomik değerlendirme için önemlidir. Bu bağlamda, yapım, kullanım ve yok etme maliyetlerinin birlikte ele alınması, sistem seçiminin doğruluğunu belirlemede etkili olacaktır. Bu nedenle yapılan çalışmada yapım ekonomisi, kullanım ekonomisi ve yok etme ekonomisi her sistem için ayrı başlıklar altında incelenmiştir.

Çizelge 5.6. Yenilikçi yapım teknolojilerinin maliyet açısından incelenmesine dair kriterler ve parametrelere ilişkin çizelge

Kriter	Alt Kriter	Parametreler
Yaşam Döngüsü Maliyetlendirme	Başlangıç Maliyeti	Arsa edinimi ve ilgili maliyetler Tasarım ekibi ücretleri ve ilgili maliyetler İnşaat maliyeti
	İşletme, Bakım, Onarım ve Yenileme Maliyetleri	İşletme ve bakım maliyeti Onarım maliyeti, yenileme maliyeti
	Enerji ve Su Maliyeti	Enerji tüketim maliyeti Gaz tüketim maliyeti Su kullanımı maliyeti
	Çevresel Etki Maliyeti	Yeşil bina ölçüm maliyeti Sanal azaltım maliyeti (hava, gürültü kirliliği vb.) Çevresel bozulma maliyeti
	Atık Yönetimi Maliyeti	Atık bertaraf maliyeti Atık ayrıştırma maliyeti
Artık – Hurda Değeri	Geri Dönüştürülebilir	Bertaraf, Yıkım, Hurda değeri, Geri dönüştürülebilirlik
Diğer Maliyetler	Sigorta, Faiz ve Vergiler	Diğer Maliyetlerin tüm maliyetlere yansıması

Bu çalışmada, günümüzde afet konutları ve hızlı yapı çözümleri alanında yenilikçi olarak kabul edilen beş farklı yapım sistemi üzerinden maliyet değerlendirilmesi yapılmıştır.

Yenilikçi yapım sistemlerinin maliyet analizi için poz numaralarına göre birim fiyatlar üzerinden OSKA paket programından yararlanılmıştır. Birim fiyatlara tabi olan malzeme ve uygulamalar resmi poz numaraları ve birim fiyatları ile maliyet tablosuna akratılmıştır. Birim fiyata tabi olmayan ya da poz numarası bulunmayan imalatlar ise özel poz olarak değerlendirilecek ve maliyet tablosuna piyasa rayiçleri dikkate alınarak aktarılmıştır. Deprem sonrası kalıcı konut kullanım amacı olan bu çalışmada yapım süresi kadar maliyet de oldukça önemlidir. Aynı süreçte binlerce yapılacağı öngörülen deprem konutlarında maliyetin düşük olması fiyat çarpanı etkisi ile ülke ekonomisi açısından fayda sağlayacaktır. Poz numaraları ile yaklaşık maliyet belirlendikten sonra, hesaplandığı güncel Amerikan doları kuru üzerinden her bir yapım sisteminin birim metrekaresi USD olarak ayrıca hesaplanacak, bu sadece belirtilen birim metrekare fiyatının gelecekteki çalışmalarda kullanılması durumunda yaklaşık bir fiyat bilgisi oluşturulması da sağlanmış olacaktır. Dolar kuru 40 TL olarak kabul edilmiş, hesaplamalar bu kur değerine göre yapılmıştır. Fiyatlara KDV (katma değer vergisi) ve diğer vergiler dahil edilmemiştir. Tüm yapım sistemlerinde bulunması gereken mekanlar ile (WC, mutfak, yatak odası) yapı elemanları (kapı, pencere, vb.) maliyet hesaplarına dâhil edilmemiştir.

Maliyet analizleri yapım sisteminin spesifik özelliği dikkate alınarak ana form olmak üzere yapı karakteri üzerinden değerlendirilmiştir.

Büyüyebilen- genişleyebilen sistemlerin maliyet incelemesi

Büyüyebilen/genişleyebilen sistemler, modüler yapı elemanlarının yatay veya dikey yönde kolayca genişletilmesine izin veren çelik taşıyıcı karkas sistemlerdir. Çelik modüller, sandviç panel dış cephe ve alçıpan iç duvar kaplamaları ile birleşerek hızlı montaj ve de-montaj avantajı sağlar. Hesaplamada birim metrekare üzerinden yaklaşık maliyet belirlenmesi yolu seçilmiştir. Buna göre örneğin; 15.165.1003 pozu Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği pozu Çevre fiyat cetveline göre “Her çeşit profil, çelik çubuk ve çelik saçlarla karkas, (çerçeve) inşaat yapılması, yerine tespiti” olarak açıklaması olarak belirtilmiştir. Pozun 2025 yılı KDV hariç bedeli 70 730 TL olarak belirtilmiştir. Ancak ilgili poz 1 ton için geçerlidir. Hafif çelik kutu sistemlerin konut olarak kullanımında m2 başına ortalama 40-60 kg profil ihtiyacı duyulmaktadır. Buna göre ortalama 50kg/m2 olarak hesap edildiğinde yaklaşık 3 600 TL (90 USD) olarak hesaplanmıştır. İç duvar kaplaması olarak alçı levhalarla yapılacak duvar malzemesinde hem neme hem yangına dayanıklı malzeme

tercih edilmiştir. Birim fiyatlarda rayiç pozlara piyasa koşullarına göre nakliye, yükleme boşaltma, işçilik kalemleri de dâhil edilerek hesaplama yapılmıştır.

Çizelge 5.7. Büyüyebilen- genişleyebilen sistemlerin yapım maliyet tablosu (yıllık)

Kalem	Açıklama	Birim Fiyat (TL/m²)	Poz No
Taşıyıcı Çelik Modül	Galvanizli çelik karkas	3 600	15.165.1003
Dış Cephe Kaplaması	Sandviç panel (50 mm poliüretan) + işçilik	1 400	10.330.2603
İç Duvar Kaplaması	Alçı levhalar ile duvar yapımı ve boya	935 300	15.530.1254 15.540.1517
Zemin Döşemesi	OSB (rayiç) + vinil kaplama	265+150 1 484	10.170.1906 15.190.1012
Elektrik Tesisatı	Ana pano, priz, aydınlatma	300	Özel Poz 1
Mekanik Tesisat	Su, lavabo, mutfak bağlantıları	850	Özel Poz 2
Modüler Ray Sistemi	Genişletilebilir bağlantı rayları	2 000	Özel Poz 3
Montaj ve Vinç Giderleri	Prefabrik montaj, taşıma	2 000	Özel Poz 4

Toplam yapım maliyeti: ~13 284 – 16 000 TL/m² (332-400 USD/m²) ort 365 USD/m²

Çizelge 5.8. Büyüyebilen- genişleyebilen sistemlerin kullanım maliyet tablosu (yıllık)

Kalem	Açıklama	Yıllık Maliyet (TL/m²)	Poz No
Enerji Tüketimi	Isıtma, soğutma, aydınlatma	200 – 400	Özel Poz 1
Bakım ve Onarım	Yapısal ve tesisat bakımı	300 – 500	Özel Poz 2
Yönetim ve Diğer Giderler	Sigorta, temizlik, güvenlik	80 – 150	Özel Poz 3

Toplam yıllık kullanım maliyeti: 580 – 1 050TL/m² (14.5- 26.25 USD/m²) ort 20 USD/m²

Çizelge 5.9. Büyüyebilen- genişleyebilen sistemlerin yok etme / geri dönüşüm maliyet tablosu (yıllık)

Kalem	Açıklama	Birim Fiyat (TL/m²)	Poz No
Modül Sökümü	Prefabrik yapı elemanlarının sökümü	180-250	Özel Poz 1
Raylı Bağlantı Sistemi	Çelik ray sistemlerinin sökülmesi	250-300	Özel Poz 2
İç Kaplama Sökümü	Alçıpan ve kaplama sökümü	120-200	Özel Poz 3
Geri Dönüşüm Nakliyesi	Metal malzeme ayrıştırma ve taşıma	180-200	Özel Poz4
Atık Bertarafı	Yalıtım ve kaplama atıkları	200-250	Özel Poz 5

Yok etme maliyeti: 930- 1 200 TL/m² (23.25-30 USD/m²) ort 25 USD/m²

Yukardaki hesaplamalara göre ortalama olarak yapım, kullanım ve yok etme maliyeti açısından büyüyebilen- genişleyebilen sistemlerin maliyet incelemesi yapıldığında metrekare birim fiyatı ortalama 410 USD/m² olarak hesaplanmıştır.

Yapım maliyeti, doğrudan malzeme, işçilik ve montaj giderlerini kapsarken; kullanım ekonomisi enerji tüketimi, bakım ve işletme giderlerini de içermektedir. Yok etme maliyeti ise yapının sökümü, atık yönetimi ve malzeme geri dönüşüm süreçlerini kapsamaktadır. Özellikle modüler ve prefabrik sistemlerde malzeme tekrar kullanımı hem ekonomik hem de çevresel açıdan önemlidir. Kullanım ve yok etme maliyetleri ihmal edildiğinde, toplam ekonomik analizler eksik ön hesaplamalarla karşılaşılabilir.

Şişme (Hava) destekli strüktür sistemlerin maliyet incelemesi

Şişme hava destekli sistemler, özellikle afet sonrası hızlı ve ekonomik barınma çözümleri arasında yenilikçi bir yapım teknolojisi olarak öne çıkmaktadır. Bu sistemlerde yapısal taşıyıcılık, yüksek dayanımlı membranlar ve hava basıncı ile sağlanmakta olup; hafiflik, taşınabilirlik ve hızlı kurulum avantajları sunmaktadır. Bu çalışmada, şişme hava destekli sistemlerin yapım, kullanım ve yok etme maliyetleri detaylı şekilde incelenmiştir.

Şişme hava destekli sistemler, hafif ve taşınabilir membranlar veya kumaşların hava basıncı ile şişirilmesiyle oluşturulan geçici barınaklardır. Yapısal taşıyıcılık hava basıncına bağlıdır, kurulumu hızlıdır, ancak yalıtım ve dayanıklılık sınırlıdır.

Şişme (hava) destekli sistemler PVC ye da TPU membranlardan meydana getirilirler. Hava desteği ile strüktürel anlamda ayakta kalabilen bu sistemlerde hava basıncını meydana getirecek kompresörlere ihtiyaç duyulmaktadır. Montaj yapılmadan önce zeminin uygun şekilde tesviye edilmesi gerekmektedir. Zemin için altlık hazırlığı yapıldıktan sonra sistem kurulumu gerçekleştirilebilir. Şişme (hava destekli membran yapı) sistem için 1 metrekare maliyeti; kullanılan malzeme, sistemin kalitesi, fan sistemi, kurulum yeri ve yapının büyüklüğüne göre değişmekle birlikte ortalama olarak aşağıdaki şekilde değerlendirilebilir.

Deprem konutu için kullanılacak şişme(hava) destekli sistemlerin belirlenmesinde hangi sistemin kullanılacağına karar verilmelidir.

Tek kat PVC membranlar ile yapılan sistemler ortalama 94 USD/m^2 daha ekonomik yapım maliyeti sağlarken, çift katlı yalıtımlı PVC membranlar ortalama 140 USD/m^2 ile tek kat PVC sistemlere göre daha pahalı çözüm olarak belirlenmiştir. ETFE gibi ileri sistemler ise sistem tercihinde en pahalı ancak en dayanıklı ve özel sistem olarak karşımıza çıkmakla birlikte ortalama 312 USD/m^2 maliyet ile yapılabilmektedir. Deprem konutu olarak tercih edilecek konut modeli için ortalama fiyattaki çift katlı yalıtımlı PVC sistemler değerlendirilmeye alınmıştır.

Çizelge 5.10. Şişme (hava) destekli sistemlerin cinslerine göre birim fiyat tablosu (yıllık)

Sistem Türü	Açıklama	Birim Fiyat (TL/m²)	Poz No
Tek kat PVC membran (ekonomik)	Standart fan, düşük rüzgâr direnci	2 000 – 3 500	Özel Poz 1
Çift katlı PVC + yalıtım	Isı ve ses yalıtımı, kış kullanımı dahil	4 000 – 7 000	Özel Poz 2
ETFE gibi ileri sistemler	Şeffaf, yüksek dayanım, özel sistem	10 000 – 15 000	Özel Poz 3

Çizelge 5.11. Şişme (hava) destekli sistemlerin yapım maliyet tablosu (yıllık)

Kalem	Açıklama	Birim Fiyat (TL/m²)	Poz No
Şişme Membran Malzemesi	PVC veya TPU membranlar	4 000-7 000	Özel Poz 1
Hava Pompası ve Ekipman	Hava basıncı için kompresör ve aksesuar	800-1 000	Özel Poz 2
Zemin Altlığı	Hafif zemin kaplama veya paspas	600-900	Özel Poz 3
Montaj ve Taşıma	Kurulum ve söküm işçilik giderleri	1 000-1 200	Özel Poz 4

Yapım maliyeti: ~6 400 – 10 100 TL/m² ort 8.250 TL/m², 206 USD/m²

Çizelge 5.12. Şişme (hava) destekli sistemlerin kullanım maliyet tablosu (yıllık)

Kalem	Açıklama	Yıllık Maliyet (TL/m²)
Enerji Tüketimi	Hava pompası elektrik tüketimi	600 – 900
Bakım ve Onarım	Membran tamiri, hava basıncı kontrolü	300 – 500
Diğer Giderler	Temizlik ve küçük onarımlar	200 – 400

Kullanım maliyet: 1 100 – 1 800 TL/m² ort 1 450 TL/m², 36.50 USD/m²

Çizelge 5.13. Şişme (hava) destekli sistemlerin yok etme / geri dönüşüm maliyet tablosu (yıllık)

Kalem	Açıklama	Birim Fiyat (TL/m²)	Poz No
Membran Sökümü	Hava destekli membranların sökülmesi	200-400	Özel Poz 4
Elektrik ve Pompa Sökümü	Hava pompası ekipman sökümü	300-500	Özel Poz 5
Atık Bertarafı	Kullanılamayan membran ve diğer atıkların bertaraf edilmesi	300-500	Özel Poz 6
Geri Dönüşüm işleri	Membran kumaş, metal ve diğer malzemelerin geri kazanımı	300-500	Özel Poz 7

Yok etme maliyeti: 1 100 – 1 900 TL/m² ort 1.500 TL/m², 37,5 USD /m²

Yukardaki hesaplamalara göre ortalama olarak yapım, kullanım ve yok etme maliyeti açısından şişme (hava) destekli sistemlerin maliyet incelemesi yapıldığında metrekare birim fiyatı ortalama 280 USD/m² olarak hesaplanmıştır.

Deprem sonrası hızlı müdahale ve esnek yapı ihtiyacı göz önünde bulundurulduğunda, bu sistemlerin ekonomik açıdan oldukça avantajlı olduğu görülmektedir.

Ancak kullanım maliyetlerinin optimize edilmesi için enerji verimliliğine yönelik iyileştirici çözümler geliştirilmelidir. Ayrıca sistemin iç mekân organizasyonunda farklı yapım sistemlerine ihtiyaç duyulması durumu göz önüne alındığında birim maliyetin ve yok etme maliyetinin artacağı da göz ardı edilmemelidir.

Hafif çelik kutu sistemlerin maliyet incelenmesi

Hafif çelik kutu sistemler, çağdaş yapı teknolojileri arasında; hızlı üretim süreci, yapısal dayanıklılık ve esnek tasarım olanakları sunmaları nedeniyle dikkat çekmektedir. Özellikle modüler tasarım prensiplerine dayalı olmaları, bu sistemleri afet sonrası konut ihtiyacına yönelik etkili bir çözüm haline getirmektedir. Hafif çelik kutu sistemlerinin yapım, kullanım ve geri dönüşüm (yok etme) süreçlerine ilişkin maliyet analizleri ele alınmıştır. Hafif çelik kutu sistemler, ön üretimli çelik kutu profillerin birleştirilmesiyle oluşturulan, yüksek dayanımlı, modüler yapılar olup hem yatay hem dikey genişlemeye uygundur. Sistem, hızlı montaj ve yüksek dayanıklılık avantajı sunmaktadır. Hafif çelik kutu sistemlerin yıllık kullanım ekonomisi bulunduğu yerin iklim özellikleri, yapı büyüklüğü, kullanıcı sayısı gibi değişkenlere bağlı olarak farklılık gösterse de ortalama değerler üzerinden inceleme yapılmıştır.

Hafif çelik kutu sistemlerin yıllık kullanım ekonomisi bulunduğu yerin iklim özellikleri, yapı büyüklüğü, kullanıcı sayısı gibi değişkenlere bağlı olarak farklılık gösterse de ortalama değerler üzerinden inceleme yapılmıştır. Hafif çelik kutu sistemlerin yıllık bakım onarım, enerji sarfiyatı kaynaklı giderleri, sistemde modüller arası bağlantı işlemleri, yapısal testler ve kontroller olarak farklı başlıklar altında incelenmiştir. Adı geçen iş ve kalemlerin resmi poz numaraları bulunmayıp, piyasa rayiçleri esas alınarak özel pozlar ile maliyet analizi yapılmıştır.

Çizelge 5.14. Hafif çelik kutu sistemlerin yapım maliyet tablosu (yıllık)

Kalem	Açıklama	Birim Fiyat (TL/m²)	Poz No
Hafif Çelik Karkas Sistem	Galvanizli hafif çelik profiller ve bağlantı elemanları	3 600	15.165.1003
Dış Cephe Kaplaması	Sandviç panel (poliüretan dolgulu, 50 mm)	1 400	10.330.2603
İç Bölme Duvar Kaplaması	Alçıpan bölme ve boya	935 300	15.530.1254 15.540.1517
Zemin Döşemesi	OSB + vinil veya laminat kaplama	265+150 1 484	10.170.1906 15.190.1012
Elektrik Tesisatı	Ana pano, priz, aydınlatma sistemleri	300	Özel Poz 1
Mekanik Tesisat	Su tesisatı, lavabo ve mutfak bağlantıları	850	Özel Poz 2
Montaj ve İşçilik	Prefabrik montaj, vinç ve taşıma giderleri	2 000	Özel Poz 3

Yapım maliyeti: ~11 284 – 15 000 TL/m² ort 13.150 TL/m², 330 USD/m²

Çizelge 5.15. Hafif çelik kutu sistemlerin kullanım maliyet tablosu (yıllık)

Kalem	Açıklama	Birim Fiyat (TL/m²/yıl)	Poz No
Yıllık Bakım ve Onarım	Boya, kaplama tamiratı, çelik korozyon önlemleri	400 – 600	Özel Poz 1
Enerji Tüketimi	Isıtma, soğutma ve elektrik kullanımı	300 – 600	Özel Poz 2
Sistem Parça Değişimi	Bağlantı elemanları, conta ve yalıtım malzemeleri	200 – 300	Özel Poz 3
Periyodik Kontroller	Güvenlik ve yapı sağlamlık testleri	200 – 300	Özel Poz 4

Kullanım maliyeti: ~1 100 – 1 800 TL/m² ort 1 450 TL/m², 36.50 USD/m²

Çizelge 5.16. Hafif çelik kutu sistemlerin yok etme / geri dönüşüm maliyet tablosu

Kalem	Açıklama	Birim Fiyat (TL/m²)	Poz No
Söküm İşlemleri	Hafif çelik karkas sistemin modüler sökümü	400 – 600	Özel Poz 1
Taşıma ve Depolama	Sökülen elemanların taşınması ve depolanması	300 – 500	Özel Poz 2
Atık Bertarafı	Kullanılamayan malzemenin bertarafı ve çevre yönetimi	300 – 500	Özel Poz 3

Toplam yok etme maliyeti: 1 000 – 1 600 TL/m² ort 1 300 TL/m², 32.5 USD/m²

Kullanım maliyetlerinin optimize edilmesi ve periyodik bakım programlarının etkin uygulanması sistem ömrünü uzatacaktır. Ayrıca, geri dönüşüm imkanlarının artırılması sürdürülebilirlik açısından önemlidir. Yukardaki hesaplamalara göre ortalama olarak yapım, kullanım ve yok etme maliyeti açısından hafif çelik kutu sistemlerin maliyet incelemesi yapıldığında metrekare birim fiyatı ortalama 399 USD/m² olarak hesaplanmıştır. Diğer sistemlerde olduğu gibi iç mekânda olması gereken donatılar maliyete dahil edilmemiştir.

Eklemeli imalat teknolojisinin maliyet incelenmesi

Eklemeli imalat teknolojisi, yapıların 3D yazıcılar aracılığıyla katman katman inşa edilmesi esasına dayanan bir üretim yöntemidir. Genellikle beton karışımları kullanılarak duvarlar katman biriktirme ile elde edilir, çatılar ve döşemeler prefabrik ya da geleneksel yöntemle tamamlanır. Sistemin maliyeti yapının büyüklüğüne, kişi sayısına bağlı olarak değişkenlik gösterse de ortalama değerler üzerinden maliyet analizi yapılmıştır.,

Basılı yapı elemanlarının geri sökümü zahmetli ve maliyetli bir işlem olarak tespit edilmiştir. Bu bağlamda söküm işlemi sonrasında ortaya çıkan atık geri dönüştürülebilirliği de maliyetli olup, geri dönüştürülebilir malzeme temini yok denecek kadar azdır. Bilakis çıkan malzemelerin ayrıştırması, taşınması ve molozların bertarafı da oldukça zahmetlidir. Çizelge 5.17.'de yer alan maliyetlerin büyük çoğunluğu yurtdışı uygulamalarındaki maliyetler referans alınarak belirlenmiş olup, ülkemizde henüz yaygın kullanımı olmadığı için maliyet kabulü yapılmıştır.

Çizelge 5.17. Eklemeli imalat teknolojisinin yapım maliyeti tablosu (yıllık)

Kalem	Açıklama	Birim Fiyat (TL/m^2)	Poz No
Ön hazırlık kalemleri	Proje ve yazılım cihaz temini	5 000 – 7 000	Özel Poz 1
Eklemeli İmalat Duvar	3D yazıcıyla beton duvar üretimi	1 200 – 1 500	Özel Poz 2
Beton Karışımı	Çimento esaslı özel reçeteli harç	800-1 200	Özel Poz 3
Çatı Elemanları	Hafif çelik çatı veya panel sistem	1 400	10.330.2603
Elektrik / Mekanik Tesisat	Elektrik ve Mekanik tesisat altyapıları	1 200-1 500	Özel Poz 4
Montaj ve Lojistik	3D yazıcı saha kurulumu + lojistik	6 000-8 000	Özel Poz 5

Yapım maliyeti: ~15 600 – 20 600 TL/m² ort 18 100 TL/m², 453 USD/m²

Çizelge 5.18. Eklemeli imalat teknolojisinin kullanım ekonomisi tablosu (yıllık)

Kalem	Açıklama	Yıllık Maliyet (TL/m²)	Poz No
Enerji Tüketimi	Isıtma, soğutma, aydınlatma	400 – 600	Özel Poz 1
Bakım ve Onarım	Makine bakım, yüzey onarımları	300 – 500	Özel Poz 2

Kullanım maliyeti: 900 – 1 100 TL/m² ort 1 000 TL/m², 25 USD/m²

Çizelge 5.19. Eklemeli imalat teknolojisinin yok etme ekonomisi tablosu (yıllık)

Kalem	Açıklama	Birim Fiyat (TL/m²)	Poz No
Söküm İşlemi	Basılı yapı elemanlarının sökümü	800-1 000	Özel Poz 1
Geri Dönüşüm Nakliyesi	Atık malzeme ayrıştırma ve taşıma	600-800	Özel Poz 2
Atık Bertarafı	Bertaraf edilecek malzeme	800-1 000	Özel Poz 3

Yok etme maliyeti: 2 200 – 2 800 TL/m² ort 2 500 TL/m², 63 USD/m²

Yukardaki hesaplamalara göre ortalama olarak yapım, kullanım ve yok etme maliyeti açısından eklemeli imalat teknolojisi sistemlerin maliyet incelemesi yapıldığında metrekare birim fiyatı ortalama 541 USD/m² olarak hesaplanmıştır.

Çapraz lamine ahşap malzemelerin (CLT) maliyet incelemesi

CLT, hafif ama yüksek dayanımlı, doğal ve sürdürülebilir bir malzeme olarak hızla prefabrik yapımda kullanılmaktadır. Isı yalıtımı, estetik ve çevresel avantajları ile öne çıkmaktadır. Yapım sisteminde maliyet açısından yapının büyüklüğü, kullanıcı sayısı etkili olsa da ortalama maliyetler üzerinden inceleme ve değerlendirme yapılmıştır.

Çizelge 5.20. Çapraz lamine ahşap malzemelerin (CLT) yapım maliyet tablosu (yıllık)

Kalem	Açıklama	Birim Fiyat (TL/m²)	Poz No
CLT Panel Üretimi	Ahşap levha üretimi ve laminasyon	3 500 - 5 000	Özel Poz 1
CLT Panele Metal Karkas	Metal profillerle karkas oluşturma	2 500 - 3 500	Özel Poz 2
Dış Cephe Kaplaması	Ahşap kaplama veya dış cephe boyası	1 200 - 1 500	Özel Poz 3
Zemin Döşemesi	Ahşap parke veya laminat kaplama	2 500 - 4 000	Özel Poz 4
Elektrik/mekanik Tesisatı	Elektrik / mekanik tesisatı	3 000 - 4 000	Özel Poz 5
Montaj ve Vinç Giderleri	Panel montajı	2 000 - 3 000	Özel Poz 6

Yapım maliyeti: ~14 700 – 21 000 TL/m² ort 17 850 TL/m², 446 USD/m²

Çizelge 5.21. Çapraz lamine ahşap malzemelerin (CLT) kullanım maliyet tablosu (yıllık)

Kalem	Açıklama	Yıllık Maliyet (TL/m²)	Poz No
Enerji Tüketimi	Ahşabın doğal yalıtımı ile düşük enerji	200 – 300	Özel Poz 1
Bakım ve Onarım	Ahşap koruma, boya yenileme	600 – 800	Özel Poz 2
Diğer Giderler	Ahşap eleman yenileme	300 – 500	Özel Poz 3

Kullanım maliyeti: 1 100 – 1 600 TL/m² ort 1 350 TL/m², 34 USD/m²

Çizelge 5.22. Çapraz lamine ahşap malzemelerin (CLT) yapım yok etme / geri dönüşüm tablosu (yıllık)

Kalem	Açıklama	Birim Fiyat (TL/m²)	Poz No
CLT Panel Sökümü	Ahşap panel sökümü	300-500	Özel Poz 1
Geri Dönüşüm Nakliyesi	Ahşap malzeme taşıma	300-500	Özel Poz 2
Atık Bertarafı	Ahşap ve yalıtım malzemeleri bertaraf	300-500	Özel Poz 3

Toplam Yok Etme Maliyeti: 900 – 1 500 TL/m² ort 1 200 TL/m² 30 USD/m²

Yukardaki hesaplamalara göre ortalama olarak yapım, kullanım ve yok etme maliyeti açısından sistemlerin maliyet incelemesi yapıldığında metrekare birim fiyatı ortalama 510 USD/m² olarak hesaplanmıştır.

Maliyet açısından değerlendirildiğinde büyüyebilen / genişleyebilen sistemler 410 USD/m², şişme (hava) destekli sistemler 280 USD/m², hafif çelik kutu sistemler 399 USD/m², eklemeli imalat teknolojisi 541 USD/m², çapraz lamine ahşap sistemler (CLT) 510 USD/m² olarak hesaplanmıştır. Büyüyebilen/ genişleyebilen sistemler ve hafif çelik kutu sistemler yakın maliyete sahiptir. Bu iki sistemin de geri dönüştürülebilirlik bağlamında maddi kazanımı mümkündür ve avantajlıdır, şişme (hava) destekli sistemler ilk yatırım maliyeti düşük de olsa kullanım ekonomisi, iç mekân organizasyonu için gerekli donatıların ek maliyetleri ve geri dönüşüm açısından kayda değer avantajı olmaması nedeniyle bütüncül olarak değerlendirilmeye alınmalıdır. Eklemeli imalat teknolojisi ilk yatırım maliyeti en yüksek olan imalattır. Zaiyat açısından en avantajlı sistem bu sistem olsa da geri dönüştürülebilirlik açısından en zayıf sistem yine bu sistemdir. Günümüz koşullarına ve teknolojisine göre her ne kadar pahalı sistem olarak tespit edilmişse de bu sistemlerin teknolojinin ilerlemesi ve malzeme çeşitliliğinin daha da gelişmesine paralel olarak daha yaygın kullanıma kavuşması ile birim alandaki maliyetinin ilerleyen yıllarda düşmesi öngörülmektedir.

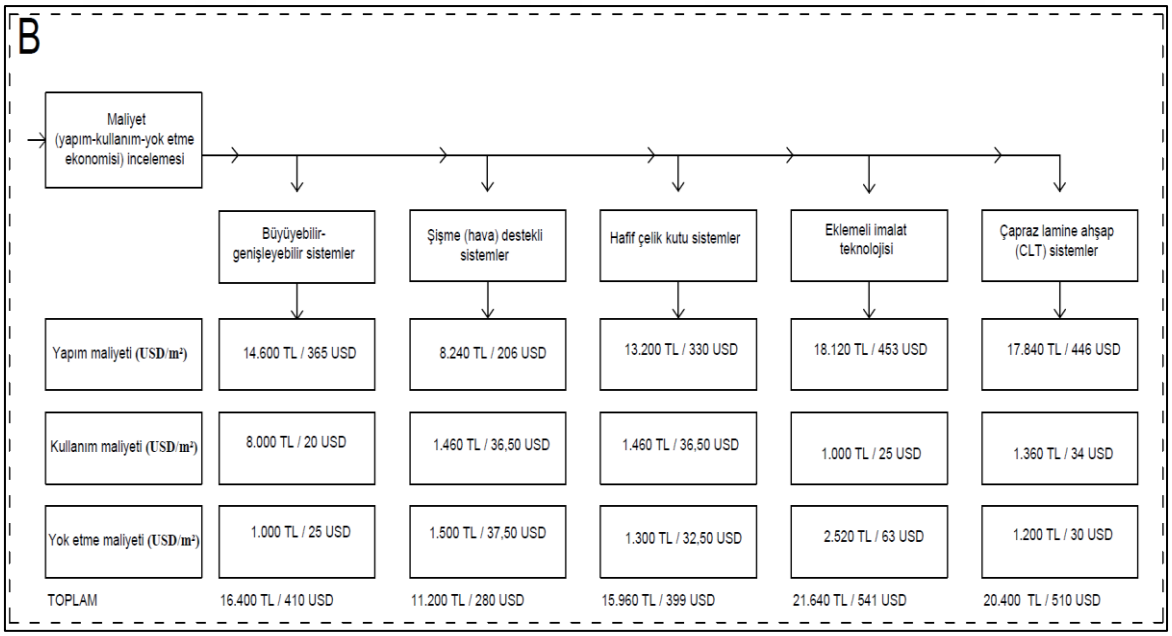
Çapraz lamine ahşap sistemler (CLT) ise ilk yatırım maliyeti açısından en pahalı ikinci sistem olmasıyla fiyat bağlamında avantajlı görünmese de kullanım maliyetlerindeki avantajı nedeniyle deprem konutu olarak tercih edilebileceği saptanmıştır.

Çizelge 5.23. Yenilikçi yapım teknolojilerinin maliyet kıyaslama tablosu (yıllık)

Sistem Türü	Maliyet TL/m² / (USD/m²)
Büyüyebilen / Genişleyebilen Sistemler	16 400 / (410)
Şişme (Hava) Destekli Sistemler	11 200 / (280)
Hafif Çelik Kutu Sistemler	15 960 / (399)
Eklemeli İmalat Teknolojisi	21 640 / (541)
Çapraz Lamine Ahşap Sistemler (CLT)	20 400 / (510)

Tüm sistemlerde tercih edilmesi tavsiye edilen şartlar ise aşağıda sıralanmıştır;

- Deprem Yönetmeliği Uyumu: Çelik modül sistemi, TS EN 1993 (Eurocode 3), TS 500 ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) 2018'e uygun olmalıdır.
- Isı Yalıtımı: TS 825'e ve uygun ısı geçirgenlik değerlerine sahip malzemeler seçilmelidir.
- Yangın Dayanımı: Tüm sistemler en az B2 sınıfı yangın geciktirici nitelikte seçilmelidir.
- Genişletilebilirlik Mekanizması: Tüm sistemler TSEK belgeli ve gerektiğinde yeniden kullanım için min. 3 kez genişletme/sökme işlemine uygun olmalıdır.
- Elektrik ve Mekanik Tesisat: Her modülün bağımsız altyapısı bulunmalı, genişletme sonrasında kolay ek ve bağlantı yapılabilmelidir.



Şekil 5.10. Yenilikçi yapım teknolojilerinin maliyet süreçlerine ilişkin şeması

Tez çalışması kapsamında yenilikçi yapım teknolojilerinin ısıtma, soğutma yükleri ve bu yüklerden kaynaklı oluşacak maliyet unsurları, deprem konutlarının ülkemizin hemen her bölgesinde yapılabilirlik potansiyeli, farklı mevsim ve iklim koşulları ile fış faktörlerin değişken olması nedenleriyle dahil edilmemiştir. Ancak bir yaklaşım olarak ısıtma ve soğutma yüklerinin birim enerji tüketimi ve buna bağlı işletme maliyetleri açısından değerlendirmesi yapılırsa, sahip olduğu özellikler nedeniyle yüksek ısıl kütle ve dengeli termal faz gecikmesi özellikleri sayesinde CLT (çapraz lamine ahşap) sistemlerin en avantajlı performansı sunduğu değerlendirilmektedir. Isıl davranışı bağlantı detayları ve kabuk sürekliliğine bağlı olarak değişmekle birlikte, ilave yapılacak yalıtım katmanları

sayesinde daha da güçlenebilen hale gelebilecek eklemeli imalat teknolojileri ikinci derecede avantajlı bir konumda değerlendirmektedir.

Düşük ısıl kütle ve hızlı ısı geçişine bağlı olarak iç ortam sıcaklık dalgalanmalarına daha açık olan hafif çelik kutu sistemler daha yüksek özgül ısıtma–soğutma yükleri üretmektedir olup ilave yalıtım ihtiyacı duyabilmektedir. En düşük termal depolama kapasitesine ve yüksek yüzey alanı/hacim oranına sahip olmaları nedeniyle şişme (pnömatik) hava sistemler ise birim enerji tüketimi ve işletme maliyeti bakımından en dezavantajlı yapı sistemi olarak öne değerlendirilmiştir. Ortalama bir deprem konutunda birim olarak kullanılacak ısıtma ve soğutma elemanı olarak ortalama bir duvar tipi klima kullanımında da enerji tüketimine paralel olarak farklı kapasitelerde klima kullanımına bağlı enerji sarfiyatları ve işletme maliyetleri de değişkenlik gösterebilecektir. Örneğin aynı iklim koşullarına sahip bir afet bölgesinde yapılacak CLT çapraz lamine ahşap sistemlerin ısıtma ve soğuma kapasitesine yeterli kullanım sağlayacak 12 000 BTU/h kapasite yeterliyken, şişme (hava) destekli strüktür sistemlerine 20 000 BTU/h kapasite yeterli dahi olmayabilir. Bu nedenlerle ana maliyet kalemleri dahilinde mekanik ısıl performanslar ve maliyetler tez çalışması kapsamında hesaplamaya dahil edilmemiştir.

5.1.3. Yenilikçi yapım teknolojilerin araştırmasına ilişkin üçüncü ana kriter: çevresel performans

Günümüzde inşaat sektörünün çevresel etkileri, sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda yeniden değerlendirilmekte; özellikle doğal kaynak tüketimi, atık yönetimi ve karbon emisyonu gibi kritik unsurlar, yapı teknolojilerinin dönüşümünü zorunlu hale getirmektedir. Bu bağlamda, yenilikçi yapım teknikleri yalnızca yapıların mekanik ve dayanım özelliklerini iyileştirmekle kalmayıp, sürdürülebilir malzeme kullanımı, enerji verimliliği ve geri dönüşüm imkânları açısından da önemli avantajlar sağlamaktadır.

Geleneksel inşaat yöntemlerine kıyasla daha esnek, modüler, düşük atık üretimine sahip ve çevre dostu uygulamalar sunan bu teknolojiler, döngüsel ekonomi ilkeleriyle uyumlu üretim modellerinin geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Bu doğrultuda, yapı sektöründeki yenilikçi yaklaşımlar, karbon ayak izinin azaltılması, kaynakların etkin kullanımı ve çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli fırsatlar sunmakta olup, uzun vadede ekolojik ve ekonomik faydalar sağlamaktadır. Bu bağlamda incelenen beş farklı yenilikçi yapım

sisteminin sürdürülebilirlik, kaynak kullanımı ve geri dönüşüm açısından ayrı ayrı incelenmesi yapılmıştır.

Büyüyebilen- genişleyebilen sistemlerin sürdürebilirlik, kaynak kullanımı ve geri dönüşüm bakımından incelemesi

Büyüyebilen veya genişleyebilen yapım sistemleri, değişen kullanıcı ihtiyaçlarına, mekânsal programlara ve çevresel koşullara adaptasyon sağlayabilen, modüler veya eklemlenebilir strüktürel çözümler sunmaktadır. Bu sistemler; tasarım esnekliği, uzun ömürlülük ve yeniden kullanılabilirlik gibi sürdürülebilirlik ilkeleriyle uyumlu olacak şekilde geliştirilmektedir. Kaynak kullanımı ve geri dönüşüm bakımından değerlendirildiğinde, bu tür yapıların sunduğu avantajlar oldukça fazladır.

Büyüyebilen genişleyebilen sistemlerde kullanılan modüler yapı bileşenleri, genellikle ön üretimli, hafif ve az sayıda malzeme çeşidine dayalı olacak şekilde tasarlanmaktadır. Bu durum, malzeme israfını, atık malzeme oluşumunu minimize etmektedir. Bu nedenle üretim sürecinde enerji verimliliği artmaktadır. Ayrıca sistemin parça bazında üretilebilmesi, lojistik süreçlerin optimize edilmesine olanak tanımakta ve sahada işçilik ihtiyacını azaltarak kaynak kullanımını rasyonelleştirmektedir. Yapının büyüme veya küçülme senaryolarında yeni yapı malzemesi kullanımına gerek kalmadan, mevcut bileşenlerin yer değiştirilmesi veya eklenmesiyle yapısal adaptasyon sağlanabilmektedir.

Bu sistemlerin yeniden kullanımdaki tasarım mantığı, yapısal elemanların demonte edilebilir, taşınabilir ve yeniden monte edilebilir şekilde kurgulanmasına dayanır. Bu da yapı bileşenlerinin ömrü dolduğunda ya da farklı bir lokasyonda kullanıldığında tamamen sökülebilir ve yeniden kullanılabilir olmasını mümkün kılmaktadır. Ayrıca bağlantı elemanlarının genellikle mekanik (vidalı, geçmeli vb.) olması, ısı veya kimyasal işlem gerektirmeyen geri dönüşüm yöntemlerinin uygulanabilmesini sağlar. Malzeme tipolojisi olarak tercih edilen çelik, ahşap veya polimer bazlı paneller, yüksek geri dönüşüm oranlarına sahip malzemelerdir. Bu özellikler, atık oluşumunu ciddi oranda azaltarak sıfır atık hedefine katkı sağlamakla birlikte, ekonomik değeri nedeniyle ilk yatırım maliyetinde de negatif yönlü katlı sağlamaktadır. Bu sistemlerin deprem sonrasında barınma çözümlerinde, kullanıcı sayısında esnek olması, yeni fonksiyonel ihtiyaçların doğması veya coğrafi değişim gerekliliği gibi durumlarda esnek biçimde yeniden yapılandırılabilmektedir.

Şişme (hava) destekli strüktür sistemlerin sürdürebilirlik, kaynak kullanımı ve geri dönüşüm bakımından incelemesi

Şişme (hava) destekli strüktür sistemleri özellikle hafiflik ve kolay taşınabilirlik temelinde tasarlanan, özellikle geçici yapılar ve büyük açıklıklı örtü çözümleri için tercih edilen sistemlerdir. Bu sistemlerde ana taşıyıcıyı, içerisine sabit hava basılan esnek membranlar oluşturur.

Şişme sistemlerde kullanılan membranlar (genellikle PVC, ETFE veya TPU türevleri), son derece hafif olup metrekare başına düşen malzeme miktarı çok düşüktür. Geleneksel taşıyıcılara ihtiyaç duymamaları, çelik, beton gibi yüksek emisyonlu malzeme kullanımını en aza indirmektedir. Ayrıca fabrikada bütünsel olarak üretilebildikleri için şantiyede atık üretimi yok denecek kadar azdır. Yapı ihtiyaç duyulacak diğer mekanların bu sistem ile tasarlanmaması, kaynak kullanımında bu sistemlerin tek başına düşünülememesi sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Yapı kabuğu mantığında kaynak kullanımı açısından avantajlı olarak değerlendirilse de iç mekânda kullanılacak malzemelerin bu avantaja karşı ters etki yaratacağı göz ardı edilmemelidir.

PVC ve TPU membranlar sınırlı düzeyde geri dönüştürülebilirken, ETFE %100 geri dönüştürülebilir bir malzeme olarak öne çıkar. Bununla birlikte şişme sistemler, yüksek oranda yeniden kullanılabilirlik sağlar; deflate edilerek başka bir alanda tekrar kurulabilirler. Bu döngüsel kullanım özelliği, atık oluşumunu azaltır ve malzemenin kullanım ömrünü uzatır.

Hafif çelik kutu sistemlerin sürdürebilirlik, kaynak kullanımı ve geri dönüşüm bakımından incelemesi

Hafif çelik sistemler, özellikle konut ve orta ölçekli yapılarda kullanılan, ön üretimli, yüksek dayanımlı çelik profillerden oluşan yapım sistemleridir. Fabrikasyon üretim sayesinde malzeme zaiyatı minimuma inerken, yapının tamamı taşıyıcı sistem üzerinden çözülebildiği için kaynak verimliliği yüksektir.
Hafif çelik profiller, yüksek mukavemet/ağırlık oranına sahiptir. Bu, daha az malzeme ile daha fazla taşıma kapasitesi elde edilmesini sağlar.

Üretim sırasında profil kesimleri minimum israfla CNC teknolojisiyle yapılmaktadır. Geleneksel betonarme yapılara göre çok daha az su, kum ve çimento gerektirir. Çelik %100 geri dönüştürülebilir bir malzemedir ve yeniden eritilerek aynı kalitede kullanılabilir. Hafif çelik yapılarda kullanılan vidalı ve cıvatalı montaj sistemleri sayesinde, yapılar kolayca sökülebilir ve başka bir yerde yeniden monte edilebilir. Bu, yalnızca malzeme değil, aynı zamanda yapı ölçeğinde geri dönüşüm potansiyeli sunar. Taşıyıcı sistem dışında geri kalan malzemelerin geri dönüşümü mümkün olmasa da geri dönüştürülebilirlik açısından verimli sistemlerdir.

Eklemeli imalat teknolojisinin sürdürebilirlik, kaynak kullanımı ve geri dönüşüm bakımından incelemesi

Eklemeli imalat teknolojisi yapım sürecinin katman katman dijital veri üzerinden oluşturulmasına dayalı bir üretim yöntemi olmasından dolayı bu yapım sistemi yapı sektöründe özellikle beton, polimer ve kompozit malzemelerle uygulanmakta; kalıpsız, işçilikten arındırılmış ve minimum atıklı üretim sağlamaktadır. Eklemeli imalat, yalnızca ihtiyaç duyulan miktarda malzemenin kullanılmasını sağlar. Bu, malzeme israfını ortadan kaldırır. Ayrıca kalıplama, iskele ve şantiye lojistiği gibi kaynak tüketen süreçler de elimine edilir. Katmanlı üretim sayesinde farklı geometri ve yoğunlukta üretim yapılabilmesi, yapısal performansı optimize ederken kaynak tüketimini azaltır.

Polimer bazlı baskı sistemlerinde geri dönüşüm oldukça gelişmiştir; kullanılan plastikler ve bazı beton türleri, kırılıp tekrar granül formda üretime dahil edilebilir. Ancak, henüz tüm baskı malzemeleri için kapalı döngü geri dönüşüm sistemleri tam oturmamıştır. Buna karşın yerinde üretim (on-site printing) sayesinde taşıma kaynaklı emisyonlar ciddi oranda azalır ve karbon ayak izi düşer.

Çapraz lamine ahşap malzemelerin (CLT) sürdürebilirlik, kaynak kullanımı ve geri dönüşüm bakımından incelemesi

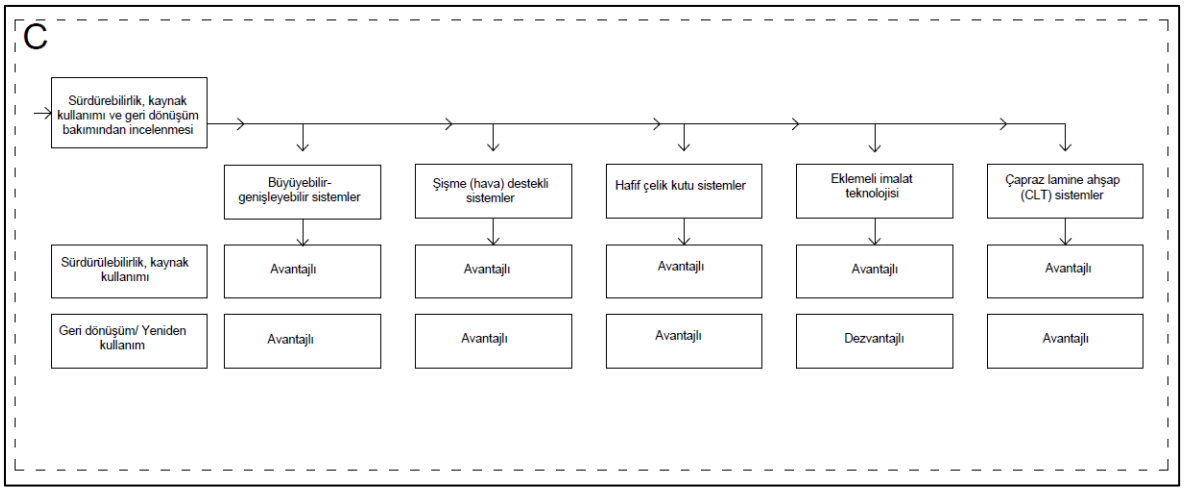
CLT, sürdürülebilir ormancılıkla elde edilen ahşapların, lif yönleri çapraz şekilde birleştirilerek oluşturulduğu, yüksek taşıma kapasitesine sahip panel bazlı bir sistemdir. Modern ahşap yapı teknolojileri içerisinde en çok tercih edilen sistemlerden biridir.

CLT üretiminde kullanılan ahşaplar genellikle sertifikalı ormanlardan elde edilir. Üretim süreci düşük enerji ile gerçekleşir ve yapının taşıyıcılığı tüm panel boyunca yayıldığı için noktasal yoğunluklu malzeme kullanımına ihtiyaç duyulmaz. CLT paneller, kesilip yerleştirildikten sonra genellikle atık oluşmaz; arta kalan parçalar yalıtım veya mobilya üretiminde kullanılabilir.

CLT' nin en güçlü yönü biyolojik olarak parçalanabilir olmasıdır. Aynı zamanda mekanik bağlantılarla monte edildikleri için sökülebilir ve yeniden birleştirilebilirler. Ömrünü tamamlayan CLT paneller enerji üretiminde (biyokütle) veya dolgu malzemesi olarak da değerlendirilebilir. Bu özellikler, CLT sistemleri hem yenilenebilir kaynak kullanımı hem de döngüsel kullanım açısından son derece avantajlı hale getirir.

Çizelge 5.24. Yenilikçi yapım teknolojilerinin kaynak kullanımı ve geri dönüşüm/yeniden kullanım açısından mukayese tablosu

Sistem	Kaynak Kullanımı	Geri Dönüşüm / Yeniden Kullanım
Büyüyebilen Sistemler	Modüler, azaltılmış malzeme	Demontaj ve yeniden kullanım kolaylığı
Şişme Sistemler	Az malzeme, hızlı üretim	Sönümleme ile tekrar kurulum, bazıları geri dönüştürüle
Hafif Çelik	Az su ve çimento, yüksek verimlilik	Geri dönüşüm olanağı, yeniden kurulum
Eklemeli İmalat	Sıfır atık üretim potansiyeli	Yerinde üretim, geri dönüştürülebilir malzeme
CLT	Yenilenebilir kaynak, düşük enerji	Doğal geri dönüşüm, biyokütle potansiyeli



Şekil 5.11. Yenilikçi yapım teknolojilerinin sürdürülebilirlik, kaynak kullanımı ve geri dönüşüm süreçlerine ilişkin akış şeması

5.1.4. Yenilikçi yapım teknolojilerin araştırmasına ilişkin dördüncü ana kriter: Kullanıcı odaklı mekânsal performans

Günümüz yapı sektörü, sürdürülebilirlik, hız ve adaptasyon ihtiyacının artmasıyla birlikte geleneksel yapı tekniklerinin ötesine geçerek, yenilikçi yapım teknolojilerine yönelmektedir. Modüler sistemler, şişme yapılar, hafif çelik karkas çözümleri, çapraz lamine ahşap (CLT) gibi malzeme tabanlı yaklaşımlar ile 3D baskı ve eklemeli imalat teknikleri, bu dönüşümün temel yapı taşlarını oluşturmaktadır. Ancak bu sistemlerin sadece yapım hızı ya da kaynak verimliliği açısından değil, kullanıcı konforu, yaşam kalitesi ve güvenlik gibi temel ihtiyaçlara yanıt verebilme düzeyleri de oldukça kritiktir.

Bu bağlamda, yapıların mahremiyet (görsel ve işitsel koruma), güvenlik (yapısal stabilite, yangın dayanımı ve kullanıcı sağlığı) ve dış çevresel koşullara dayanım (iklimsel etkiler, su ve rüzgâr geçirimsizlik, UV dayanımı) gibi kriterlere göre değerlendirilmesi, sadece teknik performansın değil, aynı zamanda insan merkezli mekânsal kalite anlayışının da bir parçasıdır.

Bu bölümde; farklı yenilikçi yapı teknolojileri, mahremiyet, güvenlik ve dış şartlara dayanım olmak üzere üç ana başlık altında karşılaştırmalı olarak incelenecek; her bir sistemin avantajları, zayıf yönleri ve iyileştirme potansiyelleri değerlendirilmiştir. Bu sayede, yenilikçi yapı teknolojilerinin yalnızca teknik değil, yaşanabilirlik ve kullanıcı deneyimi açısından da sürdürülebilir çözümler üretip üretemeyeceği incelenmiştir.

Büyüyebilen- genişleyebilen sistemlerin mahremiyet, güvenlik ve dış şartlara dayanım açısından incelenmesi

Büyüyebilen veya genişleyebilen yapım sistemleri, kullanıcı ihtiyacına ve bağlamın fiziksel koşullarına göre yapı hacminin artırılabildiği, modüler, katlanabilir veya teleskopik mekanizmalarla desteklenmiş sistemlerdir. Bu yapılar, çoğunlukla afet sonrası geçici barınma, askeri veya mobil yerleşim alanlarında kullanılmakla birlikte, sürdürülebilir konut ve ofis çözümlerinde de giderek daha fazla tercih edilmektedir. Sistemin esnekliği ve taşınabilirliği, birçok açıdan avantaj sağlarken, mahremiyet, güvenlik ve dış çevresel koşullara dayanım açısından bazı zorlukları da beraberinde getirebilmektedir. Bu bölümde söz konusu üç kriter, büyüyebilen sistemlerin performansı özelinde değerlendirilmiştir.

Büyüyebilen sistemler, çoğunlukla açık planlı ve ince duvarlı modüllerle inşa edilmektedir. Bu nedenle ses yalıtımı, görsel mahremiyet ve alan ayrımı konularında sınırlılıklar görülebilir. Özellikle yatay genişleyebilen sistemlerde, yeni eklenen modüller arasındaki geçiş alanlarının doğru planlanmaması, kullanıcılar arasında öngörülemeyen iç içelikler oluşturabilir. Mahremiyet sorununu azaltmak için, modül bağlantılarında ses yalıtımlı geçiş panelleri, kayar bölücüler veya ara tampon zonlar kullanılması önerilmektedir.

Ayrıca, toplu yaşam alanlarında (örneğin afet bölgeleri), bireysel mahremiyet ihtiyacı daha da ön plana çıkar. Bu bağlamda, modüllerin kullanıcı sayısına göre önceden programlanabilir şekilde büyüyebilmesi önemli bir avantaj sağlasa da iç mekânın kişiselleştirilmesine olanak tanıyacak modüler iç bölücü sistemlerin entegrasyonu sistemin başarısını doğrudan etkiler.

Yapı güvenliği hem yapısal dayanım hem de kullanıcı güvenliği bağlamında ele alınmalıdır. Büyüyebilen sistemlerde kullanılan hareketli bağlantı elemanları, sabit yapılara göre daha fazla stres altında kalabilir. Bu durum, özellikle rüzgâr, deprem veya zemin oturması gibi dış etkilere karşı bağlantı noktalarının gevşemesi veya deformasyonu ile sonuçlanabilir.

Ayrıca, büyüyen modüllerin manuel veya motorlu açılım sistemleri ile çalışması, kullanıcı hatalarına veya sistem arızalarına bağlı olarak yaralanma riski oluşturabilir. Bu nedenle, sistemin montajında güvenlik sensörleri, kilit mekanizmaları ve acil durdurma sistemleri gibi unsurların ilaveten bulunması gerekebilmektedir.

Yangın güvenliği açısından bakıldığında, bazı büyüyebilen sistemlerde kullanılan hafif membran veya kompozit kaplama malzemelerinin yangına dayanıklılığı düşüktür. Dolayısıyla, bu tür sistemlerin özellikle yoğun kullanımlı alanlarda en az B2 sınıflı yangın performans sınıfına sahip malzemelerin kullanımı asgari zorunluluk hali olmalıdır.

Büyüyebilen sistemler çoğunlukla dış ortam koşullarında kurulmak üzere tasarlanmış olsa da yapı kabuğu ve hareketli parçalar nedeniyle ısı yalıtımı, hava sızdırmazlığı ve su geçirimsizlik gibi konularda zayıflık gösterebilir. Özellikle teleskopik veya katlanabilir sistemlerin birleşim detayları, su ve rüzgâr geçişine açık hale gelebilir.

Buna ek olarak, büyüyebilen sistemlerin çadır ya da membran ile eklenmiş versiyonlarında, UV dayanımı, donma-çözülme döngülerine karşı direnç ve aşırı sıcaklık değişimlerine adaptasyon konuları da hayati önem taşır. Bu tür çevresel zorlanmalara karşı, sistemin dış kabuğunda ETFE, PU kaplamalı tekstil, ya da çok katmanlı yalıtımlı sandviç paneller kullanılması tavsiye edilir. Kış koşullarında genleşen veya modüler olarak açılan hacimlerin ısıtılması, enerji tüketimi açısından zorluk yaratabileceğinden, pasif güneş kazanımı sağlayan cephe tasarımları ve geri çekilebilir ısı yalıtım perdeleri gibi destek sistemlerin entegrasyonu önemli görülmektedir.

Şişme (hava) destekli strüktür sistemlerin mahremiyet, güvenlik ve dış şartlara dayanım açısından incelenmesi

Şişme (hava) destekli yapılar, taşıyıcı sistemin iç basınçla şekillendiği, genellikle membran veya hafif kompozit malzemelerden oluşan, geçici ya da yarı kalıcı nitelikteki strüktürlerdir. Hızlı kurulum, düşük taşıma hacmi, yapım kolaylığı ve enerji verimliliği gibi avantajları sayesinde bu sistemler; afet sonrası barınma, geçici etkinlik alanları, spor yapıları ve askeri üsler gibi birçok farklı kullanım senaryosunda kullanılmaktadır. Ancak, bu tür yapıların fiziksel yapısı ve geçici doğası, özellikle mahremiyet, güvenlik ve dış çevresel dayanım gibi temel konfor ve emniyet kriterleri açısından detaylı biçimde değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır.

Mahremiyet açısından bakıldığında, şişme (hava) destekli yapılar genellikle tek kabuklu, ince ve yarı geçirgen malzemelerden üretildiği için ses ve görsel izolasyon yeterliliği sınırlı olabilmektedir. Deprem konutu olarak kullanıldığında kullanım senaryosu bireysel ya da aile

temelli barınmayı gerektirdiğinden, bu durum kullanıcı konforunu olumsuz etkileyebilir. Bu bağlamda iç mekânda ilave bölücü sistemler, opak yüzey kaplamaları ya da çift kabuklu tasarımlar gibi çözümler değerlendirilmektedir. Gürültü konforu açısından da kullanıcılar için tatmin edici sonuçlar alınmayabilmektedir.

Güvenlik açısından, şişme yapılar sabit taşıyıcı elemanlara sahip olmadığı için, taşıyıcılığın büyük oranda iç hava basıncına bağlı olması risk oluşturabilir. Sistemin delinmesi, hava kaçağı ya da güç kaynağı kesintisi gibi durumlar doğrudan strüktürel çökme riski doğurabilir. Ayrıca, yangına karşı dayanım, mekanik dayanıklılık ve giriş-çıkış kontrolü gibi güvenlik kriterlerinin de özel detay çözümleriyle desteklenmesi gerekmektedir. Bu sistemlerde güvenli kullanım ancak acil tahliye mekanizmaları, yedek hava sistemleri ve otomatik basınç kontrol sistemleri ile mümkündür.

Dış şartlara dayanım açısından ise, membran yüzeylerin rüzgâr yükü, UV ışınımı, sıcaklık farklılıkları ve yağış gibi etkenlere karşı gösterdiği performans kritik önemdedir. Özellikle tek katmanlı sistemlerde ısı yalıtımı ve yoğuşma gibi problemler sıkça gözlemlenir. Bu durum, iç mekân konforunu azaltmakla kalmayıp enerji tüketimini de artırabilir. Modern şişme sistemlerde bu soruna karşı ETFE çok katmanlı yastık sistemleri, termal membranlar, güneş kırıcı entegre yüzeyler gibi çözümler geliştirilmektedir. Ancak bu sistemlerin diğer sistemlere göre çok daha maliyetli olacağı göz ardı edilmemelidir. Sonuç olarak, şişme yapılar hızlı ve esnek çözümler sunmakla birlikte, mahremiyetin korunması, güvenliğin sağlanması ve dış koşullara karşı dayanımın artırılması açısından çeşitli mimari ve mühendislik müdahalelerine ihtiyaç duymakta ve bu etkilere karşı yetersizlikle karşılaşabilmektedir.

Hafif çelik kutu sistemlerin mahremiyet, güvenlik ve dış şartlara dayanım açısından incelenmesi

Hafif çelik kutu sistemler, fabrikada üretilen taşıyıcı çelik karkas ve yüzey kaplamalarının birleşimiyle oluşturulan, yüksek yapım hızı, modülerlik ve taşıma kolaylığı sunan yenilikçi yapı çözümlerindendir. Bu bölümde, sistemin mahremiyet, güvenlik ve dış çevresel dayanım başlıkları altında performansı incelenecektir.

Hafif çelik kutu sistemler, panel duvar yapısı sayesinde geleneksel yapılara benzer şekilde mahremiyet sağlamaktadır. Duvar panelleri, iç ve dış yüzey kaplamaları (örneğin alçıpan, OSB, çimento levha), aralarına yerleştirilen ısı ve ses yalıtım malzemeleri (taş yünü, cam yünü, EPS, XPS vb.) ile desteklenerek, işitsel ve görsel izolasyon açısından yeterli performans sunabilir. Mahremiyet performansını artıran temel unsurlar; çift cidarlı duvar sistemleri, yalıtımlı dolgu katmanları, kapı ve pencere birleşim detaylarının sızdırmaz tasarımı olarak değerlendirilebilir. Mahremiyet, özellikle deprem sonrası barınma mekanlarında bireysel travmaların yönetimi ve psikolojik iyileşme süreçleri için kritik önemdedir. Hafif çelik sistemler, bu ihtiyaca yanıt verebilecek altyapıyı sağlayabilmektedir.

Hafif çelik kutu sistemlerin en güçlü olduğu alanlardan biri yapısal güvenliktir. Taşıyıcı sistem, soğuk şekillendirilmiş galvanizli çelik profillerden oluşur ve TS EN 1993 (Eurocode 3) gibi uluslararası standartlara uygun olarak hesaplanmaktadır. Güvenlik açısından öne çıkan avantajlar yüksek deprem dayanımı (Hafiflik ve rijit bağlantı sistemi nedeniyle sismik performansı yüksektir. Yangın güvenliği açısından yangına dayanıklı iç kaplama ve yalıtım malzemeleri (ör. A1 sınıfı taş yünü) kullanılabilir. Uzun ömürlü bağlantı elemanları sayesinde cıvata, vida ve kaynaklı birleşimlerle yapısal bütünlük sağlanabilmektedir. Ayrıca, kullanıcı güvenliği açısından pencere yüksekliği, kapı genişliği, yangın kaçış senaryoları ve elektrik sistem güvenliği gibi unsurlar da bu sistemde detaylı şekilde çözümlenebilme imkanına sahiptir.

Çelik kutu sistemler, dış etkenlere karşı yüksek dayanım sunan malzemelerden üretilmektedir. Galvanizli çelik karkas, paslanma ve korozyona karşı dayanıklıdır. Dış yüzey kaplamaları ise su, rüzgâr ve UV ışınlarına karşı uzun ömürlü koruma sağlar. Çevresel dayanımı artıran uygulamalar sandviç panel sistemleri ile ısı yalıtımı ve su geçirimsizlik sağlanması, cephe kaplamalarında UV dayanımlı malzeme kullanımı (fibercement, kompozit panel, metal kaplama), çatı eğimi, dere ve yağmur suyu tahliye detaylarının entegre edilmesi, doğal havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin uygulanabilirliği mümkün olabilmektedir. Çelik sistemlerin bir diğer avantajı ise yapının iklim koşullarına göre kolayca yeniden biçimlendirilebilmesi, yalıtım kalınlıklarının artırılabilmesi ve düşük bakım gereksinimiyle uzun yıllar hizmet verebilmesidir.

Hafif çelik kutu sistemler hem hızlı yapım avantajları hem de mahremiyet, güvenlik ve çevresel dayanım bakımından yüksek performans gösteren sistemlerdendir.

Gerek bireysel barınma alanları gerekse kamuya açık modüler yapılar için uygunluk taşımakta; uzun ömürlü, taşınabilir ve güvenli çözümler üretmektedir. Bu bağlamda, özellikle afet sonrası kalıcı konut çözümleri için önemli bir alternatif olarak değerlendirilebilir.

Eklemeli imalat teknolojisinin mahremiyet, güvenlik ve dış şartlara dayanım açısından incelenmesi

Eklemeli imalat teknolojisi, yapı sektöründe son yıllarda ivme kazanan dijital üretim tekniklerinden biridir. Katmanlı üretim prensibiyle, geleneksel kalıp ve iskele sistemlerine ihtiyaç duymadan hızlı ve hassas yapı üretimi sağlanmaktadır. Bu sistemlerin mahremiyet, güvenlik ve dış çevresel dayanım kriterleri açısından incelemesi yapılmıştır.

Eklemeli imalat teknolojisi ile üretilen yapılarda duvar kalınlıkları, malzeme yoğunluğu ve geometrik form parametrik olarak optimize edilebildiğinden, mahremiyet performansı tasarıma doğrudan entegre edilebilir. Yüksek hassasiyetli üretim sayesinde hem görsel hem de işitsel mahremiyet bu sayede sağlanabilmektedir. Buna bağlı olarak çift cidarlı ve içi dolu duvar sistemlerinin üretimi mümkündür, bu da ses yalıtımında avantaj sağlar. Form özgürlüğü sayesinde ses kırıcı yüzeyler ve özel açıklık düzenlemeleri ile akustik mahremiyet sağlanabilir. Ancak malzeme olarak beton ya da kompozit esaslı karışımlar kullanıldığında, duvar içi tesisat gibi mahremiyet destekleyici donanımların entegrasyonu geleneksel sistemlere göre daha planlı olmalıdır.

Eklemeli imalat ile üretilen yapıların güvenliği, kullanılan malzemenin mekanik dayanımı, üretim sürecinin kalitesi ve dijital modelin doğruluğu ile doğrudan ilişkilidir. Buna bağlı olarak tek parça ve yekpare üretim, birleşim noktalarındaki zayıflıkları ortadan kaldırabilmektedir. Malzeme dayanımı yüksek, özellikle fiber takviyeli betonlar veya polimer katkılı karışımlar kullanıldığında yüksek darbe ve taşıma kapasitesi sağlanabilir. Yangın dayanımı açısından değerlendirildiğinde kullanılan malzeme türüne göre değişmekle birlikte, genellikle beton esaslı üretimler yangına dayanıklıdır.

Eklemeli imalatla üretilen yapılar, malzeme ve geometri sayesinde dış çevre koşullarına karşı oldukça dayanıklı hale getirilebilir. Katmanlı üretim yöntemiyle elde edilen duvarlar, konvansiyonel sistemlere kıyasla çok daha kompleks formda ve performansa yönelik

üretilebilir. Yoğun kar, rüzgâr ve güneş ışınımına karşı form optimizasyonu yapılabilir. Malzeme geçirimsizliği açısından özellikle dış kabukta hava ve su geçişine karşı yüksek direnç sağlar. Yüzey işlemeleri (kaplama, sızdırmazlık, boya vb.) ile UV dayanımı ve su geçirmezlik artırılabilir. Kullanılan beton kökenli ana malzemesi nedeniyle ısı köprüsü meydana gelebilir. Bu da enerji tüketimi açısından olumsuz etki oluşturabilir. Bu nedenle ilave ısı yalıtımı çözümleri düşünülmelidir.

Eklemeli imalat teknolojisi, yapı sektörüne form özgürlüğü, hızlı üretim, malzeme tasarrufu ve yapısal bütünlük gibi önemli avantajlar sağlamaktadır. Bu sistemler, uygun şekilde tasarlandığında mahremiyet ve güvenlik ihtiyaçlarını karşılayabilecek potansiyele sahiptir. Ancak sistemin henüz yaygınlaşma aşamasında olması, malzeme tedariki ve yerinde üretim altyapısı gibi bazı kısıtlar barındırmaktadır.

Çapraz lamine ahşap malzemelerin (CLT) mahremiyet, güvenlik ve dış şartlara dayanım açısından incelenmesi

Çapraz lamine ahşap (Cross-Laminated Timber, CLT), endüstriyel olarak üretilen çok katmanlı, yüksek dayanımlı bir yapı malzemesidir. Katmanları birbirine dik yönde yapıştırılan masif ahşap panellerden oluşan Çapraz Lamine Ahşap Sistemlerhem taşıyıcı sistemlerde hem de dolgu elemanı olarak kullanılabilmektedir. Bu özellikleriyle CLT, sürdürülebilir yapı çözümleri arasında öne çıkarken, mahremiyet, güvenlik ve çevresel dayanım gibi konfor ve emniyet parametreleri açısından da değerlendirilmiştir.

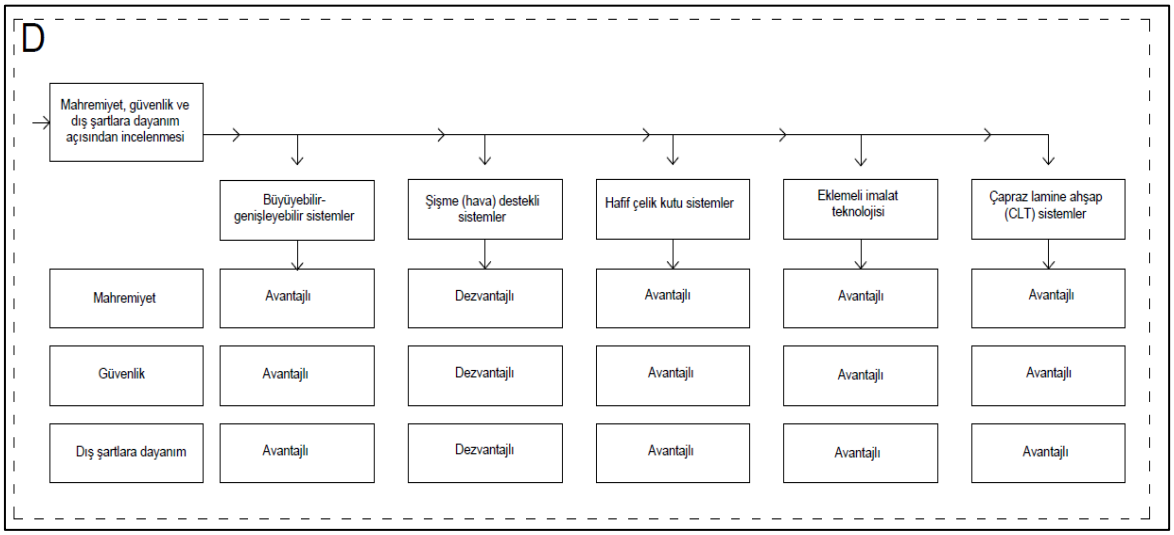
CLT panellerin doğal yoğunluğu ve çok katmanlı yapısı, iç mekânlarda akustik mahremiyet sağlamada etkili olmaktadır. Ayrıca CLT yapılar, tasarım aşamasında yüksek hassasiyetle üretildiğinden, birleşim detaylarının sızdırmazlığı da mahremiyet üzerinde olumlu etki yaratabilir. Duvar panellerinin kalınlığı ile ses geçişini büyük oranda engellenir, doğal malzeme dokusu, görsel mahremiyeti estetik biçimde meydana getirmiş olur. Panel iç boşluğu olmadığından konuşma sesi veya titreşim geçişi dolayısıyla ses iletimi azdır. CLT yüzeyleri üzerine kolayca uygulanabilen ek yalıtım katmanları ve iç kaplamalar sayesinde mahremiyet performansı daha da artırılabilir.

CLT sistemler, yalnızca doğal ve sürdürülebilir malzeme kullanımıyla değil, aynı zamanda yüksek yapısal performanslarıyla da öne çıkar. Yapının rijitliği ve hafifliği, özellikle deprem

riski yüksek bölgelerde güvenli bir alternatif sunar. Hafifliği ve esnekliği sayesinde sismik enerjiyi absorbe eder bu sayede deprem performansı yüksektir. Kalın CLT paneller yüzeyden içeriye doğru kömürleşerek taşıyıcılığı uzun süre koruduğu için yangına karşı süresel dayanımı yüksektir. Ancak direkt yangına karşı direnç gösterebilecek ilave tedbirlere ihtiyaç duyabilir. Fabrikasyon üretime dayalı olmasından kaynaklı montaj kolaylığı sayesinde sahadaki iş kazası risklerini azaltır.

Çapraz lamine ahşap sistemler, dış şartlara karşı doğal bir direnç sergilemekle birlikte, uygun detay ve kaplama çözümleriyle bu dayanım artırılabilmektedir. Özellikle ısı, nem ve UV etkilerine karşı dış cephe sistemleriyle birlikte kullanılmaları önerilmektedir. Ahşabın düşük ısı iletkenliği sayesinde enerji verimliliği artar. Bu nedenle ısı yalıtımı yüksektir. Dış yüzeylere yapılacak ilave kaplamalar ile (dış cephe boyası, ahşap emprenye, lif çimento kaplama) neme karşı direnç kazanabilmektedir. Bu kaplamalar ile UV ve haşere tahribatına karşı da ilave tedbir alınması gereklidir. Doğal karbon tutuculuğu sayesinde ekolojik dengeye katkı sağlar.

Çapraz lamine ahşap (CLT) sistemler, yalnızca sürdürülebilirlik açısından değil, mahremiyet, güvenlik ve dış şartlara dayanım kriterlerinde de güçlü bir alternatif olarak değerlendirilmektedir. Doğal, sağlıklı ve yüksek performanslı bu sistem, özellikle afet sonrası konut üretimi, modüler yapı sistemleri ve kırsal yerleşimler için uygunluk taşımaktadır.



Şekil 5.12. Yenilikçi yapım teknolojilerinin mahremiyet, güvenlik ve dış şartlara dayanım süreçlerine ilişkin akış şeması

5.1.5. Yenilikçi yapım teknolojilerin araştırmasına ilişkin beşinci ana kriter: Mekânsal organizasyon

Günümüz yapı üretim süreçleri, artan nüfus, daralan şehir alanları ve değişken coğrafi koşullar karşısında daha esnek, ölçeklenebilir ve adaptif çözümlere ihtiyaç duymaktadır. Bu bağlamda, geleneksel yapı sistemlerine alternatif olarak geliştirilen yenilikçi yapım teknolojileri, yalnızca malzeme bazında değil, mekânsal organizasyon açısından da önemli dönüşümler sunmaktadır. Özellikle düşey ve yatay eksende çoklu kullanım potansiyeline sahip sistemler, yapıların ihtiyaçlara göre zamanla büyüyebilmesine veya yoğunlaşabilmesine olanak tanıyarak sürdürülebilir ve esnek bir yapılaşma modeli ortaya koymaktadır. Aynı zamanda bu sistemlerin farklı topografik koşullara uyum sağlayabilme kapasitesi, dağlık, eğimli ya da altyapısı zayıf alanlarda dahi konut veya kamu yapılarının kurulmasına olanak tanımaktadır. Bu bağlamda yenilikçi yapım teknolojileri yatay eksende çoklu kullanım, düşey eksende çoklu kullanım ve topografik yerleşim alt kriterlerinde incelenmiştir.

Büyüyebilen- genişleyebilen sistemlerin düşey – yatay eksende çoklu kullanım ve topografik yerleşim açısından incelenmesi

Büyüyebilen veya genişleyebilen yapım sistemleri, kullanıcı ihtiyaçlarının zaman içinde değişebileceği öngörüsüyle tasarlanan, esnek ve modüler yapı çözümleridir. Bu sistemler hem yatayda yeni modül eklemeleriyle hem de düşeyde katlı yerleşim olanaklarıyla genişletilebilirlik potansiyeline sahiptir. Ayrıca, modüler doğaları gereği farklı topografik koşullara uyarlanabilmeleriyle de dikkat çekerler.

Afet sonrası yerleşimlerden geçici barınaklara, kırsal yapılaşmadan hızlı kentleşme senaryolarına kadar geniş bir yelpazede kullanılabilecek bu sistemler; mobilite, yapım süresi, kaynak kullanımı ve esneklik açısından avantaj sağlamaktadır.

Yatay eksende büyüyebilme, bu sistemlerin temel avantajıdır. Modüllerin yan yana eklenmesiyle büyüyen birim yapılar; kullanıcı sayısına, fonksiyona veya mekânsal ihtiyaçlara göre kolayca genişletilebilir. Bu özellik aile bireylerinin artması, fonksiyonel birimlerin ayrıştırılması (örneğin oturma, çalışma, uyuma), zaman içinde gelişen mahalleleşme senaryoları gibi durumlarda oldukça elverişlidir.

Plan tipolojisi genellikle lineer, L ya da U formlarında gelişebilir. Modüller arası bağlantılar kolaylaştırıldığı takdirde yaşam alanı sürekli ve akışkan bir organizasyona dönüşebilir.

Büyüyebilen sistemlerin düşey eksende kullanımı, yapısal sistemin taşıyıcı kapasitesine bağlıdır. Her ne kadar bu sistemlerin çoğu yatay büyüme üzerine kurulmuş olsa da uygun mühendislik çözümleri ile düşeyde de istifleme mümkündür. Katlı yerleşim sayesinde yoğun kent alanlarında yerden tasarruf, merkezi çekirdek etrafında yükselen modüler yapılar, dikeyde ortak sirkülasyon (merdiven, asansör) sistemleriyle desteklenebilir. Düşey kullanımda dikkat edilmesi gereken başlıca konular, taşıyıcı sistemin stabilitesi, rüzgâr ve deprem etkileri, yangın güvenliği ve dikey ulaşım çözümlerinin ayrıca değerlendirilmesi gerekmektedir.

Modüler ve parçalı yapı karakteri sayesinde bu sistemler eğimli, engebeli ya da düzensiz topoğrafyalarda avantaj sağlar. Her bir modül, ihtiyaca göre farklı kotlara yerleştirilebilir veya ayarlanabilir taşıyıcı ayaklarla zemine uyumlu hale getirilebilir. Bu sayede arazide minimum kazı/dolgu yapılması sağlanır, doğal eğim bozulmadan yapılaşma sağlanır, manzara ve doğal hava akımlarından daha etkin faydalanılır. Ayrıca, araziye göre modüllerin yönlendirilmesi sayesinde güneşlenme, rüzgâr kontrolü ve yağmur suyu yönetimi gibi pasif çevresel kontroller de optimize edilebilir. Büyüyebilen / genişleyebilen sistemler, mimari tasarımın sadece sabit bir ürün değil, yaşayan ve değişen bir süreç olduğunun somut örneklerindendir. Düşey ve yatay eksende esneklikleri, kullanıcı merkezli konut çözümleri üretmeyi mümkün kılar. Topografik yerleşim açısından da sundukları esneklik, bu sistemleri hem kırsal hem de afet sonrası yerleşimlerde cazip hale getirir. Gelecekte, bu tür sistemlerin dijital üretim teknolojileriyle birleşerek daha da adaptif ve sürdürülebilir hale gelmesi öngörülmektedir.

Şişme (hava) destekli strüktür sistemlerin düşey – yatay eksende çoklu kullanım ve topografik yerleşim açısından incelenmesi

Şişme (hava) destekli strüktürler, taşınabilirlik, hızlı kurulum, düşük yapım maliyeti ve esnek kullanım senaryoları gibi avantajlarıyla özellikle geçici yapılar ve afet sonrası barınma çözümlerinde dikkat çeken yenilikçi sistemlerdendir. Bu bölümde, söz konusu sistemler düşey ve yatay eksende kullanım potansiyelleri ile topografik adaptasyon yetenekleri bakımından değerlendirilmiştir.

Şişme strüktürler, yatay eksende modüler veya monolitik olarak bir araya getirilebilir. Bu sistemler yan yana getirilerek mekânın genişlemesine olanak tanır. Bu sistemlerde modüller, hava basıncının korunabildiği bağlantı geçişleriyle birleştirilebilir. Ancak bu sistemlerin yatayda birleşme biçimi, çoğunlukla önceden tasarlanmış bağlantı detaylarına bağlıdır. Aksi takdirde sistemin hava bütünlüğü bozulabilir. Dolayısıyla esnekliğin yanında bütünlük ve sızdırmazlık konuları da dikkatle ele alınmalıdır. Bu nedenle yatayda bir araya getirilmesi önceden planlanmamış sistemlerin yatayda bir araya getirilmesinde sınırlılık bulunmaktadır.

Şişme sistemler, yapısal olarak hafif ve rijit olmayan özelliklerinden dolayı çok katlı yapılara uygun değildir. Düşeyde katlı kullanım sınırlıdır. Taşıyıcı sistemlerinin hava olmasından dolayı düşey yük kapasitesi sınırlıdır. Bu nedenle şişme strüktürlerin çok katlı bina olarak düşünülmesi doğru bir yaklaşım olmayacaktır. İlave strüktürler ile sağlanabilse de yapısal uyumsuzluk, ilave mali yükler nedeniyle efektif çözüm olarak değerlendirilmemiştir.

Şişme yapılar, hafiflikleri ve temelsiz kurulabilme özelliği sayesinde düzensiz, eğimli veya zemin hazırlığı gerektirmeyen topografyalarda uygulanabilir. Özellikle çakıllı, çim veya kum zeminler, Sert eğimli yamaçlar üzerine kurulan iskele ayaklar üzerine eklemlenme ile topografik adaptasyon sağlanabilir. Bu sistemlerin zemine sabitlenmesi çoğunlukla halat, zemin vidası veya ağırlık blokları ile sağlanabilmektedir. Topografyanın şişme sistem üzerindeki etkisi sadece fiziksel zeminle sınırlı değildir; rüzgâr, yağış ve sıcaklık farkları, yapının iç-dış basınç farkını etkileyebilir. Bu nedenle eğimli arazide yer alan yapılarda hava dengesini sağlayacak ek sistemler dahil edilmelidir.

Hafif çelik kutu sistemlerin düşey – yatay eksende çoklu kullanım ve topografik yerleşim açısından incelenmesi

Hafif çelik kutu sistemler, modüler üretime uygunluğu, hızlı montaj imkânı, yüksek taşıyıcılık performansı ve tekrar kullanılabilirliği ile çağdaş yapı teknolojileri arasında önemli bir yere sahiptir. Fabrikada üretilen ve sahada kısa sürede monte edilen bu yapılar gerek geçici gerekse kalıcı yapılar için yatayda genişleme ve düşeyde katlı kullanım açısından yüksek derecede esneklik sunmaktadır. Aynı zamanda, hafif yapısal sistem özellikleri sayesinde farklı eğim ve zemin koşullarında kuruluma olanak tanır. Bu başlık altında sistemin düşey ve yatay eksende çoklu kullanım olanakları ile topografik adaptasyon kabiliyeti ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir.

Hafif çelik kutu sistemler, modüler birimler hâlinde üretildiği için yatay doğrultuda kolayca birleştirilebilir ve genişletilebilir. Bu genişleme lineer veya gridal plan kurgusu üzerinden, ihtiyaca göre L, U veya halka tipi birleşimler ile, fonksiyonel bölümlere göre (yaşam alanı, servis alanı, çalışma alanı vb.) dağıtılarak yapılabilir. Sistemler arasındaki bağlantı detaylarının önceden standartlaştırılması, genişlemenin hızlı ve sorunsuz yapılmasına olanak sağlamaktadır.

Hafif çelik kutu sistemler, yapısal kapasite açısından birden fazla katlı bina kurgularına olanak verebilen sistemlerdir. Gelişmiş bağlantı ve ankraj sistemleri sayesinde bu modüller düşeyde istiflenebilir ve çok katlı yapılara dönüştürülebilir. Düşey kullanımda taşıyıcı kolon ve kiriş sisteminin rijitliği, katlar arası yük transferinin doğru planlanması, yangın güvenliği ve dikey sirkülasyon elemanlarının entegrasyonu (merdiven, asansör), düşey sızdırmazlık ve izolasyon önlemlerine özellikle dikkat edilmelidir.

Hafif çelik kutu sistemlerin en önemli avantajlarından biri de zemin koşullarına olan adaptasyon kolaylığıdır. Hafifliği sayesinde bu yapılar, taşıyıcılığı zayıf veya eğimli zeminlerde, ayarlanabilir çelik ayak sistemleri ile eğime uyum sağlama, zeminle minimum temas sağlayan kolon-temel sistemleri, betonarme veya çelik platformlar üzerinde montaj ile zor zeminlere teşkil edilebilmektedir.

Eklemeli imalat teknolojisinin düşey – yatay eksende çoklu kullanım ve topografik yerleşim açısından incelenmesi

Eklemeli imalat teknolojisi, yapı üretim süreçlerinde malzeme israfını minimize eden, form esnekliği yüksek, otomasyona dayalı ve yerinde üretim imkânı sağlayan yenilikçi bir sistemdir. Bu bölümde, eklemeli imalatın düşey ve yatay eksende çoklu kullanım potansiyeli ile topografik yerleşim koşullarına adaptasyonu değerlendirilmiştir.

Eklemeli imalatla üretilen yapılar, form özgürlüğü sayesinde geleneksel modülerlik kavramından farklı bir esneklik sunar. Yatayda genişleme parça parça üretilip birleştirilen modüller ile genişleme (segmental üretim), süreç sonunda birden fazla hacmin bağlantılı olarak ilave olarak baskı yapılması şeklinde yapılabilir. Bu sistemle, yapının organik formlar alması ve farklı kullanıcı senaryolarına göre özel olarak tasarlanması mümkündür.

Yapım sırasında planlanan ara yüzler sayesinde yapı sonradan yatayda genişletilebilir; bu da esnek ve uzun ömürlü kullanım sağlar. Eklemeli imalat sistemlerinde katmanlı üretim mantığı, yapının taşıyıcı kabuğunun yukarı doğru inşa edilmesini doğal olarak destekler. Ancak malzeme cinsine göre kat yüksekliği sınırlı olabilir (özellikle beton bazlı sistemlerde), yük taşıma kapasitesi ve stabilite, tasarımda sorun yaşanabilir. Çok katlı yapı üretimi henüz araştırma aşamasında olduğu için yapılmış güncel bir örneği de tez çalışması döneminde bulunmamıştır.

Eklemeli imalat, yerinde üretim avantajı ile topografyaya doğrudan uyum sağlayabilir. Özellikle arazi şekline göre özelleştirilmiş taban formu üretimi, düzensiz, eğimli ve stabilize edilmemiş zeminlerde yapı kurulumu, zeminle bütünleşen organik yapı kurguları bu sistemlerin topografik avantajları olarak sıralanabilir. Ancak her ne kadar bu şekilde üretim yapılabilirliği teorik olarak mümkün olsa da yazıcı platformunun stabil bir düzlemde çalışması gerekliliği nedeniyle ancak platformun sabitlenmesi durumunda eğimli arazide de üretim mümkün olabilir. Bu durumun arazi yapısına göre önceden tespit edilmesi gerektiğinden henüz projelendirme aşamasında dahi sorun ile karşı karşıya kalma olasılığı vardır. Bu nedenle özellikle dağlık, kırsal veya altyapısı sınırlı alanlarda yapılaşma durumu sınırlı hale gelebilir.

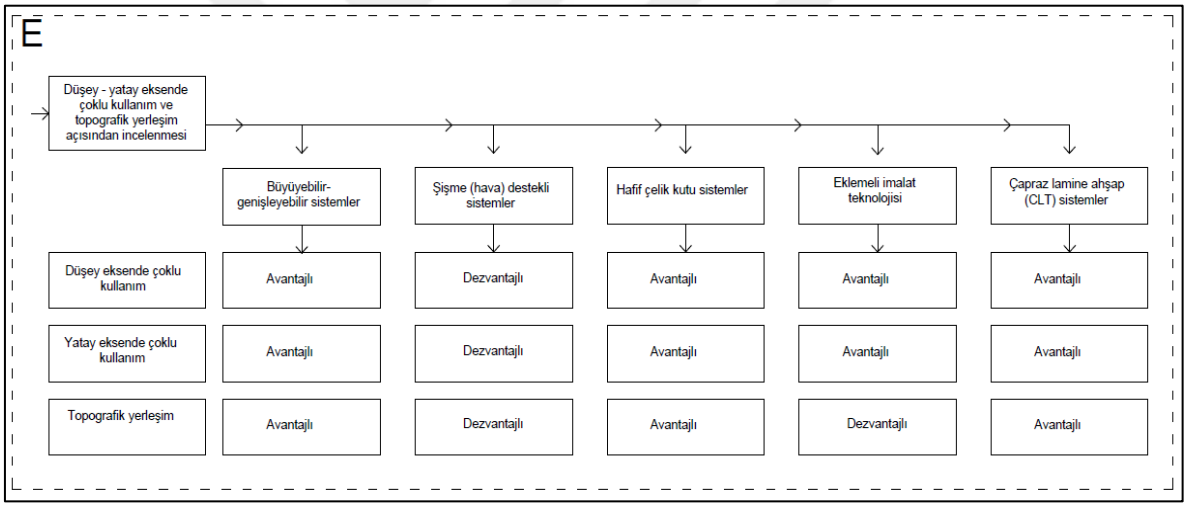
Çapraz lamine ahşap malzemelerin (CLT) düşey – yatay eksende çoklu kullanım ve topografik yerleşim açısından incelenmesi

Çapraz Lamine Ahşap (CLT), sürdürülebilir, hafif ve yüksek taşıyıcılığa sahip bir yapı malzemesi olarak, çağdaş mimaride hem tekil yapı üretiminde hem de çok katlı modüler sistemlerde yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu bölümde, CLT panellerin düşey ve yatay eksende çoklu kullanım potansiyeli ile farklı topografyalara uyum yeteneği teknik, yapısal ve tasarımsal yönleriyle değerlendirilmiştir.

CLT panellerin boyutsal olarak fabrika ortamında özelleştirilebilir olması, yatay düzlemde çok çeşitli yerleşim senaryolarını mümkün kılar. Bu yönüyle de modüler planlamaya uygunluk, farklı yaşam birimlerinin yan yana hızlı entegrasyonu, yapı elemanlarının kolay taşınabilirliği ve sahada kısa sürede montajı sayesinde yatay eksende ihtiyaca göre bir araya getirilebilme imkânı oldukça geniştir. Bu nedenle yatayda birleşim detayları önceden tasarlandığında, birden fazla konut birimi ya da işlevsel alan bir araya getirilebilir.

CLT sistemler, yüksek basınç dayanımı ve rijit panel yapısı sayesinde düşey eksende çok katlı yapılarda da başarıyla uygulanabilmektedir. CLT paneller, taşıyıcı duvar ve döşeme olarak birlikte çalışabilir, düşey sirkülasyon elemanları (merdiven, asansör boşluğu vb.) panellerde önceden açılabilir, yangın ve ses yalıtımı yönetmeliklerine uygun detaylar ile geliştirilebilmektedir. Böylece, CLT ile hem yatayda hem de düşeyde büyüyebilen esnek konut modelleri oluşturulabilir.

CLT panellerin hafifliği ve prefabrik üretime uygunluğu, zorlu ve eğimli arazilerde yapı üretimini kolaylaştırır. Özellikle de betonarme platformlar veya çelik karkas üzerinde uygulanabilirlik, Az yer kaplayan noktasal temellerle araziye minimum müdahale, modül yerleştirilebilme avantajı sayesinde eğime paralel yapı kurgusu bu sistemin her türlü topografyaya uygulanabilirliğini ortaya çıkarmaktadır.



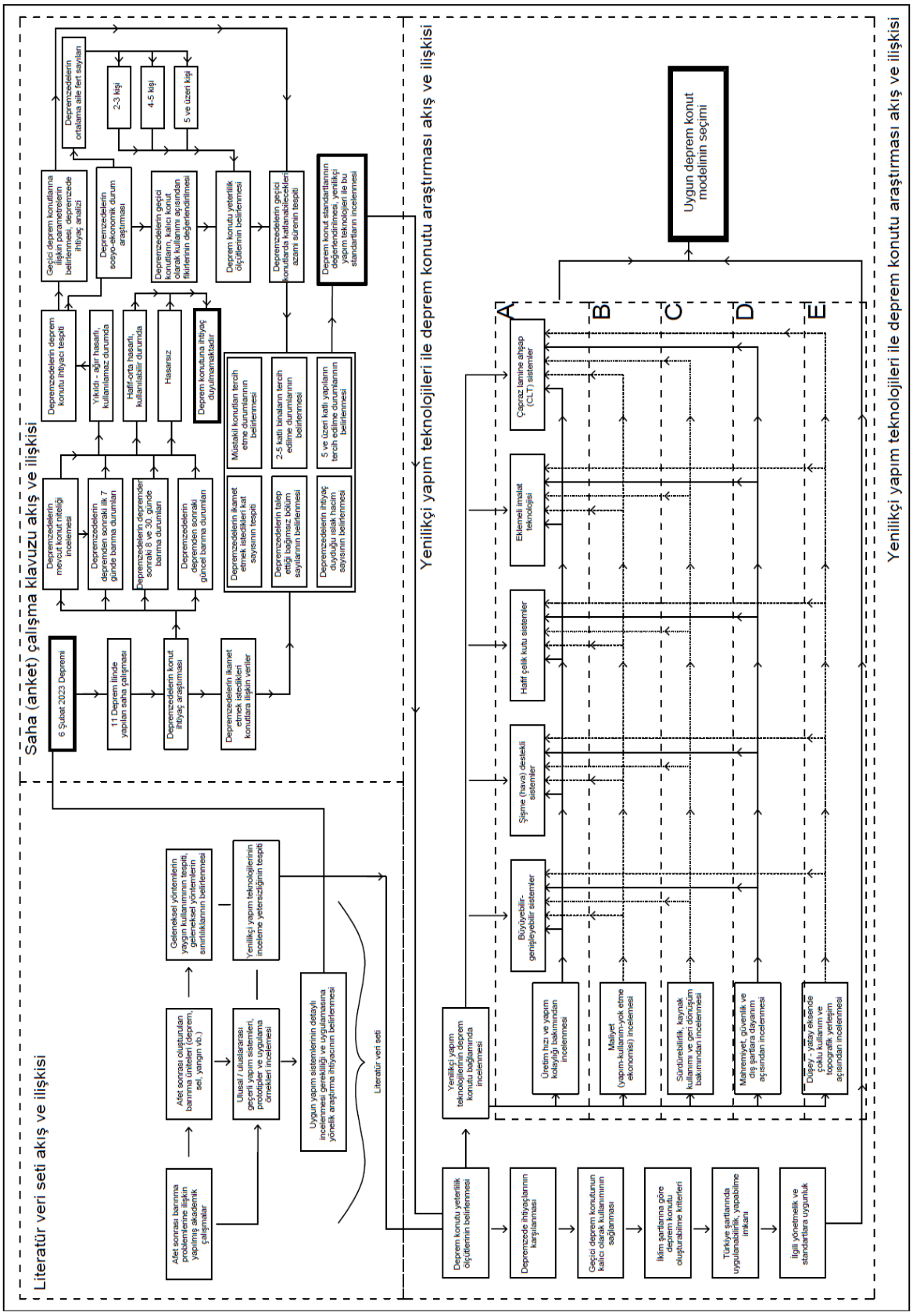
Şekil 5.13. Yenilikçi yapım teknolojilerinin düşey, yatay eksende çoklu kullanım ve topografik yerleşim süreçlerine ilişkin akış şeması

5.2. Saha Verilerine İlişkin Bulgular

Yenilikçi yapım teknolojileri esaslı sistemlerin üzerinden farklı parametrelere göre araştırılarak ve mukayese edilerek ortaya konulacak deprem konutu modelinin, daha önce rezerv konut alanı olarak belirlenmiş ve altyapısı hazır hale getirilmiş bir yerde yapılacağı öngörülerek inceleme de değerlendirme yapılmıştır.

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen anket uygulaması ile afetzedelerin sosyo-ekonomik durumları, deprem öncesinde sahip oldukları konutlara ilişkin farkındalık düzeyleri, deprem sonrası karşılaştıkları barınma sorunları, geçici konutlara erişim durumları ve bu konutlara yönelik beklentileri ile kalıcı konutlara erişim ve beklentileri kapsamlı biçimde incelenmiştir. Ayrıca, afet sonrasında bireylerin kendilerini hangi yapım sisteminde daha güvenli hissettiklerine ilişkin algıları da değerlendirilmiştir.

Anketten elde edilen bulgular, daire grafikler aracılığıyla görselleştirilerek aşağıda sunulmuştur. Bu kapsamda gerek kamu gerekse özel sektör tarafından uygulanabilecek, afetzedelerin ihtiyaçlarına en uygun, erişilebilir ve sürdürülebilir yapım yöntemlerinin belirlenmesi amacıyla literatürden elde edilen veriler ve sahadan elde edilen bulgular ile yenilikçi yapım teknolojilerinin belirlenmesine yönelik süperpoze edilmiş diyagram Şekil 5.14.'te verilmiştir.



Şekil 5.14. Literatür veri seti, saha(anket) çalışma kavuzu ve yenilikçi yapım teknolojilerine ilişkin çalışma yöntem akış şeması

30 Mart 2025 tarihi itibariyle deprem sonrası barınma ihtiyaçlarına yönelik 203 afetzede kişi ile yapılan bu anket çalışmasında ulaşılan hedef kitle depremde etkilenen 11 ildeki depremzedelerden oluşmakla birlikte; özellikle depremden en çok etkilenen Kahramanmaraş ve Hatay illerindeki depremzedelerden meydana gelmektedir. Bu iller dışında depremden zarar görmüş diğer illerden de anket çalışmasına katılım sağlanmıştır. Yapılan anket çalışmasına ilişkin sorular ve katılımcıların verdiği yanıtlara göre dağılımlar daire grafik olarak gösterilmiş, grafiklerin sonunda elde edilen istatistiki veriler ayrıca yorumlanmıştır. Anket çalışmasında yer alan sorular ve dağılımlar şu şekildedir:

Çizelge 5.25. Depremzedelerin cinsiyete ilişkin frekans ve yüzdeler

CİNSİYET	Frekans (f)	Yüzde (%)	TOPLAM
Kadın	103	50,7	203
Erkek	100	49,3	

Araştırmaya katılan depremzedelerin yaş gruplarına ilişkin verileri Çizelge 5.26'da gösterilmiştir. Buna göre araştırmaya katılanların 62'si (%30,5) 18-23 yaş aralığında, 42'si (%20,7) 24-29 yaş aralığında, 68'i (%33,5) 30-44 yaş aralığında, 28'i (%13,8) 45-64 yaş aralığında ve 3'ü (%1,5) ise 65 yaş üzeri bireylerden oluşmaktadır.

Çizelge 5.26. Depremzedelerin yaş gruplarına ilişkin frekans ve yüzdeler

YAŞ	Frekans (f)	Yüzde (%)	TOPLAM
18-23	62	30,5	203
24-29	42	20,7	
30-44	68	33,5	
45-64	28	13,8	
65 ve üzeri	3	1,5	

Araştırmaya katılan depremzedelerin eğitim durumlarına ilişkin verileri Çizelge 5.27.'de gösterilmiştir. Buna göre araştırmaya katılan depremzedelerin 12'si (%5,9) ilköğretim, 34'ü (%16,7) ortaöğretim, 131'i (%64,5) lisans ve 26'sı (%12,8) lisansüstü mezunundan oluşmaktadır.

Çizelge 5.27. Depremzedelerin eğitim durumlarına ilişkin frekans ve yüzdeler

EĞİTİM DURUMU	Frekans (f)	Yüzde (%)	TOPLAM
İlköğretim (İlkokul/Ortaokul)	12	5,9	203
Ortaöğretim (Lise)	34	16,7	
Lisans	131	64,5	
Lisansüstü	26	12,8	

Araştırmaya katılan depremzedelerin aile fertleri sayısına ilişkin verileri Çizelge 5.28'de gösterilmiştir. Buna göre araştırmaya katılan depremzedelerin aile ferdi sayısı 2 olan 15 (%7,4), 3 olan 38 (%18,7), 56 olan (%27,6), 4 olan 44 (%2,7) ve 5 ve üzeri olan 50 (%24,6) kişidir.

Çizelge 5.28. Depremzedelerin aile fertleri sayısına ilişkin frekans ve yüzdeler

AİLE FERTLERİ SAYISI	Frekans (f)	Yüzde (%)	TOPLAM
2	15	7,4	203
3	38	18,7	
4	56	27,6	
5	44	21,7	
5 ve üzeri	50	24,6	

Araştırmaya katılan depremzedelerin ikamet ettikleri şehirlere ilişkin verileri Çizelge 5.29.'da gösterilmiştir. Buna göre araştırmaya katılan depremzedelerden Kahramanmaraş'ta 52 (%25,6), Hatay' da 58 (%28,6), Şanlıurfa'da 20 (%9,9), Adıyaman'da 14 (%6,9) ve diğer şehirler olan Adana, Diyarbakır Elâzığ, Gaziantep, Kilis, Malatya, Osmaniye'de toplam 59 (%29,1) olmak üzere toplam 203 katılımcı yer almaktadır.

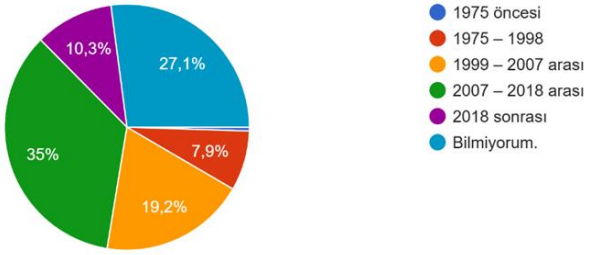
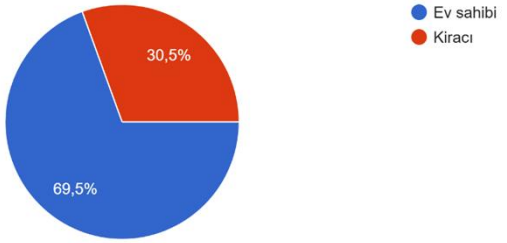
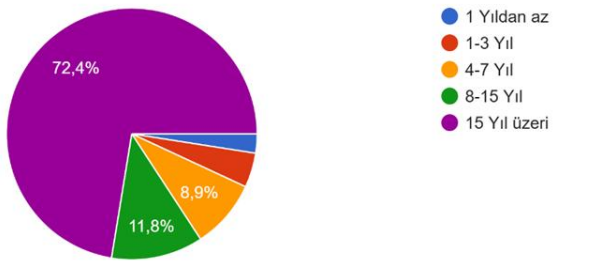
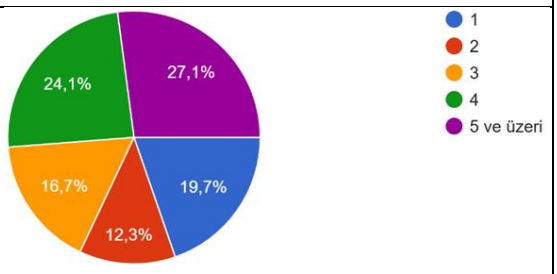
Çizelge 5.29. Depremzedelerin ikamet şehirlerine ilişkin frekans ve yüzdeler

İKAMET ŞEHRİ	Frekans (f)	Yüzde (%)	TOPLAM
Kahramanmaraş	52	25,6	203
Hatay	58	28,6	
Şanlıurfa	20	9,9	
Adıyaman	14	6,9	
Diğer (Adana, Diyarbakır, Elazığ, Gaziantep, Kilis, Malatya, Osmaniye)	59	29,1	

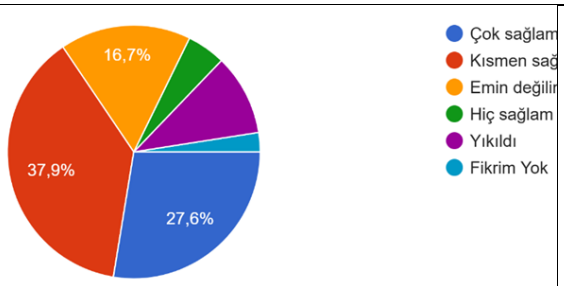
Araştırma kapsamında yer alan depremzedelerin deprem öncesinde yaşadıkları konutlara ilişkin bilgileri ortaya koymak üzere yöneltilen sorular ayrı ayrı yüzde grafiklerinde

hesaplanarak ortaya konmuştur. Buna göre depreme öncesi konutlara ilişkin çizelge 5.30. verilmiştir.

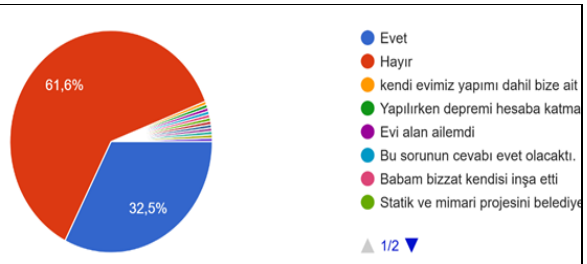
Çizelge 5.30. Deprem öncesi konutlara ilişkin bilgiler

<table>
<tr><th colspan="2">Deprem öncesi konutlara ilişkin bilgiler</th></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>Grafik 1- Depremzedelerin binalarının projelendirme tarihi</td><td>Grafik 2- Depremzedelerin oturdukları konutlardaki mülkiyet durumu</td></tr>
<tr><td>Grafik 1’e göre depremzedelerin deprem sırasında oturdukları binalarının projelendirilme tarihlerine ilişkin yöneltilen soruya %0,5’i 1975 yılı öncesi, %7,9’u 1975-1998 yılları arası, %19,2’si 1999-2007 yılı arası, %35’i 2007-2018 yılları arası, %10,3’ü 2018 yılı sonrasında binalarının projelendirildiğini belirtirken 27,1’i ise binalarının projelendirilme tarihleri konusunda herhangi bir bilgiye sahip olmadıklarını belirtmişlerdir.</td><td>Grafik 2’ye göre depremzedelerin deprem öncesinde yaşadıkları konutlarının mülkiyet durumuna ilişkin yöneltilen soruya %69,5’i ev sahibi, %30,5’i ise kiracı olarak cevap vermişlerdir.</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>Grafik 3- Depremzedelerin kentlerinde ikamet süresi</td><td>Grafik 4- Depremzedelerin konutlarındaki bağımsız bölüm sayıları</td></tr>
<tr><td>Grafik 3’e göre depremzedelerin kentlerinde ikamet süresine ilişkin yöneltilen soruya %2,4’ü 1 yıldan az, %4,5’i 1-3 yıl, %8,9’u 4-7 yıl, %11,8’i 8-15 yıl, %72,4’ü ise 15 yıl ve üzerinde ikamet ettikleri belirtilmiştir.</td><td>Grafik 4’e göre depremzedelerin deprem öncesinde yaşadıkları konutlardaki bağımsız bölüm sayılarına ilişkin yöneltilen soruya %19,7’si 1, %12,3’ü 2, %16,7’si 3, %24,1’i 4 ve %27,1’i 5 ve üzeri olarak cevap vermişlerdir.</td></tr>
</table>

Çizelge 5.30. (devam) Deprem öncesi konutlara ilişkin bilgiler



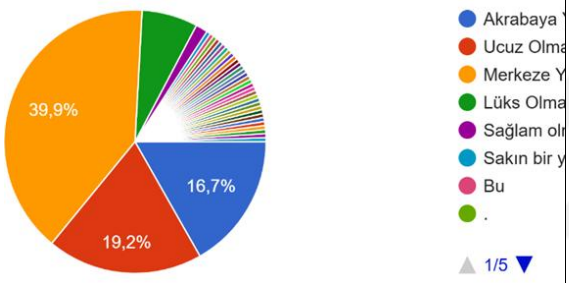
Grafik 5- Depremzedelerin binalarının dayanıklılığına ilişkin görüşleri



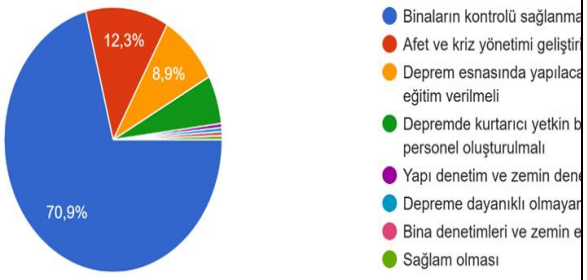
Grafik 6- Depremzedelerin konutlarının depreme dayanıklılığını araştırılma durumları

Grafik 5'e göre depremzedelerin deprem sırasında oturdukları binalarının dayanıklı olup olmadığına ilişkin düşünceleri incelendiğinde %27,6'sı çok sağlam, %37,9'u kısmen sağlam, %19,2'si emin değilim veya fikrinin olmadığını, %4,9'u hiç sağlam olmadığını ve % 10,3'ü yıkıldığını belirtmişlerdir.

Grafik 6'ya göre depremzedelerin deprem sırasında oturdukları konutlarına yerleşmeden önce depreme dayanıklılığına ilişkin &61,6'sı hayır, %32,5'i evet,%5,9'u ise diğer yanıtını vermişlerdir.



Grafik 7- Depremzedelerin binalarının seçiminde dikkate aldığı faktörler



Grafik 8- Depremzedelerin depreme hazırlık için önceliğin ne olduğuna ilişkin görüşleri

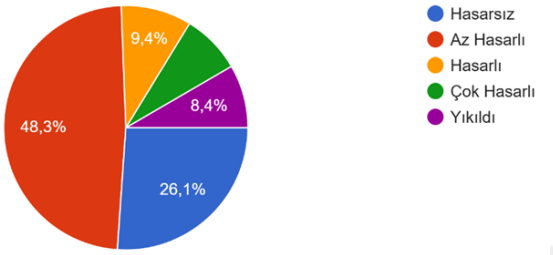
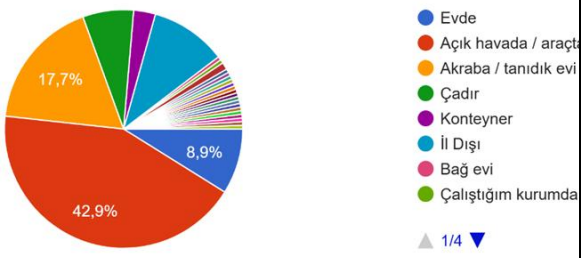
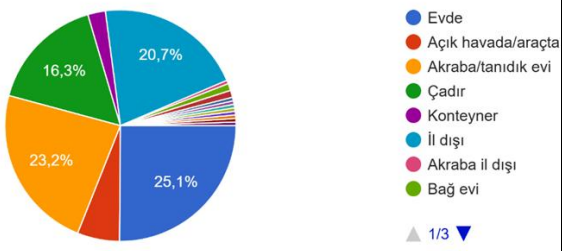
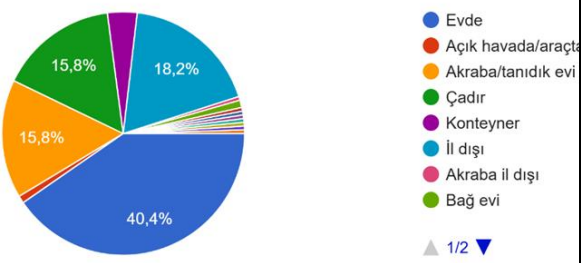
Grafik 7'ye göre depremzedelerin deprem sırasında oturdukları konutları alırken ya da kiralarken dikkate aldıkları en önemli faktöre ilişkin olarak %39,9'u merkeze yakınlığı, %19,2'si ucuz olması, %16,7'si akrabaya yakınlığı, %6,9'u lüks olmasını belirtirken %17,'sı ise sağlam olması, sakin yer olması, işine yakın olması gibi diğer seçenekleri belirtmişlerdir.

Grafik 8'e göre depremzedelerin deprem hazırlık açısından yapılması gereken önceliğin ne olduğuna ilişkin görüşlerine göre %70,9'u binaların kontrolünün sağlanması gerektiği, %12,3'ü afet ve kriz yönetimin geliştirilmesi gerektiği, %8,9'u deprem sonrasında yapılacaklar üzerine eğitim verilmesi, %5,9'u depremde kurtarıcı yetkin ve birim, personel oluşturulması gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca katılımcıların %2'si yapı ve zemin denetimin yapılmasını, bina ve zeminlerin etüd edilmesini, dayanıksız binaların yıkılması gerektiği bilgilerini de sunmuşlardır.

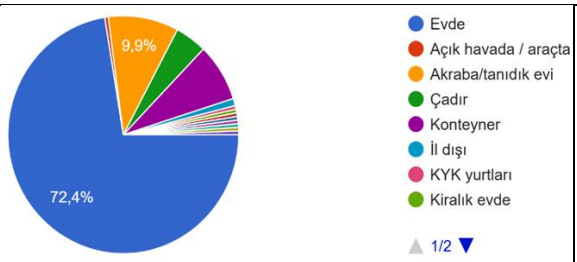
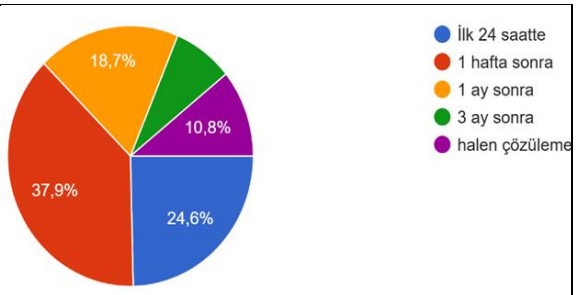
Araştırma kapsamında yer alan depremzedelerin deprem sonrasında geçici/kalıcı konutlarına ilişkin bilgileri ve barınma durumlarını ortaya koymak üzere yöneltilen sorular ayrı ayrı

yüzde grafiklerinde hesaplanarak ortaya konmuştur. Buna göre deprem sonrası konutlara ve barınma durumlarına ilişkin bilgiler Çizelge 5.31.'de verilmiştir.

Çizelge 5.31. Deprem sonrası konutlara ve barınma durumlarına ilişkin bilgiler

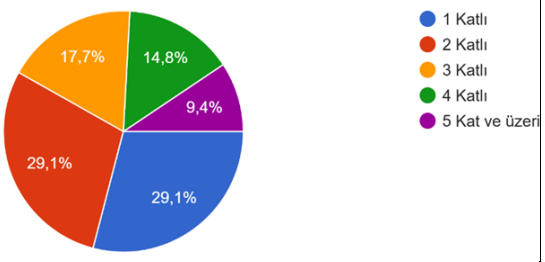
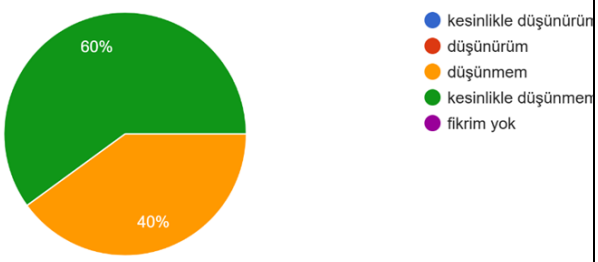
<table>
<tr><td colspan="2">Deprem sonrası konutlara ve barınma durumlarına ilişkin bilgiler</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>Grafik 9- Depremzedelerin depremden sonra konutlarının hasar durumları</td><td>Grafik 10- Depremzedelerin depremden sonraki ilk 7 gündeki barınma durumları</td></tr>
<tr><td>Grafik 9'a göre depremzedelerin depremden sonra konutlarının hasar durumlarına ilişkin %26,1'i hasarsız, % 48,3'ü az hasarlı, %9,4'ü hasarlı, %7,9'u çok hasarlı ve %8,4'ü yıkıldı olarak bildirmişlerdir.</td><td>Grafik 10'a göre depremzedelerin depremden sonraki ilk 7 günü nerede geçirdiklerine ilişkin %42,9'u açık havada, araçta geçirdiklerini, %17,7'si akraba/tanıdık evlerde, %8,9'u evde, %10,3'ü il dışında, %6,9'u çadırda, %3'ü konteynerde ve %10,3'ü çiftlik, bağ evi, işyeri, sera gibi diğer yerlerde cevabını vermişlerdir.</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>Grafik 11- Depremzedelerin depremden sonraki 8.-30. gündeki barınma durumları</td><td>Grafik 12- Depremzedelerin depremden 1 ay sonraki barınma durumları</td></tr>
<tr><td>Grafik 11'e göre depremzedelerin depremden sonraki 8.-30. günleri nerede geçirdiklerine ilişkin %25,1'i evde, %23,2si akraba/tanıdık evde, %20,7'si il dışında, %16,3'ü çadırda, %5,9'u çadırda, %2,5'i konteyner ve %6,3'ü bağ evi, müstakil ev ve cami gibi diğer yerlerde cevabını vermişlerdir.</td><td>Grafik 12'ye göre depremzedelerin depremden 1 ay sonraki zamanda nerede geçirdiklerine ilişkin %40,4'ü evde, %18,2'si il dışında, % 15.8'i akraba/tanıdık evi ve çadırda, % 3,9'u konteynerde ve %3,5'i bağ evi, müstakil ev ve cami gibi diğer yerlerde cevabını vermişlerdir.</td></tr>
</table>

Çizelge 5.31. (devam) Deprem sonrası konutlara ve barınma durumlarına ilişkin bilgiler

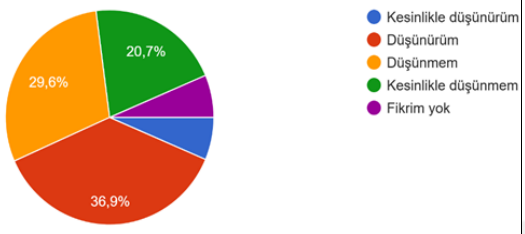
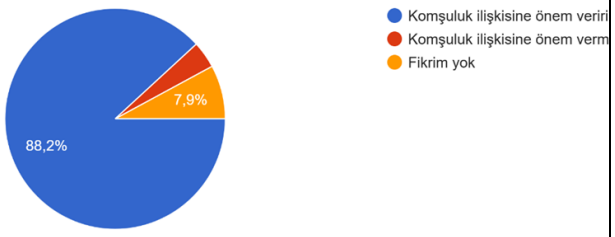
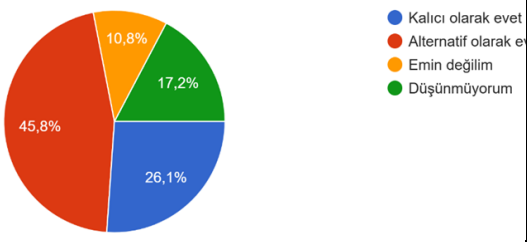
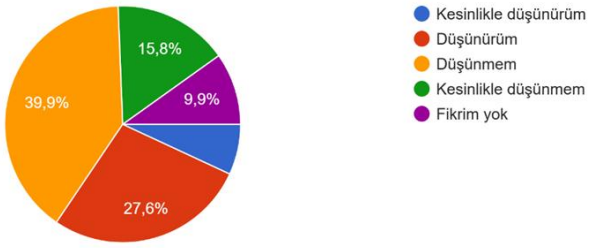
	
Grafik 13-Depremzedelerin şu anki barınma durumları	Grafik 14- Depremzedelerin depremden sonra barınmaya ihtiyacına yönelik yapılan çalışmalara ilişkin görüşleri
Grafik 13'e göre depremzedelerin şu an ikamet ettikleri yerlere ilişkin olarak %72,4'ü evde, %9,9'u akraba/tanıdık evlerinde, %7,9'u konteynerde, %4,4'ü çadırda ve %5,4'ü diğer yerlerde kaldıklarını belirtmişlerdir.	Grafik 14'e göre depremzedelerin %37,9'u barınma ihtiyacına yönelik yapılan çalışmaların 1 hafta sonra, %24,6'sı ilk 24 saatte, %18,7'si 1 ay sonra, %10,8'i halen çözülmediğini ve %7,9'u ise 3 ay sonra başladığını belirtmişlerdir

Araştırma kapsamında depremzedelerin deprem sonrasında barınma ihtiyaçlarına yönelik geçici ve kalıcı konutlardan beklentilerini ortaya koymak üzere yöneltilen sorular ayrı ayrı yüzde grafiklerinde hesaplanarak ortaya konmuştur. Buna göre Depremzedelerin deprem sonrası barınma ihtiyaçlarına yönelik geçici ve kalıcı konutlardan beklentileri Çizelge 5.32.'de verilmiştir.

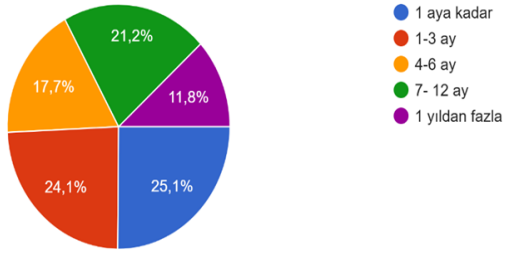
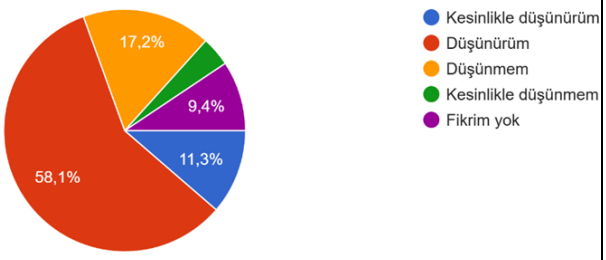
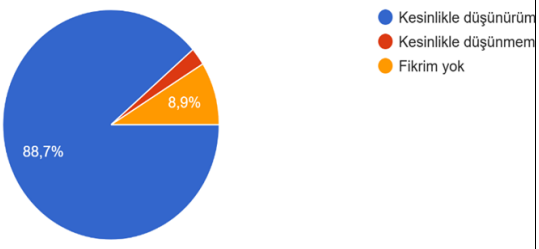
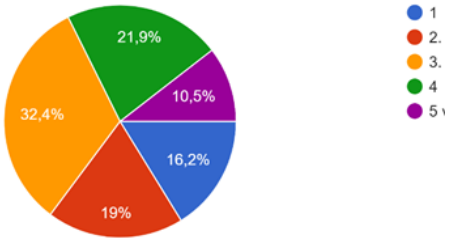
Çizelge 5.32. Depremzedelerin deprem sonrası barınma ihtiyaçlarına yönelik geçici ve kalıcı konutlardan beklentileri

Depremzedelerin deprem sonrası barınma ihtiyaçlarına yönelik geçici ve kalıcı konutlardan beklentileri	
	
Grafik 15- Depremzedelerin ikamet etmek istedikleri konutlara ilişkin kat sayıları	Grafik 16- Depremzedelerin 5 kat ve üzeri konutlarda yaşamayı tercih etme durumları

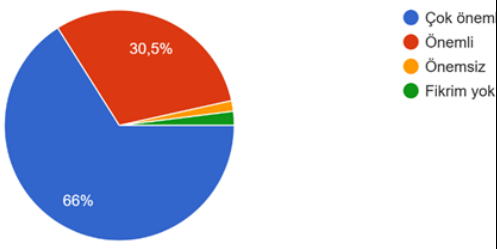
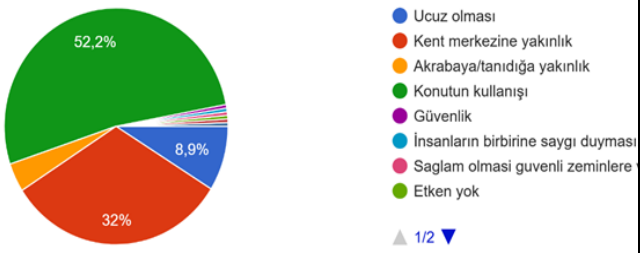
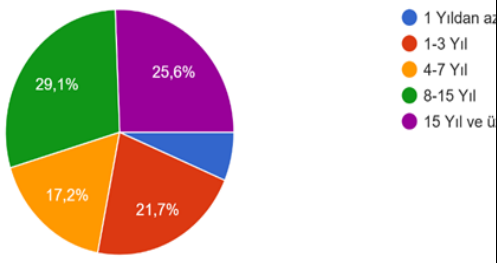
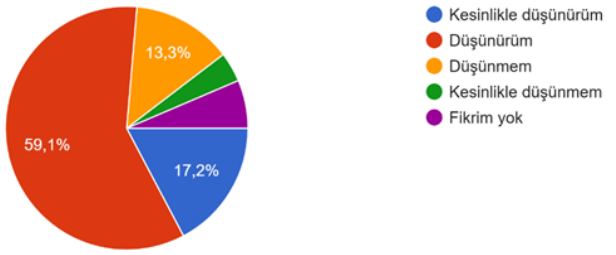
Çizelge 5.32. (devam) Depremzedelerin deprem sonrası barınma ihtiyaçlarına yönelik geçici ve kalıcı konutlardan beklentileri

<table>
<tr><td colspan="2">Depremzedelerin deprem sonrası barınma ihtiyaçlarına yönelik geçici ve kalıcı konutlardan beklentileri</td></tr>
<tr><td>Grafik 15’e göre depremzedelerin %29,1’i 1 katlı ve 2 katlı konutlarda, % %17,7 3 katlı konutlarda, %14,8’i 4 katlı konutlarda ve %9,4 5 kat ve üzeri konutlarda ikamet etmek istediklerini belirtmişlerdir.</td><td>Grafik 16’ya göre depremzedelerin 5 kat ve üzeri konutlarda yaşamayı düşünüp düşünmediklerine ilişkin yöneltilen soruya %60’ı kesinlikle düşünmediğini, %40’ı ise düşünmediğini ifade etmiştir.</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>Grafik 17- Depremzedelerin 2-5 katlı konutlarda yaşamayı tercih etme durumları</td><td>Grafik 18-Depremzedelerin komşuluk ilişkisine ilişkin görüşleri</td></tr>
<tr><td>Grafik 17’ye göre depremzedelerin 2-5 katlı konutlarda yaşamayı düşünüp düşünmediklerine ilişkin yöneltilen soruya %6,4’ü kesinlikle düşünürüm, %36,9’u düşünürüm, %29,6’sı düşünmem, %20,7’si kesinlikle düşünmem, %6,4’ü fikrim yok şeklinde cevap belirtmişlerdir.</td><td>Grafik 18’e göre depremzedelerin komşuluk ilişkisine olan bakış açılarına ilişkin yöneltilen soruya %88,2’sinin komşuluk ilişkisine önem verdiği, %3,9 komşuluk ilişkisine önem vermediğini %7,9’un ise fikri olmadığını belirtmiştir.</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>Grafik 19- Depremzedelerin deprem sonrasında köy-kırsal alana yerleşme tercihleri</td><td>Grafik 20- Depremzedelerin kalıcı konutlara geçiş sürecinde başka illere göç etme tercihleri</td></tr>
<tr><td>Grafik 19’a göre depremzedelerin deprem sonrasında köy-kırsal alana ev yaptırıp yerleşmeyi düşünüp düşünmediklerine ilişkin yöneltilen soruya %45,8’i alternatif olarak evet, %26,1’i kalıcı olarak evet,i %17,2’si düşünmediklerini ve %10,8’i emin olmadıklarını belirtmişlerdir.</td><td>Grafik 10’ye göre depremzedelerin deprem sonrasında kalıcı konutlara geçiş sürecinde başka illere göç etmeyi düşünüp düşünmediklerine ilişkin yöneltilen soruya %39,9’u düşünmem, %15,8’i kesinlikle düşünmemi, %9,9 fikrim yok, %27,6 düşünürüm, % 6,9 kesinlikle düşünmem olarak yanıt vermiştir.</td></tr>
</table>

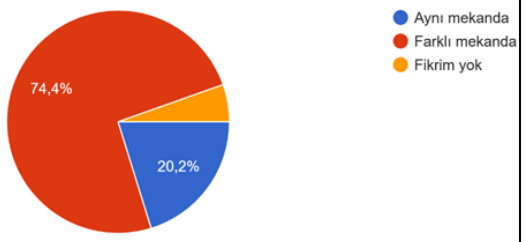
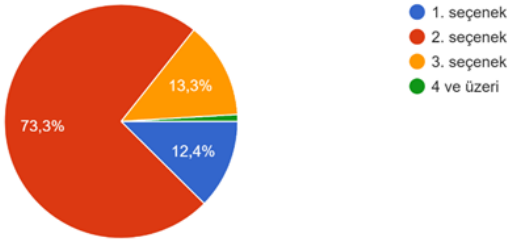
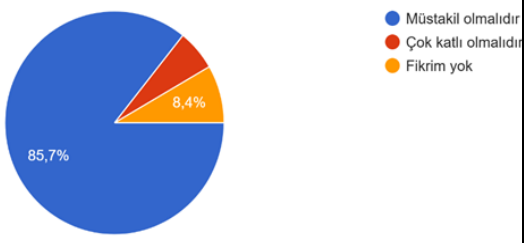
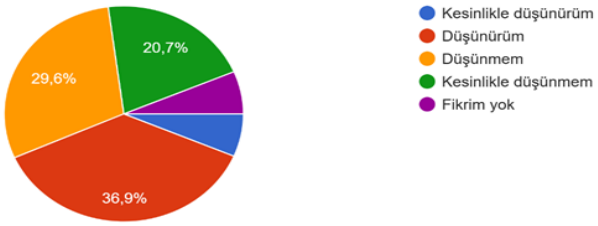
Çizelge 5.32. (devam) Depremzedelerin deprem sonrası barınma ihtiyaçlarına yönelik geçici ve kalıcı konutlardan beklentileri

<table>
<tr><td colspan="2">Depremzedelerin deprem sonrası barınma ihtiyaçlarına yönelik geçici ve kalıcı konutlardan beklentileri</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>Grafik 21- Depremzedelerin geçici konutlarda yaşamak için kalabilecekleri maksimum süre</td><td>Grafik 22- Depremzedelerin aynı katta bağımsız bölümlerden oluşan konutlarda yaşamayı tercih etme durumları</td></tr>
<tr><td>Grafik 21’e göre depremzedelerin geçici konutlardan kalıcı konutlara geçiş sürecinde katlanabilecekleri en fazla sürenin ne kadar olduğuna ilişkin yöneltilen soruya %25,1’i 1 aya kadar, %24,1’i 1-3 ay arasında, %21,2’si 7-12 arası, %17,7’si 4-6 ay arası ve %11,8’i 1 yıldan fazla olarak belirtmişlerdir.</td><td>Grafik 22’ye göre depremzedelerin aynı katta bağımsız bölümlerden oluşan konutlarda yaşamayı ne kadar tercih edeceklerine ilişkin yöneltilen soruya %58,1’i düşünürüm, %11,3’ü kesinlikle düşünürüm, %9,4’ü fikrim yok, % 17,2’si düşünmem ve %3,9’u kesinlikle düşünmem olarak belirtmişlerdir.</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>Grafik 23- Depremzedelerin müstakil konutları tercih etme durumları</td><td>Grafik 24- Depremzedelerin kalıcı konutlarda en az kaç bağımsız bölüm olması gerektiğine ilişkin görüşleri</td></tr>
<tr><td>Grafik 23’e göre depremzedelerin müstakil konutları tercih etme durumlarına ilişkin yöneltilen soruya % 88,7’si kesinlikle düşünürüm, %8,9’u fikrim yok, % 2,5’i kesinlikle düşünmem olarak belirtmişlerdir.</td><td>Grafik 24’e göre depremzedelere kalıcı konutlar en az kaç bağımsız mekandan oluşmasına ilişkin yöneltilen soruya %16,2’si 1 bağımsız bölüm, %19’u 2 bağımsız bölüm, %32,4’ü 3 bağımsız bölüm, %21,9’u 4 bağımsız bölüm ve %10,5’i 5 bağımsız bölüm olması gerektiğini belirtmişlerdir.</td></tr>
</table>

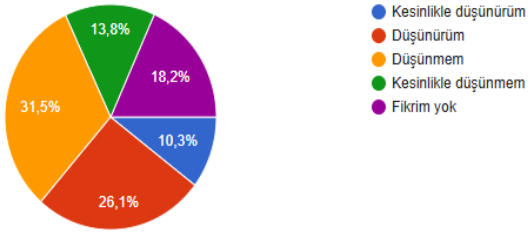
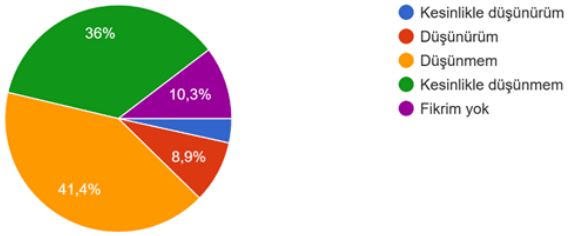
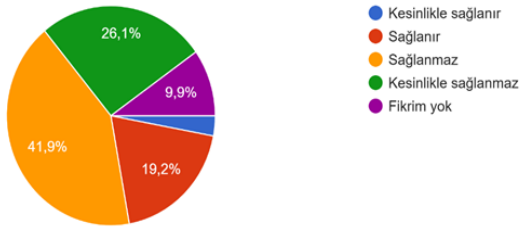
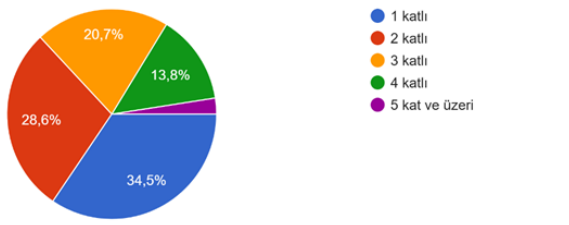
Çizelge 5.32. (devam) Depremzedelerin deprem sonrası barınma ihtiyaçlarına yönelik geçici ve kalıcı konutlardan beklentileri

Depremzedelerin deprem sonrası barınma ihtiyaçlarına yönelik geçici ve kalıcı konutlardan beklentileri	
	
Grafik 25- Depremzedelerin müstakil kalıcı konutlarda binalar arası mahremiyete ilişkin önem durumları	Grafik 26- Depremzedelerin kalıcı konutlarda deprem dışındaki en önemli etken durumları
Grafik 25'e göre depremzedelerin müstakil kalıcı konutlarda binalar arası mahremiyete ilişkin %66'sı çok önemli, %30,5'i önemli, %1,5 önemsiz, %2 fikrim yok seçeneklerini belirtmişlerdir.	Grafik 26'ya göre depremzedelerin kalıcı konutlarda deprem dışındaki en önemli faktör tercihlerine ilişkin %52,2'si konutun kullanışı, %32'si kent merkezine yakınlık, %8,9'u ucuz olması, %3,9'u akrabaya/tanıdığa yakınlık, %3'ü ise güvenliğin olması, sağlam zemine sahip olması, hepsi gibi diğer seçenekler belirtmişlerdir.
	
Grafik 27- Depremzedelerin kalıcı konutlarda yaşamak istedikleri süre	Grafik 28- Depremzedelerin kalıcı konutların merkezden uzağa yapılması gerekliliğine olan bakış açıları
Grafik 27'ye göre depremzedelerin kalıcı konutlarda ne kadar süre yaşamak istediklerine ilişkin yöneltilen soruya %6,4'ü 1 yıldan az, %21,7'si 1-3 yıl, %17,2'si 4-7 yıl, %29,1'i 8-15 yıl, %25,6'sı 15 yıl ve üzeri olarak cevap vermişlerdir.	Grafik 28'e göre depremzedelerin kalıcı konutların sağlam zeminlere yapılması durumu şehir merkezinden uzağa inşasını gerektiriyorsa uzakta yaşamayı ne kadar tercih edeceklerine ilişkin yöneltilen soruya %17,2'si kesinlikle düşünürüm, %59,1'i düşünürüm, %13,3'ü düşünmem, %3,9'u kesinlikle düşünmem, %6,4'ü fikrim yok şeklinde cevap vermişlerdir.

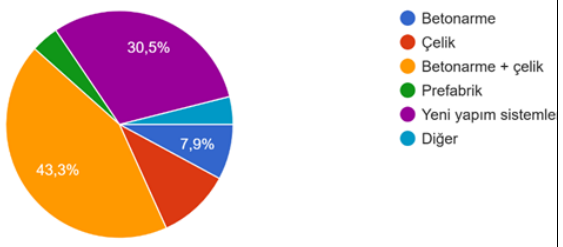
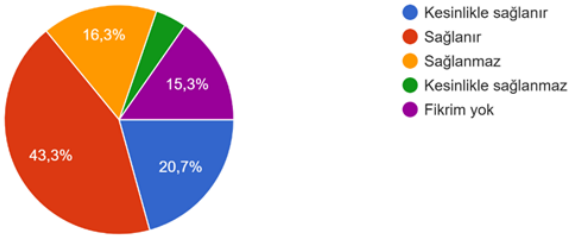
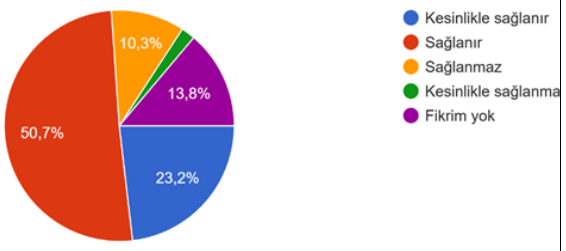
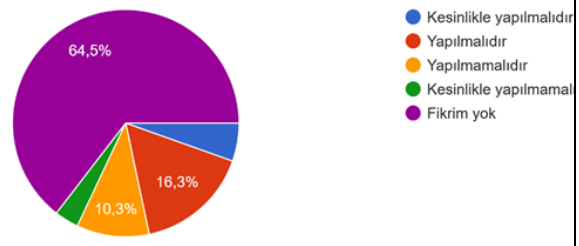
Çizelge 5.32. (devam) Depremzedelerin deprem sonrası barınma ihtiyaçlarına yönelik geçici ve kalıcı konutlardan beklentileri

<table>
<tr><td colspan="2">Depremzedelerin deprem sonrası barınma ihtiyaçlarına yönelik geçici ve kalıcı konutlardan beklentileri</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>Grafik 29- Depremzedelerin kalıcı konutlarda mutfak ile yaşam alanının bitişik ya da ayrı olma durumlarına ilişkin görüşleri</td><td>Grafik 30- Depremzedelerin kalıcı konutlarda ıslak hacim sayısına ilişkin tercihleri</td></tr>
<tr><td>Grafik 29’a göre depremzedelere kalıcı konutlarda mutfak ile yaşan alanı aynı mekânda mı ayrı mekânda mı düzenlenmeli sorusuna ilişkin %74,4’ü farklı mekânda, %20,2’si aynı mekânda %5,4’ü fikrim yok olarak cevap belirtmiştir.</td><td>Grafik 30’a göre depremzedelere kalıcı konutlarda ıslak hacim sayısı (wc,banyo,duş) sayısına ilişkin yöneltilen soruya %12,4’ü 1, %73,3’ü 2, % 13,3’ü 3 ve % 1’i 4 ve üzere olarak cevap belirtmiştir.</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>Grafik 31- Depremzedelerin kalıcı konutların müstakil olmasına ilişkin görüşleri</td><td>Grafik 32- Depremzedelerin kalıcı konutların 2 kattan yüksek yapılmasına ilişkin görüşleri</td></tr>
<tr><td>Grafik 31’e göre depremzedelere kalıcı konutların müstakil olarak düzenlenmesine ilişkin yöneltilen soruya %85,7’si müstakil olmalıdır, %8,4’ü fikrim yok ve %5,9’u çok katlı olmalıdır şeklinde cevap vermişlerdir.</td><td>Grafik 32’ye göre depremzedelere kalıcı konutların 2 kattan yüksek yapılması konusundaki düşüncelerine ilişkin yöneltilen soruya %6,4’ü kesinlikle düşünürüm,%36,9’u düşünürüm, %29,6’sı düşünmem, %20,7’si kesinlikle düşünmem, %6,4’ü fikrim yok şeklinde cevap belirtmişlerdir.</td></tr>
</table>

Çizelge 5.32. (devam) Depremzedelerin deprem sonrası barınma ihtiyaçlarına yönelik geçici ve kalıcı konutlardan beklentileri

<table>
<tr><td colspan="2">Depremzedelerin deprem sonrası barınma ihtiyaçlarına yönelik geçici ve kalıcı konutlardan beklentileri</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>Grafik 33- Depremzedelerin geçici konutların kalıcı konut olarak dizayn edilmesine ilişkin görüşleri</td><td>Grafik 34- Depremzedelerin tek konteyner birimin kalıcı konut olarak kullanımına ilişkin görüşleri</td></tr>
<tr><td>Grafik 33’e göre depremzedelere geçici konutların kalıcı konut olarak dizayn edilmesi hakkındaki görüşlerine ilişkin yöneltilen soruya %10,3’ü kesinlikle düşünürüm, %26,1’i düşünürüm, %31,5’i düşünmem, %13,8’i kesinlikle düşünmem ve %18,2’si fikrim yok cevaplarını vermişlerdir.</td><td>Grafik 34’e göre depremzedelerin tek konteyner birimin kalıcı konut olarak kullanımı hakkındaki düşüncelerine ilişkin yöneltilen soruya %3,4 kesinlikle düşünürüm, %8,9 düşünürüm, %41,4 düşünmem, %36 kesinlikle düşünmem ve %10,3’ü fikrim yok olarak cevap vermişlerdir.</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>Grafik 35- Depremzedelerin konteyner birimlerinin büyütülerek kalıcı konut sağlanıp sağlanamayacağına ilişkin görüşleri</td><td>Grafik 36- Depremzedelerin kalıcı konutların en az kaç katlı olması gerektiğine ilişkin görüşleri</td></tr>
<tr><td>Grafik 35’e göre depremzedelere yöneltilen konteyner birimlerinin üst üste ya da yan yana büyütülmesi ile kalıcı konut sağlanabilir mi sorusuna ilişkin %3’ü kesinlikle sağlanır, %19,2’si sağlanır, %41,9’u sağlanmaz, %26,1’i kesinlikle sağlanmaz ve %9,9’u fikrim yok cevaplarını vermiştir.</td><td>Grafik 36’ya göre depremzedelere yöneltilen kalıcı konutlar en az kaç katlı olmalı sorusuna ilişkin %34,5’i 1 katlı, %28,6’sı 2 katlı %20,7’si 3 katlı, %13,8’i 4 katlı ve %2,5’i 5 kat ve üzeri olarak belirtmişlerdir.</td></tr>
</table>

Çizelge 5.32. (devam) Depremzedelerin deprem sonrası barınma ihtiyaçlarına yönelik geçici ve kalıcı konutlardan beklentileri

Depremzedelerin geçici ve kalıcı konutlara yönelik bazı değişkenlere ilişkin görüşleri	
	
Grafik 37- Depremzedelerin kalıcı konutlarda kullanılması gereken ana yapı malzeme tercihleri	Grafik 38- Depremzedelerin geçici konutlarda sürdürülebilirlik sağlanmasına ilişkin görüşleri
Grafik 37'ye göre depremzedelere yöneltilen kalıcı konutlarda kullanılan ana yapı malzemesinin ne olması gerektiğine ilişkin soruya %43,3'ü betonarme+çelik, %30,5'i yeni yapım sistemleri, %10,3'ü çelik, %7,9'u betonarme, %3,9'u prefabrik ve %3,9'u diğer seçeneklerini belirtmişlerdir.	Grafik 38'e göre depremzedelere yöneltilen geçici yerleşimlerde/konutlarda sürdürülebilirlik sağlanabilir mi sorusuna ilişkin % 20,7'si kesinlikle sağlanır, %43,3'ü sağlanır, %16,3'ü sağlanmaz, % 4,4'ü kesinlikle sağlanmaz ve %15,3'ü fikrim yok cevaplarını vermişlerdir.
	
Grafik 39- Depremzedelerin kalıcı konutlarda sürdürülebilirlik sağlanmasına ilişkin görüşleri	Grafik 40- Depremzedelerin kalıcı konutlarda katmanlı üretime ilişkin görüşleri
Grafik 39'a göre depremzedelere yöneltilen kalıcı konutlarda sürdürülebilirlik sağlanabilir mi sorusuna ilişkin %23,2'si kesin sağlanır, %50,7'si sağlanır, %10,3'ü sağlanmaz, %2 kesinlikle sağlanmaz ve % 13,8'i fikrim yok olarak cevaplarını belirtmişlerdir.	Grafik 40'a göre depremzedelere yöneltilen kalıcı konutlarda katmanlı üretim (eklemeli imalat) hakkındaki düşüncelerine ilişkin %64,5'i fikrinin olmadığını, %5,4'ü kesinlikle yapılmalıdır, %16,3'ü yapılmalıdır, %10,3'ü yapılmamalıdır ve %3,4'ü kesinlikle yapılmamalıdır cevabını vermişlerdir.

Afet sonrasında ortaya çıkan acil barınma gereksinimi, acil müdahale, geçici iyileştirme ve yeniden inşa süreçlerini kapsayan çeşitli barınma çözümleriyle karşılanmaya çalışılmaktadır. Ancak bu çözümler, kullanıcı ihtiyaçlarını bütüncül biçimde karşılamakta yetersiz kalabilmekte; çevresel, sosyal ve ekonomik boyutlarda çeşitli sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Bu sorunların giderilmesi ve afetzedelerin en kısa sürede gündelik yaşama uyum sağlayabilmesi için özellikle mimarlık disiplini başta olmak üzere birçok alana önemli sorumluluklar düşmektedir.

Afet sonrasında barınma şekillerini, afetzedelerin afet öncesindeki yaşamlarına dönerken, geçici barınak oluşturma, oluşan barınakları kalıcı konuta yükseltme yahut yeni konut yapmak şeklinde aksiyon gösterme eğiliminde olduğunu ifade etmiştir. Geçici afet konutları, öncelikle afetzedelerin hayata ilişkin en temel ihtiyaçlarını karşılayabilecekleri asgari mekânsal büyüklüğe ve yeterli konfora sahip, hızlı ve kolay kurulabilen, dayanıklı, malzemeleri dönüştürülebilir olan, sökülerek veya taşınarak tekrardan kullanılabilen, düşük maliyetli yapılar olmalıdır [7]. Türkiye'nin nüfus yoğunluğu, mevcut konut stokunun yüksek afet riski taşıması ve içinde bulunduğu ekonomik koşullar dikkate alındığında, deprem sonrasında yeniden yapılanma sürecinin kapsamlı bir emek, maliyet ve yeniden üretim sürecini gerektirdiği görülmektedir. Bu bağlamda, yeniden yapılanmanın organizasyon modelinin oluşturulması; sürecin planlanması, üretim değişkenlerinin belirlenmesi ve uygulama yöntemlerinin doğru kurgulanması açısından kritik önem taşımaktadır. Tüm bu unsurların bir araya gelmesi sonucunda, deprem sonrası meydana gelen barınma ihtiyacının en kısa zamanda ve etkin biçimde karşılanması zorunluluk haline gelmektedir.

Çalışma kapsamında elde edilen bulgular, katılımcıların deprem sonrasındaki özellikle ilk bir aylık dönemde ciddi barınma sorunları yaşadıklarını ortaya koymaktadır. Katılımcıların önemli bir kısmının, deprem öncesinde ikamet ettikleri yapıların depreme dayanıklılığı hakkında bilgi sahibi olmadıkları anlaşılmış; ayrıca katılımcıların yaklaşık yarısına ait konutların deprem sonucunda ağır hasar aldığı veya tamamen yıkıldığı tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, afet sonrası ilk müdahalenin zamanında başlamadığı ve başladığında da barınma ihtiyacının büyük ölçüde geleneksel yöntemlerle karşılanmaya çalışıldığı belirlenmiştir. Elde edilen veriler, depremden sonraki ilk ay içinde dahi katılımcıların kendi konutlarına geri dönemediğini göstermektedir.

Araştırma, deprem sonrası ihtiyaç duyulan geçici ve kalıcı barınma çözümlerine ilişkin önemli sonuçlar sunmaktadır. Bulgular, depremzedelerin afet konutlarına en kısa sürede erişmeyi öncelikli bir ihtiyaç olarak gördüğünü göstermektedir. Katılımcıların büyük çoğunluğunun dört ve üzeri kişiden oluşan hane halkına sahip olması, deprem sonrası mekânsal planlamada kişi sayısına göre mekân sayısının belirleyici bir kriter olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, araştırma sorusuna verilen yanıtlar, konteyner yerleşimlerinden kalıcı konutlara geçiş sürecine ilişkin eleştirilerin ve beklentilerin yoğun olduğunu, dolayısıyla mevcut uygulamaların kullanıcı ihtiyaçlarını tam olarak karşılamadığını göstermektedir. Bu yönüyle çalışma, deprem sonrası barınma modellerinin yeniden değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir

Araştırma bulguları, katılımcıların büyük çoğunluğunun yüksek eğitim düzeyine sahip olduğunu ve uzun yıllardır kentte ikamet ettiklerini göstermektedir. Katılımcıların önemli bir kısmının mevcut konutlarında sekiz yılın üzerinde yaşadıkları ve çoğunluğunun mülk sahibi olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, deprem sonrası inşa edilecek kalıcı konutların kullanıcılar tarafından uzun yıllar boyunca kullanılabileceğini, dolayısıyla konut tasarımının geçici değil, kalıcı kullanım bilinciyle ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Araştırma kapsamında, katılımcıların en az üç bağımsız birim içeren konutlarda yaşadıkları belirlenmiştir. Bu bulgu, afet sonrasında tasarlanacak konutların asgari üç bağımsız mekânı içerecek şekilde planlanmasının zorunlu olduğunu göstermektedir. Ayrıca katılımcıların büyük çoğunluğu deprem sonrası yüksek katlı binalarda yaşamayı tercih etmediklerini, buna karşın müstakil veya az katlı yapılara yönelim gösterdiklerini ifade etmiştir. Bu sonuç, deprem sonrası kalıcı konut üretiminde yüksek katlı yapılaşmadan kaçınılması gerektiğini ve daha yatay, düşük yoğunluklu yerleşim modellerinin kullanıcı beklentileriyle daha uyumlu olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, katılımcılar konut seçiminde komşuluk ilişkilerinin korunmasına önem verdiklerini belirtmiştir. Bu durum, deprem sonrası geliştirilecek yerleşim modellerinde sosyal bütünlüğü destekleyecek mekânsal kurgulara ihtiyaç duyulduğuna işaret etmektedir.

Kalıcı konutlara geçiş sürecine ilişkin değerlendirmelerde, katılımcıların büyük bir bölümü azami altı aya kadar beklemeyi göze alabileceklerini ifade etmiştir. Bu veri, afet sonrası uygulanacak modelin en geç altı ay içinde hayata geçirilebilir nitelikte olması gerektiğini göstermesi açısından kritik öneme sahiptir.

Katılımcıların yaklaşık yarısının ihtiyaç hâlinde başka illere göç edebileceğini belirtmesi ise, uzun süren barınma belirsizliğinin sosyolojik dengeleri olumsuz etkileyebileceğine işaret etmektedir. Dolayısıyla, hızlı uygulanabilir bir konut modeli oluşturmak yalnızca fiziksel değil, toplumsal sürdürülebilirlik açısından da gereklidir. Araştırmada ayrıca, katılımcıların önemli bir bölümünün kalıcı konutların kent merkezine yakın olmasını tercih ettiği görülmüştür. Bununla birlikte, sağlam zemin koşullarının şehir merkezinden uzakta olması durumunda, katılımcıların güvenli zeminleri tercih ederek merkezden uzaklaşmayı kabul edebilecekleri sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgu, deprem sonrası yer seçiminde zemin güvenliğinin kullanıcı motivasyonları üzerinde belirleyici bir faktör olduğunu göstermektedir.

Araştırma kapsamında, kalıcı deprem konutlarının oluşturulmasına yönelik süreçte katılımcıların yenilikçi yapım teknolojilerine ilişkin bilgi düzeylerinin sınırlı olduğu görülmüş olsa da bu sistemlerin sürdürülebilirlik potansiyeline yönelik olumlu değerlendirmelerde bulundukları anlaşılmaktadır. Elde edilen bulgular doğrultusunda, yenilikçi yapım teknolojileri kullanılarak geliştirilecek bir deprem konutu modelinin; deprem sonrasında hızla üretilebilmesi, sağlam zemin koşullarına uygun biçimde konumlandırılabilmesi, az katlı veya müstakil nitelikte tasarlanabilmesi, hane halkı büyüklüğüne göre gerekli mekânsal kapasiteyi oluşturabilmesi ve mekânsal bütünlüğü korurken komşuluk ilişkilerini destekleyen bir yerleşim düzeni sunabilmesi gibi kritik gereksinimleri karşılaması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, dayanıklılık ve uzun ömürlülük kriterlerini sağlayan, çağın teknik ve sürdürülebilirlik koşullarıyla uyumlu bu tür bir konut modelinin, afet sonrasında uygulanabilecek en uygun ve etkin deprem konutu çözümü olacağı değerlendirilmektedir.

Yenilikçi yapım teknolojilerinin tasarım ve uygulama optimizasyonuna dayalı olarak deprem konut modeli araştırması amacıyla incelenen beş farklı yenilikçi yapım teknolojisi üzerinde, yapım süreci verimliliği, maliyet, çevresel performans, kullanıcı odaklı mekânsal performans ve mekânsal organizasyon ana kriterleri ve bu ana kriterler alt başlıklarında incelenen alt kriterler ile analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın hedefi doğrultusunda ülkemizde meydana gelebilecek deprem felaketi sonrasında ortaya çıkacak konut ihtiyacının optimum düzeyde karşılanabilmesi için ele alınan yenilikçi yapım sistemleri kendi aralarında kıyaslanarak konut senaryosuna en uygun seçime gidilmiştir.

5.3. Optimum Deprem Konutu Tasarımına Yönelik Uzman Görüşlerine İlişkin Bulgular

Yenilikçi yapım teknolojilerinin ana ve alt kriterlerle incelenmesi ve değerlendirilmesinde pek çok değişken bulunmasından dolayı çalışma kapsamında çoklu karar verme yöntemlerinden biri olan ve literatürde sıklıkla tercih edilen Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yönteminden yararlanılmıştır. İncelemesi yapılan beş farklı yenilikçi yapım teknolojisi 5 ana ve 14 alt kritere ayrılarak, ikili karşılaştırmalar ile toplamda 23 karşılaştırma ile değerlendirilmiştir.

Literatürde AHP yöntemi ile pek çok çalışma yapıldığı görülmüş, yapılan bu çalışmaların içerikleri incelendiğinde çoklu karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), karar verme literatüründe en yaygın kullanılan yöntemlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Bu yöntemde, çok sayıda alternatifi içeren yenilikçi yapım teknolojilerine ilişkin her bir ana ve alt kriter, uzman değerlendirmelerine dayalı ikili karşılaştırmalar yoluyla analiz edilmekte ve bu sayede kriterler arası göreli önem düzeylerini yansıtan karşılaştırma matrisleri oluşturulmaktadır. Uzmanlar tarafından yapılan bu ikili değerlendirmeler, her bir kriterin göreli ağırlığının sistematik biçimde belirlenmesine imkân sağlamaktadır. Uygulamanın son aşamasında ise oluşturulan hiyerarşik yapı üzerinden alternatiflerin toplam performans değerleri hesaplanarak en uygun karar alternatifine ulaşılabilmektedir.

Çalışma kapsamında, uzmanlardan elde edilen tüm ikili karşılaştırma verileri için geometrik ortalama yöntemi kullanılmış; bu yolla birleştirilen nihai değerler hiyerarşik modelin oluşturulmasında esas alınmış ve değerlendirme süreci bütüncül bir yapıya kavuşturulmuştur. Uzman değerlendirmesine sunulan kriterlere ilişkin tablo aşağıda yer almaktadır. Bu tablo, çalışmada kullanılan tüm kriterlerin sistematik biçimde sınıflandırılmasını ve analitik hiyerarşi sürecinde dikkate alınan ölçütlerin bütüncül bir çerçevede sunulmasını sağlamaktadır.

Çizelge 5.33. İkili kıyaslamada kullanılan önem derecelerine ilişkin tablo [146]

Derecesi	Değer Tanımları	Açıklama
1	Eşit önemli	Her iki durum amaca eşit katkıda bulunur.
3	Az önemli (az üstünlük)	Tecrübe ve değerlendirmelere göre bir durum diğerine göre biraz daha tercih edilir.
5	Güçlü önemli (fazla üstünlük)	Tecrübe ve değerlendirmelere göre bir durum diğerine göre daha çok tercih edilir.
7	Çok güçlü önemde (çok üstünlük)	Bir durum diğerine göre çok daha güçlü şekilde tercih edilir.
9	Son derece önemli (kesin üstünlük)	Bir durum diğerine göre mümkün olan en yüksek derecede tercih edilir.
2, 4, 6, 8	Ara değerler (uzlaşma değerleri)	Bir değerlendirmede sözler yetersiz kalıyorsa sayısal değerlerin ortasındaki bir değer verilir.

Çizelge 5.34. Uzman görüşüne sunulan ana kriterler ve alt kriterlerin tanımları

KRİTERLER	AÇIKLAMA
ANA KRİTER 1: YAPIM SÜRECİ VERİMLİLİĞİ	
Üretim Hızı	Üretim biriminin fabrika veya saha ortamında tamamlanabildiği süre
Yapım Kolaylığı	Montaj ekipmanı, işçilik gereksinimi, saha hazırlığı ihtiyacı ve kurulum karmaşıklığı
ANA KRİTER 2: MALİYET	
Yapım Ekonomisi	Malzeme, işçilik, lojistik, ekipman ve alt yapı hazırlığı maliyetleri
Kullanım Ekonomisi	Enerji tüketimi, bakım, tamir, ısıtma/soğutma giderleri gibi işletme maliyetleri
Yok Etme Ekonomisi	Yapının sökülmesi, geri dönüşümü, yeniden kullanım potansiyeli ve bertaraf maliyetleri
ANA KRİTER 3: ÇEVRESEL PERFORMANS	
Sürdürülebilirlik	Malzeme türü, karbon ayak izi, yaşam döngüsü performansı ve ekosistem etkisi
Kaynak Kullanımı	Yapımda kullanılan su, enerji, hammadde miktarı
Geri Dönüşüm	Yapı bileşenlerinin yeniden kullanım, dönüşüm ve minimum atık üretme kapasitesi
ANA KRİTER 4: KULLANICI ODAKLI MEKÂNSAL PERFORMANS	
Mahremiyet	İç mekân bölümlenmesi, görsel/işitsel ayrışma, mekânsal kişiselleştirme imkânı
Güvenlik	Yangın güvenliği, dayanım, yapısal stabilite ve kullanıcı risklerini azaltma kapasitesi
Dış Koşullara Dayanım	Isı, rüzgâr, su, güneş ve dış ortam etkilerine dayanıklılık
ANA KRİTER 5: MEKÂNSAL ORGANİZASYON	
Yatay Eksende Çoklu Kullanım	Plan düzleminde modülerlik, genişleyebilirlik veya birleştirilebilirlik kapasitesi
Düşey Eksende Çoklu Kullanım	Katlı yerleşime, istiflemeye veya hacimsel eklemeye uygunluk
Topografik Yerleşime Uyum	Farklı arazi eğimlerine, düzensiz parsel geometrilerine uyarlama yeteneği

Yenilikçi yapım sistemi performansına dayalı olarak yapılan incelemede; alanında uzman, farklı üniversitelerde görev yapan profesör unvanına sahip 7 farklı mimarlık bölümü öğretim üyesi tarafından, yalnızca uzmanlık alanı ve mesleki deneyimi yansıtan sınırlı bilgiler anonim olarak değerlendirilmiştir. Uzmanlarca doldurulan anketten elde edilen veriler, çoklu karar verme yazılımı olarak kullanılan Super Decisions programına aktarılmıştır. Yapılan bu analizden elde edilen frekanslar ile çalışma kapsamında incelenen 5 farklı yenilikçi yapım teknolojisi arasında kriterlerin ağırlıklarına dayalı olarak karşılaştırmaları yapılmış ve en uygun yapım sisteminin seçimi ortaya konmuştur. Uzmanlara hazırlanan anket ekte (Ek-2) sunulmuştur. Yenilikçi yapım teknolojilerinden deprem sonrası konut üretimi için en uygun modelin belirlenmesi amacıyla yürütülen çok kriterli karar verme sürecinde Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi tercih edilmiştir. Yenilikçi yapım teknolojilerinin seçimine ilişkin nihai karar öncesinde, her bir kriterin göreli önem düzeylerinin belirlenmesi amacıyla, 7 uzmandan elde edilen ikili karşılaştırma verilerinin geometrik ortalaması alınmış ve bu şekilde elde edilen birleşik matris Super Decisions programına aktarılmıştır. Nihai kriter ağırlıkları ve değerlendirme sonuçları söz konusu yazılım aracılığıyla elde edilmiştir.

Uygulama sıralaması ise şu şekilde hazırlanmıştır;

1- Amaç Tanımlama: Araştırmanın temel amacı, tez kapsamında ele alınan yenilikçi yapım teknolojileri arasından deprem sonrası konut gereksinimlerine en yüksek performansla cevap verebilecek optimum sistemin belirlenmesidir.
2- Kriter ve Alt Kriterlerin Oluşturulması: Literatürde yer alan güncel çalışmalar ve bilimsel kaynaklar incelenerek, yenilikçi yapım teknolojilerinin değerlendirilmesinde dikkate alınması gereken ana ve alt kriterler tanımlanmış; bu doğrultuda karar modelinin içeriksel çerçevesi oluşturulmuştur.
3- Alternatiflerin Belirlenmesi: Optimum yapım teknolojisinin seçimine yönelik alternatifler; büyüyebilen/genişleyebilen sistemler, şişme (hava) destekli yapılar, hafif çelik kutu sistemler, eklemeli imalat teknolojileri ve çapraz lamine ahşap (CLT) sistemler olmak üzere beş farklı yenilikçi yapı sistemi şeklinde belirlenmiştir.
4- Hiyerarşik Modelin Oluşturulması: Yapılan incelemeler sonucunda toplam 5 ana kriter ve 14 alt kriter olmak üzere 19 kriterden oluşan bir hiyerarşik yapı oluşturulmuştur.

5- Uzman Görüşlerinin Toplanması: Kriterlerin göreli önem düzeylerinin belirlenmesi amacıyla, farklı üniversitelerin mimarlık bölümlerinde görev yapan ve çalışma alanı araştırma konusuyla doğrudan ilişkili olan 7 profesör düzeyindeki uzman ile her bir kriter için ikili karşılaştırma anketleri gerçekleştirilmiştir.
6- Uzman Yanıtlarının Geometrik Ortalamaya Dönüştürülmesi: Anketlerden elde edilen ikili karşılaştırma verileri Excel ortamına aktarılmış; her bir karşılaştırma için uzman görüşlerinin geometrik ortalaması alınarak paket programa giriş için kullanılacak birleşik veri seti oluşturulmuştur.
7- Geometrik Ortalamaların AHP Yazılımına Aktarılması: Uzmanlardan elde edilen, 1–9 ölçeğindeki ikili karşılaştırma değerlerinin geometrik ortalamaları Super Decisions yazılımına tüm ana ve alt kriterler için ayrı ayrı girilmiştir.
8- Tutarlılık Analizlerinin Değerlendirilmesi: Programa aktarılan karşılaştırmalar için tutarlılık oranları incelenmiş; tutarlılık oranının 0,1'in altında olması sağlanmıştır. Tutarlılık değerinin bu sınırı aşması durumunda, ilgili karşılaştırmaların uzmanlar tarafından yeniden düzenlenmesi gerektiği not edilmiştir.
9- Sonuçların Analizi: Super Decisions yazılımından elde edilen kriter ağırlıkları doğrultusunda, ana ve alt kriterlerin göreli önem sıraları belirlenmiş; ardından değerlendirmeye alınan beş yenilikçi yapım sistemi kıyaslanarak deprem konutları için en uygun model ortaya konulmuştur.

Uzman görüşlerinden elde edilen verilere dayalı olarak, ana kriterlere ilişkin ikili karşılaştırmalar Super Decisions paket programı kullanılarak analiz edilmiş ve elde veriler aşağıdaki Çizelgelerde sunulmuştur. Deprem sonrası konut üretiminde ana kriterlerin ikili kıyasla yöntemiyle değerlendirilmesi;

Ankete katılan bazı uzmanların AHP kıyaslama çizelgesi üzerinde iki farklı tarafta farklı önem derecelerinde yanıt verdikleri görülmüştür. Uzmanların verdikleri bu yanıtlar aşağıdaki formüldeki gibi ağırlık yönünde olacak şekilde tek bir sayısal değere dönüştürülerek paket programa veri girişi sağlanmıştır.

$$a_{ij}^{*} = \sqrt{a_{ij} \times \frac{1}{a_{ji}}} \tag{5.1}$$

Bu, iki yönlü verilen değerleri tek bir tutarlı değere çevirmiştir. Uzmanlardan alınan her kritere yönelik yanıtlar ise geometrik ortalamaları alınarak program verisi olarak işlemiştir.

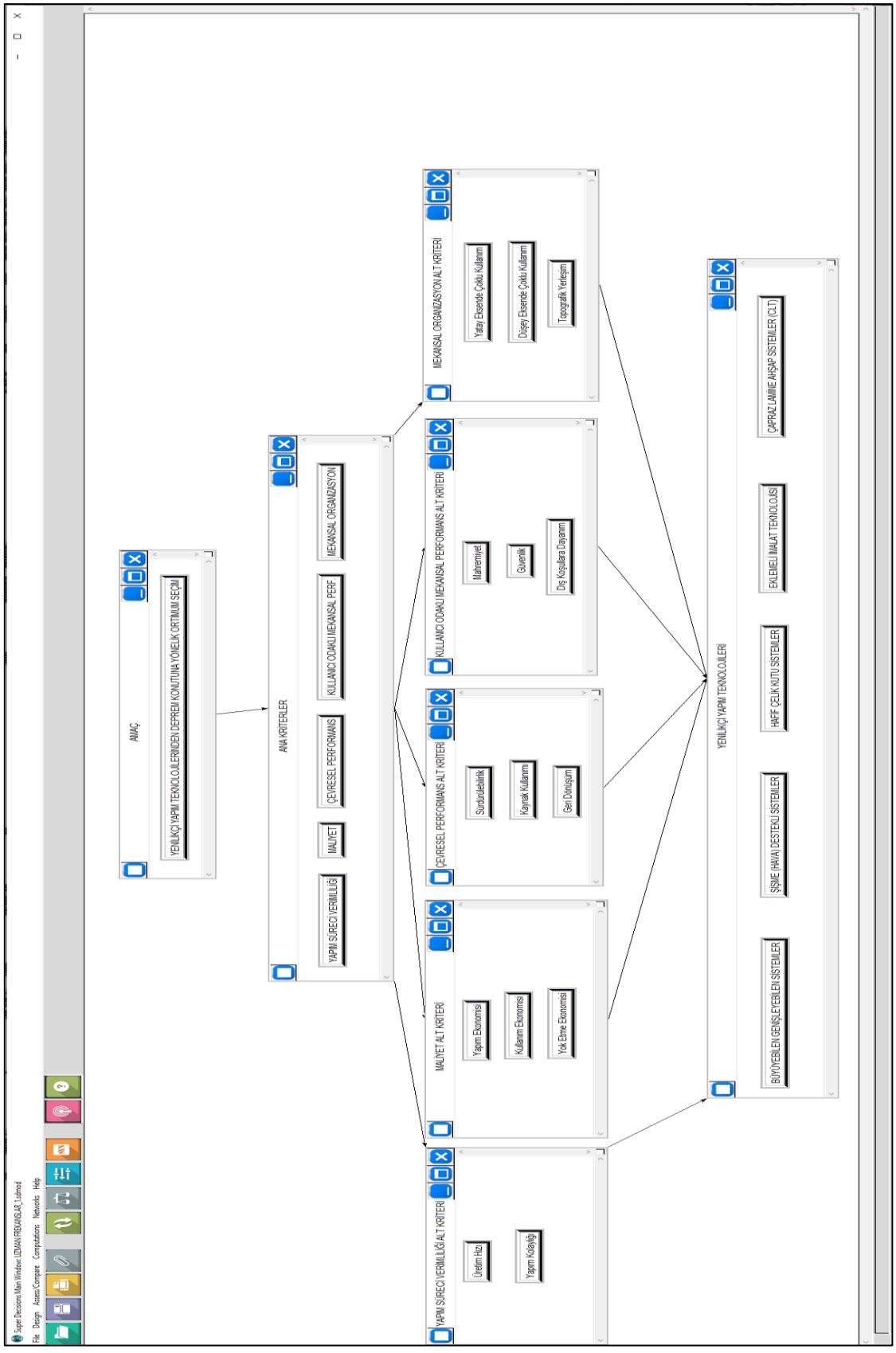
Bir ikili karşılaştırmada, 7 uzman aynı karşılaştırmaya ilişkin olarak sırasıyla $x_1, x_2, \ldots, x_7$değerlerini üretmiş olduğunda grup kararını temsil eden birleşik karar katsayısı aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır:

$$a_{ij}^{grup} = (\prod_{k=1}^{7} x_k)^{\frac{1}{7}} \quad (5.2)$$

Bu formül, her bir uzmanın görüşüne eşit ağırlık atamakta ve bireysel uç değerlerin etkisini azaltarak daha dengeli, istatistiksel olarak kararlı bir grup yargısı oluşturmaktadır. Eğer uzmanlardan biri çok yüksek, biri çok düşük değer verse bile geometrik ortalama bu farklılıkları törpüler ve grup uzlaşısını temsil eder. Oluşturulan tutarlı değer, AHP' nin 1–9 önem ölçeğine ve terslik ilkesine uyumludur. Birleştirme işlemi tüm matristeki her bir a_{ij}çifti için ayrı ayrı yapılır. Böylece 7 uzmanın yargılarından oluşan tek bir grup ikili karşılaştırma matrisi elde edilmiştir. Ters Değerlerin Otomatik Üretilmesi ise Geometrik ortalama yöntemi ile hesaplanan değer yalnızca a_{ij}hücresine uygulanır. AHP'nin temel aksiyomu gereği:

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \quad (5.3)$$

Bu nedenle her bir hesaplanan değer için tersinin alınmasıyla matrisin tamamı doldurulur; böylece matris kare, tutarlı ve pozitif olur. Birleşik Matrisin Super Decisions Programına Aktarımı; İkili karşılaştırma matrislerinde hem tam sayı hem de ondalıklı değer girişine izin vermektedir. Bu özellik, geometrik ortalama sonucunda oluşan ondalıklı katsayıların doğrudan işlenebilmesini mümkün kılar. 7 farklı uzmandan alınan değerler ondalıklı olduğu için, verilerin hassasiyetinin korunması amacı gözetilerek herhangi bir yuvarlama yapılmaksızın elde edilen geometrik ortalamaları olduğu değeri ile ondalıklı olarak Super Decisions programına aktarılmıştır. Uzmanlardan elde edilen bulgulardan sayısal olarak 1'den büyük olan değer hangi ikili kıyaslamada ağırlık olarak fazla ise o değer paket programa girilerek analiz yapılmıştır. Tez çalışmasında bu değerler çizelgelerle gösterilmiş, 1'den büyük olan değerlerin daha görünür olması amacıyla sarı renkte işaretleme yapılmıştır.



Şekil 5.15. Uzman anketi verilerinin Super Decisions paket programına aktarılmasına ilişkin hiyerarşik diyagram

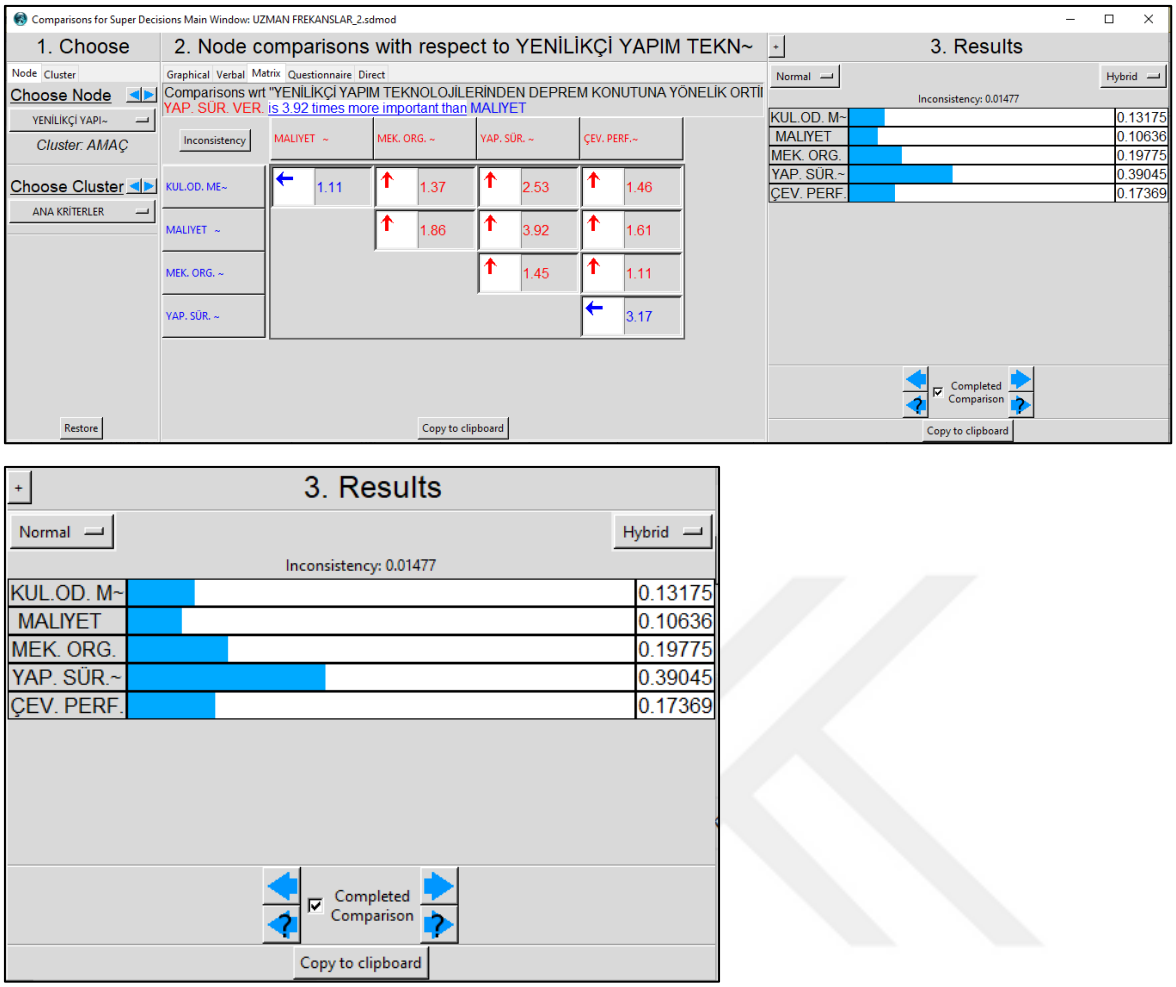
Anket çalışmasındaki 7 farklı uzmandan alınan verilerini gösterir veriler ayrı ayrı değerlendirilerek MS Excel paket programında analiz edilmiş, hassas olarak hesap edilmiştir. Tüm hesaplamalardan sonra elde edilen uzman görüşlerine ait tablo Ek-4'te yer almaktadır.

Çizelge 5.35. Ana kriterlerin ikili kıyaslama yöntemiyle önem derecelerine ilişkin ölçekleri gösteren tablo

Ana kriterler	Yapım Süreci Verimliliği	Maliyet	Çevresel Performans	Kullanıcı Odaklı Mekânsal Performans	Mekânsal Organizasyon
Yapım Süreci Verimliliği	1	3,92	3,17	2,53	1,45
Maliyet	0,26	1	0,62	0,90	0,54
Çevresel Performans	0,32	1,61	1	1,46	1,11
Kullanıcı Odaklı Mekânsal Performans	0,40	1,11	0,68	1	0,73
Mekânsal Organizasyon	0,69	1,86	0,9	1,37	1

Uzman görüşlerinden elde edilen değerlendirmeler, ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasından önce geometrik ortalama yöntemiyle birleştirilmiştir. Hesaplanan geometrik ortalama değerinin 1'den büyük olması, ilgili kriterin karşılaştırmada ilk sırada yer alan kritere göre daha önemli olduğunu; 1'den küçük olması ise karşıt kriterin daha yüksek öneme sahip olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda, ikili kıyaslamalar ters çevrilerek matrise doğru biçimde yerleştirilmiştir.

Tabloda işaretlenen değerler, 1'in üzerinde olan ve Super Decisions yazılımına aktarılan karşılaştırma sonuçlarını ifade etmektedir. Tüm karşılaştırma verilerinin programa girildiği süreç, ilgili görselde ayrıntılı biçimde sunulmuştur. Yapılan analizde elde edilen tutarlılık değeri 0,01477 olup, bu değerin 0,10 sınırının altında olması, çalışmanın tutarlılık ve güvenilirlik açısından kabul edilebilir olduğunu göstermektedir.

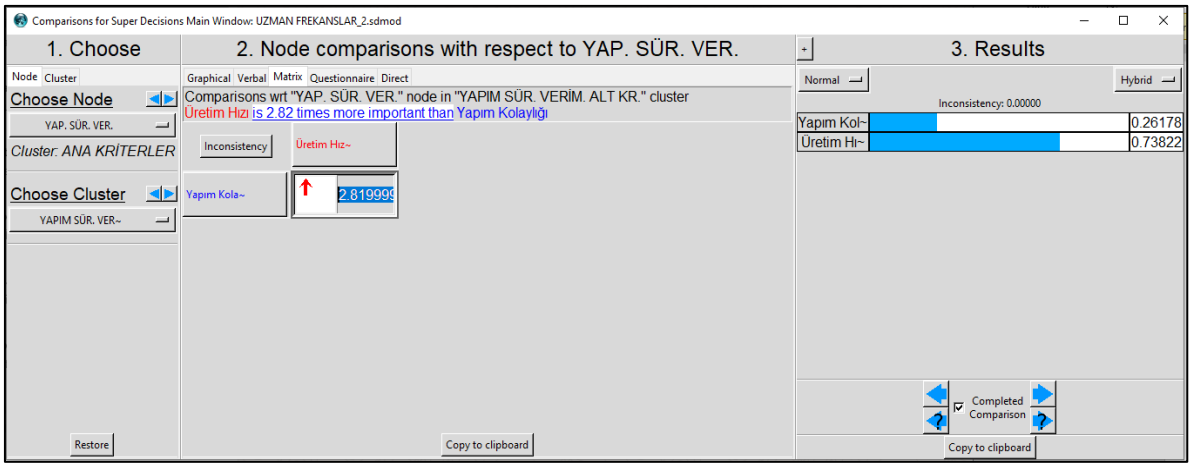


Şekil 5.16. Yapım süreci verimlilik analizi alt kriterlerine göre ikili kıyas tablosu

Çizelge 5.36. Üretim hızı, yapım kolaylığı açısından ikili kıyas tablosu

	Üretim Hızı	Yapım Kolaylığı
Üretim Hızı	1	2.82
Yapım Kolaylığı	0,35	1

Uzman görüşlerinden elde edilen değerlendirmeler doğrultusunda, üretim hızının yapım kolaylığına göre 2.82 kat daha önemli olduğu belirlenmiştir. Bu önceliklendirme, ilgili paket programda gerçekleştirilen ikili karşılaştırma analizine de yansımış olup, sonuçlarda üretim hızının ağırlık değeri 0,74, yapım kolaylığının ise 0,26 olarak hesaplandığı görülmektedir. Analize ilişkin sayısal çıktılar ve program tarafından üretilen frekans değerleri aşağıdaki şekilde sunulmuştur.



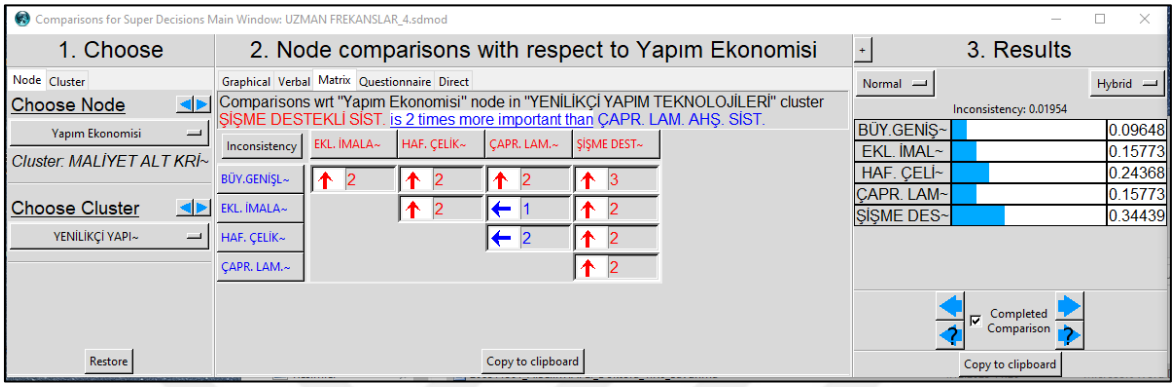
Şekil 5.17. Üretim hızı, yapım kolaylığı açısından paket program verileri

Çizelge 5.37. Yapım süreci verimliliği bağlamında "Üretim Hızı" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması

Üretim Hızı Açısından Yenilikçi Yapım Teknolojileri	Büyüyebilen genişleyebilen sistemler	Hava destekli (şişme) sistemler	Hafif çelik kutu sistemler	Eklemeli İmalat Teknolojileri	Çapraz Lamine Ahsap (CLT) Sistemler
Büyüyebilen genişleyebilen sistemler	1	1/3	1/2	1/2	1/2
Hava destekli (şişme) sistemler	3	1	2	2	2
Hafif çelik kutu sistemler	2	1/2	1	2	2
Eklemeli İmalat Teknolojileri	2	1/2	1/2	1	1
Çapraz Lamine Ahsap (CLT) Sistemler	2	1/2	1/2	1	1

Yenilikçi yapım teknolojilerinin üretim hızı kriteri bakımından değerlendirilmesine yönelik ikili karşılaştırma matrisi, ilgili paket programa aktarılmış ve analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda sistemlerin ağırlık değerleri büyükten küçüğe şişme (hava) destekli sistemler 0,34, hafif çelik kutu sistemler 0,24, büyüyebilen/genişleyebilen sistemler 0,10, eklemeli imalat teknolojisi 0,16 ve çapraz lamine ahşap (CLT) sistemler 0,16 olarak sıralanmıştır.

Analiz sonucunda hesaplanan tutarlılık değeri 0,019 olup, bu değerin 0,10 sınırının altında olması, yapılan değerlendirmenin iç tutarlılığının sağlandığını ve modelin güvenilir olduğunu göstermektedir. Değerlendirmeye ilişkin paket programdan elde edilen veriler aşağıda gösterilmiştir.



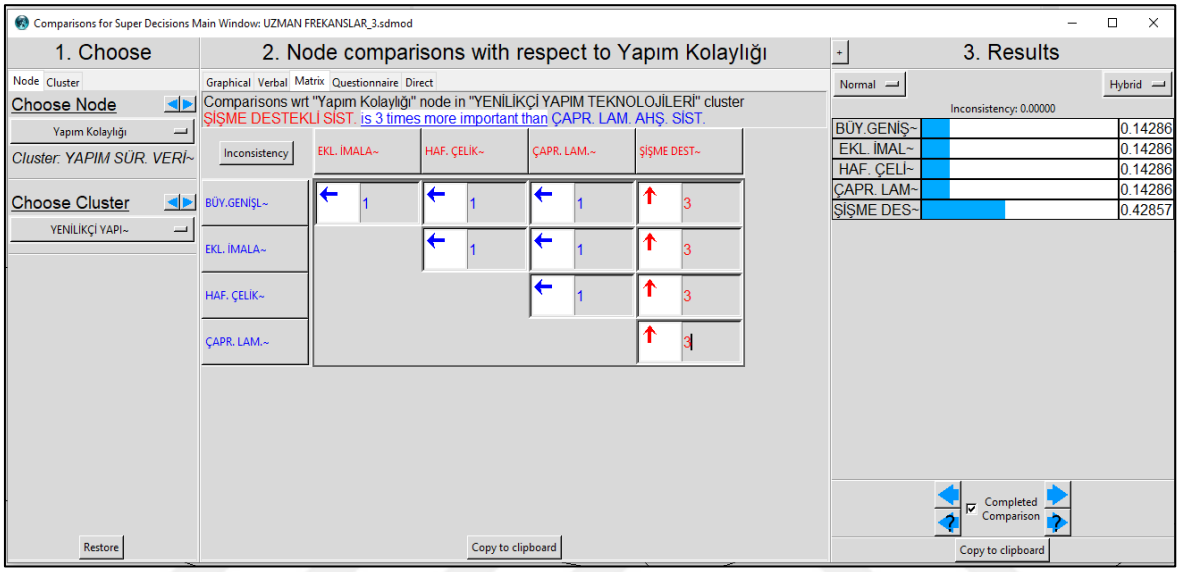
Şekil 5.18. Yapım süreci verimliliği bağlamında "Üretim Hızı" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırmasına ilişkin paket program verileri

Çizelge 5.38. Yapım süreci verimliliği bağlamında "Yapım Kolaylığı" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması

Yapım kolaylığı açısından yenilikçi yapım teknolojileri	Büyüyebilen genişleyebilen sistemler	Hava destekli (şişme) sistemler	Hafif çelik kutu sistemler	Eklemeli İmalat Teknolojileri	Çapraz Lamine Ahsap (CLT) Sistemler
Büyüyebilen genişleyebilen sistemler	1	1/3	1	1	1
Hava destekli (şişme) sistemler	3	1	3	3	3
Hafif çelik kutu sistemler	1	1/3	1	1	1
Eklemeli İmalat Teknolojileri	1	1/3	1	1	1
Çapraz Lamine Ahsap (CLT) Sistemler	1	1/3	1	1	1

Yapım kolaylığı kriteri kapsamında yapılan incelemede, hava destekli sistemlerin diğer tüm sistemlere kıyasla daha kolay uygulanabilir olduğu yapılan araştırma ve değerlendirmelerle ortaya konmuştur. Diğer yenilikçi yapım teknolojilerinin yapım kolaylığı açısından benzer

nitelikte olması nedeniyle, bu sistemlere ikili karşılaştırmalarda eşit önem düzeyini ifade eden 1 değeri atanmıştır. Gerçekleştirilen analiz sonucunda elde edilen tutarlılık değeri, kabul edilebilir üst sınır olan 0,10'un altında bulunmuş olup, bu durum yapılan kıyaslamaların iç tutarlılığa sahip olduğunu ve modelin güvenilir şekilde çalıştığını göstermektedir. Değerlendirmeye ilişkin paket program çıktıları aşağıda sunulmuştur.



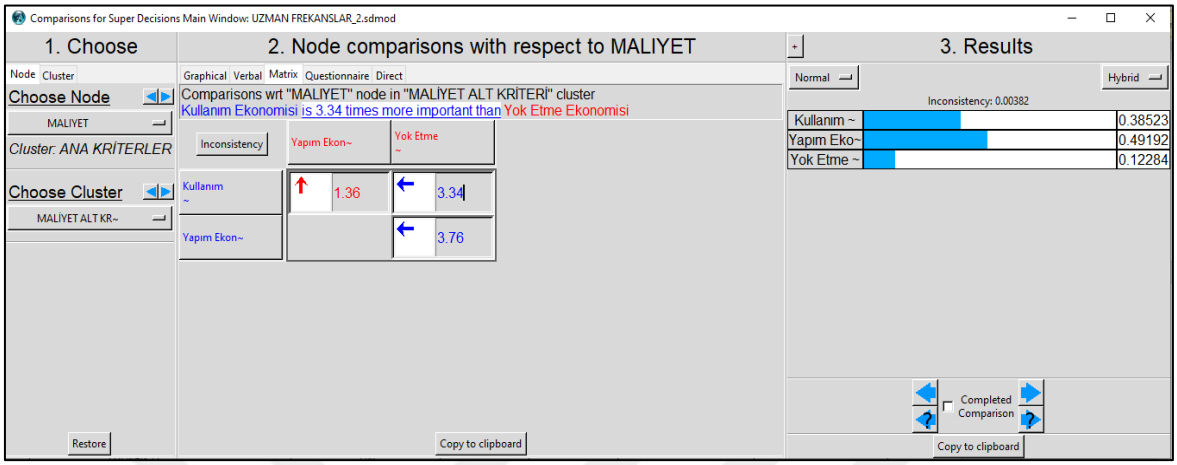
Şekil 5.19. Yapım süreci verimliliği bağlamında "Yapım kolaylığı" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırmasına ilişkin paket program verileri

Çizelge 5.39. Maliyet analizi alt kriterlerine göre ikili kıyas çizelgesi

	Yapım Ekonomisi	Kullanım Ekonomisi	Yok Etme Ekonomisi
Yapım Ekonomisi	1	1,36	3,76
Kullanım Ekonomisi	0,74	1	3,34
Yok Etme Ekonomisi	0,27	0,30	1

Uzman değerlendirmeleri doğrultusunda, yapım ekonomisinin kullanım ekonomisine göre 1,36 kat, yok etme ekonomisine göre ise 1,36 kat daha önemli olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, kullanım ekonomisinin yok etme ekonomisine kıyasla 3,34 kat daha yüksek öneme sahip olduğu saptanmıştır. Bu ikili karşılaştırma sonuçları paket programa aktarıldığında, kriterlerin ağırlıkları sırasıyla yapım ekonomisi için 0,49, kullanım ekonomisi için 0,39 ve yok etme ekonomisi için 0,12 olarak hesaplanmıştır. Analize ilişkin çıktılar paket program aracılığıyla elde edilmiş ve aşağıda sunulmuştur. Program tarafından hesaplanan iç tutarlılık oranı 0,0038 olup, bu değerin 0,10 eşik değerinin altında kalması, yapılan ikili

karşılaştırmaların yüksek düzeyde tutarlılık gösterdiğini ve modelin kendi içinde güvenilir olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 5.20. Maliyet analizi bağlamında "Yapım Ekonomisi", "Kullanım Ekonomisi" ve "Yok Etme Ekonomisi" açısından karşılaştırmaya ilişkin paket program verileri

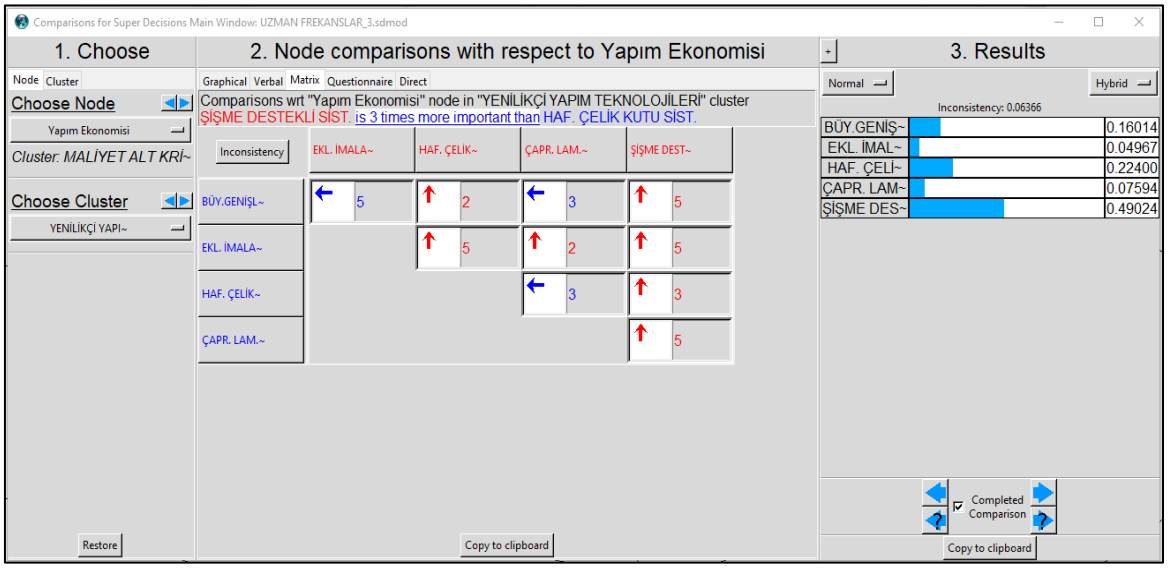
Çizelge 5.40. Maliyet analizi bağlamında "Yapım Ekonomisi" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması

Yapım Ekonomisi açısından yenilikçi yapım teknolojileri	Büyüyebilen genişleyebilen sistemler	Hava destekli (şişme) sistemler	Hafif çelik kutu sistemler	Eklemeli İmalat Teknolojileri	Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Sistemler
Büyüyebilen genişleyebilen sistemler	1	1/5	1/2	5	3
Hava destekli (şişme) sistemler	5	1	3	5	5
Hafif çelik kutu sistemler	2	1/3	1	5	3
Eklemeli İmalat Teknolojileri	1/5	1/5	1/5	1	1/2
Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Sistemler	1/3	1/5	1/3	2	1

Tez kapsamında yürütülen kapsamlı inceleme doğrultusunda, yenilikçi yapım teknolojilerinin yapım ekonomisi bağlamında ikili karşılaştırmaları gerçekleştirilmiş ve 1 ve üzeri önem derecesine sahip olan değerler tabloda işaretlenerek paket programa girdi verisi

olarak aktarılmıştır. Analiz sonucunda sistemlerin ağırlık değerleri şu şekilde belirlenmiştir: şişme destekli sistemler 0,49, hafif çelik kutu sistemler 0,22, büyüyebilen/genişleyebilen sistemler 0,16, çapraz lamine ahşap sistemler 0,08 ve eklemeli imalat teknolojileri 0,05 olarak hesaplanmıştır.

Yapılan değerlendirme kapsamında hesaplanan iç tutarlılık oranı 0,0636 olup, bu değerin 0,10 sınırının altında olması, karşılaştırmanın kendi içinde tutarlı olduğunu ve modelin güvenilir şekilde çalıştığını göstermektedir. Paket programdan elde edilen ayrıntılı veriler aşağıda görsel olarak sunulmuştur.



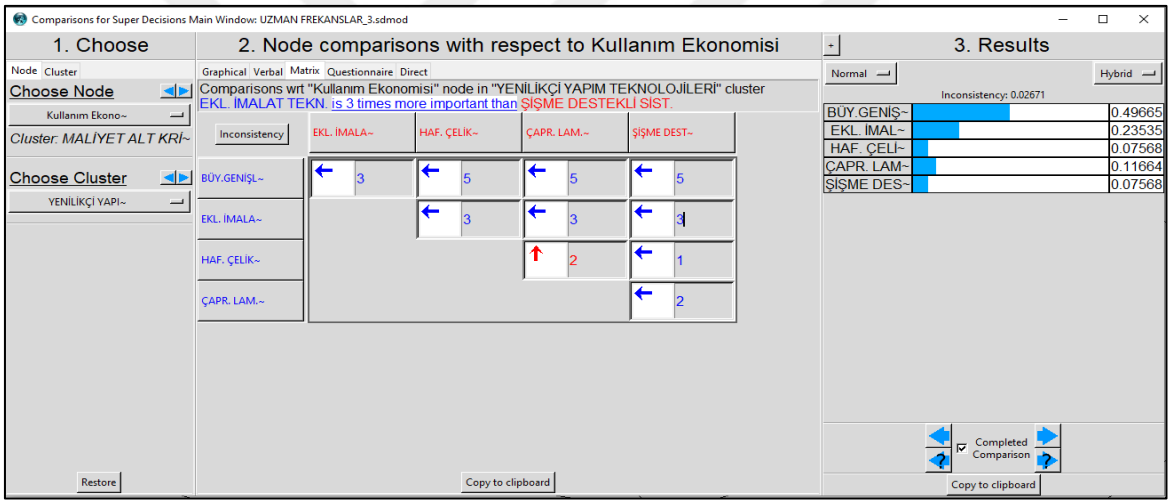
Şekil 5.21. Maliyet Analizi bağlamında "Yapım Ekonomisi" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırmaya ilişkin paket program verileri

Çizelge 5.41. Maliyet Analizi bağlamında "Kullanım Ekonomisi" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması

Kullanım Ekonomisi açısından yenilikçi yapım teknolojileri	Büyüyebilen genişleyebilen sistemler	Hava destekli (şişme) sistemler	Hafif çelik kutu sistemler	Eklemeli İmalat Teknolojileri	Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Sistemler
Büyüyebilen genişleyebilen sistemler	1	5	5	3	5
Hava destekli (şişme) sistemler	1/5	1	1	1/3	1/2
Hafif çelik kutu sistemler	1/5	1	1	1/3	1/2
Eklemeli İmalat Teknolojileri	1/3	3	3	1	3
Çapraz Lamine Ahşap (CLT)	1/5	2	2	1/3	1

Tez kapsamında yürütülen kapsamlı inceleme doğrultusunda, yenilikçi yapım teknolojilerinin kullanım ekonomisi bağlamında ikili karşılaştırmaları gerçekleştirilmiş ve 1 ve üzeri önem derecesine sahip olan değerler tabloda işaretlenerek paket programa girdi verisi olarak aktarılmıştır. Analiz sonucunda sistemlerin ağırlık değerleri; büyüyebilen genişleyebilen sistemler 0,49, eklemeli imalat teknolojisi, 0,24, hafif çelik kutu sistemler 0,07, çapraz lamine ahşap sistemler 0,12, hava destekli sistemler 0,08 olarak hesaplanmıştır.

Yapılan değerlendirme kapsamında hesaplanan iç tutarlılık oranı 0,0267 olup, bu değerin 0,10 sınırının altında olması, karşılaştırmanın kendi içinde tutarlı olduğunu ve modelin güvenilir şekilde çalıştığını göstermektedir. Paket programdan elde edilen ayrıntılı veriler aşağıda görsel olarak sunulmuştur.



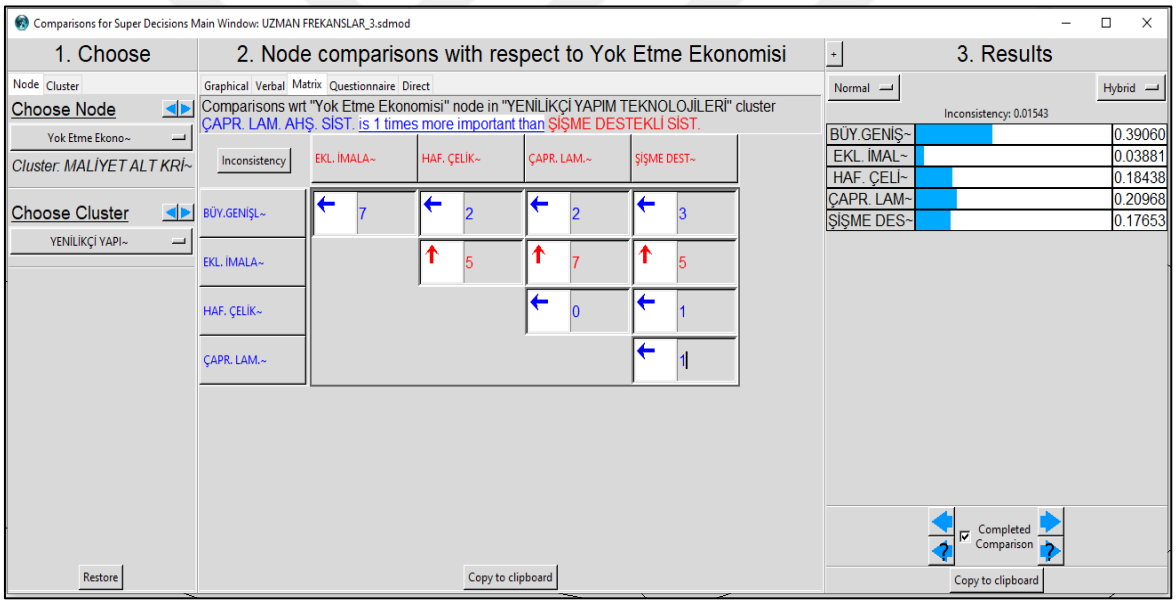
Şekil 5.22. Maliyet Analizi bağlamında "Kullanım Ekonomisi" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırmaya ilişkin paket program verileri

Çizelge 5.42. Maliyet Analizi bağlamında "Yok Etme Ekonomisi" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması

Yok Etme Ekonomisi açısından yenilikçi yapım teknolojileri	Büyüyebilen genişleyebilen sistemler	Hava destekli (şişme) sistemler	Hafif çelik kutu sistemler	Eklemeli İmalat Teknolojileri	Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Sistemler
Büyüyebilen genişleyebilen sistemler	1	3	2	7	2
Hava destekli (şişme) sistemler	1/3	1	1/2	5	1
Hafif çelik kutu sistemler	1/2	2	1	5	1
Eklemeli İmalat Teknolojileri	1/7	1/5	1/5	1	1/7
Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Sistemler	1/2	1	1	7	1

Tez kapsamında yürütülen kapsamlı inceleme doğrultusunda, yenilikçi yapım teknolojilerinin yok etme ekonomisi bağlamında ikili karşılaştırmaları gerçekleştirilmiş ve 1 ve üzeri önem derecesine sahip olan değerler tabloda işaretlenerek paket programa girdi verisi olarak aktarılmıştır. Analiz sonucunda sistemlerin ağırlık değerleri; büyüyebilen genişleyebilen sistemler 0,39, çapraz lamine ahşap sistemler 0,21, şişme destekli sistemler 0,18, hafif çelik kutu sistemler 0,18, eklemeli imalat teknolojisi 0,04 olarak hesaplanmıştır.

Yapılan değerlendirme kapsamında hesaplanan iç tutarlılık oranı 0,0153 olup, bu değerin 0,10 sınırının altında olması, karşılaştırmanın kendi içinde tutarlı olduğunu ve modelin güvenilir şekilde çalıştığını göstermektedir. Paket programdan elde edilen ayrıntılı veriler aşağıda görsel olarak sunulmuştur.



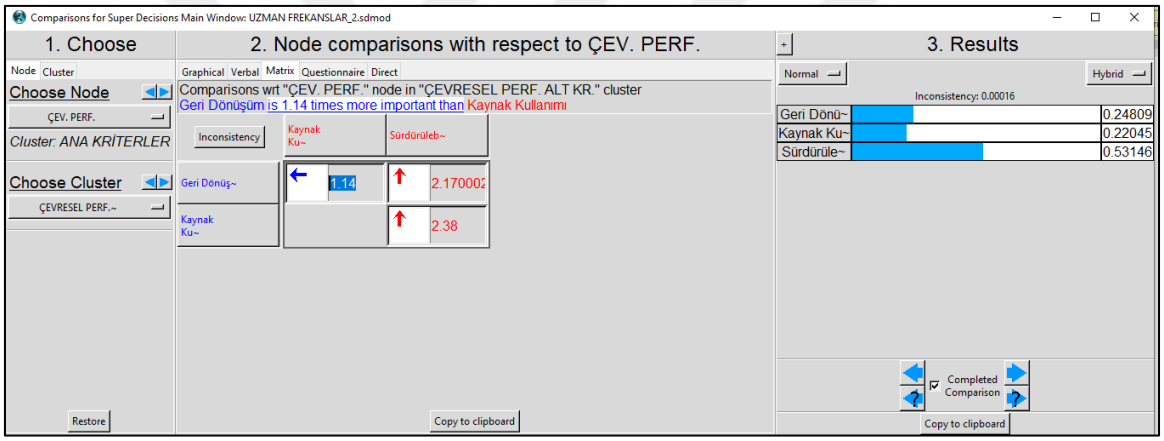
Şekil 5.23. Maliyet Analizi bağlamında "Yok Etme Ekonomisi" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırmaya ilişkin paket program verileri

Çizelge 5.43. Çevresel Performans analizi alt kriterlerine göre ikili kıyas tablosu

	Sürdürülebilirlik	Kaynak Kullanımı	Geri Dönüşüm
Sürdürülebilirlik	1	0,42	2,17
Kaynak Kullanımı	2,38	1	0,88
Geri Dönüşüm	0,46	1,14	1

Uzmanlardan elde edilen çevresel performans değerlendirmeleri doğrultusunda, sürdürülebilirliğin geri dönüşüme kıyasla 2,17 kat, kaynak kullanımına kıyasla ise 2,38 kat daha önemli olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, geri dönüşümün kaynak kullanımına göre 1,14 kat daha yüksek öneme sahip olduğu saptanmıştır.

Bu ikili karşılaştırma değerleri paket programa aktarıldığında, kriter ağırlıkları sırasıyla sürdürülebilirlik için 0,53, geri dönüşüm için 0,25 ve kaynak kullanımı için 0,22 olarak hesaplanmıştır. Analiz sonucunda elde edilen güvenilirlik değeri 0,00016 olup, bu değerin 0,10 sınırının oldukça altında olması, gerçekleştirilen değerlendirmenin yüksek iç tutarlılığa sahip ve güvenilir olduğunu göstermektedir. İlgili verilerin paket programa aktarılmış şekli aşağıda sunulmuştur.



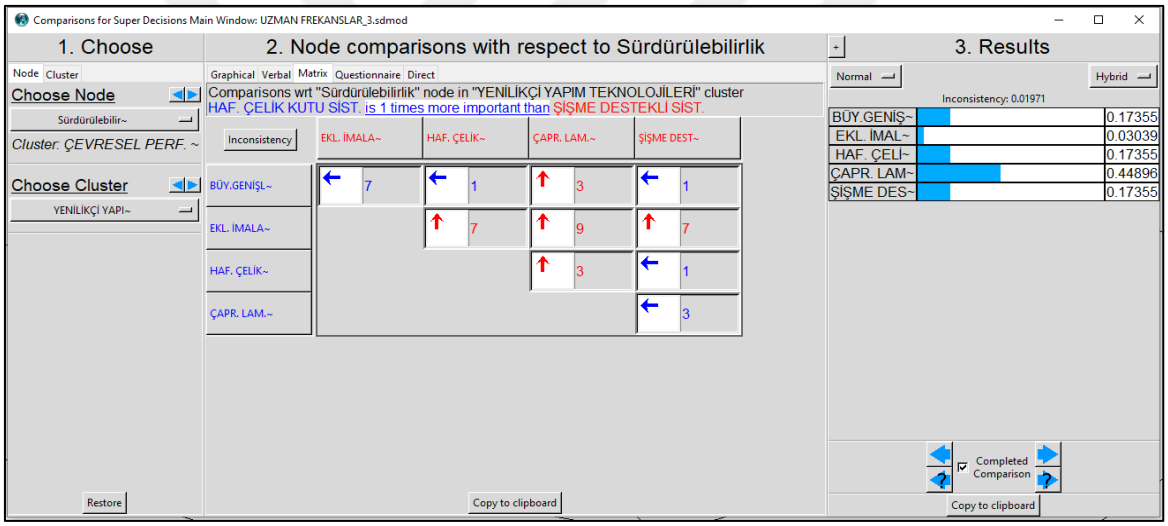
Şekil 5.24. Çevresel Performans Analizi bağlamında uzman görüşlerine ilişkin paket program verileri

Çizelge 5.44. Çevresel Performans Analizi bağlamında "Sürdürülebilirlik" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması

Sürdürülebilirlik açısından yenilikçi yapım teknolojileri	Büyüyebilen genişleyebilen sistemler	Hava destekli (şişme) sistemler	Hafif çelik kutu sistemler	Eklemeli İmalat Teknolojileri	Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Sistemler
Büyüyebilen genişleyebilen sistemler	1	1	1	7	1/3
Hava destekli (şişme) sistemler	1	1	1	7	1/3
Hafif çelik kutu sistemler	1	1	1	7	1/3
Eklemeli İmalat Teknolojileri	1/7	1/7	1/7	1	1/9
Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Sistemler	3	3	3	9	1

Tez kapsamında yürütülen kapsamlı inceleme doğrultusunda, yenilikçi yapım teknolojilerinin sürdürülebilirlik bağlamında ikili karşılaştırmaları gerçekleştirilmiş ve 1 ve üzeri önem derecesine sahip olan değerler tabloda işaretlenerek paket programa girdi verisi olarak aktarılmıştır. Analiz sonucunda sistemlerin ağırlık değerleri; çapraz lamine ahşap sistemler 0,45, büyüyebilen genişleyebilen sistemler 0,17, hafif çelik kutu sistemler 0,17, hava destekli sistemler 0,17 ve eklemeli imalat teknolojisi 0,03 olarak hesaplanmıştır.

Yapılan değerlendirme kapsamında hesaplanan iç tutarlılık oranı 0,0197 olup, bu değerin 0,10 sınırının altında olması, karşılaştırmanın kendi içinde tutarlı olduğunu ve modelin güvenilir şekilde çalıştığını göstermektedir. Paket programdan elde edilen ayrıntılı veriler aşağıda görsel olarak sunulmuştur.

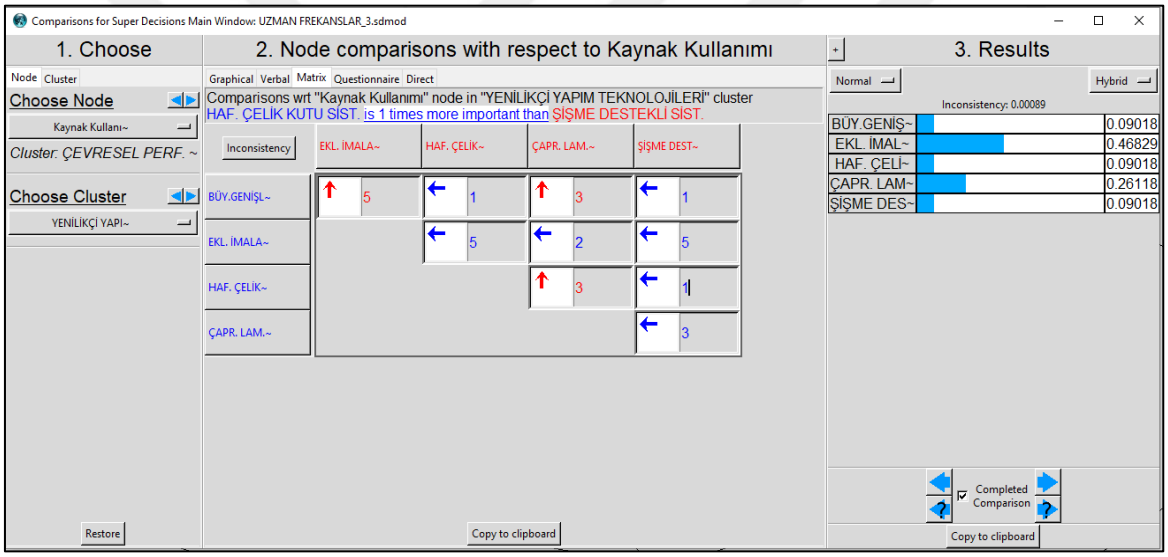


Şekil 5.25. Çevresel Performans Analizi bağlamında "Sürdürülebilirlik" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin paket program verileri

Çizelge 5.45. Çevresel Performans Analizi bağlamında "Kaynak kullanımı" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması

Kaynak Kullanımı açısından yenilikçi yapım teknolojileri	Büyüyebilen genişleyebilen sistemler	Hava destekli (şişme) sistemler	Hafif çelik kutu sistemler	Eklemeli İmalat Teknolojileri	Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Sistemler
Büyüyebilen genişleyebilen sistemler	1	1	1	1/5	1/3
Hava destekli (şişme) sistemler	1	1	1	1/5	1/3
Hafif çelik kutu sistemler	1	1	1	1/5	1/3
Eklemeli İmalat Teknolojileri	5	5	5	1	2
Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Sistemler	3	3	3	1/2	1

Tez kapsamında yürütülen kapsamlı inceleme doğrultusunda, yenilikçi yapım teknolojilerinin kaynak kullanımı bağlamında ikili karşılaştırmaları gerçekleştirilmiş ve 1 ve üzeri önem derecesine sahip olan değerler tabloda işaretlenerek paket programa girdi verisi olarak aktarılmıştır. Gerçekleştirilen analiz sonucunda yenilikçi yapım teknolojilerine ait ağırlık değerleri sırasıyla eklemeli imalat teknolojileri için 0,47, çapraz lamine ahşap (CLT) sistemler için 0,26, şişme sistemler için 0,09, hafif çelik kutu sistemler için 0,09 ve büyüyebilen/genişleyebilen sistemler için 0,09 olarak hesaplanmıştır. Analize ilişkin iç tutarlılık oranı 0,00089 olarak hesap edilmiş olup, bu değerin 0,10 eşik değerinin altında olması, yapılan değerlendirmenin kendi içinde tutarlı ve güvenilir olduğunu göstermektedir. Paket programdan elde edilen ayrıntılı veriler aşağıda görsel olarak sunulmuştur.

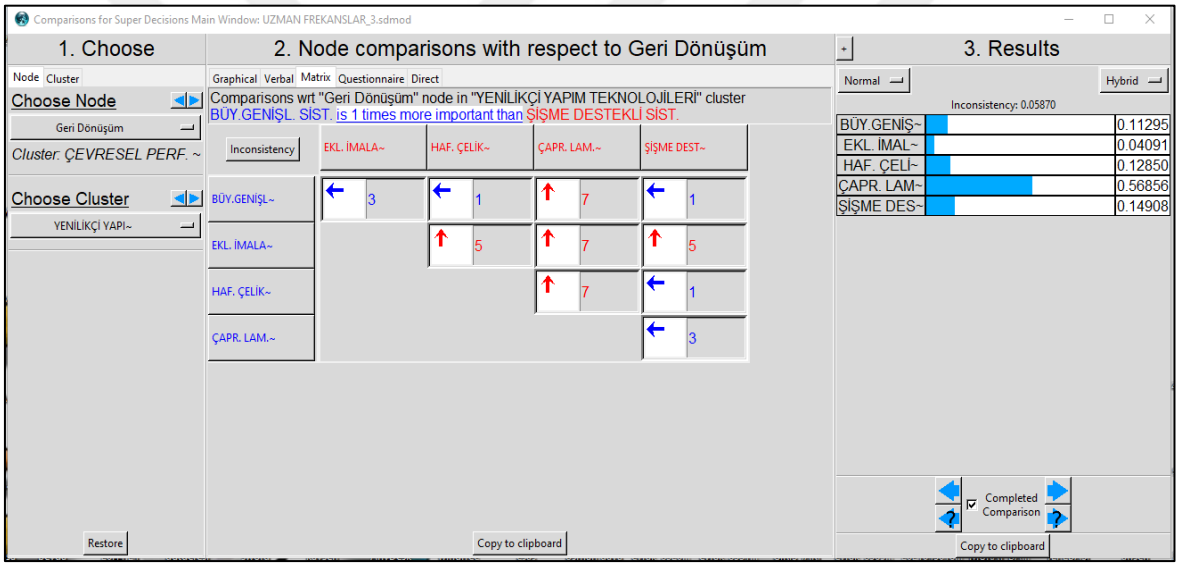


Şekil 5.26. Çevresel Performans Analizi bağlamında "Kaynak kullanımı" açısından yenilikçi yapım teknolojilerini paket program verileri

Çizelge 5.46. Çevresel Performans Analizi bağlamında "Geri Dönüşüm" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması

Geri Dönüşüm açısından	Büyüyebilen genişleyebilen	Hava destekli (şişme) sistemler	Hafif çelik kutu sistemler	Eklemeli İmalat Teknolojileri	Çapraz Lamine Ahşap (CLT)
Büyüyebilen genişleyebilen sistemler	1	1	1	3	1/7
Hava destekli (şişme) sistemler	1	1	1	5	1/3
Hafif çelik kutu sistemler	1	1/2	1	5	1/3
Eklemeli İmalat Teknolojileri	1/3	1/5	1/5	1	1/7
Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Sis	3	3	3	7	1

Tez kapsamında yürütülen kapsamlı inceleme doğrultusunda, yenilikçi yapım teknolojilerinin geri dönüşüm bağlamında ikili karşılaştırmaları gerçekleştirilmiş ve 1 ve üzeri önem derecesine sahip olan değerler tabloda işaretlenerek paket programa girdi verisi olarak aktarılmıştır. Gerçekleştirilen analiz sonucunda yenilikçi yapım teknolojilerine ait ağırlık değerleri sırasıyla çapraz lamine ahşap sistemler 0,57, şişme (hava) destekli sistemler 0,14, hafif çelik kutu sistemler 0,13, büyüyebilen genişleyebilen sistemler 0,13 eklemeli imalat teknolojileri 0,05 olarak hesaplanmıştır. Analize ilişkin iç tutarlılık oranı 0,058 olarak hesap edilmiş olup, bu değerin 0,10 eşik değerinin altında olması, yapılan değerlendirmenin kendi içinde tutarlı ve güvenilir olduğunu göstermektedir. Paket programdan elde edilen ayrıntılı veriler aşağıda görsel olarak sunulmuştur.



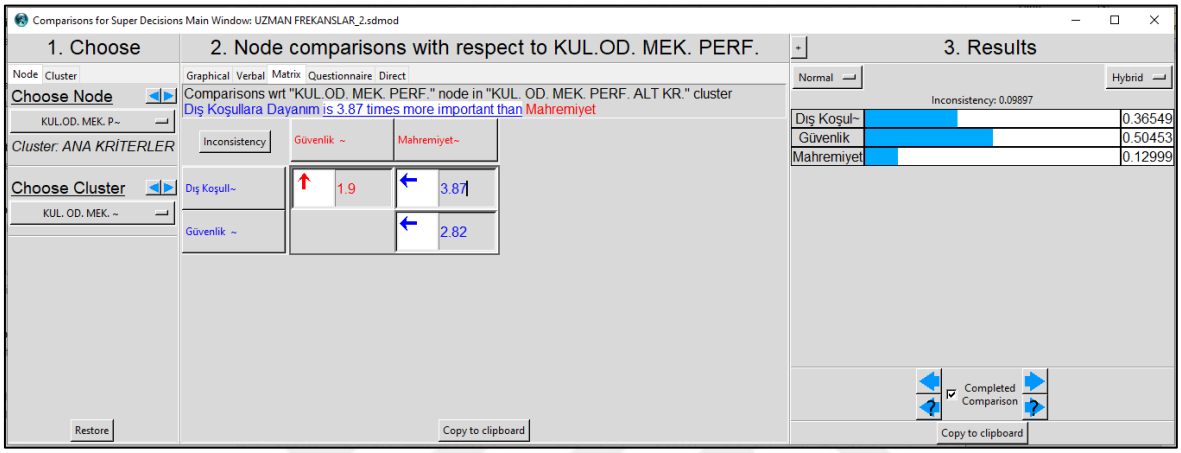
Şekil 5.27. Çevresel Performans Analizi bağlamında "geri dönüşüm" açısından yenilikçi yapım teknolojilerini paket program verileri

Çizelge 5.47. Kullanıcı Odaklı Mekânsal Performans analizi alt kriterlerine göre ikili kıyas tablosu

	Mahremiyet	Güvenlik	Dış Koşullara Dayanım
Mahremiyet	1	0,35	0,26
Güvenlik	2.82	1	1.90
Dış Koşullara Dayanım	3.87	0,53	1

Uzman görüşlerinden elde edilen verilere göre kullanıcı odaklı mekânsal performans analizi yapıldığında dış koşullara dayanımın mahremiyete göre 3,87, güvenlik mahremiyete kıyasla

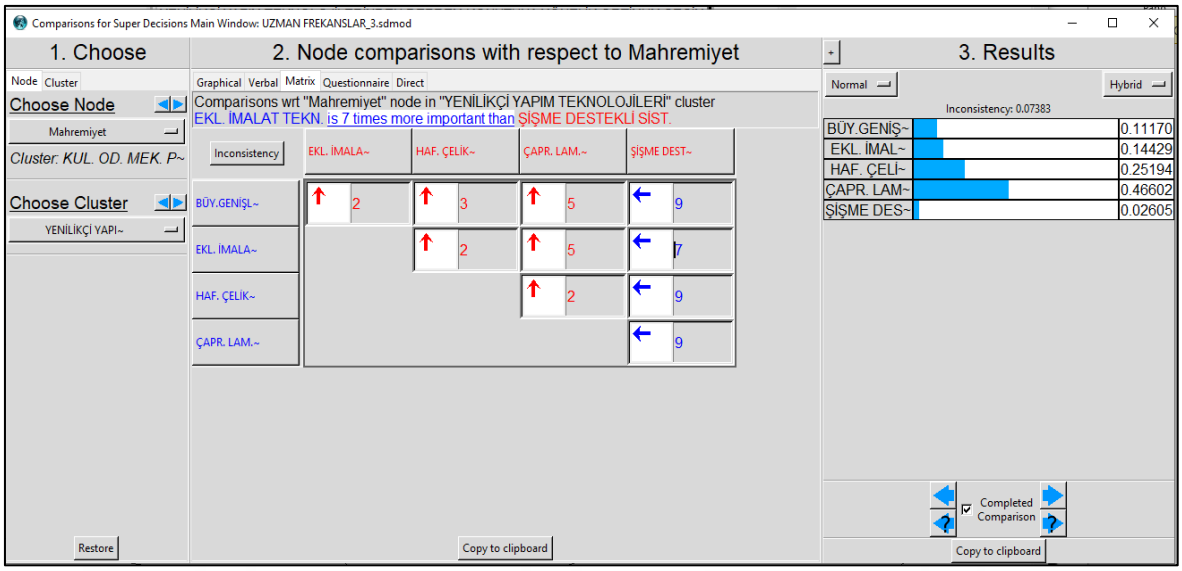
2,82 derece, güvenlik dış koşullara dayanım açısından 1,90 derece daha önemli olarak belirlenmiştir. Bu incelemede kullanıcı odaklı mekânsal performansta en önemli parametrenin sırayla güvenlik, dış koşullara dayanım ve mahremiyet olarak sıralandığı tespit edilmiştir. Araştırmanın güvenirlik katsayısı 0,098 olarak hesap edilmiş olup, 0,1 değerinden küçük olduğu için kendi içinde tutarlı olduğu anlaşılmıştır.



Şekil 5.28. Kullanıcı odaklı mekânsal performans bağlamında uzman görüşlerine ilişkin paket program verileri

Çizelge 5.48. Kullanıcı Odaklı Mekânsal Performans analizi bağlamında" Mahremiyet" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması

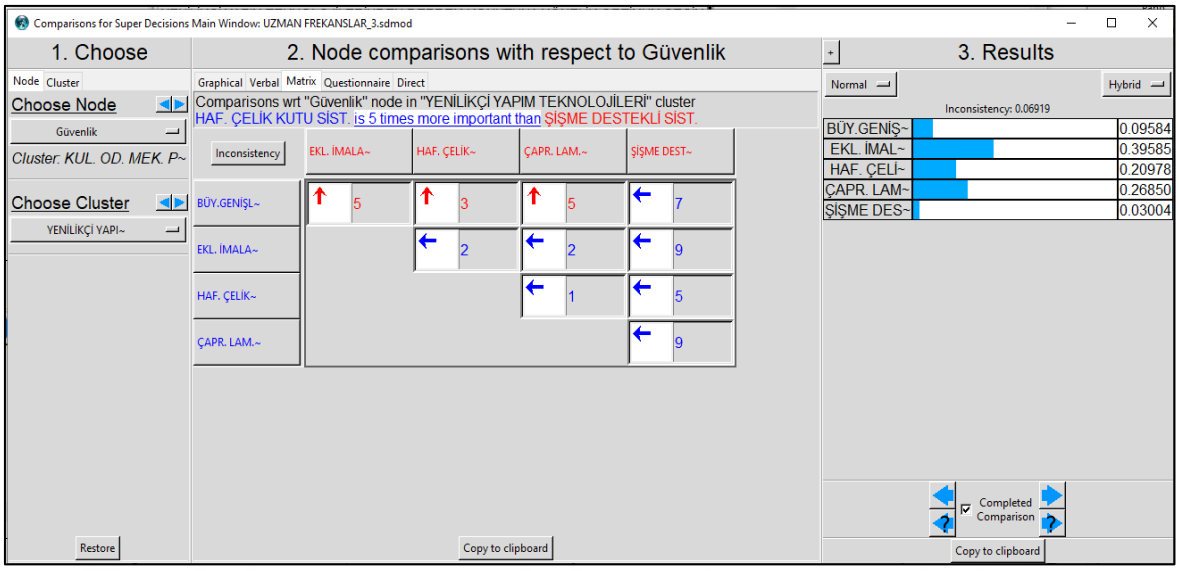
Mahremiyet açısından yenilikçi yapım teknolojileri	Büyüyebilen genişleyebilen sistemler	Hava destekli (şişme) sistemler	Hafif çelik kutu sistemler	Eklemeli İmalat Teknolojileri	Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Sistemler
Büyüyebilen genişleyebilen sistemler	1	9	1/3	1/2	1/5
Hava destekli (şişme) sistemler	1/9	1	1/9	1/7	1/9
Hafif çelik kutu sistemler	3	9	1	2	1/2
Eklemeli İmalat Teknolojileri	2	7	1/2	1	1/5
Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Sistemler	5	9	2	5	1



Şekil 5.29. Kullanıcı odaklı mekânsal performans bağlamında "Mahremiyet" açısından yenilikçi yapım teknolojilerine ilişkin paket program verileri.

Çizelge 5.49. Kullanıcı Odaklı Mekânsal Performans analizi bağlamında" Güvenlik" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması

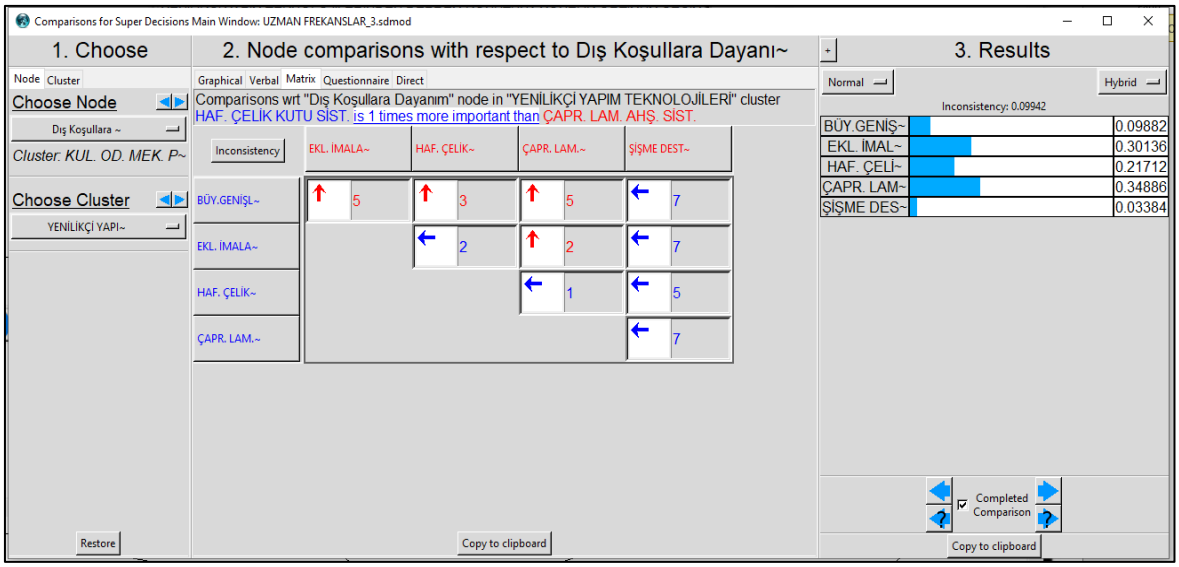
Güvenlik açısından yenilikçi yapım teknolojileri	Büyüyebilen genişleyebilen sistemler	Hava destekli (şişme) sistemler	Hafif çelik kutu sistemler	Eklemeli İmalat Teknolojileri	Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Sistemler
Büyüyebilen genişleyebilen sistemler	1	7	1/3	1/5	1/5
Hava destekli (şişme) sistemler	1/7	1	1/5	1/9	1/9
Hafif çelik kutu sistemler	3	5	1	1/2	1
Eklemeli İmalat Teknolojileri	5	9	2	1	2
Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Sistemler	5	9	1	1/2	1



Şekil 5.30. Kullanıcı odaklı mekânsal performans bağlamında "Güvenlik" açısından yenilikçi yapım teknolojilerine ilişkin paket program verileri

Çizelge 5.50. Kullanıcı Odaklı Mekânsal Performans analizi bağlamında" Dış Koşullara Dayanım" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması

Dış koşullara dayanım açısından yenilikçi yapım teknolojileri	Büyüyebilen genişleyebilen sistemler	Hava destekli (şişme) sistemler	Hafif çelik kutu sistemler	Eklemeli İmalat Teknolojileri	Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Sistemler
Büyüyebilen genişleyebilen sistemler	1	7	1/3	1/5	1/5
Hava destekli (şişme) sistemler	1/7	1	1/5	1/9	1/9
Hafif çelik kutu sistemler	3	5	1	1/2	1
Eklemeli İmalat Teknolojileri	5	7	2	1	1/2
Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Sistemler	5	7	1	2	1

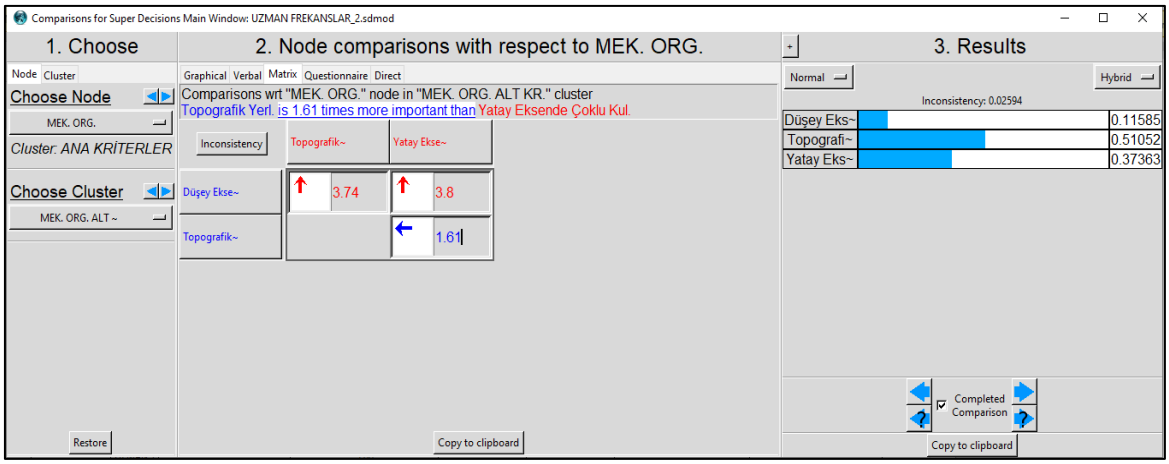


Şekil 5.31. Kullanıcı Odaklı Mekânsal Performans analizi bağlamında" Dış Koşullara Dayanım" açısından yenilikçi yapım teknolojileri paket program verileri.

Çizelge 5.51. Mekânsal Organizasyon analizi alt kriterlerine göre ikili kıyas tablosu

	Yatay Eksende Çoklu Kullanım	Düşey Eksende Çoklu Kullanım	Topografik Yerleşime Uyum
Yatay Eksende Çoklu Kullanım	1	3.80	0,62
Düşey Eksende Çoklu Kullanım	0,26	1	0,26
Topografik Yerleşim Uyum	1.61	3.80	1

Uzman değerlendirmelerinden elde edilen anket sonuçlarına göre, yatay eksende çoklu kullanım, düşey eksende çoklu kullanıma kıyasla 3,80 kat daha önemli bulunmuştur. Benzer biçimde, topografik yerleşim kriteri, yatay eksende çoklu kullanımdan 1,61 kat, düşey eksende çoklu kullanımdan ise 3,80 kat daha yüksek öneme sahip olarak değerlendirilmiştir. Bu ikili karşılaştırmalardan elde edilen veriler paket programa aktarılmış ve analiz sonucunda güvenirlik değeri 0,025 olarak hesaplanmıştır. Söz konusu değerin 0,10 eşik değerinin altında olması, modelin iç tutarlılığının sağlandığını ve yapılan değerlendirmenin güvenilir olduğunu göstermektedir. Paket programına ait görsel çıktılar aşağıda sunulmuştur.

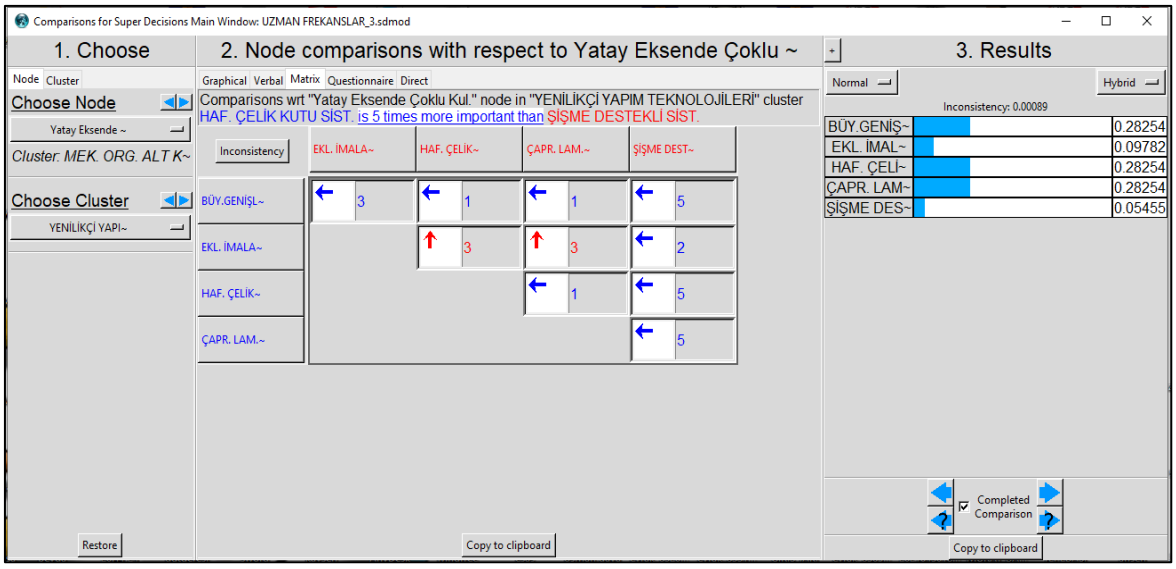


Şekil 5.32. Mekânsal Organizasyon Analizi bağlamında paket program verileri.

Çizelge 5.52. Mekânsal Organizasyon Analizi bağlamında "Yatay Eksende Çoklu Kullanım" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması

Yatay Eksende Çoklu Kullanım açısından yenilikçi yapım teknolojileri	Büyüyebilen genişleyebilen sistemler	Hava destekli (şişme) sistemler	Hafif çelik kutu sistemler	Eklemeli İmalat Teknolojileri	Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Sistemler
Büyüyebilen genişleyebilen sistemler	1	5	1	3	1
Hava destekli (şişme) sistemler	1/5	1	1/5	1/2	1/5
Hafif çelik kutu sistemler	1	5	1	3	1
Eklemeli İmalat Teknolojileri	1/3	2	1/3	1	1/3
Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Sistemler	1	5	1	3	1

Tez kapsamında yürütülen kapsamlı değerlendirme doğrultusunda, Mekânsal Organizasyon Analizi kapsamında "Yatay Eksende Çoklu Kullanım" kriteri açısından yenilikçi yapım teknolojileri karşılaştırılmıştır. Yapılan analizde, büyüyebilen/genişleyebilen sistemler, hafif çelik kutu sistemler ve çapraz lamine ahşap sistemlerin benzer düzeyde performans gösterdiği ve her birinin 0,28 ağırlık değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında, eklemeli imalat teknolojileri 0,10, şişme (hava) destekli sistemler ise 0,50 ağırlık değeri ile değerlendirilmiştir. Analize ilişkin tutarlılık oranı 0,00089 olarak hesap edilmiş olup, bu değerin 0,10 sınırının altında olması, çalışmanın yüksek düzeyde tutarlı ve güvenilir olduğunu göstermektedir. Paket programına ait görsel çıktılar aşağıda sunulmuştur.

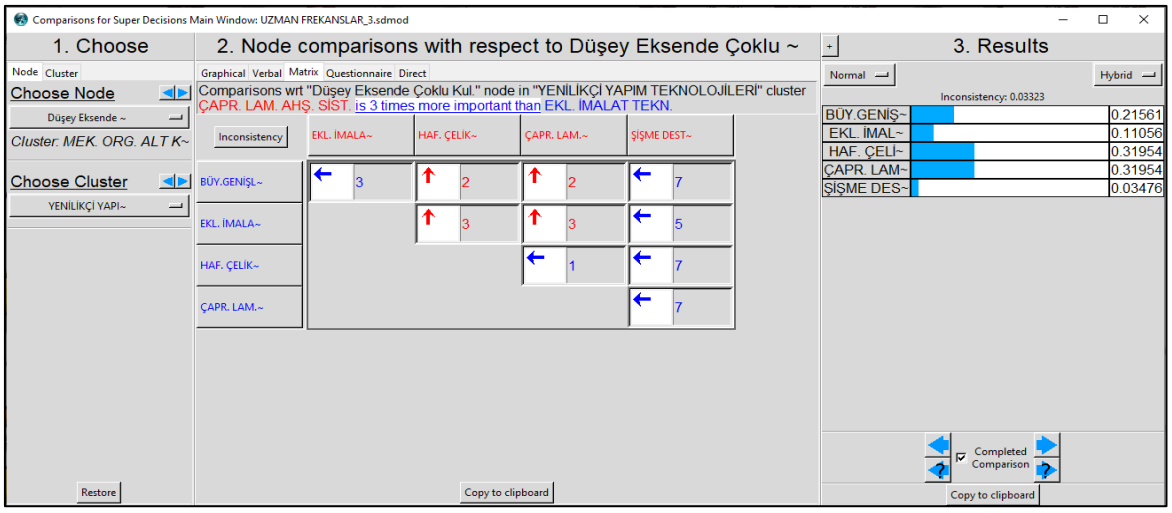


Şekil 5.33. Mekânsal Organizasyon Analizi bağlamında "Yatay Eksende Çoklu Kullanım" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin paket program verileri

Çizelge 5.53. Mekânsal Organizasyon Analizi bağlamında "Düşey Eksende Çoklu Kullanım" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması

Düşey Eksende Çoklu Kullanım açısından yenilikçi yapım teknolojileri	Büyüyebilen genişleyebilen sistemler	Hava destekli (şişme) sistemler	Hafif çelik kutu sistemler	Eklemeli İmalat Teknolojileri	Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Sistemler
Büyüyebilen genişleyebilen sistemler	1	7	1/2	3	1/2
Hava destekli (şişme) sistemler	1/7	1	1/7	1/5	1/7
Hafif çelik kutu sistemler	2	7	1	3	1
Eklemeli İmalat Teknolojileri	1/3	5	1/3	1	1/3
Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Sistemler	2	7	1	3	1

Tez kapsamında gerçekleştirilen kapsamlı değerlendirme çerçevesinde, mekânsal organizasyon analizinin "Düşey Eksende Çoklu Kullanım" kriteri doğrultusunda yenilikçi yapım teknolojileri karşılaştırılmıştır. Paket programdan elde edilen analiz sonuçları, çapraz lamine ahşap (CLT) sistemler ile hafif çelik kutu sistemlerin aynı önem düzeyine sahip olduğunu ve her iki sistem için 0,32 ağırlık değerinin hesaplandığını göstermektedir. Büyüyebilen/genişleyebilen sistemler için bu değer 0,22, şişme (hava) destekli sistemler için ise 0,03 olarak belirlenmiştir. Analiz sürecinde hesaplanan güvenirlik katsayısı 0,03 olup, bu değerin 0,10 sınırının altında kalması, yapılan değerlendirmelerin iç tutarlılığa sahip ve güvenilir olduğunu göstermektedir. Paket program verileri aşağıda gösterilmiştir.



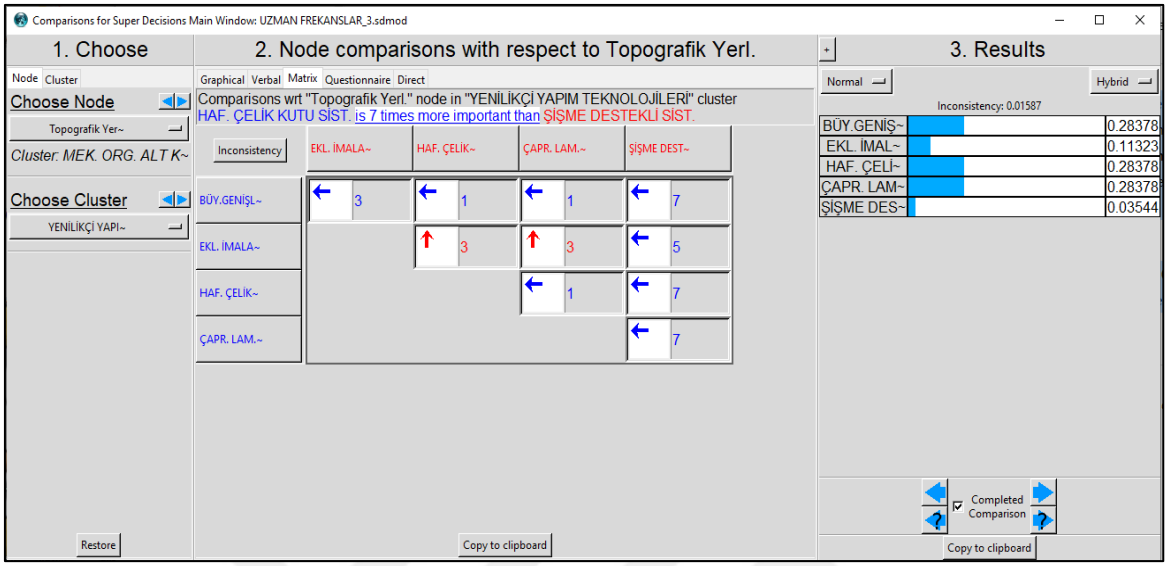
Şekil 5.34. Mekânsal Organizasyon Analizi bağlamında "Düşey Eksende Çoklu Kullanım" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin paket program verileri

Çizelge 5.54. Mekânsal Organizasyon Analizi bağlamında "Topografik Yerleşime Uyum" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırması

Topografik Yerleşime Uyum açısından yenilikçi yapım teknolojileri	Büyüyebilen genişleyebilen sistemler	Hava destekli (şişme) sistemler	Hafif çelik kutu sistemler	Eklemeli İmalat Teknolojileri	Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Sistemler
Büyüyebilen genişleyebilen sistemler	1	7	1	3	1
Hava destekli (şişme) sistemler	1/7	1	1/7	1/5	1/7
Hafif çelik kutu sistemler	1	7	1	3	1
Eklemeli İmalat Teknolojileri	1/3	5	1/3	1	1/3
Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Sistemler	1	7	1	3	1

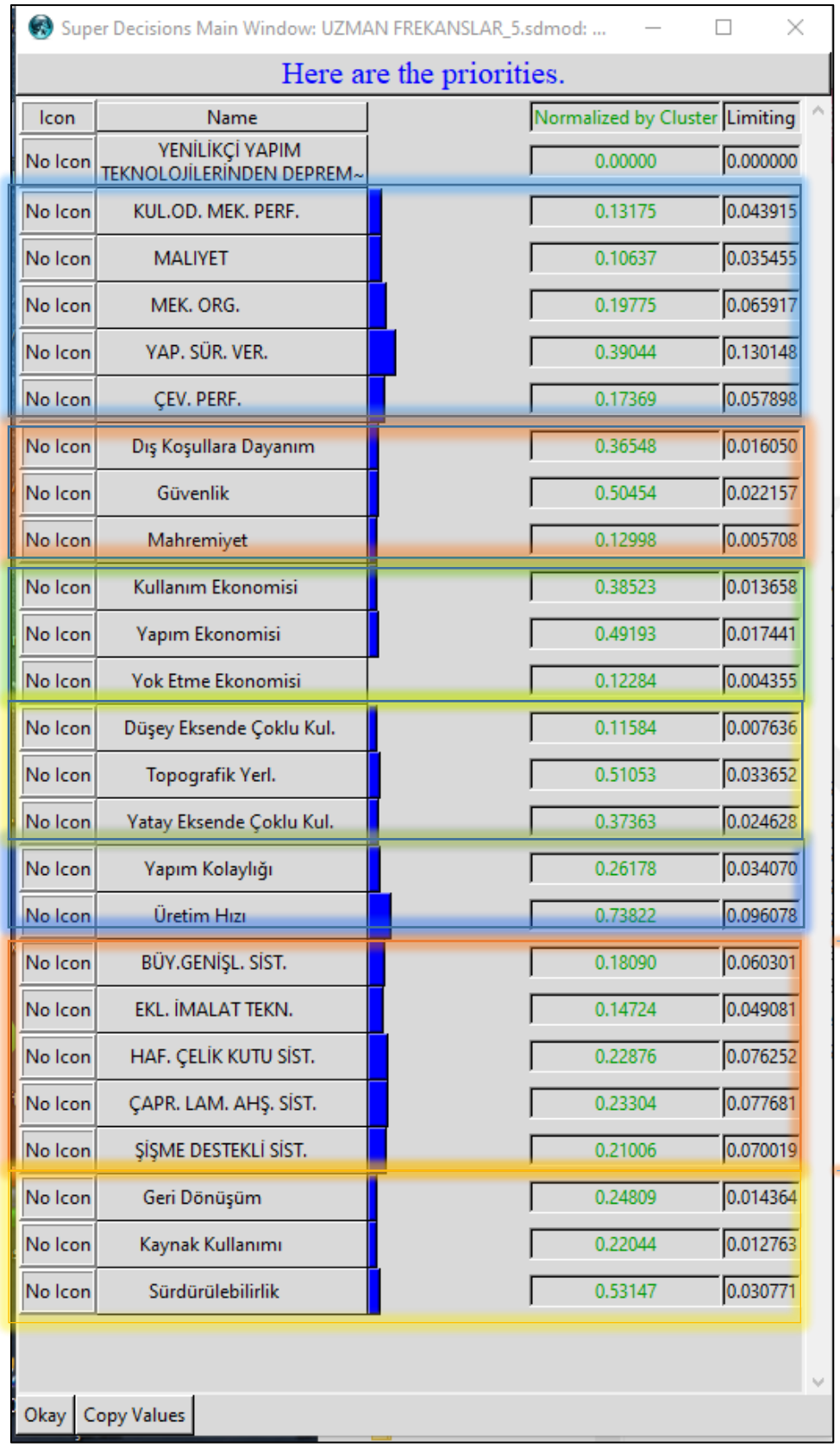
Tez kapsamında yürütülen kapsamlı değerlendirme doğrultusunda, mekânsal organizasyon analizinin "Düşey Eksende Çoklu Kullanım" kriteri çerçevesinde yenilikçi yapım teknolojileri karşılaştırılmıştır. Paket programdan elde edilen analiz çıktıları, büyüyebilen/genişleyebilen sistemler, hafif çelik kutu sistemler ve çapraz lamine ahşap sistemlerin eşdeğer önem düzeyine sahip olduğunu ve her birinin 0,28 ağırlık değeri ile değerlendirildiğini göstermektedir. Eklemeli imalat teknolojilerinin ağırlığı 0,11, şişme (hava) destekli sistemlerin ağırlığı ise 0,04 olarak hesaplanmıştır. Analiz sonucunda elde edilen güvenirlik katsayısı 0,015 olup, bu değerin 0,10 eşik değerinin altında kalması

modelin iç tutarlılığının sağlandığını ve yapılan değerlendirmenin güvenilir olduğunu göstermektedir. Paket program verileri aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 5.35. Mekânsal Organizasyon Analizi bağlamında "Topografik Yerleşime Uyum" açısından yenilikçi yapım teknolojilerinin paket program verileri

Uzman görüşlerinden elde edilen ana kriter ağırlıkları ile alt kriterler, hiyerarşik bir yapı dâhilinde düzenlenerek ikili karşılaştırmalarla değerlendirilmiştir. Super Decisions yazılımı kullanılarak gerçekleştirilen analizler sonucunda hem ana kriterlerin hem de alt kriterlerin göreli önem düzeyleri hesaplanmıştır. Ardından bu kriterler, beş farklı yenilikçi yapım teknolojisiyle ilişkilendirilmiş ve böylece en uygun teknolojinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Program çıktıları aşağıda sunulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, 0,23304 ağırlık değeri ile çapraz lamine ahşap (CLT) sistemleri en avantajlı yenilikçi yapım teknolojisi olarak belirlenmiştir. Bunu, 0,22876 ağırlık değeri ile ikinci sırada yer alan hafif çelik kutu sistemleri takip etmektedir. İlgili program çıktısı Şekil 5.36.'da yer almaktadır.



Şekil 5.36. Paket programdan tüm ama ve alt kriterlerin önem ağırlıklarından elde edilen değerler

5.4. Karşılaştırmalı En İyileme Modeli ile AHP Çoklu Karar Verme Yöntemi Kullanılarak Değerlendirme

6 Şubat 2023 depremlerinden etkilenen 11 ilde yaşayan depremzedelerin, konutlara ilişkin beklenti ve ihtiyaçlarını belirlemek amacıyla yürütülen anket çalışmasından elde edilen veriler, yenilikçi yapım teknolojilerinin değerlendirilmesinde temel girdi olarak kullanılmıştır. Depremzedelerden gelen cevaplara göre oluşturulan bu veriler toplamda 11 farklı alt başlıktan meydana gelmektedir. Daha önce, beş farklı yenilikçi yapım teknolojisi üzerinden uzmanlardan gelen yanıtlardan AHP yöntemi ile elde edilen analiz sonuçlarına göre en yüksek avantajlara sahip iki yenilikçi yapım sistemi seçilerek bu sistemlerin çapraz ahşap lamine sistemler ve hafif çelik kutu sistemler olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda oluşturulan karar matrisi aracılığıyla, deprem sonrası kullanım için en uygun konut tipinin belirlenmesi amacıyla da depremzedelerden gelen veriler ile yenilikçi yapım teknolojilerinden en avantajlı iki sistem araştırma ve değerlendirmesi yapılmıştır.

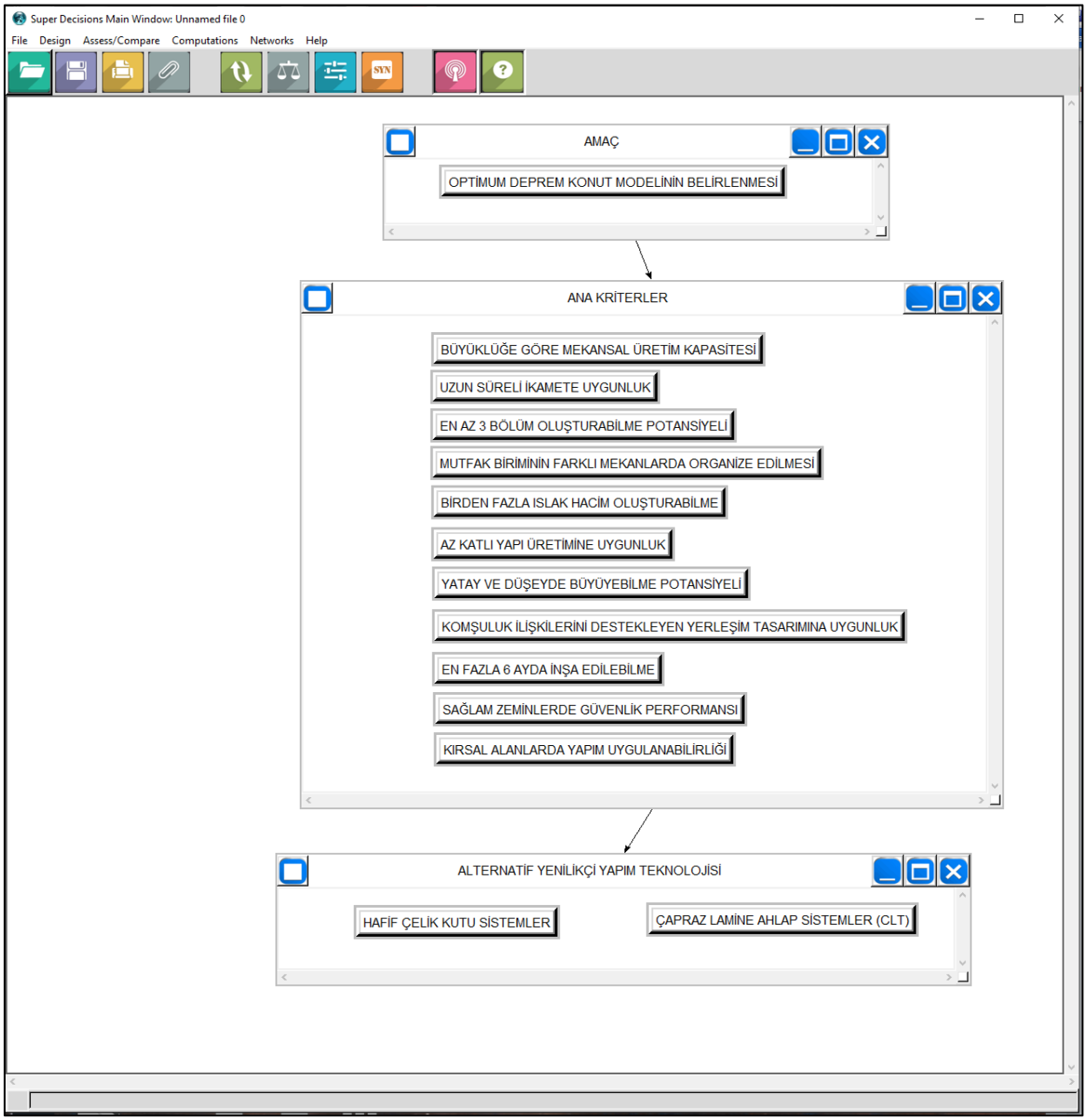
6 Şubat 2023 depremlerinden etkilenen 11 farklı ilde yapılan anket sonucunda depremzedelerin deprem sonrası bekledikleri konut künyesi aşağıda verilmiştir. Bunlar;

1. Hane halkı büyüklüğüne bağlı mekânsal üretim kapasitesi
2. Uzun süreli ikamet için uygunluk
3. En az 3 bağımsız bölüm oluşturabilme potansiyeli
4. Mutfak biriminin farklı mekânda organize edilebilmesi
5. Birden fazla ıslak hacim bulundurabilme
6. Az katlı yapı üretimine uygunluk
7. Yatay ve düşeyde büyüyebilme potansiyeli
8. Komşuluk ilişkilerini destekleyen yerleşim tasarımına uygunluk
9. En fazla 6 ayda inşa edilebilme
10. Sağlam zeminlerde güvenlik performansı
11. Kırsal alanda yapım uygulanabilirliği

olarak ana başlıklar altında toplanmıştır.

Elde edilen veriler doğrultusunda en avantajlı sistemin belirlenmesi amacıyla, çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) kullanılmıştır.

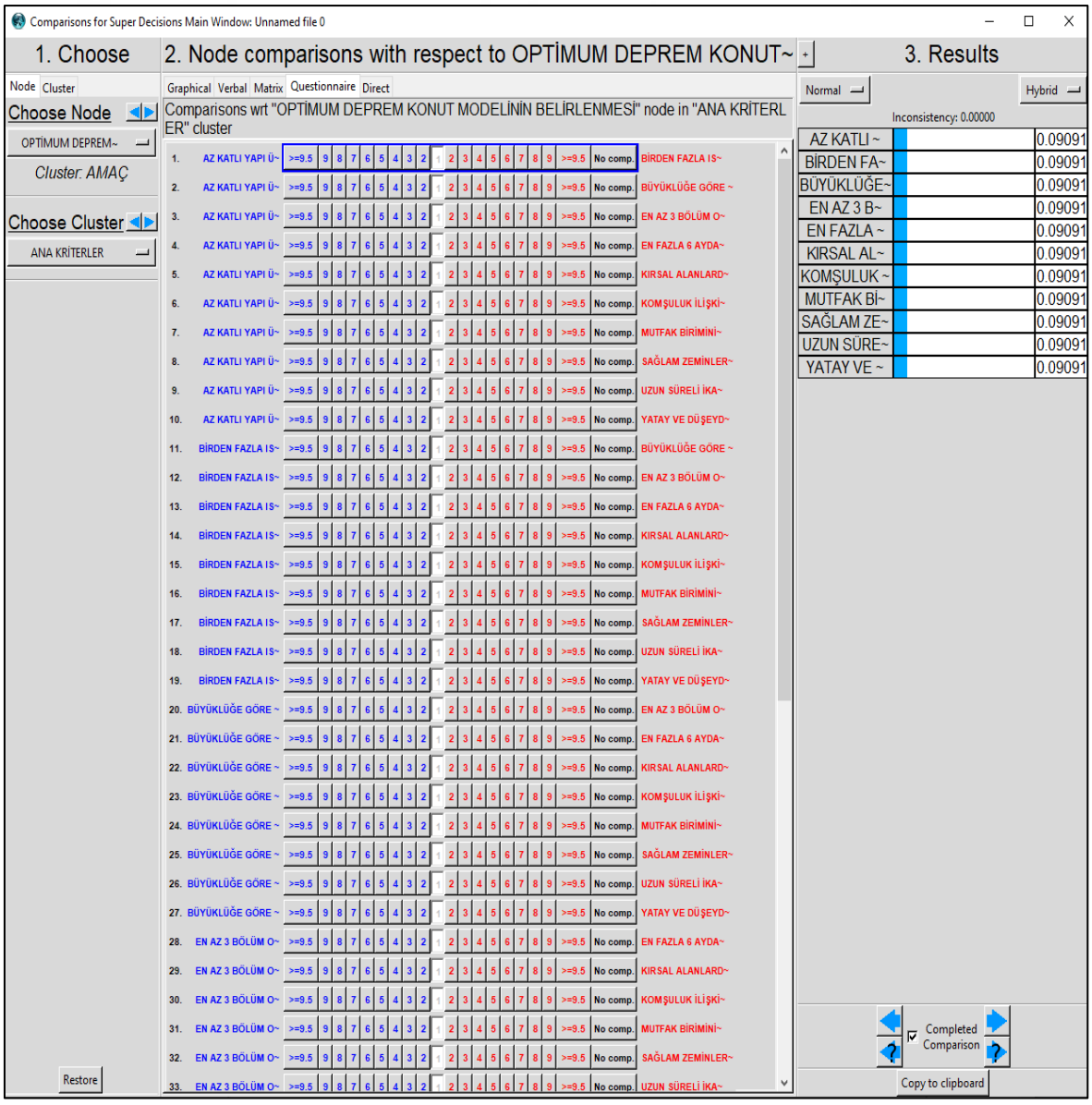
Değerlendirme sürecinde tüm kriterler ana kriter olarak ele alınmış; en uygun iki sistem her bir kriter bazında ikili karşılaştırmaya tabi tutularak karar süreci yürütülmüştür.



Şekil 5.37. Super Decisions paket programında oluşturulan ana kriterlere ilişkin hiyerarşi

Super Decisions programında optimum deprem konut modelinin belirlenmesi amacı ile bir hiyerarşi dizilimi gerçekleştirilmiştir. Amaca depremzedelerden elde edilen 11 deprem konutu özelliği ana kriter olarak verilmiş, bu veriler ise alternatif yenilikçi yapım teknolojisi başlığı altında hafif çelik kutu sistemler ve çapraz lamine ahşap sistemler olarak ayrı ayrı bağlanmıştır.

Depremzedelerden elde edilen toplam 11 kriter Super Decisions yazılımına aktarılmış, bu kriterlerin ağırlıkları hesaplanarak en ideal sistemin nihai seçimi gerçekleştirilmiştir. Aşağıda sunulan ikili karşılaştırma tablolarındaki değerler 1 ile 9 arasında değerlendirilmiş olup, bu doğrultuda frekans dağılımları oluşturulmuştur. Bu 11 kriterin önem dereceleri depremzedelerin genel beklentilerinden oluşması nedeniyle eşit olarak kabul edilmiştir. İlgili paket programda 11 kritere ait tüm ikili kıyaslamalardaki kombinasyonlar arasında anlamlı bir üstünlük farkı bulunmadığı kabul edilerek AHP'nin 1–9 önem ölçeğine göre ikili karşılaştırma değeri 1 olarak atanmıştır. Bu doğrultuda oluşturulan ikili karşılaştırma çizelgesi aşağıda sunulmuştur.

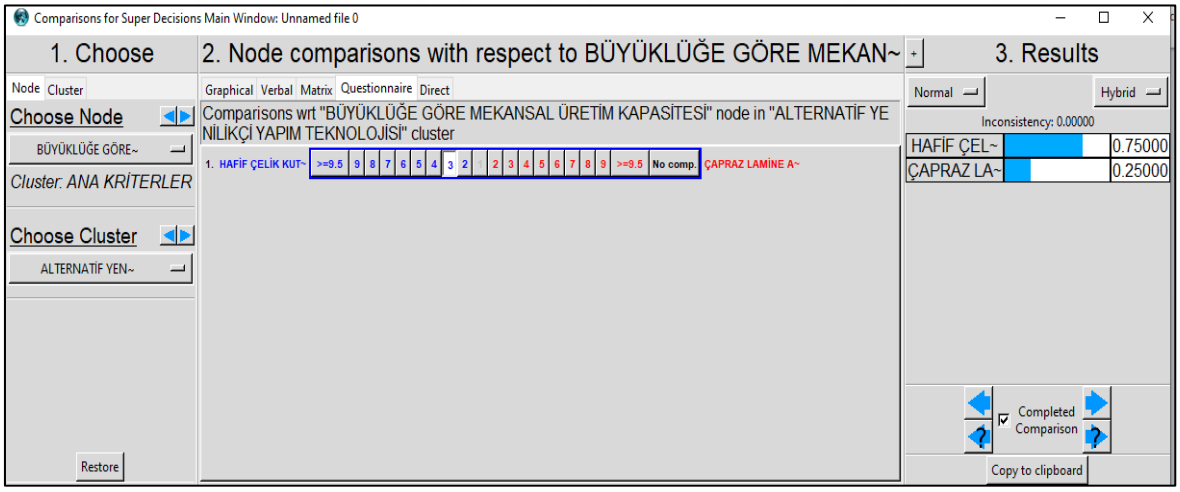


Şekil 5.38. Optimum deprem konutu araştırmasında 11 kritere ait ikili karşılaştırma çizelgesi

Hane halkı büyüklüğüne bağlı mekânsal üretim kapasitesi bakımından hafif çelik kutu sistemler ve çapraz lamine ahşap sistemler karşılaştırıldığında, hafif çelik kutu sistemlerin daha modüler ve fabrikasyon seri üretim potansiyelinin daha yüksek olduğu değerlendirilmiştir. Ancak çapraz lamine ahşap sistemlerin mekânsal büyüme potansiyeli de göz ardı edilmemelidir. Her iki sistem her ne kadar mekânsal üretim kapasitesi açısından yakın olarak değerlendirilmişse de hafif çelik kutu sistemlerin daha kolay ölçeklenebilme kabiliyeti sayesinde bir adım öne geçtiği düşünülmüştür. Değerlendirmeye ilişkin ikili kıyas tablosu aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 5.55. Hane halkı büyüklüğüne bağlı mekânsal üretim kapasitesi bakımından Hafif Çelik Kutu Sistemler ve Çapraz Lamine Ahşap Sistemlerin (CLT) kıyas tablosu

Hane halkı büyüklüğüne bağlı mekânsal üretim kapasitesi	Hafif Çelik Kutu Sistemler	Çapraz Lamine Ahşap Sistemler
Hafif Çelik Kutu Sistemler	1	3
Çapraz Lamine Ahşap Sistemler	1/3	1



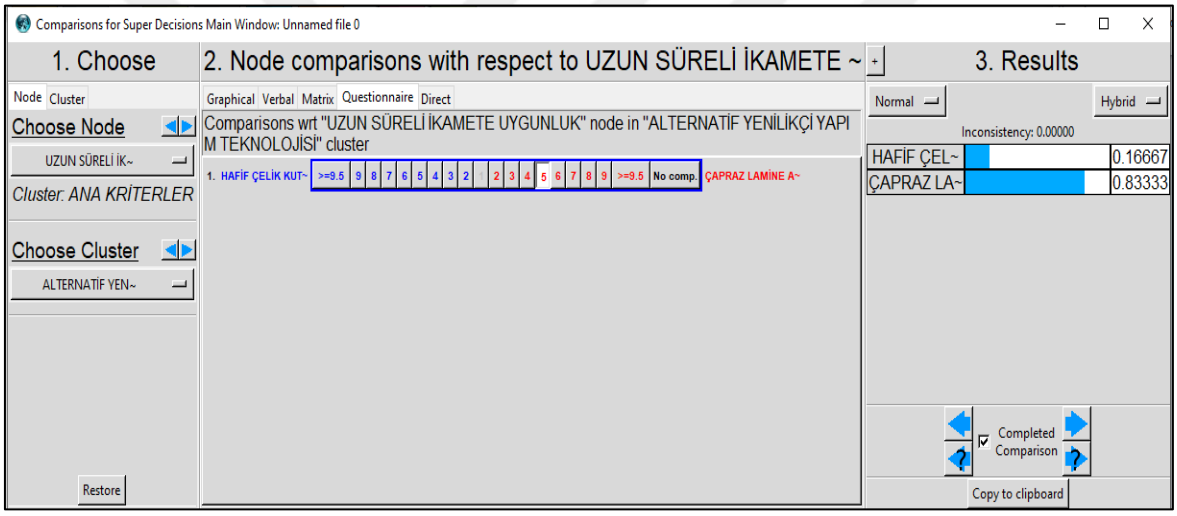
Şekil 5.39. Super Decisions programında hane halkı büyüklüğüne bağlı mekânsal üretim kapasitesi bakımından kıyas çizelgesi

Çapraz lamine ahşap sistemler doğal malzeme özelliği sayesinde yüksek ısıl konfor sağlarken nem dengesini ve akistik performansı da sağlayarak daha yüksek yaşam kalitesi ortaya koyabilmektedir. Hafif çelik kutu sistemler ise iç mekânda yoğuşma riski, akustik problemlere karşı daha yüksek potansiyel taşıması ve soğuk yüzey etkisi gibi nedenler

dolayısıyla daha düşük performans göstermesinden kaynaklı uzun süreli ikamet için uygunluk bakımından CLT sistemler daha avantajlı olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirmeye ilişkin ikili kıyas tablosu aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.56. Uzun süreli ikamet için uygunluk bakımından Hafif Çelik Kutu Sistemler ve Çapraz Lamine Ahşap Sistemlerin (CLT) kıyas tablosu

Uzun süreli ikamet için uygunluk	Hafif Çelik Kutu Sistemler	Çapraz Lamine Ahşap Sistemler
Hafif Çelik Kutu Sistemler	1	1/5
Çapraz Lamine Ahşap Sistemler	5	1



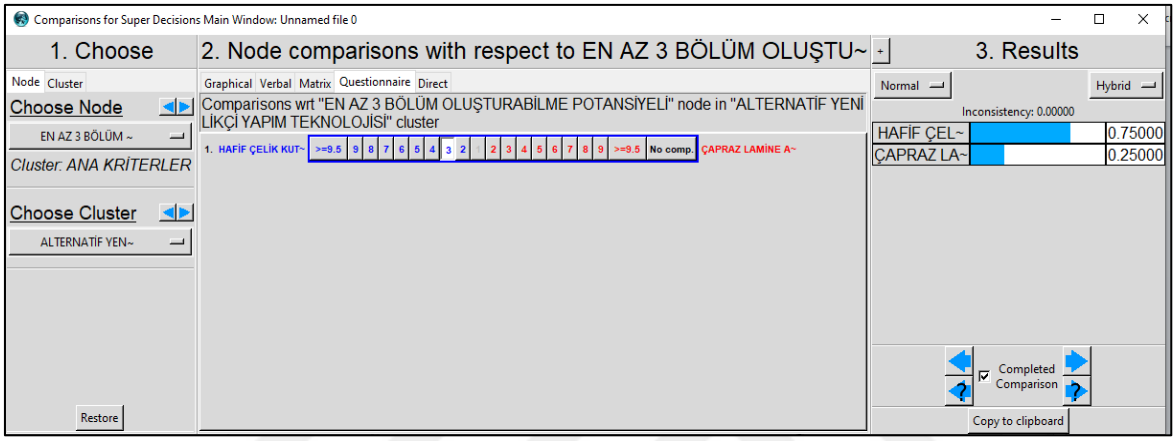
Şekil 5.40. Super Decisions programında uzun süreli ikamet için uygunluk bakımından kıyas çizelgesi

En az 3 bağımsız bölüm oluşturabilme potansiyeli bakımından hafif çelik kutu sistemler ve çapraz lamine ahşap sistemler kıyaslandığında hafif çelik kutu sistemlerin hızlı ve fabrikasyon standartlaştırılmış şekilde üretilebilme kapasitesi nedeniyle çapraz lamine ahşap sistemlere göre daha öne çıktığı değerlendirilmiştir. Ayrıca hafif çelik kutu sistemler yine daha hafif taşıyıcı sisteme sahip olabilme potansiyelinden dolayı hacimsel esnekliği de o derecede daha üstün olarak değerlendirilmiştir.

Çapraz lamine ahşap sistemler de en az 3 ve daha fazla birim oluşturabilme potansiyeline sahiptir. Bu nedenle iki sistemin birbirine göre çok belirgin farkı değerlendirilmemiştir. Yapılan ikili kıyaslama tablosu aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.57. En az 3 bağımsız bölüm oluşturabilme potansiyeli bakımından Hafif Çelik Kutu Sistemler ve Çapraz Lamine Ahşap Sistemlerin (CLT) kıyas tablosu

En az 3 bağımsız bölüm oluşturabilme potansiyeli	Hafif Çelik Kutu Sistemler	Çapraz Lamine Ahşap Sistemler
Hafif Çelik Kutu Sistemler	1	3
Çapraz Lamine Ahşap Sistemler	1/3	1

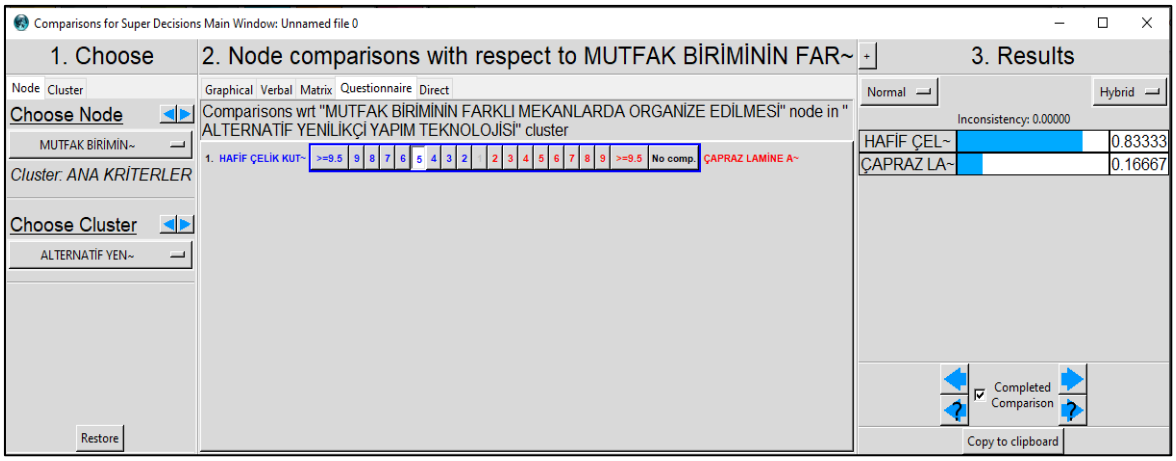


Şekil 5.41. Super Decisions programında uzun süreli ikamet için uygunluk bakımından kıyas çizelgesi

Mutfak biriminin farklı mekânda organize edilebilmesi bakımından hafif çelik kutu sistemler ve çapraz lamine ahşap sistemler kıyaslandığında, mutfak için gerekli olan su, atık su, havalandırma ve elektrik gibi tesisatlar hafif çelik kutu sistemlerdeki paneller arasında daha kolay şekilde teşkil edilebilmektedir. Fabrika ortamında da direkt hazır şekilde mutfak birimi üretilebilmesi de mümkündür. Çapraz lamine ahşap sistemlerde ise duvarlar hem yüzey hem de taşıyıcı olarak kullanıldığı için bu durum biraz daha kısıtlılık gösterebilmektedir. Yapılan ikili kıyaslama tablosu aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.58. Mutfak biriminin farklı mekânda organize edilebilmesi bakımından Hafif Çelik Kutu Sistemler ve Çapraz Lamine Ahşap Sistemlerin (CLT) kıyas tablosu

Mutfak biriminin farklı mekânda organize edilmesi	Hafif Çelik Kutu Sistemler	Çapraz Lamine Ahşap Sistemler
Hafif Çelik Kutu Sistemler	1	5
Çapraz Lamine Ahşap Sistemler	1/5	1

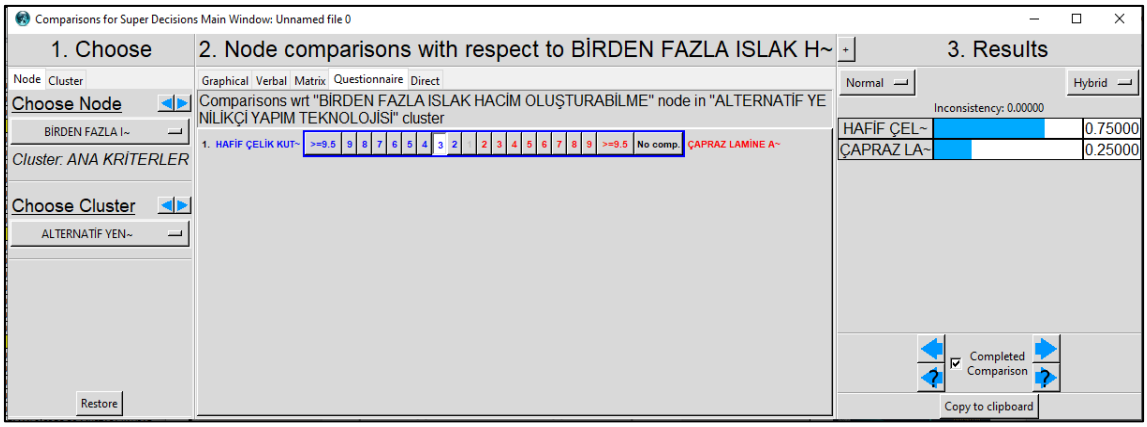


Şekil 5.42. Super Decisions programında mutfak biriminin farklı mekânda organize edilebilmesi bakımından kıyas çizelgesi

Birden fazla ıslak hacim bulundurabilme bakımından hafif çelik kutu sistemler ve çapraz lamine ahşap sistemler kıyaslandığında, tesisat birliği sağlanabilmesi açısından ilave tesisatların yeni birimlere aktarımında hafif çelik kutu sistemler duvar ve zeminde yer alan boşlukları nedeniyle hafif çelik kutu sistemler daha avantajlı olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca WC modülü hafif çelik kutu sistemlerde fabrika ortamında daha önceden modül olarak da oluşturulabilmektedir. Tesisatın yük taşımayan duvarlardan geçebilmesinin ıslak hacim sayısındaki artışta büyük öneme sahip olduğu değerlendirilmiştir. Yapılan ikili kıyaslama tablosu aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.59. Birden fazla ıslak hacim bulundurabilme bakımından Hafif Çelik Kutu Sistemler ve Çapraz Lamine Ahşap Sistemlerin (CLT) kıyas tablosu

Birden fazla ıslak hacim bulundurabilme	Hafif Çelik Kutu Sistemler	Çapraz Lamine Ahşap Sistemler
Hafif Çelik Kutu Sistemler	1	3
Çapraz Lamine Ahşap Sistemler	1/3	1

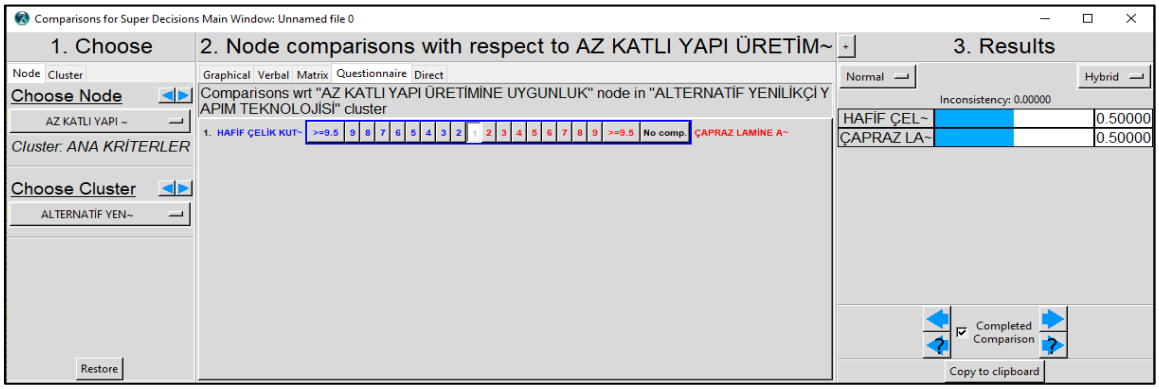


Şekil 5.43. Super Decisions programında birden fazla ıslak hacim bulundurabilme potansiyeli bakımından kıyas

Az katlı yapı üretimine uygunluk kriteri kapsamında hafif çelik kutu sistemler ile çapraz lamine ahşap (CLT) sistemlerin performansları karşılaştırıldığında, her iki yapım tekniğinin de benzer düzeyde uygunluk sergilediği belirlenmiştir. Bu nedenle, söz konusu iki sistem arasında anlamlı bir üstünlük farkı bulunmadığı kabul edilerek AHP'nin 1–9 önem ölçeğine göre ikili karşılaştırma değeri 1 olarak atanmıştır. Bu doğrultuda oluşturulan ikili karşılaştırma tablosu aşağıda sunulmuştur.

Çizelge 5.60. Az katlı yapı üretimine uygunluk bakımından Hafif Çelik Kutu Sistemler ve Çapraz Lamine Ahşap Sistemlerin (CLT) kıyas tablosu

Az katlı yapı üretimine uygunluk	Hafif Çelik Kutu Sistemler	Çapraz Lamine Ahşap Sistemler
Hafif Çelik Kutu Sistemler	1	1
Çapraz Lamine Ahşap Sistemler	1	1



Şekil 5.44. Super Decisions programında az katlı yapı üretimine uygunluk bakımından kıyas çizelgesi

Yatay ve düşeyde büyüyebilme potansiyeli bakımından hafif çelik kutu sistemler ve çapraz lamine ahşap sistemler kıyaslandığında benzer davranış potansiyeli gösterdikleri değerlendirilmiştir. Bu nedenle, söz konusu iki sistem arasında anlamlı bir üstünlük farkı bulunmadığı kabul edilerek AHP'nin 1–9 önem ölçeğine göre ikili karşılaştırma değeri 1 olarak atanmıştır. Bu doğrultuda oluşturulan ikili karşılaştırma tablosu aşağıda sunulmuştur.

Çizelge 5.61. Yatay ve düşeyde büyüyebilme potansiyeli bakımından Hafif Çelik Kutu Sistemler ve Çapraz Lamine Ahşap Sistemlerin (CLT) kıyas tablosu

Yatay ve düşeyde büyüyebilme potansiyeli	Hafif Çelik Kutu Sistemler	Çapraz Lamine Ahşap Sistemler
Hafif Çelik Kutu Sistemler	1	1
Çapraz Lamine Ahşap Sistemler	1	1

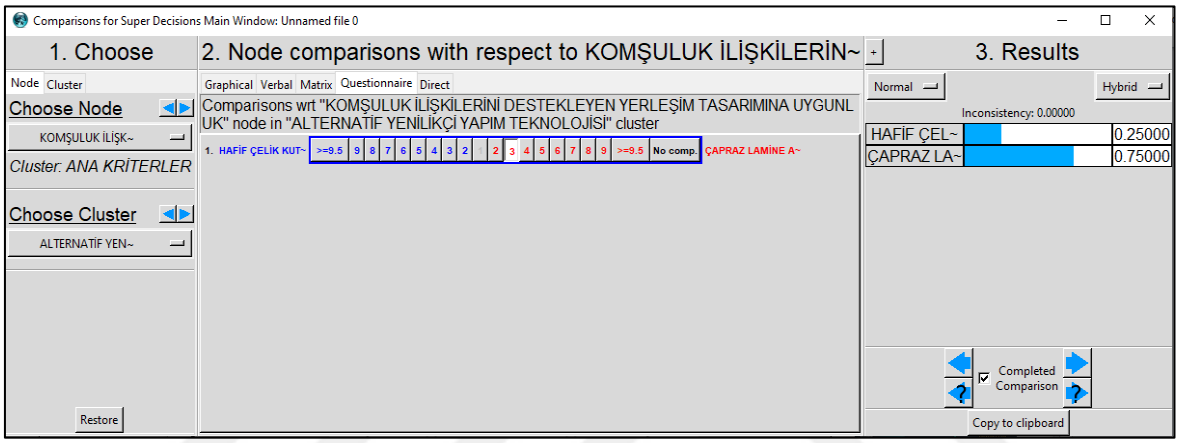


Şekil 5.45. Super Decisions programında yatay ve düşeyde büyüyebilme potansiyeli bakımından kıyas çizelgesi

Komşuluk ilişkilerini destekleyen yerleşim tasarımına uygunluk bakımından hafif çelik kutu sistemler ve çapraz lamine ahşap sistemler karşılaştırıldığında hafif çelik kutu sistemlerin doğal malzeme karakteri nedeniyle daha sıcak, insan ölçeğine uygun ve topluluk odaklı olduğu değerlendirilmiştir. Hafif çelik kutu sistemlerde modülerlik daha ön planda olup, standartlaşan ve tekrarlayan birim düzeni nedeniyle komşuluk ilişkisini gözeten mekânsal zenginliği daha sınırlı olarak tespit edilmiştir. Bu doğrultuda oluşturulan ikili karşılaştırma tablosu aşağıda sunulmuştur.

Çizelge 5.62. Komşuluk ilişkilerini destekleyen yerleşim tasarımına uygunluk bakımından Hafif Çelik Kutu Sistemler ve Çapraz Lamine Ahşap Sistemlerin (CLT) kıyas tablosu

Komşuluk ilişkilerini destekleyen yerleşim tasarımına uygunluk	Hafif Çelik Kutu Sistemler	Çapraz Lamine Ahşap Sistemler
Hafif Çelik Kutu Sistemler	1	1/3
Çapraz Lamine Ahşap Sistemler	3	1



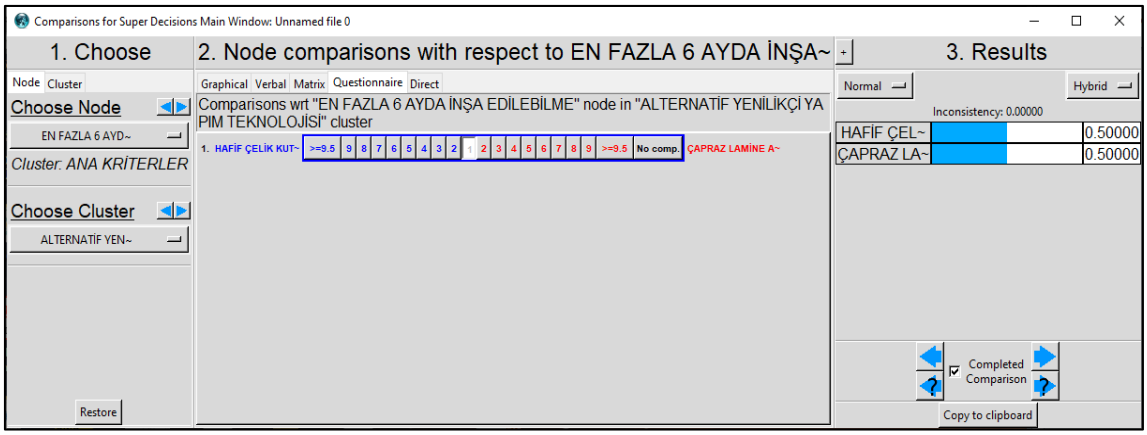
Şekil 5.46. Super Decisions programında komşuluk ilişkilerini destekleyen yerleşim tasarımına uygunluk bakımından kıyas çizelgesi

En fazla 6 ayda inşa edilebilme bakımından hafif çelik kutu sistemler ve çapraz lamine ahşap sistemler kıyaslandığında benzer davranış potansiyeli gösterdikleri değerlendirilmiştir.

Bu nedenle, söz konusu iki sistem arasında anlamlı bir üstünlük farkı bulunmadığı kabul edilerek AHP'nin 1–9 önem ölçeğine göre ikili karşılaştırma değeri 1 olarak atanmıştır. Bu doğrultuda oluşturulan ikili karşılaştırma tablosu aşağıda sunulmuştur.

Çizelge 5.63. En fazla 6 ayda inşa edilebilme bakımından Hafif Çelik Kutu Sistemler ve Çapraz Lamine Ahşap Sistemlerin (CLT) kıyas tablosu

En fazla 6 ayda inşa edilebilme	Hafif Çelik Kutu Sistemler	Çapraz Lamine Ahşap Sistemler
Hafif Çelik Kutu Sistemler	1	1
Çapraz Lamine Ahşap Sistemler	1	1

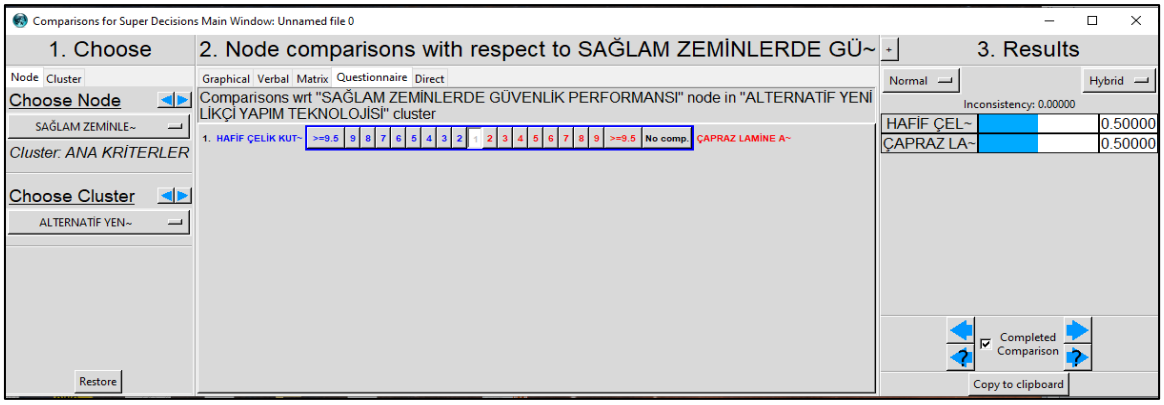


Şekil 5.47. Super Decisions programında en fazla 6 ayda inşa edilebilme bakımından kıyas çizelgesi

Sağlam zeminlerde güvenlik performansı bakımından hafif çelik kutu sistemler ve çapraz lamine ahşap sistemler kıyaslandığında benzer davranış potansiyeli gösterdikleri değerlendirilmiştir. Bu nedenle, söz konusu iki sistem arasında anlamlı bir üstünlük farkı bulunmadığı kabul edilerek AHP'nin 1–9 önem ölçeğine göre ikili karşılaştırma değeri 1 olarak atanmıştır. Bu doğrultuda oluşturulan ikili karşılaştırma tablosu aşağıda sunulmuştur.

Çizelge 5.64. Sağlam zeminlerde güvenlik performansı bakımından Hafif Çelik Kutu Sistemler ve Çapraz Lamine Ahşap Sistemlerin (CLT) kıyas

Sağlam zeminlerde güvenlik performansı	Hafif Çelik Kutu Sistemler	Çapraz Lamine Ahşap Sistemler
Hafif Çelik Kutu Sistemler	1	1
Çapraz Lamine Ahşap Sistemler	1	1

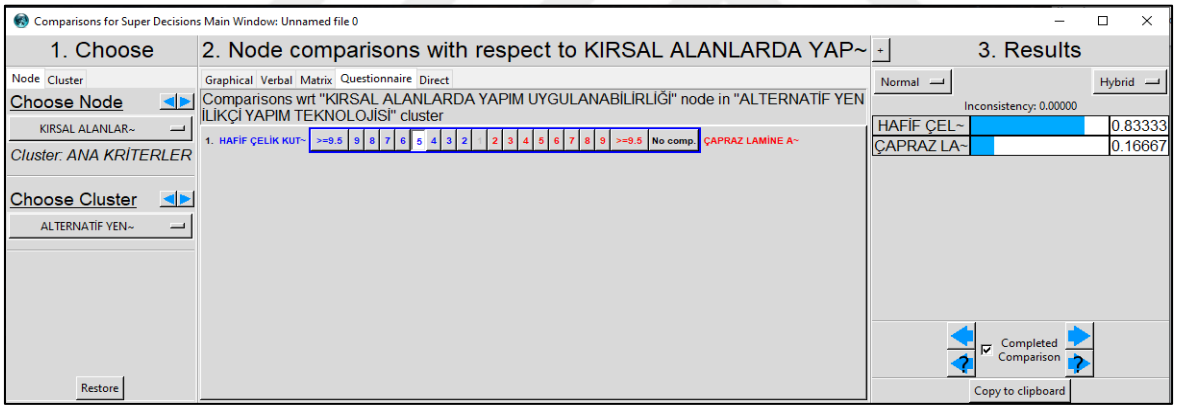


Şekil 5.48. Super Decisions programında sağlam zeminlerde güvenlik performansı bakımından kıyas çizelgesi

Kırsal alanda yapım uygulanabilirliği bakımından hafif çelik kutu sistemler ve çapraz lamine ahşap sistemler kıyaslandığında hafif çelik kutu sistemlerin çapraz lamine ahşap sistemlere göre daha hızlı ve kolay kurulabilmesi; kırsaldaki lojistik zorluklar ve iş gücü sınırlılıkları açısından bakıldığında daha avantajlı sistem olarak değerlendirilmiştir. Çapraz lamine ahşap sistemlerde her kadar prefabrik olarak üretilme mümkün olsa da kırsalda gerekli ekipman ve uzman işçilik bakımından yetersiz kalabileceği değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda oluşturulan ikili karşılaştırma tablosu aşağıda sunulmuştur.

Çizelge 5.65. Kırsal alanda yapım uygulanabilirliği bakımından Hafif Çelik Kutu Sistemler ve Çapraz Lamine Ahşap Sistemlerin (CLT) kıyas tablosu

Kırsal alanda yapım uygulanabilirliği	Hafif Çelik Kutu Sistemler	Çapraz Lamine Ahşap Sistemler
Hafif Çelik Kutu Sistemler	1	5
Çapraz Lamine Ahşap Sistemler	1/5	1



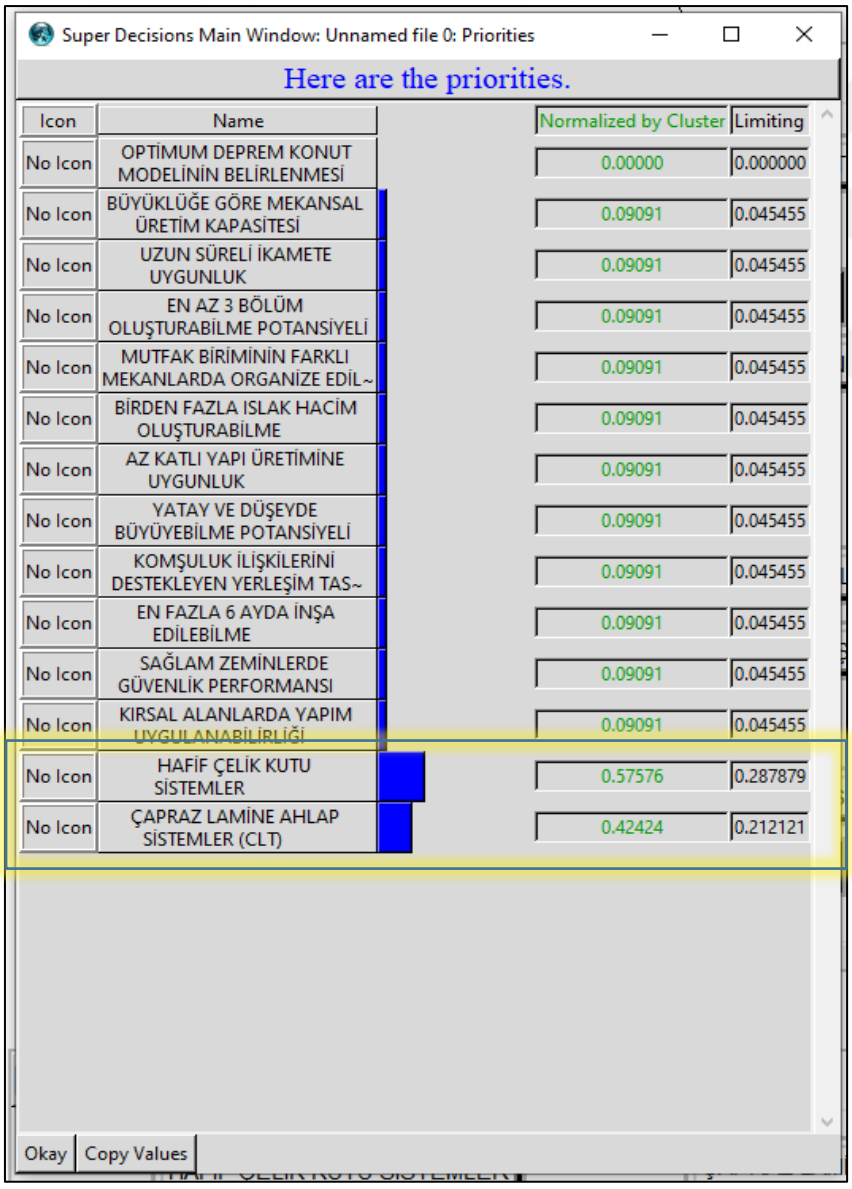
Şekil 5.49. Super Decisions programında kırsal alanda yapım uygulanabilirliği bakımından kıyas çizelgesi

Yenilikçi yapım teknolojilerinden deprem konutu modelini oluşturmak amacıyla depremzedelerden alınan, optimum deprem konutu modelini ortaya koymaya yönelik 11 farklı ana kriterle yapılan AHP yöntemiyle Super Decisions paket programına veriler girilerek ilişki şeması oluşturulmuştur.

Daha önce hesaplanarak tespit edilen hafif çelik kutu sistemler ile çapraz lamine ahşap sistemler ikili kıyas yöntemi ile bu kriterlerle kıyaslandığında çalışmanın güvenirlik skalası olan 0,1'den küçük olduğu ve incelemenin güvenilir olduğu tespit edilmiştir. Buna göre tüm

inceleme ve hesaplamalar yapıldığında hafif çelik kutu sistemler 0,576 çapraz lamine ahşap sistemler ise 0,424 oran almıştır. Buna göre incelenen tüm yenilikçi yapım teknolojileri arasında depremzedelerin ihtiyaçlarına da en iyi düzeyde cevap veren sistemin Hafif çelik kutu sistem olduğu tespit edilmiştir.

Her ne kadar hafif çelik kutu sistemler genel itibariyle tercih edilecek en avantajlı sistem olarak hesap edilmişse de çapraz lamine ahşap sistemlerin de oranı küçümsenmeyecek seviyeyedir. Paket programdan elde edilen verilere ilişkin çizelge şekil 5.50.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.50. Super Decisions programında tüm verilerin analizi sonrasında elde edilen değerleri gösterir program çıktısı

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye nüfusunun büyük çoğunluğu deprem riskinin çok yüksek olduğu bölgelerde yaşamaktadır. Depremlerin aniden ortaya çıkması, meydana gelmeden önce tespitinin günümüz koşullarında mümkün olmaması, durdurulamaması ve çok geniş alanlara etki etmesi nedeniyle depremler diğer afetlerden ayrılmakta ve öngörülememektedir. Depremlerin yıkıcı etkisi nedeniyle bir anda milyonlarca insanın hayat koşulları etkilenebilmekte ve barınma problemi ortaya çıkabilmektedir. Türkiye'de meydana gelen 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş ili Pazarcık ilçe merkezli 7,7(Mw) ve Elbistan ilçe merkezli 7,6 (Mw) büyüklüğündeki depremler, deprem gerçeğini bir kere daha gün yüzüne çıkmış, 11 ilde meydana gelen yıkım sonrasında binlerce insan hayatını kaybetmiş, yüzbinlerce konut ve işyeri yıkılmış ya da ağır hasar almış, milyonlarca insanın barınma problemi aniden ortaya çıkmıştır. Bu elim durumdan sonra milyonlarca insanın barınma problemi bir trajediye dönüşmüş, barınma sonrası yapıların en hızlı ve ekonomik şekilde çözümünün ne kadar önemli olduğu bir kere daha gözler önüne serilmiştir. Bunun yanı sıra, ülkemizdeki konut stoğunun genel olarak yeni yapılardan oluşmaması, yapıldığı dönemki ilgili yönetmeliklerin yetersizlikleri, hesaplamalarda eksiklikler, yapılarda yanlış malzeme ya da yapım sistemleri uygulamaları, işçilik hataları, zemin kaynaklı problemler ve hesap hataları vb. pek çok etki nedenleri dikkate alındığında, nüfusunun çoğunluğu deprem bölgelerinde yaşayan Türkiye'de herhangi bir bölgede oluşabilecek deprem sonrasında yine çok ağır bilançolarla karşılaşma potansiyeli oldukça yüksektir. 2025 yılı Ekim ayı itibariyle 6,0 ve üzeri; 23 Nisan 2025'te İstanbul İli Silivri İlçesi açıklarında 6,2 büyüklüğünde, 10 Ağustos 2025'te Balıkesir İli Sındırgı İlçesinde 6,1 (Mw) ve 27 Ekim 2025'te yine aynı yerde 6,0 büyüklüğünde deprem meydana gelmiştir. Beklenen büyük İstanbul depremi de ülkemizde meydana gelecek en yıkıcı depremlerden biri olma potansiyelini taşımaktadır.

Ülkemizde meydana gelen yıkıcı depremler sonrasında ortaya çıkan barınma sorununun çözümünde hâlen ağırlıklı olarak geleneksel yöntemlere başvurulması, depremzedelerin beklenti ve önceliklerini karşılamada yetersiz kalmaktadır. Bunun yanı sıra, geleneksel yöntemlerle üretilen deprem konutlarının, afetzedelerin daimi olarak ikamet edebileceği kalıcı konutlar olarak kullanılabilirliği de sınırlı düzeyde kalmaktadır.

Gelişen yapım teknolojileri ile farklı yapım sistemleri ortaya çıkmış ve bu sistemlerin deprem konutu olarak kullanılabilirliğine ilişkin çeşitli araştırmalar dünya literatüründe yer almaya başlamıştır. Bu doğrultuda, ülkemizde deprem konutu olarak kullanılabilecek yenilikçi yapım teknolojilerinin incelenmesi amaçlanmış; büyüyebilen ve genişleyebilen sistemler, hava destekli sistemler, hafif çelik kutu sistemler, eklemeli imalat teknolojileri ve çapraz lamine ahşap sistemler olmak üzere beş farklı yenilikçi yapım teknolojisi detaylı biçimde ele alınmıştır.

Deprem konutu üretiminde yenilikçi yapım teknolojilerinin kullanılabilirliği odağında gerçekleştirilen bu çalışma kapsamında, söz konusu sistemler beş ana kriter ve bu ana kriterlere bağlı on dört alt kriter çerçevesinde kapsamlı ve sistematik bir değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Buna göre; araştırması yapılan beş farklı yenilikçi yapım sistemlerinin üretim süresi ve yapım kolaylığı incelendiğinde büyüyebilen genişleyebilen sistemlerin deprem bölgesinde üretimi için ortalama 6 haftalık bir süreye ihtiyaç duyulurken, şişme(hava) destekli sistemlerin 2 hafta, hafif çelik sistemlerin 3,5 hafta, eklemeli imalat teknolojili sistemlerin 5 hafta, CLT sistemli yapıların ise 3,5 haftalık süreye ihtiyaç duyduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buna göre yenilikçi yapım teknolojilerinden hangisi seçilirse seçilsin en fazla 6 haftalık bir üretim süresine ihtiyaç duyduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yenilikçi Yapım Teknolojilerinin maliyet analizi sonucunda; büyüyebilen/genişleyebilen sistemlerin 410 USD/m², şişme (hava) destekli sistemlerin 280 USD/m², hafif çelik kutu sistemlerin 399 USD/m², eklemeli imalat teknolojisinin 541 USD/m² ve çapraz lamine ahşap (CLT) sistemlerin 510 USD/m² düzeyinde maliyet oluşturduğu belirlenmiştir. Büyüyebilen/genişleyebilen sistemler ile hafif çelik kutu sistemlerin birbirine yakın maliyet aralıklarına sahip olduğu görülmektedir. Her iki sistem de geri dönüştürülebilirlik açısından ekonomik değer üretme potansiyeli taşımakta olup bu yönüyle avantajlıdır. Şişme (hava) destekli sistemler her ne kadar düşük ilk yatırım maliyeti sunuyor olsa da kullanım sürecindeki maliyetler, iç mekân düzenlemeleri için gerekli donatılara ilişkin ek harcamalar ve geri dönüşüm açısından kayda değer bir üstünlük sunmaması nedeniyle bütüncül bir değerlendirme gerektirmektedir. Eklemeli imalat teknolojisi ise ilk yatırım maliyeti en yüksek sistem olarak öne çıkmaktadır. Malzeme kaybının en düşük olduğu yöntem olması bakımından avantajlı olmakla birlikte, geri dönüştürülebilirlik açısından incelenen sistemler içinde en zayıf performansı göstermektedir.

Bununla birlikte, teknolojik gelişmeler ve malzeme çeşitliliğinin artmasıyla birlikte bu sistemlerin daha yaygın kullanım alanı bulması durumunda birim alan maliyetlerinin gelecekte düşebileceği öngörülmektedir. Çapraz lamine ahşap (CLT) sistemler ise ilk yatırım maliyeti bakımından en yüksek ikinci sistem olup fiyat açısından dezavantajlı görünmektedir. Ancak kullanım maliyetlerindeki uzun vadeli avantajları ve sürdürülebilirlik performansı, bu sistemin deprem konutu üretiminde tercih edilebilir olduğunu göstermektedir.

Günümüzde inşaat sektöründe sürdürülebilirlik, kaynak kullanımı (verimliliği) ve döngüsel ekonomi kriterleri giderek önem kazanmakta; bu bağlamda yenilikçi yapım teknolojileri geleneksel yöntemlere alternatif oluşturarak çevresel etkilerin azaltılmasında kritik rol oynamaktadır. İncelenen beş sistem; malzeme tüketimi, enerji kullanımı, üretim sürecindeki atık miktarı, geri dönüştürülebilirlik ve yeniden kullanım potansiyelleri açısından farklı düzeylerde sürdürülebilirlik performansı ortaya koymaktadır. Buna göre büyüyebilen/genişleyebilen sistemler, modüler olmaları nedeniyle düşük malzeme israfı, yüksek yeniden kullanım kapasitesi ve demonte edilebilirlik avantajı sunmaktadır. Şişme (hava) destekli sistemler malzeme kullanımında son derece ekonomik olmakla birlikte iç mekân donatı ihtiyacının geri dönüşüm ve sürdürülebilirlik açısından sınırlayıcı olduğu görülmektedir. Hafif çelik kutu sistemler, %100 geri dönüştürülebilir çelik malzemesi, minimum atıkla üretim ve yeniden montaj kabiliyeti sayesinde çevresel açıdan güçlü bir alternatif oluşturmaktadır. Eklemeli imalat (3D baskı) teknolojisi, çok düşük malzeme kaybı ve enerji verimli üretim yapısı ile öne çıkarken, kullanılan malzemelerin geri dönüşüm döngüsünün henüz tam gelişmemiş olması dezavantaj yaratmaktadır. Çapraz lamine ahşap (CLT) sistemler ise yenilenebilir kaynak kullanımı, düşük karbon ayak izi, biyolojik parçalanabilirlik ve yeniden kullanım potansiyeli sayesinde sürdürülebilirlik bakımından üst düzey performansı göstermektedir. Çapraz lamine ahşap (CLT) sistemler yenilenebilir bir kaynaktır ve sürdürülebilir ormancılıkla üretilebilir. Üretim süreci diğer tüm sistemlere kıyasla en düşük karbon emisyonuna sahiptir. Paneller biyolojik olarak parçalanabilir. Sökülüp yeniden monte edilebilir ve döngüsel kullanıma uygundur. Atık malzemeler ısı üretimi, dolgu veya mobilya üretimi gibi alanlarda değerlendirilebilir. Uzun ömürlü, yüksek dayanımlı ve deprem için uygun bir taşıyıcı malzemedir. Bu nedenlerle çapraz lamine ahşap (CLT) sistemler hem çevresel sürdürülebilirlik hem de kaynak verimliliği açısından diğer tüm sistemlere göre daha üstündür. %100 geri dönüştürülebilir malzeme kullanılması, düşük atık üretme, yeniden montaj ve taşınabilirlik avantajı vardır.

Bu nedenle sürdürebilirlik, kaynak kullanımı ve geri dönüşüm açısından en iyi ikinci sistem olarak değerlendirilmiştir. Diğer teknolojilerin sıralaması ise sırayla büyüyebilen genişleyebilen sistemler, eklemeli imalat sistemleri ve şişme membran sistemler olarak değerlendirilmiştir.

Yenilikçi yapım teknolojilerinin mahremiyet açısından değerlendirmesinde; büyüyebilen genişleyebilen sistemlerin çoğunlukla açık planlı ve ince duvarlı modüllerden oluşmaları nedeniyle ses yalıtımı, görsel mahremiyet ve mekânsal ayrışma açısından sınırlılıklar sergilediği ortaya çıkarılmıştır. Özellikle yatay doğrultuda genişleyebilen sistemlerde, yeni eklenen modüller arasındaki geçiş alanlarının yetersiz planlanması, kullanıcılar arasında beklenmeyen iç içelikler oluşturabilmektedir. Bu nedenle, modül birleşimlerinde ses yalıtımlı paneller, kayar bölücü elemanlar ve tampon zonlar kullanılması gerekebilir. Toplu yaşam alanlarında, özellikle afet sonrası geçici yerleşimlerde bireysel mahremiyet ihtiyacı arttığından, modüllerin kullanıcı sayısına göre ölçeklenebilmesi avantajlı olmakla birlikte, iç mekânın kişiselleştirilebilirliğini sağlayacak modüler bölücü sistemlerin entegrasyonu kritik önem taşımaktadır. Şişme (hava destekli) yapılar, tek kabuklu ve yarı geçirgen malzemelerden üretilmeleri nedeniyle ses ve görsel izolasyon bakımından sınırlı performans sunmaktadır. Deprem konutu olarak kullanıldığında bu durum, bireysel veya aile temelli barınma senaryolarında kullanıcı konforunu olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle iç mekânda ilave bölücüler, opak kaplamalar ve çift kabuklu tasarımlar önerilmektedir; ancak gürültü konforu açısından sonuçlar genellikle sınırlıdır. Hafif çelik kutu sistemler, panel duvar yapısı sayesinde geleneksel yapılara benzer bir mahremiyet seviyesi sağlayabilmektedir. Çok katmanlı duvar panelleri, iç ve dış yüzey kaplamaları ile taş yünü, cam yünü, EPS, XPS gibi yalıtım malzemeleriyle desteklenerek işitsel ve görsel mahremiyet açısından tatmin edici performans sunar. Çift cidarlı duvar sistemleri, yalıtımlı dolgu katmanları ve sızdırmaz kapı-pencere detayları mahremiyet performansını artıran başlıca bileşenlerdir. Eklemeli imalat teknolojisi ile üretilen yapılar, duvar kalınlıklarının, malzeme yoğunluklarının ve geometrik formlarının parametrik olarak optimize edilebilmesi sayesinde mahremiyetin tasarım aşamasında doğrudan entegre edildiği esnek bir yapı üretim sürecine sahiptir. Yüksek hassasiyetli üretim sayesinde çift cidarlı ve içi dolu duvar sistemlerinin imal edilmesi mümkün olmakta, akustik performans ses kırıcı yüzey geometrileri ile daha da iyileştirilebilmektedir.

Beton veya kompozit karışımlar kullanıldığında duvar içi tesisat entegrasyonu daha planlı ve öngörülü bir tasarım süreci gerektirmektedir. Çapraz lamine ahşap (CLT) sistemler, doğal yoğunlukları ve çok katmanlı yapıları sayesinde yüksek akustik mahremiyet sunmaktadır. Panel içi boşluk bulunmaması, sesin konuşma veya titreşim yoluyla iletilmesini azaltırken, panel kalınlıkları ses geçişini büyük ölçüde engeller. Üretimde sağlanan yüksek hassasiyet, birleşim detaylarının sızdırmaz olmasına katkı sağlayarak işitsel ve görsel mahremiyeti güçlendirmektedir. CLT yüzeylerine ek yalıtım katmanlarının kolayca uygulanabilmesi, sistemin mahremiyet performansını daha da artırmaktadır. Mahremiyet açısından değerlendirildiğinde sonuç olarak, mahremiyetin sağlanması deprem sonrası barınma gibi kritik kullanım senaryolarında hem fiziksel hem de psikolojik iyileşme açısından önemli bir gerekliliktir. Bu bağlamda, hafif çelik sistemler, eklemeli imalat yapıları ve CLT paneller mahremiyeti optimize edebilen daha başarılı çözümler sunarken; büyüyebilen modüler sistemler ve şişme yapılar, kullanım amacına göre ek tasarım müdahalelerine ihtiyaç duymaktadır.

Yenilikçi yapım teknolojileri güvenlik açısından karşılaştırıldığında, büyüyebilen sistemlerin hareketli bağlantıları ve ince malzeme kullanımı nedeniyle yapısal ve kullanıcı güvenliği açısından ilave mühendislik çözümlerine ihtiyaç duyduğu görülmektedir. Şişme yapılar, taşıyıcılığın hava basıncına bağlı olması sebebiyle delinme, basınç kaybı veya güç kesintisinde çökme riski taşıdığından en kırılgan sistemdir ve sürekli kontrol mekanizmaları gerektirir. Hafif çelik sistemler, uluslararası standartlara uygun hesaplanabilen taşıyıcı elemanları, yüksek deprem performansı ve yangına dayanıklı malzemelerle desteklenebilir yapısı sayesinde güvenlik açısından öne çıkmaktadır. Eklemeli imalat yapıları, birleşim noktalarının ortadan kaldırıldığı yekpare üretim sayesinde yüksek yapısal bütünlük sunarken, malzeme seçimi ve tesisat planlaması kritik öneme sahiptir. CLT sistemler ise hafifliği, sismik enerji emilim kapasitesi ve kömürleşme yoluyla yangına dayanım sağlamasıyla güvenli bir alternatif oluşturur; fabrikasyon montaj süreci kullanıcı güvenliğini destekler. Sonuç olarak, yapı güvenliği değerlendirmesi sistem seçiminin yalnızca malzeme özelliklerine değil; kullanım senaryosu, çevresel riskler ve yapısal davranışın bütüncül olarak ele alınmasına bağlı olduğunu ortaya koymaktadır. Hafif çelik, eklemeli imalat ve CLT sistemleri güvenlik performansı açısından en avantajlı sistemler olarak öne çıkarken; büyüyebilen genişleyebilen sistemler ve şişme yapılar, güvenliklerinin artırılabilmesi için daha kapsamlı mühendislik ve kontrol stratejilerine ihtiyaç duyduğu sonucuna varılmıştır.

Yenilikçi yapım teknolojilerinin dış şartlara dayanım açısından performanslarını karşılaştırmalı olarak değerlendirdiğinde, elde edilen bulgular, büyüyebilen ve şişme yapıların dış ortam koşullarına karşı en yüksek zafiyeti barındırdığını, özellikle birleşim detayları, membran yüzeyler ve ısı yalıtımı açısından ek mühendislik çözümlerine ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Hafif çelik kutu sistemler, endüstriyel üretim standartları, yüksek korozyon ve UV dayanımı, su geçirimsiz cephe ve çatı detayları sayesinde çevresel dayanımda en güvenilir seçenek olarak öne çıkmaktadır. Eklemeli imalat yapıları, yüksek geçirimsizlik ve form optimizasyonu ile rüzgâr ve yağış gibi dış yükler karşısında güçlü bir performans sunmakta, ancak ısı köprüsü ve ek yalıtım gereksinimi nedeniyle dikkatli tasarım gerektirmektedir. CLT sistemler, doğal malzeme özellikleri sayesinde enerji verimliliği ve çevresel dayanım bakımından dengeli bir çözüm sunmakta; uygun kaplama sistemleri ile nem ve UV etkilerine karşı uzun ömürlü hale getirilebilmektedir.

Buna bağlı olarak, çevresel dayanım açısından en yüksek performans hafif çelik kutu sistemler, eklemeli imalat teknolojisi ve hafif çelik kutu sistemler (CLT) değerlendirilmiş; büyüyebilen ve şişme sistemlerin ise ancak gelişmiş yalıtım, sızdırmazlık ve koruyucu yüzey çözümleri ile sürdürülebilir bir seçenek haline gelebileceği belirlenmiştir. Bu durum, özellikle afet sonrası barınma ve dış ortamda uzun süreli kullanım senaryolarında sistem seçiminin kritik önem taşıdığını ortaya koymaktadır.

Yenilikçi yapım teknolojilerinin yatay ve düşey eksende büyüyebilirlik potansiyelleri incelenmiştir. Elde edilen bulgular, sistemlerin esneklik düzeylerinin yapısal taşıyıcılık, malzeme özellikleri ve birleşim detaylarıyla doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir. Yatay büyüme açısından en yüksek esnekliği büyüyebilen modüller, hafif çelik kutu sistemler ve CLT paneller sunarken; şişme yapılar hava basıncı gereksinimi nedeniyle sınırlı modüler birleşime sahiptir. Düşey büyüme bakımından ise hafif çelik sistemler ve CLT, çok katlı yapılaşmaya olanak tanıyan güçlü taşıyıcı kapasiteye sahiptir. Eklemeli imalat sistemleri potansiyel olarak düşey büyümeye uygun olmakla birlikte, uygulama örneklerinin sınırlı olması nedeniyle bu alanda gelişmeye açıktır. Sonuç olarak, hafif çelik kutu sistemler ve CLT sistemler iki eksende de en dengeli ve uygulanabilir büyüyebilirlik performansını sunmaktadır. Eklemeli imalat sistemleri ise esnek form olanaklarıyla gelecekte önemli bir alternatif oluşturma potansiyeline sahiptir. Bu bulgular, farklı senaryolar için uygun yapı sisteminin seçilmesinde eksenel büyüme kapasitesinin kritik bir tasarım parametresi olduğunu ortaya çıkarılmıştır.

Yenilikçi yapım teknolojilerin topografik yerleşim açısından değerlendirildiğinde, büyüyebilen sistemlerin modüler ve parçalı yapısı düzensiz, eğimli ve hazırlıksız zeminlerde önemli avantajlar sunmaktadır. Modüllerin farklı kotlara yerleştirilebilmesi, ayarlanabilir taşıyıcı ayakların kullanımı ve araziye minimum müdahale gerektirmesi, doğal topoğrafyanın korunmasını ve pasif çevresel performansın artırılmasını mümkün kılar. Şişme yapılar hafiflikleri sayesinde eğimli ve zayıf zeminlerde uygulanabilir olmakla birlikte, hava basıncı duyarlılığı nedeniyle topografyaya bağlı dış etkilerden daha fazla etkilenmektedir. Hafif çelik kutu sistemler, ayarlanabilir ayak sistemleri ve platform çözümleri ile zorlu zeminlere güçlü adaptasyon sağlarken; eklemeli imalat yapıları teorik olarak araziye tam uyum potansiyeline sahip olsa da üretim platformu gereksinimi nedeniyle eğimli arazilerde sınırlılıklar barındırmaktadır. CLT sistemler ise prefabrik üretim, hafiflik ve noktasal temel kullanımı sayesinde topoğrafyaya duyarlı yerleşimlerde oldukça elverişlidir. Sonuç olarak değerlendirildiğinde, hafif çelik ve CLT sistemler topografik uyumda en dengeli ve uygulanabilir sonuçları sağladığı belirlenmiştir.

Elde edilen bu verilerin yanı sıra, 6 Şubat 2023 tarihinde ülkemizde meydana gelen iki büyük depremden etkilenen 11 ilde anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri sonrasında afet bölgesi ilan edilen 11 ilde depremzedelerin mevcut barınma koşullarını ve barınma beklentilerini incelemeyi amaçlanmış olup araştırmada nicel araştırma yöntemleri kapsamında genel tarama modellerinden biri olan geçmişe yönelik tarama modeli kullanılmıştır. Çalışma grubunu, depremlerin ardından afet bölgesi ilan edilen 11 ilde ikamet eden 203 depremzede oluşturmuştur. Veriler, depremzedelerin afet öncesi ve sonrası barınma ihtiyaçlarını ve koşullarını değerlendirmek amacıyla hazırlanan bir anket formu aracılığıyla toplanmıştır.

Çalışmada, katılımcıların depremin özellikle ilk ayında barınma ile ilgili sorunlar yaşadıkları tespit edilmiştir. Katılımcıların deprem öncesi mevcut konutlarının depreme dayanımı konusunda bilgi sahibi olmadıkları gözlemlenmiştir. Katılımcıların neredeyse yarısının konutları deprem nedeniyle hasar görmüş ya da tamamen yıkılmıştır. Acil müdahalelerin depremden hemen sonra başlamadığı ve müdahaleler başladığında geleneksel yöntemlerin tercih edildiği belirlenmiştir. Katılımcıların, depremin ardından ilk ay içinde dahi kendi konutlarında ikamet edemedikleri ortaya çıkarılmıştır.

Afet sonrası deprem konutu ihtiyacına ilişkin önemli bulgulara ulaşılmıştır. Sonuçlar, katılımcıların deprem konutuna mümkün olan en kısa sürede erişmek istediklerini göstermektedir. Ayrıca, katılımcıların büyük çoğunluğunun dört veya daha fazla kişiden oluşan hane büyüklüğüne sahip olması nedeniyle oda sayısının deprem sonrası mekânsal planlamada belirleyici bir faktör olması gerektiği vurgulanmıştır. Konteyner ve kalıcı konut oluşumuna ilişkin araştırma sorusuna verilen yanıtlar da bu bulguyu büyük ölçüde desteklemektedir.

Katılımcıların büyük bir kısmının mevcut konutlarında sekiz yıldan uzun süredir yaşadığı ve ev sahibi olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, eğer deprem konutları kalıcılık düşünülerek inşa edilir ve temel ihtiyaçları karşılarsa, afetzedelerin bu konutlarda uzun yıllar yaşayabileceğini göstermektedir. Asgari barınma gereksinimlerine ilişkin olarak, deprem konutlarının en az üç bağımsız birim içermesi gerektiği sonucuna varılmıştır; bu durum katılımcıların yaşam düzenlerini yansıtmaktadır. Ayrıca katılımcılar, deprem sonrasında yüksek katlı binalarda yaşamak istemediklerini, bunun yerine müstakil ya da az katlı yapılara yöneldiklerini ifade etmiştir. Bu nedenle deprem sonrası üretilecek kalıcı konut çözümlerinin yüksek katlı yapılardan kaçınması gerekmektedir. Katılımcıların mahalle ilişkilerine önem vermeleri nedeniyle, bu unsurun konut sağlama sürecinde göz önünde bulundurulması da gereklidir.

Katılımcıların çoğunluğu, kalıcı konuta geçiş için kabul edilebilir maksimum sürenin altı aya kadar olduğunu belirtmiştir. Bu bulgu, afet sonrası geliştirilecek barınma modellerinin altı ay içinde hayata geçirilebilir nitelikte olması gerektiğini göstermektedir. Katılımcıların yaklaşık yarısı, kalıcı konuta geçiş sürecinde başka şehirlere göç edebileceğini ifade etmiştir. Bu durum, sosyolojik dengelerin bozulmasına ve başka şehirlerde yeni topluluklar oluşturulmasına bağlı zorlukların ortaya çıkmasına yol açabilir. Bu nedenle, afet sonrası barınma modelinin hızlı bir şekilde üretilmesi, sosyolojik istikrarın korunması açısından büyük önem taşımaktadır. Katılımcıların çoğunluğu, deprem konutlarının şehir merkezine yakın olmasını tercih etse de kalıcı konutların sağlam zeminde kurulması gerektiğinde şehir merkezinden uzaklaşmanın kabul edilebilir olduğunu belirtmiştir. Bu bulgu, depremden etkilenen nüfusun yaşam koşullarını, aile yapılarını, mahalle ilişkilerini ve konut tercihlerini dikkate alan sosyal ve kültürel açıdan duyarlı bir afet sonrası planlama ve yeniden inşa sürecinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Katılımcılar, kalıcı deprem konutları için yeni inşaat teknikleri hakkında genel olarak yeterli bilgiye sahip olmasalar da sürdürülebilirlik konusunda olumlu bir tutum sergilemişlerdir. Çalışmanın sonucuna göre; sağlam zeminde hızlı inşa edilen, az katlı ya da müstakil nitelikte olan, hane büyüklüğüne göre gerekli oda sayısını karşılayan, mekânsal bütünlüğü mahalle ilişkilerini de dikkate alarak koruyan, dayanıklı ve uzun ömürlü yenilikçi yapım teknolojileri ile üretilmiş deprem konutları ideal modern deprem konutu modelini temsil etmektedir. Bu nedenle, deprem sonrası barınma ihtiyacının hızlı karşılanması ve afetzedelerin yaşam kalitesinin en üst düzeye çıkarılması için yenilikçi yapım teknolojilerinin kullanımı oldukça uygun olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Deprem sonrasında gerçekleştirilen anket çalışmaları aracılığıyla elde edilen bulgular ve kullanıcı beklentileri, afetin hemen sonrasındaki psikososyal koşullar, barınma öncelikleri ve çevresel belirsizlikler doğrultusunda şekillenmektedir. Bu nedenle söz konusu veriler, belirli bir zaman dilimine özgü algısal, sosyolojik ve mekânsal ihtiyaçları yansıtmaktadır. Afet sonrası iyileşme sürecinin ilerlemesi, geçici barınmadan kalıcı yerleşime geçiş, ekonomik koşulların değişimi ve toplumsal adaptasyon dinamikleri gibi faktörler, kullanıcı beklentilerinde ve öncelik sıralamalarında zamanla farklılaşmalara yol açabilecektir. Bu bağlamda, çok daha ileri dönemlerde ortaya çıkabilecek algısal dönüşümler, risk algısındaki değişimler ve konfor–güvenlik dengesine ilişkin yeni değerlendirmeler, geliştirilen modelin parametrelerini ve ağırlıklandırma yapısını etkileyebilecek niteliktedir. Dolayısıyla model çıktılarının zamana duyarlı olduğu ve uzun vadede yeniden kalibrasyon gerektirebileceği, çalışmanın kuramsal ve yöntemsel sınırları kapsamında değerlendirilmelidir.

Türkiye koşullarında ortalama 6 aylık seri üretim hedefi çerçevesinde yapılması planlanan afet konutları esas alındığında, araştırması yapılan beş farklı yenilikçi yapım teknolojisinin ülkemiz şartlarında yapılabilirliği sanayi altyapısı, tedarik zinciri sürekliliği, fabrika kapasitesi ve şantiye organizasyonu üzerinden değerlendirilmelidir. Hafif çelik kutu sistemler, yerli galvanizli sac üretimi, roll-form hatlarının ülke geneli yaygınlığı ve çok sayıda orta ölçekli üreticinin varlığı nedeniyle en yaygın uygulanabilir sistemlerden biri olarak değerlendirilmektedir.

Büyüyebilen genişleyebilen sistemler ise ülkemiz endüstriyel çelik imalat altyapısının gelişmiş olması sayesinde yine yaygın olarak üretim potansiyeline sahiptir. Eklemeli imalat teknolojisi ise ülkemizde 2026 yılı itibariyle yaygın kullanımı olmaması nedeniyle bilhassa

tedarik zinciri sürekliliği açısından uygun sistem olarak değerlendirilmemektedir. CLT (çapraz lamine ahşap) sistemler deprem performansı ve montaj hızı açısından avantajlı olmakla birlikte Türkiye'de sınırlı pres hattı ve panel üretim kapasitesi nedeniyle özellikle büyük ölçekli afet senaryolarında tek başına yeterli olamamaktadır. Pnömatik (hava destekli) sistemler ise kurulum süresi açısından son derece hızlı olsa da kalıcı konut standardı, uzun dönemli yapısal dayanım ve ısı yalıtımı kriterleri bakımından daha çok geçici barınma çözümü olarak değerlendirilmektedir. Bu çerçevede, Türkiye'de 6 aylık seri üretim hedefi doğrultusunda en yüksek uygulanabilirliğe sahip sistemlerin hafif çelik ve modüler/eklemlenebilir hibrit çözümler olduğu; CLT'nin destekleyici veya pilot ölçekli uygulamalarda, pnömatik sistemlerin ise erken dönem geçici barınma aşamasında etkin rol oynayabileceği teknik olarak öngörülmektedir.

Literatür taramasından elde edilen veriler doğrultusunda belirlenen ve beş ana ile on dört alt kriter kapsamında ayrıntılı biçimde incelenen yenilikçi yapım teknolojilerine ait kriterlerin, birbirlerine göre önem derecelerinin belirlenmesi, önerilecek yenilikçi yapım teknolojisinin doğru ve bilimsel temellere dayalı şekilde ortaya konulabilmesi açısından büyük önem arz etmektedir. Bu bağlamda, ana ve alt kriterlerin kendi aralarındaki göreli önem düzeylerinin belirlenmesi gerekli görülmüştür. Bu amaçla söz konusu kriterler, farklı üniversitelerin mimarlık bölümlerinde görev yapan profesör doktor unvanına sahip uzman akademisyenlere anket formatında sunulmuş ve değerlendirmeler çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Uzman görüşlerinden elde edilen veriler doğrultusunda, beş yenilikçi yapım teknolojisi beş ana kriter kapsamında değerlendirilmiştir. Kriterlerin önem düzeyleri, frekans değerlerine göre sırasıyla; yapı süreci verimliliği (0.390), mekânsal organizasyon (0.198), çevresel performans (0.174), kullanıcı odaklı mekânsal performans (0.132) ve maliyet (0.106) olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bu önem sıralaması, üretim hızı ve yapım kolaylığını içeren yapı süreci verimliliği ana kriterinin, diğer tüm kriterlere kıyasla uzmanlar tarafından açık ara en öncelikli kriter olarak değerlendirildiğini ortaya koymaktadır.

Uzman görüşlerinden elde edilen veriler doğrultusunda alt kriterlere ilişkin elde edilen bulgular incelendiğinde, yapım süreci verimliliği ana kriteri kapsamında üretim hızının 0.738, yapım kolaylığının ise 0.262 ağırlık değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Mekânsal organizasyon ana kriteri altında topografik yerleşim 0.510, yatay eksende çoklu kullanım

0.373 ve düşey eksende çoklu kullanım 0.115 olarak hesaplanmıştır. Çevresel performans ana kriteri kapsamında sürdürülebilirlik 0.531, geri dönüşüm 0.248 ve kaynak kullanımı 0.220 ağırlık değerleriyle değerlendirilmiştir. Kullanıcı odaklı mekânsal performans ana kriteri altında güvenlik 0.504, dış koşullara dayanım 0,365 ve mahremiyet 0.129 olarak belirlenmiştir. Maliyet ana kriteri kapsamında ise yapım ekonomisi 0.491, kullanım ekonomisi 0.365 ve yok etme ekonomisi 0.122 ağırlık değerlerine sahip olup, ilgili alt kriterlerin göreli önem düzeylerini ortaya koymaktadır.

Uzman görüşlerinden elde edilen yenilikçi yapım teknolojilerine ilişkin ana ve alt kriter ağırlıkları kullanılarak, beş farklı yenilikçi yapım teknolojisi Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden biri olan AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci) kapsamında Super Decisions paket programı aracılığıyla değerlendirilmiştir. Yapılan analiz sonucunda, frekans değerlerine göre çapraz lamine ahşap (CLT) sistemler 0,233, hafif çelik kutu sistemler 0.228, şişme destekli sistemler 0.210, büyüyebilen/genişleyebilen sistemler 0,180 ve eklemeli imalat teknolojisi 0.147 ağırlık değerleriyle sıralanmıştır.

Elde edilen bulgular doğrultusunda, en yüksek performansı gösteren iki sistem olan çapraz lamine ahşap (CLT) sistemler ile hafif çelik kutu sistemler, deprem konutu olarak kullanılabilecek en iyi performans gösteren yenilikçi yapım teknolojileri olarak ikinci aşama değerlendirmeye alınmıştır.

Saha verilerinden elde edilen bulgular doğrultusunda, depremzedelerin deprem konutlarına ilişkin beklenti ve önceliklerinin belirlenmesi amacıyla on bir farklı kriter tanımlanmıştır. Bu kriterlerin önem dereceleri eşit kabul edilmiş; literatür verileri ve uzman görüşleri sonucunda en yüksek performansı gösterdiği belirlenen iki yenilikçi yapım teknolojisi üzerinden Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden AHP kullanılarak değerlendirme yapılmıştır. Bu kapsamda, saha araştırmalarından elde edilen on bir kriterin her birinin önem derecesi 0.090 olarak hesaplanmıştır.

Söz konusu kriterler doğrultusunda gerçekleştirilen değerlendirme sonucunda, hafif çelik kutu sistemler 0.575, çapraz lamine ahşap (CLT) sistemler ise 0.424 ağırlık değerine sahip olmuştur. Elde edilen bulgular ışığında, deprem konutu üretiminde en avantajlı yenilikçi yapım teknolojisinin hafif çelik kutu sistemler olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

AHP yöntemi kapsamında gerçekleştirilen uzman görüşü değerlendirmeleri, araştırma konusu ile uzmanların uzmanlık alanları arasında kavramsal bir örtüşme bulunmasına rağmen, elde edilen yanıtların her uzmanın bilgi düzeyi, mesleki deneyimi ve konuya ilişkin bakış açısı doğrultusunda öznel nitelik taşıdığı kabul edilmektedir. Ayrıca, benzer uzmanlık alanına sahip ya da farklı disiplinlerden uzman gruplarına aynı soruların yöneltilmesi durumunda, elde edilen bulguların değişkenlik gösterebilme potansiyeli bulunduğu eleştirel bir perspektifle değerlendirilmektedir.

Eklemeli imalat teknolojilerinin ülkemizde henüz yaygın bir uygulama alanına sahip olmaması, bu alandaki bilgi birikimi ve uygulama deneyiminin sınırlı kalmasına yol açmaktadır. Bununla birlikte, söz konusu sistemlerin teknolojik gelişmelere paralel olarak gelecekte önemli ölçüde ilerleme potansiyeli taşıdığı öngörülmektedir. Bu çerçevede, çalışma kapsamında elde edilen bulguların daha ayrıntılı ve derinlemesine analiz edilebileceği bilinmekle birlikte, mevcut veri ve deneyim kısıtları nedeniyle söz konusu detaylandırma sınırlı düzeyde gerçekleştirilebilmiştir. Bu durum, araştırmanın yöntemsel sınırları bağlamında eleştirel bir perspektifle değerlendirilmektedir.

Deprem konutu olarak geleneksel yapım sistemleri yerine, yenilikçi yapım teknolojilerinin deprem konutunda kullanılması gerekliliği ve zorunluluğu bu çalışmadan elde edilen en önemli sonuçlardan biri olmuştur. Bunun yanı sıra, saha araştırmaları kapsamında depremzedelerden elde edilen bulgular doğrultusunda, önerilecek yenilikçi yapım teknolojisinin yalnızca geçici barınma gereksinimlerini karşılamakla sınırlı kalmaması; aynı zamanda kalıcı konut olarak da kullanılabilecek nitelik ve standartlara sahip olması gerektiği çalışmanın ortaya koyduğu bir diğer önemli sonuç olarak değerlendirilmektedir.

Tüm inceleme ve analizler sonucunda, hafif çelik kutu sistemler ile çapraz lamine ahşap (CLT) sistemlerin incelenen diğer yapım teknolojilerine kıyasla deprem konutu modeli açısından en avantajlı sistemler olduğu belirlenmiş; ikili karşılaştırmalar neticesinde hafif çelik kutu sistemlerin göreli olarak bir adım öne çıktığı tespit edilmiştir. Türkiye'nin hemen her bölgesinde üretimi ya da temini mümkün olan bu iki sistemin, deprem konutu olarak tercih edilmesinin rasyonel bir yaklaşım olacağı değerlendirilmektedir.

Deprem sonrası uygulanması öngörülen hafif çelik kutu sistemler ile çapraz lamine ahşap (CLT) sistemlerin; modüler yapı kurgusuna uyum sağlama, farklı mekânsal kombinasyonlar oluşturabilme ve depremzedelerin zaman içinde değişen ihtiyaçlarını optimum düzeyde karşılayabilme açısından yeterli teknik ve mekânsal kapasiteye sahip olduğu bu çalışma kapsamında ortaya konulmuştur. Her iki sistemin yapım yöntemleri birbirinden farklılık göstermekle birlikte, bütünleşik bir yaklaşımla birlikte tasarlanabilme ve kullanılabilme potansiyeline sahip oldukları da tespit edilmiştir.

Araştırmalara dayalı yapısal performans verileri doğrultusunda değerlendirildiğinde, hafif çelik kutu sistemler ile CLT (çapraz lamine ahşap) sistemlerin deprem konutu olarak kullanılabilirliği belirli ölçütler bakımından evrensel geçerlilik taşımaktadır. Her iki sistem de düşük öz ağırlık, yüksek taşıyıcı dayanım/ağırlık oranı, prefabrikasyona uygunluk ve hızlı montaj imkânı gibi özellikleri sayesinde sismik bölgelerde risk azaltıcı yapı teknolojileri arasında yer almakta; bu yönleriyle deprem mühendisliği literatüründe kabul görmüş çözümler olarak öne çıkmaktadır. Özellikle yatay yükler altındaki performanslı davranışı, süneklik kapasitesi ve kontrollü hasar mekanizmaları bakımından her iki sistem de uluslararası standartlar çerçevesinde güvenli tasarım ilkeleriyle uyumlu niteliktedir. Bu bağlamda, yapısal güvenlik ve hızlı üretilebilirlik açısından değerlendirildiğinde söz konusu sistemlerin deprem sonrası barınma gereksinimine yönelik evrensel ölçekte uygulanabilir olduğu ifade edilebilir.

Bununla birlikte, sistemlerin Türkiye bağlamındaki uygulanabilirliği; yerel malzeme temin zinciri, üretim altyapısı, teknik iş gücü yeterliliği, mevzuat uyumu ve maliyet parametreleri gibi bağlamsal değişkenlere bağlı olarak farklılaşmaktadır. Hafif çelik sistemler, Türkiye'de mevcut sanayi altyapısı ve yaygın uygulama deneyimi sayesinde kısa vadede daha erişilebilir ve uygulanabilir bir seçenek olarak değerlendirilebilirken; CLT sistemler, henüz sınırlı üretim kapasitesi ve ithalata dayalı tedarik süreçleri nedeniyle daha seçici ve proje ölçeğine bağlı bir kullanım potansiyeli taşımakta ve gelecekte üretim potansiyelinin artması sonucunu da doğurmaktadır. Ancak sürdürülebilirlik, karbon ayak izi ve çevresel performans kriterleri dikkate alındığında CLT sistemlerin uzun vadede Türkiye için stratejik bir alternatif oluşturabileceği öngörülmektedir.

Dolayısıyla hafif çelik kutu sistemler ile CLT sistemlerin deprem konutu olarak kullanılabilirliği yapısal performans açısından büyük ölçüde evrensel nitelik taşırken, ekonomik, endüstriyel ve mevzuatsal koşullar bakımından Türkiye'ye özgü değerlendirmeler gerektiren bağlamsal bir çerçevede ele alınmalıdır.

Deprem konutlarının yalnızca barınma gereksinimini karşılayan fiziksel mekânlar olarak değil, aynı zamanda kullanıcıların mekânsal aidiyet duygusunu yeniden inşa edebilecek sosyal ve psikolojik bir çerçeve sunan yaşam çevreleri olarak ele alınması gerekmektedir; bu doğrultuda hafif çelik ve CLT gibi yenilikçi yapım sistemlerinin, esneklik, özelleştirilebilirlik ve yerel kimlikle bütünleşebilme potansiyelleri sayesinde depremzedelerin yeniden yerle kuracakları aidiyet ilişkisini destekleyebilecek nitelikte değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

Bu doğrultuda, her iki sistemin güçlü yönlerini bir araya getiren hibrit bir yapı sistemi önerisi geliştirilmiş ve söz konusu sistem için "Çelik Lamine Kompozit Sistem" adlandırması önerilmiştir. Elde edilen bulgular ve geliştirilen model, gelecekte gerçekleştirilecek çalışmalar için önemli bir referans niteliği taşımakta; sistemin performansının daha kapsamlı ölçümler, sayısal simülasyonlar ve saha uygulamalarıyla değerlendirilmesi ile yeni üretim teknikleri ve dijital teknolojilerle entegrasyon potansiyelinin araştırılması açısından yol gösterici olmaktadır.

Gelecek çalışmalarda, önerilen hibrit sistemin enerji verimliliği, çevresel dayanım ve kullanıcı konforu gibi kriterler açısından karşılaştırmalı analizlere tabi tutulması; farklı topoğrafik ve iklim koşullarına uyum potansiyelinin incelenmesi ve tasarım ile üretim süreçlerinin optimizasyonuna yönelik yöntemlerin geliştirilmesi, sistemin pratik uygulanabilirliğini ve sürdürülebilirliğini artırmaya yönelik önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

1. İnternet: Türk Dil Kurumu Sözlükleri, (2025). *Afet tanımı*. URL: https://sozluk.gov.tr/?ara=afet Son Erişim Tarihi: 10.10.2025.

2. İnternet: IFRC, (2025). *What is a disaster?* URL:https://www.ifrc.org/our-work/disasters-climate-and-crises/what-disaster Son Erişim Tarihi: 10.10.2025.

3. Songür, N. (2000). *Afet sosyolojisi: Toplumsal yapı ve afet ilişkisi*. Ankara: Kültür Bakanlığı Yayınları, 11.

4. Uluğ, A. (2009). *Afet yönetimi ve planlama*. Ankara: TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Yayınları, 1.

5. Kiper, P. (2001). Doğal afetler ve Türkiye. *Planlama,* 3(4), 7–16.

6. Kocaman, S. (2012). Türkiye'de doğal afetlerin mekânsal dağılımı ve afet risk yönetimi. *Doğu Coğrafya Dergisi, 17*(28), 1–26.

7. Savaşır, K. (2008). *Afet Sonrası Uygulanacak ve Geçiciden Kalıcıya Dönüştürülecek Konut Tasarımları İçin Türkiye Koşullarına Uygun Yapım Sistemlerinin İrdelenmesi,* Yayımlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

8. Yoloğlu, A. C. (2020). Türkiye'de kentleşme süreci ve geleceğe yönelik projeksiyonlar. *Kent ve Çevre Araştırmaları Dergisi, 2*(1), 45–62.

9. Quarantelli, E. L. (1995). Patterns of sheltering and housing in US disasters. *Disaster Prevention and Management, 4*(3), 43–53.

10. Kuterdem, K., vd. (2009). Afet Zararlarının Azaltılmasında Birleşmiş Milletler Kaynaklı Çalışmalar ve 2005-2015 Yılları Arasında Bir Yol Haritası Olarak Hyogo Çerçeve Eylem Planı. *Türkiye'nin Afet Yönetimi 11nci yuvarlak Masa Toplantısı,* ODTÜ, Ankara.

11. Karaduman, A. (2002). Deprem ve barınma sorunu: Türkiye örneği. *Planlama,* 2, 37–46.

12. Bozkır, M. (2001). *Hafif Prefabrike Sistemlerle Afet Sonrası Konut Üretiminde Malzeme Seçimi ve Yapı Fiziği Sorunları*, Yayımlanmamış Yüksek lisans tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

13. Taşlı, D. (2002). *Afet sonrası Acil ve Geçici Barınak İhtiyacının Karşılanmasına Yönelik Araştırma,* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

14. Özden, A. (2004). *Senirkent'te Afet Sonrası Kalıcı Uygulamaların Değerlendirilmesi,* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

15. Onur, İ. (2005). *Türkiye'de Afet Sonrası Kurulan Geçici Konut Yerleşkelerinin Kronolojik İncelemesi: İzmit ve Yalova'da Kurulan Prefabrik Yerleşim Örnekleri Üzerinde Değerlendirme,* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

16. Özdemir, A. (2005). *Afet sonrası planlanan kalıcı konutların mekânsal ve sosyo-ekonomik bütünleşme sorunları: Adapazarı örneği*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

17. Özdemir, B. (2005). *Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması,* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

18. İnal, E. (2008). *Afet Sonrası Kalıcı Konutlarda Esneklik Kavramının Değerlendirilmesi: Gölyaka-Düzce*, Yayımlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

19. Tıkır, A. (2009). *İstanbul'da Mevcut Bir Konutun Dış Kabuğunun Enerji Etkin Yenilenmesi ve Ekonomik Etkinliğinin Değerlendirilmesine Yönelik Bir Çalışma,* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

20. İlhan, H. (2010). *Afet Sonrası Rehabilitasyon Aşamasında Barınma Uygulamalarının Sürdürülebilirlik Doğrultusunda İrdelenmesi,* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

21. Yalaz, E. (2012). *Afet Sonrasında Yapılan Geçici Konut Örneklerinin ve Yapım Sistemlerinin Değerlendirilmesi*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

22. Uslusoy, S. (2012). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanan Enerji Etkin Binaların Yapı Bileşeni Açısından İrdelenmesi,* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

23. Deksi, A. (2016). *Olağanüstü Durumlarda Barınma İçin Yenilikçi Bir Yaklaşım Önerisi: 3D Yazıcı ile Uygulama*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

24. Karaoğlan, F. (2018). *Architectural Form Exploration By Soft Computing: The Case Of Post-Disaster Shelter,* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

25. Beyaz, B. (2018). *Afet Sonrası Dönem Konutları,* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Arel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

26. Çağlı, Z. (2018). *Enerji Etkin Bina Tasarımı ve Adana Örneği*, Yayımlanmamış Doktora Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

27. Çetindaş, C. (2019). *Afet Sonrası Konutlarda Katılımcı Yaklaşım*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

28. Günal, N. (2020). *Afet Sonrası Yeniden Yapılanma Döneminde Prefabrike Geçici Konutlardaki Yaşam Şartlarını İrdeleyen Katılımcı Yaklaşım Önerileri*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

29. Yılmaz, A. (2022). *Afet Sonrası Oluşacak Barınma İhtiyacını 3 Boyutlu Yazıcı Teknolojileri ile Çözümleme Üzerine Bir Değerlendirme*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

30. Limoncu, S., ve Bayülgen, C. (2005). Türkiye'de afet sonrası yaşanan barınma sorunları. *Megaron,* 1(1), 18–27.

31. Engünöz, E., ve Ünlü, A. (2006). Afet konutlarında tasarım değerlendirmesi: Afyon-Dinar örneği. *İTÜ Dergisi*, 5(2), 37–50.

32. Arslan, H., ve Ünlü, A. (2010). Afet sonrası yeniden yapılanma sürecinde yer değiştirme ve yere bağlılığın değerlendirilmesi: Düzce örneği. *İTÜ Dergisi,* 9(1), 43–53.

33. Laçiner, V., ve Yavuz, Ö. (2013). Van depremi örneğinde afetler sonrası yapılan yardımlar ve hukuki çerçevesi. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* 5(9), 114–135.

34. Yüksel, E., ve Limoncu, S. (2013). Afet sonrası sürdürülebilir geçici eğitim yapılarının yaşam süreçlerindeki eylem adımları ve öneriler. *Megaron Dergisi,* 8(1), 8–18.

35. Özata, Ş., ve Limoncu, S. (2014). 16. ve 20. yy. arası İstanbul ve yakın çevresinde meydana gelen deprem sonrası barınma uygulamalarının incelenmesi. *Megaron, 9*(3), 217–227.

36. Félix, D., Branco, J. M., Feio, A. (2013). Temporary housing after disasters: A state of the art survey. *Habitat International, 40,* 136–141.

37. Taş, N., Taş, M. (2015). Determining the local housing identity in urban transformation areas under disaster risk: Bursa, Turkey. *Natural Hazards, 75,* 119–139.

38. Karamanoğlu, M., Ulay, G. (2017). Deprem riski yüksek bölgelerde iç mekân düzenlemelerinin incelenmesi (Tosya örneği). *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 17*(1), 186–193.

39. Akalın, M. (2017). Kentli yoksulların konut sorununa yönelik proaktif bir çözüm önerisi: Artımlı konut modeli. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 10*(2), 1373–1408.

40. Dobrucalı, E., ve Demir, İ. (2017, 29 Eylül, 1 Ekim). Toplu konutların SWOT analizi ile değerlendirilmesi. *5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science,* Bakü, Azerbaycan, 497-505.

41. İnan, Z. ve Korgavuş, B. (2017). Mülteci kampları ve yerleşim alanlarında sürdürülebilir tasarım. *İktisat ve Sosyal Bilimlerde Güncel Araştırmalar,* 1(2), 103-122.

42. Sarı, O., ve Aktar, E. (2017). Deprem sonrası yapılan/yapılacak binalarda engelli ve yaşlılara dönük düzenlemelere ilişkin uygulayıcıların görüşleri: Van ili örneği. *İnsan ve Toplum Araştırmaları Dergisi,* 6(1), 482–499.

43. Mızrak, S. (2018). Eğitim, afet eğitimi ve afete dirençli toplum. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(1), 56–67.

44. Akyıldız, N., ve Gürboğa, Ş. (2018). Yaşlı afetzedelerin geçici barınma ihtiyaçlarının karşılanması üzerine örnek bir çalışma: Kahramanmaraş-Elbistan prefabrik huzurevi kompleksi. *Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi*, 18(41), 325–338.

45. Limoncu, S., ve Atmaca, A. (2018). Çocuk merkezli afet yönetimi. *Megaron Dergisi*, 13(1), 132–143.

46. Çilingir, G. (2018). Türkiye'de uygulanan afet yönetimi politikalarının incelenmesi: Yasal düzenlemeler ve DASK. *Dirençlilik Dergisi*, 2(1), 13–21.

47. Sarıçam, S. (2019). Kentsel açık-yeşil alanların afet sonrası işlevleri. *GSI Journals Serie B: Advancements in Busıness and Economıcs,* 1(2), 1-15.

48. Büyüktaşkın, H., Akşit, F., Öztürk, E. (2019). A study on steel framed residences in terms of energy performance. *Megaron Dergisi*, 14(2), 161–172.

49. Orhan, E., ve Keskinok, H. (2019). Afet sonrası hane halklarının yer seçim kararları ve kentsel dirençlilik: Değirmendere örneği. *Dirençlilik Dergisi,* 3(2), 359–367.

50. Doğan, C. (2020). Hareketli mekân tasarımındaki ergonomik faktörlerin deprem bölgesi konutlarına uygulanması. *Mimarlık ve Yaşam Dergisi*, 5(2), 615–626.

51. Mutlu, S., ve Kaya, E. (2020). Bellek mekânlarının hatırlama ve unutulma döngüleri çerçevesince belirlenmesi için bir metodolojik öneri: Düzce örneği. *Megaron,* 15(2), 305–320.

52. Çalışkan, E., ve Arpacıoğlu, Ü. (2020). Yapı üretiminde eklemeli imalat teknolojilerinin karşılaştırmalı değerlendirmesi. *Megaron,* 15(3), 449–463.

53. Şengül, S., Nakip, M., Gökmen, A., ve Dinç, D. (2021). Düzce il merkezinde 1999 depreminden sonra yapılan konutlarda yaşayan ailelerin demografik faktörlere göre memnuniyet derecelerinin ölçülmesi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi,* 14(1), 82–103.

54. Harputlugil, G. U. (2007). Mimarlıkta simülasyon ve modelleme kavramı üzerine bir değerlendirme. *İTÜ Dergisi/a Mimarlık, Planlama, Tasarım,* 6(2), 45–54.

55. Ceber, Z. (2005). *Afetler ve toplum üzerindeki etkileri*. Ankara: Gazi Kitabevi.

56. Gökçe, O., & Tetik, Ç. (2012). *Afet sonrası iyileştirme çalışmaları*. Ankara: AFAD.

57. İnternet: AFAD, (2021). *Afet sınıflandırması*. URL:https://www.afad.gov.tr/van-depremi-hakkinda Son Erişim Tarihi: 2.12.2021.

58. Koleri, Ş. (2020). *Modüler Sistem Kullanılarak Geliştirilen Üretken Tasarım Yaklaşımı: Geçici Afet Konutlarının Biçim Grameri Yöntemi ile Türetimi*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

59. Dynes, R. (2003). *The Lisbon earthquake in 1755: The first modern disaster* (Preliminary Paper; 333). Newark: University of Delaware Disaster Research Center. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/80/Lisbon1755hanging.jpg adresinden erişildi.

60. İnternet: Wikipedia, (2025). *Lisbon Depremi Gravürü* URL: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/80/Lisbon1755hanging.jpg Son Erişim Tarihi: 10.12.2025. internet

61. İnternet: Wikiwand, (2025). Lizbon depremi URL:https://www.wikiwand.com/tr/1755_LizbonDepremi#Media/Dosya:Alegoria_ao_Terramoto_de_1755,_Jo%C3%A3o_Glama_Strob%C3%ABrle.png Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

62. Kadıoğlu, M. (2008). *Küresel iklim değişikliğine uyum stratejileri*. Kar Hidrolojisi Konferansı. Erzurum: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 27-28.

63. İnternet: AFAD, (2025). *Afet sınıflandırması*. URL: https://www.afad.gov.tr/afad-hakkinda Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

64. İnternet: AFAD, (2025). *Afet İstatistikleri*. URL: https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/e_Kutuphane/Kurumsal-Raporlar/Afet_Istatistikleri_2020_web.pdf Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

65. İnternet: AFAD, (2025). *Afet İstatistikleri*. URL: https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/e_Kutuphane/Kurumsal-Raporlar/Afet_Istatistikleri_2020_web.pdf Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

66. İnternet: URL: AFAD, (2025). *Afet İstatistikleri*. https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/e_Kutuphane/Kurumsal-Raporlar/Afet_Istatistikleri_2020_web.pdf Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

67. Perrucci, D., Baroud, H. (2020). A review of temporary housing management modeling: *Trends in Design Strategies, Optimization Models, and DecisionMaking Methods. Sustainability* 12(24),1-19.

68. Özge, Ç. (2019). *Afet ve Acil Durum Sonrası Sürdürülebilir Geçici Konut Uygulamalarının İncelenmesi*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

69. Şengül, M., ve Turan, M. (2012). Erciş depremi örneğinde afet sonrası geçici yerleşim alanlarında yönetim uygulamaları ve sorunları. *Mülkiye, 36*(274), 113–148.

70. Sey, Y. (2000). Deprem sonrasında geçici konut. E. M. Komut (Ed.), *Kentsel yerleşmeler ve doğal afetler* (s. 224–231). Ankara: Mimarlar Odası Yayını, 226.

71. Ervan, M.K. (1995). *Acil Durumlarda Kullanılabilecek Demontabl Yapıların Tasarım Kriterlerinin Belirlenmesine Yönelik Kavramsal Bir Model*, Yayımlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara.

72. İnternet: CNN Türk, (2025). *Faylanma teorisi*. URL:https://www.cnnturk.com/turkiye/live-son-dakika-istanbul-ve-cevre-illerde-hissedilen-siddetli-deprem-23-nisan-2025-son-depremler-2274234#post-26, Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

73. UNDRO. (1982). *Shelter after disaster: Guidelines for assistance*. Geneva: Office of The United Nations Disaster Relief Organization, 12-13.

74. Beyatlı, C. (2010). *Acil Durum Barınakları ve Bir Barınak Olarak Acil Durum Konteynır Öneri Modeli*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.

75. Federal Afet Ajansı FEMA. (1998). *Natural hazard mitigation plan*. Washington, DC: Federal Emergency Management Agency, 55-57.

76. Dikmen, N., Davidson, C. H., Johnson, C., Lizarralde, G., Sliwinski, A. (2007). Truths and myths about community participation. *Habitat International, 31,* 100–115.

77. İnternet: Anadolu Ajansı, (2025). *Elazığ Depremi* URL:https://www.aa.com.tr/tr/arama?search_text=Elaz%C4%B1%C4%9F%202020%20depremi%20TOK%C4%B0%2024%20537%20konut Son ErişimTarihi:10.12.2025.

78. İnternet: TRT Haber, (2022). *TOKİ, İzmir'deki depremzedeler için 2 yılda 2245 konut yaptı*. URL: https://www.trthaber.com/haber/turkiye/toki-izmirdeki-depremzedeler-icin-2-yilda-2245-konut-yapti-719257.html Son Erişim Tarihi:10.12.2025

79. İnternet: Medieval Market, (2025). *Medieval soldier triangle tent – linen*. URL:https://medieval-market.com/en/linen-tents/62-medieval-soldier-triangle-tent-linen.html Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

80. Rand, D. A. J., Killingsworth, J. (2003). *Shelter after disaster: Guidelines for assistance*. Geneva: United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR), 42.

81. Seikaly, A. (2013). Abeer Seikaly's structural fabric shelters weave refugees' lives back together. (D. D. Jaimes, Çev.). Aralık 2022 tarihinde https://www.archdaily.com/778743/abeer-seikalys-structural-fabric-sheltersweave-refugees-lives-back-together adresinden erişildi.

82. İnternet: Ban, S. (2009). Çalışmalar ve insani işler. *Shigeru Ban Konferansı*. URL: http://www.mimdap.org/w/?p=19905, (Son Erişim Tarihi: 02.11.2023)

83. Kotnik, J. (2008). *Container architecture*. Spain: Publisher Links Book, 12.

84. Karabey, H. (1999). Deprem sonrası yapılanma önerileri. *Arredamento Mimarlık, 12*, 104–106.

85. Tümertekin, E., Bilgin, T., ve Sayın, Y. (1999). *Afet sonrası geçici konut çözümleri ve konteyner konut uygulamaları*. İstanbul: İnsan Yerleşimleri Derneği Yayınları, 52.

86. İnternet: AA, (2025). İzmirli depremzedeler konteyner kentte yeni yaşamlarına başladı. URL:https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/izmirli-depremzedeler-konteyner-kentteyeni-yasamlarina-basladi/2056548 Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

87.İnternet: AA, (2025). İzmirli depremzedeler konteyner kentte yeni yaşamlarına başladı. URL:https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/izmirli-depremzedeler-konteyner-kentte-yeni-yasamlarina-basladi/2056548 Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

88. İnternet: TRT Haber, (2023). Deprem bölgesinde 189 konteyner kent kuruldu. URL: https://www.trthaber.com/haber/gundem/deprem-bolgesinde-189-konteyner-kent-kuruldu-750257.html Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

89. İnternet: TRT Haber, (2023). Deprem bölgesinde 189 konteyner kent kuruldu. URL:https://www.trthaber.com/haber/gundem/deprem-bolgesinde-189-konteyner-kent-kuruldu-750257.html Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

90. İnternet: TRT Haber, (2023). Deprem bölgesinde 189 konteyner kent kuruldu. URL:https://www.trthaber.com/haber/gundem/deprem-bolgesinde-189-konteyner-kent-kuruldu-750257.html Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

91. İnternet: Arch Daily, (2025). Barberio Colella ARC Designs Pop-Up Home to Rebuild Nepalese Lives in "Just a Minute". URL:https://www.archdaily.com/775698/barberio-colella-arc-designs-pop-up-home-to-rebuild-nepalese-lives-in-just-a-minute/562634b0e58ecee6f000010b-barberio-colella-arc-designs-pop-up-home-to-rebuild-nepalese-lives-in-just-a-minute-image?next_project=no Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

92. İnternet: Arch Daily, (2025). Barberio Colella ARC Designs Pop-Up Home to Rebuild Nepalese Lives in "Just a Minute". URL:https://www.archdaily.com/775698/barberio-colella-arc-designs-pop-up-home-to-rebuild-nepalese-lives-in-just-a-minute/562634b0e58ecee6f000010b-barberio-colella-arc-designs-pop-up-home-to-rebuild-nepalese-lives-in-just-a-minute-image?next_project=no Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

93. İnternet: EER Design, (2025). Containing Light Mobile Exhibition, EER Tanıtım Broşürü. URL: http://www.eerdesign.com/images/02.%20PROJECTS/04.INSTALLATION/pres-weltholz%202010%20font%20ok.pdf Son Erişim Tarihi: 04.11.2023.

94. İnternet: DAC, (2025). Afet Sonrası Katılımcı Bir Yeniden Yapılaşma Örneği: Constitución. URL: https://dacistanbul.com/afet-sonrasi-katilimci-bir-yeniden-yapilasma-ornegi-constitucion/ Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

95. İnternet: DAC, (2025). Afet Sonrası Katılımcı Bir Yeniden Yapılaşma Örneği: Constitución. URL:https://dacistanbul.com/afet-sonrasi-katilimci-bir-yeniden-yapilasma-ornegi-constitucion/ Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

96. İnternet: Art of Tent, (2025). Şişme Yapılar. URL:http://www.artoftent.com/tr/urunlerimiz/sisme-yapilar/ Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

97. Erturan, B., ve Eren, Ö. (2012). Modüler yapım tekniği ile bina etkinliğini ve verimliliğini geliştirme yaklaşımının değerlendirilmesi. *Engineering Sciences*, 7(4), 677-695.

98. Eren, Ö. (2018). Hafif çelik modüler kutu yapım sistemlerinin gelişim süreci ve temel yapım ilkeleri. *Tasarım+Kuram,* 14*(*26), 5-23.

99. İnternet: UTK, (2025). Academics & Programs. URL: https://archdesign.utk.edu/study/ Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

100. Baş, E. (2020). *Acil barınma ünitesi temininde parametrik tasarım ve katmanlı üretimin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

101. Buswell, R. A., Leal de Silva, W. R., Jones, S. Z., Dirrenberger, J. (2018). 3D printing using concrete extrusion: A roadmap for research. *Cement and Concrete Research, 112*, 37–49.

102. Prentice, S. (2014). *The five SMART technologies to watch*. Gartner Research. https://www.gartner.com/en/documents/2669320 adresinden erişildi

103. Labonnote, N., Rønnquist, A., Manum, B., Rüther, P. (2016). Additive construction: State-of-the-art, challenges and opportunities. *Automation in Construction*, 72, 347–366.

104. Paul, S., Tay, Y., Panda, B., Tan, M. (2017). Fresh and hardened properties of 3D printable cementitious materials for building and construction. *Archives of Civil and Mechanical Engineering, 18*, 311–319.

105. İnternet: Deeon, J. (2022). Danish 3D printing company COBOD and its Asia Pacific footprint. URL: https://scandasia.com/danish-3d-printing-company-cobod-and-its-asia-pacific-footprint/ Son Erişim Tarihi:10.12.2025

106. İnternet: KA Bina, (2025). 3D Construction Printer. URL:https://kabina.com.my/3d-construction-printer/ Son Erişim Tarihi:10.12.2025

107. İnternet: WASP, (2025). Tecla. URL: https://www.3dwasp.com/en/3d-printed-house-tecla/ Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

108. İnternet: WASP, (2025). Tecla. URL: https://www.3dwasp.com/en/3d-printed-homes/ Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

109. İnternet: WASP, (2025). Tecla. URL:https://www.3dwasp.com/en/3d-printed-house-tecla/ Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

110. Apis Cor. (2022). Apis Cor 3D Printer: https://www.apis-cor.com/3dprinter adresinden erişildi.

111. Demyanov, A., Popov, I. (2019). Overview of global design experience and a design of a mobile construction 3D printer. *Architecture and Engineering, 4*(4), 22–29.

112. İnternet: Engineering, (2025). 3d Printed Building in Dubai. URL:https://www.engineering.com/story/worlds-largest-3d-printed-building-in-dubai Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

113. İnternet: Engineering, (2025). 3d Printed Building in Dubai. URL: https://www.engineering.com/story/worlds-largest-3d-printed-building-in-dubai Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

114. Kloft, H., Gosslar, J., Barba, D., Pacillo, G. (2021). Robot aided fabrication of rammed earth. *BE-AM 2021 Symposium and Exhibition* (s. 144,145). 131 Technical University of Darmstadt, DDU, ISM+D, Generative Design Lab, UTSA, Formnext.

115. Buck, D., Hagman, O. (2018). Production and in-plane compression mechanics of alternatively angled layered cross-laminated timber. *BioResources, 13*(2), 4029–4045.

116 İnternet: IKEO, (2025). Sustainable CLT. URL:http://www.ikeogroup.com/sustainable-clt.html Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

117. İnternet: Şanlı, E. ve Vural, N. (2025). Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Yapı Malzemesinin Strüktürel Açıdan Değerlendirilmesi. URL:https://yapidergisi.com/capraz-lamine-ahsap-clt-yapi-malzemesinin-strukturel-acidan-degerlendirilmesi/ Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

118. İnternet: IKEO, (2025). Sustainable CLT. URL:http://www.ikeogroup.com/sustainable-clt.html Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

119. Sutton, A., Black, D., Walker, P. (2025). *Cross-laminated timber: An introduction to low-impact building materials*. /https://files.bregroup.com/bre-co-uk-file-library-copy/filelibrary/pdf/projects/low_impact_materials/IP17_11.pdf, 2025 adresinden erişildi.

120. İnternet: Rothoblaas, (2025). CLT and Mass Tımber: When Timber Meets Technology. URL: https://www.rothoblaas.com/clt-and-mass-timber Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

121. İnternet: Şanlı, E. ve Vural, N. (2025). Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Yapı Malzemesinin Strüktürel Açıdan Değerlendirilmesi. URL:https://yapidergisi.com/capraz-lamine-ahsap-clt-yapi-malzemesinin-strukturel-acidan-degerlendirilmesi/ Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

122. İnternet: Rothoblaas, (2025). CLT and Mass Tımber: When Timber Meets Technology. URL:https://www.rothoblaas.com/clt-and-mass-timber Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

123. İnternet: Şanlı, E. ve Vural, N. (2025). Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Yapı Malzemesinin Strüktürel Açıdan Değerlendirilmesi. URL: https://yapidergisi.com/capraz-lamine-ahsap-clt-yapi-malzemesinin-strukturel-acidan-degerlendirilmesi/ Son Erişim Tarihi:10.12.2025

124. Evans, L. (2021). Cross-laminated timber: Taking wood buildings to the next level. *Architectural Record*. http://continuingeducation.construction.com/article.php?L=312&C=1138 adresinden erişildi.

125. İnternet: Aspect, (2025). Earth Sciences Building – UBC. URL: https://aspectengineers.com/portfolio/earth-sciences-building Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

126. İnternet: Wilent, S. (2025). Seedlings to Solutions: Single-source Mass Timber Takes Root in Atlanta. URL: https://www.naiop.org/research-and-publications/magazine/2024/spring-2024/business-trends/seedlings-to-solutions-single-source-mass-timber-takes-root-in-atlanta/ Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

127. İnternet: Fahrenheit, (2025). Lo sentimos, no logramos obtener el contenido deseado. URL:https://fahrenheitmagazine.com/sanat/g%C3%B6rsel/Tarih-yazan-be%C5%9F-m%C3%BCdahale Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

128. İnternet: ArcDaily, (2025). Ex Container Project Yasutaka Yoshimura Architects URL:https://www.archdaily.com/127534/ex-container-project-yasutaka-yoshimura-architects/11-161?next_project=no Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

129. İnternet: Shigeru Ban Architects, (2001). Paper Log House. URL: https://shigerubanarchitects.com/works/paper-tubes/paper-log-house-india/ Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

130. İnternet: DAC, (2025). Shigeru Ban'dan Nepal Depremi Yapıları. URL:https://dacistanbul.com/shigeru-banin-nepal-depremi-sonrasi-tasarladigi-barinma-uniteleri/ Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

131. İnternet: DAC, (2025). Shigeru Ban'dan Nepal Depremi Yapıları. URL: https://dacistanbul.com/shigeru-banin-nepal-depremi-sonrasi-tasarladigi-barinma-uniteleri/ Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

132. İnternet: EuroNews, (2025). Aile yapısı ve konut: 5 evden birinde tek kişi yaşıyor, tek kişilik haneler 8 yılda yüzde 73 arttı. URL: https://tr.euronews.com/2023/07/30/aile-yapisi-ve-konut-5-evden-birinde-tek-kisi-yasiyor-tek-kisilik-haneler-8-yilda-yuzde-73#:~:text=Ortalama%20hanehalk%C4%B1%20b%C3%BCy%C3%BCkl%C3%BC%C4%9F%C3%BC%20(2008%2D2022)&text=Adrese%20Dayal%C4%B1%20N%C3%BCfus%20Kay%C4%B1t%20Sistemi,3%2C17%20ki%C5%9Fiye%20kadar%20d%C3%BC%C5%9Ft%C3%BC Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

133. İnternet: Mevzuat Bilgi Sistemi, (2017). Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği. URL:https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=23722&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5 Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

134. İnternet: TUIK, (2025). Bina ve Konut Nitelikleri Araştırması, 2021. URL:https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bina-ve-Konut-Nitelikleri-Arastirmasi-2021-45870 Son Erişim Tarihi:10.12.2025.

135. İnternet: IPA, (2025). IPA- İstanbul konut rehberi. URL: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ipa.istanbul/wp-content/uploads/2021/09/IPA_KONUT_REHBERI-web.pdf

136. Knight, T. W., Stiny, G. (2001). Classical and Non-classical Computation. *Information Technology*, 5(4), 355 – 372.

137. İnternet: Semantic Scholar, (2012). Charles Correa's Housing Language. URL:https://www.semanticscholar.org/paper/CHARLES-CORREA%E2%80%99S-HOUSING-LANGUAGE-Torus/eac8c6584b81239ff6ca77fbb463fd212ce0d6c8 Son Erişim Tarihi:10.12.2025

138. İnternet: Semantic Scholar, (2012). Charles Correa's Housing Language. URL:https://www.semanticscholar.org/paper/CHARLES-CORREA%E2%80%99S-HOUSING-LANGUAGE-Torus/eac8c6584b81239ff6ca77fbb463fd212ce0d6c8 Son Erişim Tarihi:10.12.2025

139. İnternet: Semantic Scholar, (2012). Charles Correa's Housing Language. URL:https://www.semanticscholar.org/paper/CHARLES-CORREA%E2%80%99S-HOUSING-LANGUAGE-Torus/eac8c6584b81239ff6ca77fbb463fd212ce0d6c8 Son Erişim Tarihi:10.12.2025

140. İnternet: Ankara Üniversitesi, (2025). Türkiye İklim Araştırmaları. URL: http://geography.humanity.ankara.edu.tr/turkiye-iklim-arastirmalari/ Son Erişim Tarihi:10.12.2025

141. Aktuna, M. (2007). *Geleneksel mimaride binaların sürdürülebilir tasarım kriterleri bağlamında değerlendirilmesi: Antalya Kaleiçi evleri örneği* (Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

142. Karasar, N. (2006). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Nobel Yayıncılık, 77-78.

143. Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F. (2013). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi, 177-178.

144. Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Boston: Pearson, 376.

145. Saaty, T. L. (2001). *Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process*. Springer, 1-27.

146. Mine, E., Nebati, E., Sağanda, G. N., Erol, H., Subaşı, S. R., ve Göz, T. E. (2021). Analitik hiyerarşi prosesi (AHP) yöntemi ile çalışan performansının değerlendirilmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi (NOHU Journal of Engineering Sciences), 10*(2), 582–590.

EKLER

EK-1. 6 Şubat 2023 Depremi Sonrası Saha Çalışmasına İlişkin Anket Formu

ANKET FORMU

Sn. Katılımcı,

"Yenilikçi Yapım Teknolojilerinin Tasarım ve Uygulama Optimizasyonuna Dayalı Bir Model Araştırması: Deprem Konutları" isimli doktora tez çalışması kapsamında, 06.02.2023 tarihinde ülkemizde meydana gelen depremler neticesinde ortaya çıkan barınma ihtiyacınıza yönelik vereceğiniz cevaplar, kalıcı konut yapım süreci modeli oluşturması açısından son derece önemlidir. Kıymetli vaktinizi ayırdığınız için teşekkür eder saygılar sunarım.

A. Selim TAFLI
Gazi Üniversitesi Mimarlık Bölümü
Doktora Öğrencisi

Anketin ortalama süresi 5 dakikadır.

1- Cinsiyetiniz nedir?
( ) Kadın ( ) Erkek ( ) Diğer

2- Yaşınız kaçtır?
( ) 18 – 24 ( )24 – 29 ( ) 30 – 44 ( ) 45 – 64 ( ) 65 üzeri

3- Eğitim durumunuz nedir?
( ) okumadım ( ) ilköğretim / ortaöğretim ( ) lise ( ) lisans ( ) lisansüstü

4- Hane halkı sayınız kaçtır?
( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 5 üzeri

5- Gelir durumunuz nedir?
( ) Asgari ücret altı ( ) Asgari ücret ( ) Asgari ücret üzeri ( ) Belirtmek istemiyorum

6- Kentte kaç yıldır ikamet etmektesiniz?
( ) 1 yıldan az ( ) 1 – 3 yıl ( ) 4 - 7 yıl ( ) 8 – 15 yıl ( ) 15 yıl üzeri

7- Deprem öncesi yaşadığınız evde kaç yıldır ikamet etmekteydiniz?
( ) 1 yıldan az ( ) 1 – 3 yıl ( ) 4 - 7 yıl ( ) 8 – 15 yıl ( ) 15 yıl üzeri

8- Deprem öncesi yaşadığınız konutun mülkiyet durumunu belirtiniz.
( ) Ev sahibi ( ) Kiracı

9- Binanızın projelendirilme tarihini biliyor musunuz?
( ) 1975 öncesi ( ) 1975 – 1998 ( ) 1999 – 2007 arası ( ) 2007 – 2018 arası ( ) 2018 sonrası ( )Bilmiyorum.

10- Konutunuzdaki bağımsız bölüm sayısını belirtiniz.
( ) 1 ( )2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ve üzeri

EK-1. (devam) 6 Şubat 2023 depremi sonrası saha çalışmasına ilişkin anket formu

11- Binanızın dayanıklı olduğuna dair düşünceniz nedir?

( ) Çok sağlam ( ) Kısmen sağlam ( ) Emin değilim ( ) Hiç sağlam değil ( ) Yıkıldı ( ) Fikrim Yok

12- Evinizi alırken ya da kiralarken depreme dayanıklı olup olmadığını araştırdınız mı?

( ) Evet ( ) Hayır

13- Evinizi alırken ya da kiralarken dikkate aldığınız en önemli faktör nedir?

( ) Akrabaya yakınlığı ( ) Ucuz olması ( ) Merkeze Yakınlığı ( ) Lüks olması ( )

Diğer…….. (Düşüncenizi yazınız.)

14- Depreme hazırlık açısından yapılması gereken öncelikli şey nedir?

( ) Binaların kontrolü sağlanmalı
( ) Afet ve kriz yönetimi geliştirilmeli
( ) Deprem esnasında yapılacaklar üzerine eğitim verilmeli
( ) Depremde kurtarıcı yetkin birim ve personel oluşturulmalı
( )

Diğer…….. (Düşüncenizi yazınız.)

……..

Deprem Sonrası Süreçte yaşadıklarınıza dair aşağıda yer alan sorulara içtenlikle cevap vermenizi önemle rica ederim.

……

15- Deprem sırasında hangi ilde ikamet etmekteydiniz?

( ) Kahramanmaraş ( ) Hatay ( ) Şanlıurfa ( ) Adıyaman ( ) Diğer ……. (Belirtiniz)

16- Depremden sonra yaşadığınız konutun durumu nedir?

( ) Hasarsız ( )Az Hasarlı ( ) Hasarlı ( )Çok Hasarlı ( )Yıkıldı

17- Deprem sonrası konutunuz içerisinde halen yaşayabiliyorsanız kendinizi güvende hissedebiliyor musunuz?

( )Kesinlikle evet ( ) Evet ( ) Hayır ( ) Kesinlikle Hayır

18- Deprem sonrası konutunuz içerisinde kendinizi güvende hissederek yaşıyorsanız, bu durumu nasıl sağladınız?

( ) Konutum son 3 yılda yapıldı, yeni
( ) Konutum güvenilir müteahhitten alındı
( ) Konutumu kendim yaptırdım
( ) Güvende hissetmiyorum ancak çadır ve konteynerde yaşayamam
( )

Diğer…….. (Düşüncenizi yazınız.)

EK-1. (devam) 6 Şubat 2023 depremi sonrası saha çalışmasına ilişkin anket formu

19- Depremden sonraki ilk 7 günü nerede geçirdiniz?
( ) Evde ( ) Açık havada/araçta ( ) Akraba/tanıdık evi ( ) Çadır ( ) Konteyner ( ) İl dışı
( )
Diğer…….. (Nerede olduğunuzu yazınız.)

20- Depremden sonraki 8. İla 30. günü nerede geçirdiniz?
( ) Evde ( ) Açık havada/araçta ( ) Akraba/tanıdık evi ( ) Çadır ( ) Konteyner ( ) İl dışı
( )
Diğer…….. (Nerede olduğunuzu yazınız.)

21- Depremden 1 ay sonraki dönemi nerede geçirdiniz?
( ) Evde ( ) Açık havada/araçta ( ) Akraba/tanıdık evi ( ) Çadır ( ) Konteyner ( ) İl dışı
( )
Diğer…….. (Nerede olduğunuzu yazınız.)

22- Şuan (depremin 4. ayı itibariyle) nerede ikamet etmektesiniz?
( ) Evde ( ) Açık havada/araçta ( ) Akraba/tanıdık evi ( ) Çadır ( ) Konteyner
( )
Diğer…….. (Nerede olduğunuzu yazınız.)

23- Deprem sonrası geçici barınma ihtiyacınıza yönelik çalışmalar ne zaman başlamıştır?
( ) İlk 24 saatte ( ) 24 – 72 saatte ( ) 1 hafta sonra ( ) 1 ay sonra ( ) 3 ay sonra ( )Halen çözülemedi

24- Deprem sonrası köy – kırsal alana ev yaptırıp yerleşmeyi düşünür müsünüz?
( ) Kalıcı olarak evet ( ) Alternatif olarak evet ( ) Emin değilim ( ) Düşünmüyorum

25- Komşuluk ilişkisine bakış açınız nasıldır?
( ) Komşuluk ilişkisine önem veririm ( ) Komşuluk ilişkisine önem vermem ( ) Fikrim yok

26- Kaç katlı binada yaşamak istersiniz?
( ) 1 katlı ( ) 2 katlı ( ) 3 katlı ( ) 4 katlı ( ) 5 kat ve üzeri

27- Kalıcı konutlara geçiş sürecinde katlanabileceğiniz süre en fazla ne kadardır?
( ) 1 aya kadar ( ) 1-3 ay ( ) 4-6 ay ( ) 7- 12 ay ( ) 1 yıldan fazla

28- Kalıcı konutlara geçiş sürecinde başka illere göç etmeyi düşünür müsünüz?
( ) Kesinlikle düşünürüm ( ) Düşünürüm ( ) Düşünmem ( ) Kesinlikle düşünmem ( ) Fikrim yok

EK-1. (devam) 6 Şubat 2023 depremi sonrası saha çalışmasına ilişkin anket formu

29- Aynı katta komşuluk ilişkisi olan konutlarda yaşamayı ne kadar tercih edersiniz?
( ) Kesinlikle düşünürüm ( ) Düşünürüm ( ) Düşünmem ( ) Kesinlikle düşünmem ( ) Fikrim yok

30- Müstakil konutlarda yaşamayı tercih eder misiniz?
( ) Kesinlikle düşünürüm ( ) Kesinlikle düşünmem ( ) Fikrim yok

31- Kalıcı konutlar en az kaç bağımsız mekândan oluşmalıdır?
( ) 1 ( )2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ve üzeri

32- Müstakil kalıcı konutlarda binalar arası mahremiyet hakkında düşünceniz nedir?
( ) Çok önemli ( ) Önemli ( ) Önemsiz ( ) Fikrim yok

33- Kalıcı konutlarda deprem dışında sizin için en önemli etken hangisidir?
( ) Ucuz olması ( ) Kent merkezine yakınlık ( ) Akrabaya/tanıdığa yakınlık ( )Konutun kullanışı
( )
Diğer…….. (Düşüncenizi yazınız.)

34- Kalıcı konutların sağlam zeminlere yapılması durumu şehir merkezinden uzağa inşasını gerektiriyorsa, orada yaşamayı ne kadar tercih edersiniz?
( ) Kesinlikle düşünürüm ( ) Düşünürüm ( ) Düşünmem ( ) Kesinlikle düşünmem ( ) Fikrim yok

35- Kalıcı konutlarda mutfak ile yaşam alanı aynı mekânda mı ayrı mekânda mı düzenlenmelidir?
( ) Aynı mekanda ( ) Farklı mekanda ( ) Fikrim yok

36- Kalıcı konutlarda ıslak hacim sayısı (wc, banyo,duş) kaç adet olmalıdır?
( ) 1 ( )2 ( ) 3 ( ) 4 ve üzeri

37- Yapıda kullanılan malzemelerin ya da yapım sistemlerinin ne olduğu konusunda bir fikriniz var mı?

( ) Fikrim var ( ) Fikrim yok ( ) Deprem sonrası fikir sahibi oldum

38- Kalıcı konutlarda kullanılan ana yapı malzemesi / yapım sistemi ne olmalıdır?
( ) Betonarme ( ) Çelik ( ) Betonarme + çelik ( ) Prefabrik ( ) Yeni yapım sistemleri ( ) Diğer

39- Kalıcı konutların müstakil olarak düzenlenmesi konusunda düşünceniz nedir?
( ) Müstakil olmalıdır ( ) Çok katlı olmalıdır ( ) Fikrim yok

40- Kalıcı konutların 2 kattan yüksek yapılması konusunda düşünceniz nedir?
( ) Kesinlikle düşünürüm ( ) Düşünürüm ( ) Düşünmem ( ) Kesinlikle düşünmem ( ) Fikrim yok

EK-1. (devam) 6 Şubat 2023 depremi sonrası saha çalışmasına ilişkin anket formu

41- Kalıcı konutların 6 aydan uzun sürede yapılması durumunda bulunduğunuz ili / ilçeyi terk etmeyi düşünür müsünüz?
( ) Kesinlikle düşünürüm ( ) Düşünürüm ( ) Düşünmem ( ) Kesinlikle düşünmem ( ) Fikrim yok

42- Kalıcı konutlara geçiş süresi en fazla ne kadar olmalıdır?
( ) 1 aya kadar ( ) 1-3 ay ( ) 4-6 ay ( ) 7- 12 ay ( ) 1 yıldan fazla

43- Geçici yerleşimlerde / konutlarda doğanın korunması, enerji verimliliği, gelecek kuşaklara daha temiz bir çevre bırakmak açısından sürdürülebilirlik sağlanabilir mi?
( ) Kesinlikle sağlanır ( ) Sağlanır ( ) Sağlanmaz ( ) Kesinlikle sağlanmaz ( ) Fikrim yok

44- Kalıcı doğanın korunması, enerji verimliliği, gelecek kuşaklara daha temiz bir çevre bırakmak açısından sürdürülebilirlik sağlanabilir mi?
( ) Kesinlikle sağlanır ( ) Sağlanır ( ) Sağlanmaz ( ) Kesinlikle sağlanmaz ( ) Fikrim yok

45- Son yıllarda kullanımı giderek artan; genellikle çimento bağlayıcılı akışkan bir malzemenin üst üste makine vasıtasıyla kalıp olmaksızın yığılması ile oluşturulan "katmanlı üretim" hakkında fikriniz var mı?
( ) Fikrim var ( ) Depremden sonra fikir sahibi oldum ( ) Fikrim yok

46- Kalıcı konutlarda katmanlı üretim hakkında ne düşünüyorsunuz?
( ) Kesinlikle yapılmalıdır ( ) Yapılmalıdır ( ) Yapılmamalıdır ( ) Kesinlikle yapılmamalıdır ( ) Fikrim yok

47- Kalıcı konutlar en fazla kaç katlı yapılmalıdır?
( ) 1 katlı ( ) 2 katlı ( ) 3 katlı ( ) 4 katlı ( ) 5 kat ve üzeri

48- Geçici konutlarda mutfak ile yaşama mekanının birlikte kullandırılması sizin için ne kadar uygundur?
( ) Her iki mekan ayrı yerde olmalıdır
( ) Her iki mekan aynı yerde olmalıdır
( ) Fikrim yok
( )
…….. (Düşüncenizi yazınız.)

49- Geçici konutların kalıcı konut olarak dizayn edilmesi hakkında ne düşünüyorsunuz?
( ) Kesinlikle düşünürüm ( ) Düşünürüm ( ) Düşünmem ( ) Kesinlikle düşünmem ( ) Fikrim yok

50- Tek konteyner birimin kalıcı konut olarak kullanımı hakkında ne düşünüyorsunuz?
( ) Kesinlikle düşünürüm ( ) Düşünürüm ( ) Düşünmem ( ) Kesinlikle düşünmem ( ) Fikrim yok

EK-1. (devam) 6 Şubat 2023 depremi sonrası saha çalışmasına ilişkin anket formu

51- Konteyner birimlerin üst üste ya da yan yana büyütülmesi ile kalıcı konut kullanımı sağlanabilir mi?

( ) Kesinlikle sağlanır ( ) Sağlanır ( ) Sağlanmaz ( ) Kesinlikle sağlanmaz ( ) Fikrim yok

52- Kalıcı konutlar en az kaç katlı olmalıdır?

( ) 1 katlı ( ) 2 katlı ( ) 3 katlı ( ) 4 katlı ( ) 5 kat ve üzeri

53- Geçici konutlarda yaşarken ihtiyaç hissettiğiniz asgari mekanlar nelerdir?

( ) Tek oda (mutfak içerisinde) + WC / Banyo
( ) Tek oda + mutfak + WC / Banyo
( ) İki Oda + mutfak + WC / Banyo
( ) 3 Oda + mutfak + WC / Banyo
( ) 3 Oda + mutfak + WC / 2 Banyo
( ) 4 Oda + mutfak + WC / 2 Banyo veya daha fazlası

54- Geçici konutlarda asgari konut büyüklüğü ne kadar olmalıdır?

( ) 30 m^2'ye kadar
( ) 31 – 50 m^2
( ) 51 – 100 m^2
( ) 101- 150 m^2
( ) 150 m^2 ve üzeri

55- Kalıcı konutlarda ihtiyacınız olan asgari mekanlar nelerdir?

( ) Tek oda (mutfak içerisinde) + WC / Banyo
( ) Tek oda + mutfak + WC / Banyo
( ) İki Oda + mutfak + WC / Banyo
( ) 3 Oda + mutfak + WC / Banyo
( ) 3 Oda + mutfak + WC / 2 Banyo
( ) 4 Oda + mutfak + WC / 2 Banyo veya daha fazlası

56- Kalıcı konutlara geçiş sürecinde, mekan ya da konfor koşulları açısından özel beklentileriniz var mı? Varsa Açıklayınız.

……
……
……
……
……
……
……

…

Anketimiz sona ermiştir. Vakit ayırdığınız için teşekkür ederim.

EK-2. Üretim Sürecine Yönelik Uzman Değerlendirme Anket Formu

Sayın Uzman,

Deprem sonrası hızlı, güvenli ve sürdürülebilir konut üretiminde yenilikçi yapım teknolojilerinin karşılaştırılması ve yeni bir model geliştirilmesi amacıyla yürütülen tez çalışması kapsamında değerlendirilecek olan bu anket, üretim sürecine ilişkin ana ve alt kriterleri belirlemek ve bu kriterlerin birbirlerine göre göreli önemlerini saptayabilmek için Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemiyle uzman görüşlerini toplamayı amaçlamaktadır. Yanıtlarınız bilimsel karar modelinin tutarlılığı ve doğruluğu açısından kritik önemdedir.

Çalışmada kişisel kimlik bilgileriniz talep edilmemekte olup, yalnızca uzmanlık alanınızı ve mesleki deneyiminizi yansıtan sınırlı bilgiler anonim olarak değerlendirilecek ve yalnızca akademik amaçlarla kullanılacaktır. Anketin süresi yaklaşık 8-10 dakikadır. Katkılarınız için şimdiden teşekkür ederim.

Abdullah Selim TAFLI

Gazi Üniversitesi Doktora Öğrencisi

AHP Karar Modeli Açıklaması

Çalışma kapsamında karşılaştırılması beklenen ana kriterler ve alt kriterler Tablo 1'de tanımlanmıştır.

Tablo 1. Ana kriterler ve alt kriterlerin tanımları

KRİTERLER	AÇIKLAMA
ANA KRİTER 1: YAPIM SÜRECİ VERİMLİLİĞİ	
Üretim Hızı	Üretim biriminin fabrika veya saha ortamında tamamlanabildiği süre
Yapım Kolaylığı	Montaj ekipmanı, işçilik gereksinimi, saha hazırlığı ihtiyacı ve kurulum karmaşıklığı
ANA KRİTER 2: MALİYET	
Yapım Ekonomisi	Malzeme, işçilik, lojistik, ekipman ve alt yapı hazırlığı maliyetleri
Kullanım Ekonomisi	Enerji tüketimi, bakım, tamir, ısıtma/soğutma giderleri gibi işletme maliyetleri
Yok Etme Ekonomisi	Yapının sökülmesi, geri dönüşümü, yeniden kullanım potansiyeli ve bertaraf maliyetleri
ANA KRİTER 3: ÇEVRESEL PERFORMANS	
Sürdürülebilirlik	Malzeme türü, karbon ayak izi, yaşam döngüsü performansı ve ekosistem etkisi
Kaynak Kullanımı	Yapımda kullanılan su, enerji, hammadde miktarı
Geri Dönüşüm	Yapı bileşenlerinin yeniden kullanım, dönüşüm ve minimum atık üretme kapasitesi
ANA KRİTER 4: KULLANICI ODAKLI MEKÂNSAL PERFORMANS	
Mahremiyet	İç mekân bölümlenmesi, görsel/işitsel ayrışma, mekânsal kişiselleştirme imkânı
Güvenlik	Yangın güvenliği, dayanım, yapısal stabilite ve kullanıcı risklerini azaltma kapasitesi
Dış Koşullara Dayanım	Isı, rüzgâr, su, güneş ve dış ortam etkilerine dayanıklılık

EK-2. (devam) Üretim sürecine yönelik uzman değerlendirme anket formu

ANA KRİTER 5: MEKÂNSAL ORGANİZASYON	
Yatay Eksende Çoklu Kullanım	Plan düzleminde modülerlik, genişleyebilirlik veya birleştirilebilirlik kapasitesi
Düşey Eksende Çoklu Kullanım	Katlı yerleşime, istiflemeye veya hacimsel eklemeye uygunluk
Topografik Yerleşime Uyum	Farklı arazi eğimlerine, düzensiz parsel geometrilerine uyarlama yeteneği

Sunulan ana ve alt kriterler, doktora tez çalışması kapsamında yenilikçi yapım teknolojilerine ilişkin kapsamlı kuramsal ve teknik araştırmalar ve değerlendirmeler sonucunda oluşturulmuştur. Deprem sonrası üretim açısından en avantajlı konut modelinin belirlenebilmesi amacıyla, bu kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yapılarak Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemiyle göreli önem ağırlıkları hesaplanacaktır.

İkili kıyaslamalarda önem derecelerini göstermek amacıyla kullanılacak ölçek Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. İkili kıyaslamada kullanılan önem derecelerine ilişkin tablo

Derecesi	Değer Tanımları	Açıklama
1	Eşit önemli	Her iki durum amaca eşit katkıda bulunur.
3	Az önemli (az üstünlük)	Tecrübe ve değerlendirmelere göre bir durum diğerine göre biraz daha tercih edilir.
5	Güçlü önemli (fazla üstünlük)	Tecrübe ve değerlendirmelere göre bir durum diğerine göre daha çok tercih edilir.
7	Çok güçlü önemde (çok üstünlük)	Bir durum diğerine göre çok daha güçlü şekilde tercih edilir.
9	Son derece önemli (kesin üstünlük)	Bir durum diğerine göre mümkün olan en yüksek derecede tercih edilir.
2, 4, 6, 8	Ara değerler (uzlaşma değerleri)	Bir değerlendirmede sözler yetersiz kalıyorsa sayısal değerlerin ortasındaki bir değer verilir.

Her tabloda iki kriter karşılaştırılmaktadır. Ankete katılım sağlayan uzmandan beklenen aşağıda verilen iki sorunun cevabıdır:

1. Bu iki kriterden hangisi daha önemli?
2. Ne kadar daha önemli?

Bunu yapmak için tablodaki ölçekten yalnızca bir kutu işaretlemeniz yeterlidir. Sağ tarafa işaretlerseniz sağdaki kriter daha önemli, sol tarafa işaretlerseniz soldaki kriter daha önemlidir. **1 = eşit önemli**, 3–5–7–9 ise giderek artan önem farkını ifade eder.

ANKET SORULARI

A. Katılımcı Uzmanlık Bilgileri

Uzmanlık alanınız:

Akademik/mesleki unvanınız:

EK-2. (devam) Üretim sürecine yönelik uzman değerlendirme anket formu

Mesleki deneyim süreniz (yıl):

Çalıştığınız kurum türü (Üniversite / Kamu / Özel sektör / Diğer):

B. Ana Kriterlerin İkili Kıyasla Yöntemi ile Değerlendirilme Soruları

Soru 1. Deprem sonrası konut üretiminde "yapım süreci verimliliği" ile "maliyet" kriterlerinden hangisi daha önemlidir? Lütfen bu iki kriter arasındaki önem düzeyini 1-9 ölçeğini kullanarak belirtiniz.

Yapım Süreci Verimliliği (Üretim hızı, yapım kolaylığı)									**Maliyet** (Yapım, kullanım, yok etme ekonomisi)							
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Soru 2. "Yapım süreci verimliliği" ile "çevresel performans" kriterlerinden hangisi daha önemlidir? Lütfen önem derecesini 1-9 ölçeği ile ifade ediniz.

Yapım Süreci Verimliliği (Üretim hızı, yapım kolaylığı)									**Çevresel Performans** (Sürdürülebilirlik, kaynak kullanımı, geri dönüşüm)							
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Soru 3. Yapım süreci verimliliği" ile "kullanıcı odaklı mekânsal performans" kriterlerinden hangisi daha önceliklidir? Önem düzeyini 1-9 ölçeği üzerinden belirtiniz.

Yapım Süreci Verimliliği (Üretim hızı, yapım kolaylığı)									**Kullanıcı Odaklı Mekânsal Performans** (Mahremiyet, güvenlik, dış şartlara dayanım)							
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Soru 4. *"Yapım süreci verimliliği" ile "mekânsal organizasyon performansı" kriterlerinden hangisi daha önemlidir? Lütfen önem derecesini 1–9 ölçeği ile işaretleyiniz.*

Yapım Süreci Verimliliği (Üretim hızı, yapım kolaylığı)									**Mekânsal Organizasyon** (yatay eksende çoklu kullanım, düşey eksende çoklu kullanım, topografik yerleşime uyum)							
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

EK-2. (devam) Üretim sürecine yönelik uzman değerlendirme anket formu

Soru 5. *Deprem sonrası konut üretiminde "maliyet" mi yoksa "çevresel performans" mı daha önemlidir? Bu iki kriterin göreli önemini 1-9 ölçeği ile belirtiniz.*

Maliyet (Yapım, kullanım, yok etme ekonomisi)									**Çevresel Performans** (Sürdürülebilirlik, kaynak kullanımı, geri dönüşüm)							
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Soru 6. *"Maliyet" ile "kullanıcı odaklı mekânsal organizasyon performans" kriterlerinden hangisi daha önemlidir? Önem derecesini 1-9 ölçeğini kullanarak belirtiniz.*

Maliyet (Yapım, kullanım, yok etme ekonomisi)									**Kullanıcı Odaklı Mekânsal Performans** (Mahremiyet, güvenlik, dış şartlara dayanım)							
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Soru 7. "Maliyet" ile "mekânsal organizasyon performansı" arasında hangi kriter daha önemlidir? Lütfen önem düzeyini 1-9 ölçeğiyle ifade ediniz.

Maliyet (Yapım, kullanım, yok etme ekonomisi)									**Mekânsal Organizasyon** (yatay eksende çoklu kullanım, düşey eksende çoklu kullanım, topografik yerleşime uyum)							
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Soru 8. Deprem sonrası konut üretimi açısından "çevresel performans" mı yoksa "kullanıcı odaklı mekânsal performans" mı daha önceliklidir? Önem derecesini 1-9 ölçeği üzerinden belirtiniz.

Çevresel Performans (Sürdürülebilirlik, kaynak kullanımı, geri dönüşüm)									**Kullanıcı Odaklı Mekânsal Performans** (Mahremiyet, güvenlik, dış şartlara dayanım)							
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

EK-2. (devam) Üretim sürecine yönelik uzman değerlendirme anket formu

Soru 9. "Çevresel performans" ile "mekânsal organizasyon performansı" arasında hangisi daha önemlidir? Lütfen önem derecesini 1-9 ölçeği ile ifade ediniz.

Çevresel Performans (Sürdürülebilirlik, kaynak kullanımı, geri dönüşüm)									**Mekânsal Organizasyon** (yatay eksende çoklu kullanım, düşey eksende çoklu kullanım, topografik yerleşime uyum)							
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Soru 10. "Kullanıcı odaklı mekânsal performans" ile "mekânsal organizasyon performansı" kriterlerinden hangisi daha üstündür? Bu iki kriterin göreli önemini 1–9 ölçeğiyle belirtiniz.

Kullanıcı Odaklı Mekânsal Performans (Mahremiyet, güvenlik, dış şartlara dayanım)									**Mekânsal Organizasyon** (yatay eksende çoklu kullanım, düşey eksende çoklu kullanım, topografik yerleşime uyum)							
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

C. Alt Kriterlerin İkili Kıyasla Yöntemi ile Değerlendirilme Soruları

C.1. Yapım Süreci Verimliliği – Alt Kriterler

Soru 11. "Üretim hızı" ile "yapım kolaylığı" kriterlerinden hangisi daha önemlidir? Lütfen önem düzeyini 1-9 ölçeği üzerinden işaretleyiniz.

Üretim Hızı									**Yapım Kolaylığı**							
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

C.2. Maliyet – Alt Kriterler

Soru 12. *"Yapım ekonomisi" ile "kullanım ekonomisi" arasında hangi kriter daha önemlidir? Önem derecesini 1-9 ölçeği ile belirtiniz.*

Yapım Ekonomisi									**Kullanım Ekonomisi**							
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

EK-2. (devam) Üretim sürecine yönelik uzman değerlendirme anket formu

Soru 13. *"Yapım ekonomisi" ile "yok etme ekonomisi" kriterlerinden hangisi daha önemlidir? Bu iki kriterin göreli önemini 1-9 ölçeği üzerinden işaretleyiniz.*

Yapım Ekonomisi									**Yok Etme Ekonomisi**							
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Soru 14. *"Kullanım ekonomisi" ile "yok etme ekonomisi" kriterlerinden hangisi daha önemlidir? Önem derecesini 1-9 ölçeğini kullanarak belirtiniz.*

Kullanım Ekonomisi									**Yok Etme Ekonomisi**							
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

C.3. Çevresel Performans – Alt Kriterler

Soru 15. "Sürdürülebilirlik" ile "kaynak kullanımı" kriterlerinden hangisi daha önemlidir? Lütfen önem düzeyini 1-9 ölçeği ile işaretleyiniz.

Sürdürülebilirlik									**Kaynak Kullanımı**							
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Soru 16. "Sürdürülebilirlik" ile "geri dönüşüm" kriterlerinden hangisi daha önemlidir? Önem derecesini 1-9 ölçeği üzerinden belirtiniz.

Sürdürülebilirlik									**Geri Dönüşüm**							
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Soru 17. "Kaynak kullanımı" ile "geri dönüşüm" kriterlerinden hangisi daha önemlidir? Lütfen göreli önemi 1-9 ölçeğiyle ifade ediniz.

Kaynak kullanımı									**Geri Dönüşüm**							
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

EK-2. (devam) Üretim sürecine yönelik uzman değerlendirme anket formu

C.4. Kullanıcı Odaklı Performans – Alt Kriterler

Soru 18. "Mahremiyet" ile "güvenlik" kriterlerinden hangisi daha önemlidir? Önem derecesini 1-9 ölçeği ile belirtiniz.

Mahremiyet									**Güvenlik**							
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Soru 19. "Mahremiyet" ile "dış şartlara dayanım" kriterlerinden hangisi daha önemlidir? Lütfen önem düzeyini 1-9 ölçeği üzerinden ifade ediniz.

Mahremiyet									**Dış Şartlara Dayanım**							
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Soru 20. "Güvenlik" ile "dış şartlara dayanım" kriterlerinden hangisi daha önemlidir? Önem derecesini 1-9 ölçeğiyle belirtiniz.

Güvenlik									**Dış Şartlara Dayanım**							
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

C.4. Mekânsal Organizasyon Performansı – Alt Kriterler

Soru 21. "Yatay eksende çoklu kullanım" ile "düşey eksende çoklu kullanım" kriterlerinden hangisi daha fazla önem taşımaktadır? Lütfen önemli olan kriteri 1-9 ölçeğiyle işaretleyiniz.

Yatay Eksende Çoklu Kullanım									**Düşey Eksende Çoklu Kullanım**							
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Soru 22. "Yatay eksende çoklu kullanım" ile "topografik yerleşim uyumu" kriterlerinden hangisi daha önemlidir? Önem derecesini 1-9 ölçeği ile belirtiniz.

Yatay Eksende Çoklu Kullanım									**Topografik Yerleşim Uyumu**							
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

EK-2. (devam) Üretim sürecine yönelik uzman değerlendirme anket formu

Soru 23. “Düşey eksende çoklu kullanım” ile “topografik yerleşim uyumu” kriterlerinden hangisi daha önemlidir? Lütfen önem düzeyini 1-9 ölçeğini kullanarak işaretleyiniz.

Düşey Eksende Çoklu Kullanım									**Topografik Yerleşim Uyumu**							
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Anket sona ermiştir. Katkılarınız için teşekkür eder, saygılar sunarım.

EK-3. Etik Kurul Komisyon Kararı

Evrak Tarih ve Sayısı: 17.01.2025-E.1144549

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Etik Komisyonu

Sayı : E-77082166-302.08.01-1144549 17.01.2025
Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı

DAĞITIM YERLERİNE

Üniversitemiz Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalı **Doktora Öğrencisi Abdullah Selim TAFLI'nın, Prof.Dr. Figen BEYHAN'ın** danışmanlığında yürüttüğü ***"Yenilikçi Yapım Teknolojilerinin Tasarım ve Uygulama Optimizasyonuna Dayalı Bir Model Araştırması: Deprem Konutları"*** adlı tez çalışması ile ilgili konu Komisyonumuzun **14.01.2025** tarih ve **01** sayılı toplantısında görüşülmüş olup,

İlgilinin çalışmasının, yapılması planlanan yerlerden izin alınması koşuluyla yapılmasında etik açıdan bir sakınca bulunmadığına oybirliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Araştırma Kod No: 2025 - 56

Prof. Dr. İsmail KARAKAYA
Komisyon Başkanı

DAĞITIM
Gereği:
Sayın Prof. Dr. Figen BEYHAN

Bilgi:
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

EK-4. Uzman Görüşlerinden Elde Edilen Verilere İlişkin Hesap ve Sonuç Tablosu

7 UZMANDAN ALINAN ANKET VERİLERİNDEN ELDE EDİLEN SAYISAL DEĞERLER							
ANA KRİTER		YAPIM SÜRECİ VERİMLİLİĞİ	MALİYET	1. SÜTUN ÇARPIM	2. SÜTUN ÇARPIM	1. SÜTUN GEOMETRİK ORT.	2. SÜTUN GEOMETRİK ORT.
SORU 1	UZMAN 1	7.00		14085.36		3.92	
	UZMAN 2	6.00					
	UZMAN 3	7.00					
	UZMAN 4	1.87					
	UZMAN 5	7.00					
	UZMAN 6	3.00					
	UZMAN 7	1.22					
ANA KRİTER		YAPIM SÜRECİ VERİMLİLİĞİ	ÇEVRESEL PERFORMANS				
SORU 2	UZMAN 1	3.00		3247.55		3.17	
	UZMAN 2	6.00					
	UZMAN 3	7.00					
	UZMAN 4	1.11					
	UZMAN 5	9.00					
	UZMAN 6	2.00					
	UZMAN 7	1.29					
ANA KRİTER		YAPIM SÜRECİ VERİMLİLİĞİ	KULLANICI ODAKLI MEK. PERF.				
SORU 3	UZMAN 1	4.00		671.40		2.53	
	UZMAN 2	6.00					
	UZMAN 3	7.00					
	UZMAN 4	1.87					
	UZMAN 5	8.00					
	UZMAN 6	0.14	7.00				
	UZMAN 7	1.87					
ANA KRİTER		YAPIM SÜRECİ VERİMLİLİĞİ	MEKANSAL ORGANİZASYON				
SORU 4	UZMAN 1	3.00		13.42		1.45	
	UZMAN 2	6.00					
	UZMAN 3	0.14	7.00				
	UZMAN 4	0.53	1.87				
	UZMAN 5	8.00					
	UZMAN 6	1.00	1.00				
	UZMAN 7	1.22					
ANA KRİTER		MALİYET	ÇEVRESEL PERFORMANS				
SORU 5	UZMAN 1	1.00	1.00		28.61		1.61
	UZMAN 2	6.00	0.17				
	UZMAN 3	0.14	7.00				
	UZMAN 4		1.87				
	UZMAN 5		8.00				
	UZMAN 6		2.00				
	UZMAN 7	1.22	0.82				
ANA KRİTER		MALİYET	KULLANICI ODAKLI MEK. PERF.				
SORU 6	UZMAN 1	5.00	0.20		2.02		1.11
	UZMAN 2		6.00				
	UZMAN 3	3.00	0.33				
	UZMAN 4		1.12				
	UZMAN 5	4.00	0.25				
	UZMAN 6		6.00				
	UZMAN 7	1.29	3.00				
ANA KRİTER		MALİYET	MEKANSAL ORGANİZASYON				
SORU 7	UZMAN 1	4.00	0.25		78.01		1.86
	UZMAN 2		6.00				
	UZMAN 3		9.00				
	UZMAN 4		1.41				
	UZMAN 5		5.00				
	UZMAN 6	1.00	1.00				
	UZMAN 7	1.22	0.82				
ANA KRİTER		ÇEVRESEL PERFORMANS	KULLANICI ODAKLI MEK. PERF.				
SORU 8	UZMAN 1	6.00		14.21		1.46	
	UZMAN 2	0.17	6.00				
	UZMAN 3	7.00					
	UZMAN 4	1.87					
	UZMAN 5	7.00					
	UZMAN 6	0.20	5.00				
	UZMAN 7	0.78	1.29				
ANA KRİTER		ÇEVRESEL PERFORMANS	MEKANSAL ORGANİZASYON				
SORU 9	UZMAN 1	4.00		2.07		1.11	
	UZMAN 2	0.17	6.00				
	UZMAN 3	0.14	7.00				
	UZMAN 4	1.87					
	UZMAN 5	5.00					
	UZMAN 6	3.00					
	UZMAN 7	0.78	1.29				
ANA KRİTER		KULLANICI ODAKLI MEK. PERF	MEKANSAL ORGANİZASYON				
SORU 10	UZMAN 1	6.00	0.17		9.32		1.37
	UZMAN 2		6.00				
	UZMAN 3		9.00				
	UZMAN 4		1.87				
	UZMAN 5		5.00				
	UZMAN 6	7.00	0.14				
	UZMAN 7	1.29	0.78				
ALT KRİTER		ÜRETİM HIZI	YAPIM KOLAYLIĞI				
SORU 11	UZMAN 1	1.00	1.00	1421.28		2.82	
	UZMAN 2	6.00					
	UZMAN 3	7.00					
	UZMAN 4	1.41					
	UZMAN 5	8.00					
	UZMAN 6	3.00					
	UZMAN 7	1.00	1.00				
ALT KRİTER		YAPIM EKONOMİSİ	KULLANIM EKONOMİSİ				
SORU 12	UZMAN 1	0.33	3.00	8.50		1.36	
	UZMAN 2	6.00					
	UZMAN 3	7.00					
	UZMAN 4	1.12					
	UZMAN 5	0.11	9.00				
	UZMAN 6	4.00					
	UZMAN 7	1.22					

EK-4. (devam) Uzman görüşlerinden elde edilen verilere ilişkin hesap ve sonuç tablosu

ALT KRİTER		YAPIM EKONOMİSİ	YOK ETME EKONOMİSİ				
	UZMAN 1	5.00					
	UZMAN 2	6.00					
	UZMAN 3	7.00					
SORU 13	UZMAN 4	1.41		10695.13		3.76	
	UZMAN 5	7.00					
	UZMAN 6	4.00					
	UZMAN 7	1.29					
ALT KRİTER		KULLANIM EKONOMİSİ	YOK ETME EKONOMİSİ				
	UZMAN 1	5.00					
	UZMAN 2	6.00					
	UZMAN 3	7.00					
SORU 14	UZMAN 4	0.71	1.41	4611.06		3.34	
	UZMAN 5	8.00					
	UZMAN 6	3.00					
	UZMAN 7	1.29					
ALT KRİTER		SÜRDÜREBİLİRLİK	KAYNAK KULLANIMI				
	UZMAN 1	1.00	1.00				
	UZMAN 2	6.00					
	UZMAN 3	1.00	1.00				
SORU 15	UZMAN 4	1.41		433.49		2.38	
	UZMAN 5	7.00					
	UZMAN 6	6.00					
	UZMAN 7	1.22					
ALT KRİTER		SÜRDÜREBİLİRLİK	GERİ DÖNÜŞÜM				
	UZMAN 1	1.00					
	UZMAN 2	6.00					
	UZMAN 3	1.00	1.00				
SORU 16	UZMAN 4	1.41		229.18		2.17	
	UZMAN 5	7.00					
	UZMAN 6	3.00					
	UZMAN 7	1.29					
ALT KRİTER		KAYNAK KULLANIMI	GERİ DÖNÜŞÜM				
	UZMAN 1	1.00	1.00				
	UZMAN 2	6.00	0.17				
	UZMAN 3	1.00	1.00				
SORU 17	UZMAN 4	1.12	0.89		2.56		1.14
	UZMAN 5		7.00				
	UZMAN 6		3.00				
	UZMAN 7	1.22	0.82				
ALT KRİTER		MAHREMİYET	GÜVENLİK				
	UZMAN 1		2.00				
	UZMAN 2		6.00				
	UZMAN 3	3.00	0.33				
SORU 18	UZMAN 4		8.00		1405.44		2.82
	UZMAN 5		6.00				
	UZMAN 6		6.00				
	UZMAN 7		1.22				
ALT KRİTER		MAHREMİYET	DIŞ ŞARTLARA UYUM				
	UZMAN 1		3.00				
	UZMAN 2		6.00				
	UZMAN 3		3.00				
SORU 19	UZMAN 4		1.87		12949.68		3.87
	UZMAN 5		7.00				
	UZMAN 6		4.00				
	UZMAN 7		4.58				
ALT KRİTER		GÜVENLİK	DIŞ ŞARTLARA UYUM				
	UZMAN 1	5.00					
	UZMAN 2	6.00					
	UZMAN 3	0.33	3.00				
SORU 20	UZMAN 4	1.12		90.01		1.90	
	UZMAN 5	7.00					
	UZMAN 6	0.89	1.12				
	UZMAN 7	1.29					
ALT KRİTER		YATAY EKSENDE ÇOKLU KUL.	DÜŞEY EKSENDE ÇOKLU KUL.				
	UZMAN 1	5.00					
	UZMAN 2	6.00					
	UZMAN 3	7.00					
SORU 21	UZMAN 4	1.12		11477.76		3.80	
	UZMAN 5	8.00					
	UZMAN 6	5.00					
	UZMAN 7	1.22					
ALT KRİTER		YATAY EKSENDE ÇOKLU KUL.	TOPOGRAFİK YERLEŞİM				
	UZMAN 1	1.00	1.00				
	UZMAN 2	6.00	0.17				
	UZMAN 3		7.00				
SORU 22	UZMAN 4	1.12	0.89		28.22		1.61
	UZMAN 5		7.00				
	UZMAN 6		3.00				
	UZMAN 7		1.29				
ALT KRİTER		DÜŞEY EKSENDE ÇOKLU KUL.	TOPOGRAFİK YERLEŞİM				
	UZMAN 1		3.00				
	UZMAN 2		6.00				
	UZMAN 3		7.00				
SORU 23	UZMAN 4		1.12		10194.51		3.74
	UZMAN 5		8.00				
	UZMAN 6		7.00				
	UZMAN 7		1.29				



Gazili olmak ayrıcalıktır