

Afet Sonrası Yapılanmada Konvansiyonel ve İleri Teknolojilerin Karşılaştırılması

The Comparison of Conventional and Advanced Technologies in Post-Disaster Reconstruction

Duygu KURTOĞLU^{1*} , Ali MEHDİZEDE² , Sertan BAKAR³ 

Gönderilme Tarihi: 15.05.2025 - Kabul Tarihi: 22.12.2025

Özet

Bu çalışma, afet sonrası yeniden yapılanma süreçlerinde konvansiyonel yapım yöntemleri ile parametrik tasarım ve 3B baskı gibi yeni nesil dijital teknolojilerin karşılaştırmalı analizini sunmaktadır. Araştırmanın temel amacı, geleneksel yöntemler ile dijital teknolojilerin güçlü ve zayıf yönlerini değerlendirmek, kullanıcı odaklı tasarımın afet sonrası planlamaya entegrasyonunu analiz etmektir. Nitel araştırma metodolojisi kullanılan çalışma, ayrıca her iki yaklaşımın en etkili yönlerini birleştiren hibrit modellerin geliştirilmesine katkı sağlamayı ve önerilen stratejileri kullanıcı entegrasyonu, uygulama süreci, üretim uyulanabilirliği ve kullanıcı merkezli esnek tasarım paradigması kriterleri açısından değerlendirmektedir. Bulgular, teknoloji odaklı yaklaşımların kullanıcı katılımını artırdığını, yerel ihtiyaçlara daha duyarlı olduğunu ve çevresel sürdürülebilirliği desteklediğini göstermektedir; ancak bu yaklaşımlar yüksek maliyet ve teknik uzmanlık gereksinimi gibi sınırlılıklar da içermektedir. Geleneksel yöntemler hızlı ve geniş ölçekli müdahale avantajı sunsa da değişen ihtiyaçları karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Afet sonrası yeniden yapılanmada yalnızca tek bir yaklaşıma dayalı çözümler yerine, her iki paradigmanın güçlü yönlerini birleştiren hibrit stratejilerin geliştirilmesi önerilmektedir. Kullanıcı merkezli, esnek ve sürdürülebilir tasarım stratejilerinin benimsenmesi, fiziksel çevrenin yanı sıra sosyal ve kültürel yapının da dirençli hâle gelmesine katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Afet sonrası yeniden yapılanma, Konvansiyonel yapılanma, Kullanıcı odaklı tasarım, Parametrik tasarım, 3B teknoloji.

Abstract

This study presents a comparative analysis of conventional methods and new-generation digital technologies, such as parametric design and 3D printing, in post-disaster reconstruction processes. The principal objective of this study is to assess the strengths and weaknesses of traditional methods and digital technologies, and to examine the integration of user-centered design into post-disaster planning. Employing a qualitative research methodology, the study also aims to contribute to the development of hybrid models that combine the most effective aspects of both approaches and evaluate the proposed strategies in terms of user integration, implementation processes, production adaptability, and user-centered flexible design paradigm criteria. The findings indicate that technology-oriented approaches enhance user participation, demonstrate greater responsiveness to local needs, support environmental sustainability; however, these approaches are also associated with certain limitations notably high costs and the requirements for technical expertise. While traditional methods offer advantages for rapid and large-scale interventions, they prove inadequate in addressing evolving needs. The research recommends developing hybrid strategies that integrate the strengths of both paradigms rather than solutions based solely on a single approach to reconstruction. The adoption of user-centered, flexible, and sustainable design strategies will contribute to enhancing the resilience of not only the physical environment but also social and cultural fabric.

Keywords: Post-disaster reconstruction, User-centered design, Parametric design, 3D printing technology.

Atıf: Kurtoglu, D., Mehdizade, A. ve Bakar, S. (2025). Afet sonrası yapılanmada konvansiyonel ve ileri teknolojilerin karşılaştırılması. *Modular Journal*, 8(2), 587-611.

¹ Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Burdur, Türkiye. dygukurtoglu@gmail.com

² İstanbul Gelişim Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye. alimehdiizade@gmail.com

³ Kafkas Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Kars, Türkiye. sertanbakar@gmail.com

* Sorumlu Yazar

Extended Abstract

Introduction: The consequences of disasters are felt not only at the individual level but also across entire communities, making timely and effective responses critically important. The destruction or uninhabitability of residential structures heightens the urgency of addressing basic shelter needs. Shelter is not merely a physical space; it also provides a foundation for safety, public health, and psychological well-being. However, depending on the scale of the disaster, local construction sectors are often unable to meet the sudden surge in demand. In recent years, technological advancements have introduced innovative approaches to post-disaster shelter design. Tools such as parametric design, 3D printing, and artificial intelligence offer the potential to produce context-sensitive, cost-effective solutions tailored to local conditions. They have shown promise in delivering rapid and sustainable construction outcomes. These technologies can reduce material waste, optimize designs for environmental conditions, and enhance resilience in the built environment. Nevertheless, the adoption of advanced technologies also presents certain challenges. High implementation costs, the need for technical expertise, and infrastructural limitations can hinder their application, particularly in developing regions. Technology-driven interventions can inadvertently exacerbate social inequalities or result in culturally inappropriate designs.

Purpose: This study examines design and implementation approaches to post-disaster reconstruction processes from a contemporary perspective. The primary objective is to conduct a comparative analysis between traditional methods and new-generation digital technologies, evaluating the strengths and weaknesses of each approach. In this context, particular emphasis is placed on user-centered design principles, exploring how this approach offers advantages and the challenges it faces in post-disaster scenarios. Furthermore, the study compares the performance of conventional methods and advanced technologies within the post-disaster context, discussing which approach may be more effective under specific conditions. The integration of parametric design and 3D printing technologies into post-disaster planning is analyzed in detail. The study assesses how these technologies can contribute across various stages. While highlighting their potential benefits, it also considers possible limitations regarding their applicability. Factors such as high costs, the need for technical expertise, and infrastructure requirements are identified as critical concerns, particularly in developing countries. The overarching aim of the study is to contribute to the development of hybrid models that combine the most effective aspects of both conventional and digital approaches. The proposed strategies are also evaluated in terms of social justice, cultural sustainability, and community resilience. The study aspires to inform more inclusive and effective policies and practices in post-disaster contexts.

Method: This study adopts a qualitative research approach to comparatively examine traditional construction methods and advanced technology-based approaches in post-disaster reconstruction processes. Relying on secondary data sources, it conducts a comprehensive review of the literature, focusing on academic studies, reports, and case analyses related to post-disaster construction. The literature review identifies the existing body of knowledge and evaluates the strengths and limitations of different reconstruction approaches from a user-centered design perspective. Using content analysis, the study assesses key analytical criteria such as implementation and production processes, flexibility, sustainability, user participation, and community resilience. Within this framework, the centralized organizational advantages of conventional methods are compared with the customizable and adaptable solutions offered by advanced technologies. The research emphasizes the significance of developing hybrid models that integrate the strengths of both approaches.

Findings: This study reveals that the fundamental differences between conventional construction paradigms and technology-based approaches extend beyond construction techniques to include the functioning of design processes, the degree of user participation, and the adaptive capacity of systems. Particularly in contexts that demand urgent and sustainable post-disaster interventions, a comparative analysis of these two approaches offers valuable insights into the future of user-centered, resilient, and sustainable built environments. User integration into design processes is significantly higher in technology-oriented approaches. Through parametric design and digital tools, users can actively contribute to both decision-making and the development of spatial solutions. This enables the creation of flexible and customizable design outcomes. Implementation processes and production adaptability are also more responsive to local needs and dynamic conditions when supported by advanced technologies. Tools such as 3D printing, AI-assisted planning, and big data analytics offer production systems that can rapidly adjust to changing contexts. This capability plays a crucial role in risk reduction and the enhancement of community resilience. In terms of planning and execution, unlike centralized traditional models, technology-driven methods facilitate distributed decision-making and strengthen local participation. This increased engagement enhances users' sense of spatial belonging and contributes to the long-term success of reconstruction projects. Finally, the promotion of local material usage and environmentally sensitive production techniques, aligned with principles of sustainability, positions advanced technological applications as more advantageous from both ecological and economic perspectives.

Conclusion: The findings reveal that although traditional methods offer certain operational advantages, they fall short in addressing the increasingly diverse and individualized needs of contemporary post-disaster contexts. Conventional construction systems facilitate large-scale and rapid interventions through centralized decision-making, standardized typologies, and limited user involvement. However, these approaches often disregard the unique cultural and physical characteristics of local contexts, resulting

in diminished spatial attachment, long-term inefficiencies, and social incompatibilities. Furthermore, the inefficiency of traditional construction processes in terms of time and cost poses significant challenges during the critical phases of post-disaster response. In contrast, technology-driven approaches offer transformative potential in post-disaster environments. These methods enable active user participation in the design and production phases, fostering the development of flexible, context-sensitive, and customizable spatial solutions. By promoting the use of local materials, they also enhance environmental sustainability and economic efficiency while minimizing labor requirements and accelerating production. Moreover, technologies facilitate user feedback and spatial engagement during the design process, thereby improving transparency, community participation, and local ownership. These tools contribute to more inclusive, resilient, and long-lasting reconstruction outcomes. Nevertheless, the application of advanced technologies is not without limitations. High initial costs, technical expertise requirements, and infrastructural inadequacies can hinder their practical implementation. Therefore, the development of technology transfer mechanisms and capacity-building strategies is essential to ensure the accessibility and long-term viability of these innovative approaches.

Keywords: Post-disaster reconstruction, User-centered design, Parametric design, 3D printing technology.

GİRİŞ

Afetler, doğal kaynaklı (deprem, sel, kasırga, yangın vb.) ve insan kaynaklı (endüstriyel kazalar, nükleer felaketler, terör saldırıları, kimyasal sızıntılar, çevre kirliliği vb.) olmak üzere iki ana kategoride incelenir (Benson ve Clay, 2004). Afet, sadece meydana gelen olay değil, bu olayların yol açtığı yıkıcı sonuçlar ve etkilerle tanımlanır. Afetlerde mevcut kaynakların, ihtiyaç duyulan kaynaklarla karşılaştırıldığında yetersiz kalması sıkça karşılaşılan bir durumdur (Kadioğlu, 2011,). Dolayısıyla afetler, yoğun bir çaba ve organizasyon gerektiren, insan hayatını doğrudan tehdit eden, çok sayıda bireyi travmatize edebilen olaylardır.

Afet sonrası yaşam alanlarında büyük tahribatlar oluşmaktadır ve hızlı müdahaleleri gerektiren yeni durumlar ortaya çıkabilmektedir. Birincil felaketten (örneğin deprem) sonraki ikincil (heyelan vb.) ve üçüncül felaketler (tarım alanlarının yok olması veya su kaynaklarının kirlenmesi), barınma gereksinimlerini artırmaktadır. Ayrıca konut kaybı, ticaret ve eğitim gibi diğer günlük yaşam alanlarını da etkileyerek ekonomik ve sosyal boyutlarda çeşitli problemlere neden olmaktadır. Dolayısıyla konutları yıkılan, yerinden edilen veya evsiz kalan afetzedeler için uygun barınakların sağlanması; hayatta kalma, iyileşme ve dayanıklılığın güçlendirilmesi açısından kritik öneme sahiptir.

Afet sonrası barınma ihtiyacı, yalnızca fiziksel bir mekâna erişim değil; aynı zamanda psikososyal iyileşme, toplumsal süreklilik ve kültürel kimliğin korunması açısından da çok katmanlı bir problem alanı olarak değerlendirilmelidir (Quarantelli, 1995). Afetlerin ardından insanlar yalnızca konutlarını değil, aynı zamanda gündelik yaşamlarını sürdürebildikleri sosyal çevrelerini, geçim kaynaklarını ve toplumsal bağlarını da kaybetmektedir. Bu bağlamda barınma, bireyin fiziksel korunma ihtiyacını karşılamasının ötesinde güven, aidiyet ve yeniden yapılanma duygularının mekânsal karşılığı olarak kritik rol oynamaktadır. Bu nedenle barınağa erişim, hastalıkların önlenmesi, toplumsal yaşamın devamı ve güvenlik açısından temel bir yaşam koşuludur (Ashmore vd., 2010). Afet sonrası hızlı ve büyük ölçekli barınma çözümleri gerekmektedir ve bu çözümlerin yerel inşaat sektörünün mevcut kapasitesinin ötesinde bir ihtiyacı karşılamak zorunludur (IFRC, 2011). Her bir aşama, farklı düzeyde planlama, kaynak tahsisi ve kullanıcı katılımı gerektirirken; bu aşamalar arasında kademeli bir geçişin sağlanamaması durumunda geçici çözümler kalıcı hâle gelmekte ve uzun vadeli sosyo-ekonomik sorunlara zemin hazırlamaktadır (Dikmen ve Özkan, 2106). Diğer bir deyişle afet sonrası müdahalelerin yalnızca fiziksel onarım değil; sosyal, ekonomik ve kültürel iyileşme süreçlerini de içeren bütüncül yaklaşımlar olması önemlidir. Fakat geleneksel afet müdahale modellerinde, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, konut üretimi genellikle merkezi otoriteler tarafından yönetilmekte; bu durum, kullanıcıların sürece katılımını kısıtlayarak mekânsal yabancılaşma ve düşük kullanıcı memnuniyetine yol açmaktadır. Oysa barınma, salt bir fiziksel nesne değil; sosyal ilişkilerin yeniden inşa edildiği ve bireyin topluma yeniden entegre olabildiği yaşamsal çevre olarak ele alınmalıdır.

Araştırmanın Problemi

Afet sonrası tasarım ve uygulama süreçleri, son yıllarda disiplinler arası bir alan hâline gelmiş ve bu alan, dirençli toplulukların inşası için çok boyutlu stratejiler geliştirmeyi hedeflemiştir. Literatürde afet sonrası müdahalelerin ‘acil durum’, ‘geçiş dönemi’ ve ‘kalıcı yeniden yapılanma’ olarak üç ana aşamada ele alındığı görülmektedir (Barakat, 2003; Quarantelli, 1995). Bu aşamalar, farklı tasarım ve uygulama yaklaşımlarını gerektirse de uzun yıllar boyunca konvansiyonel yapım sistemleri ana çözüm araçları olmuştur. Betonarme, yığma ve çelik konstrüksiyon gibi yaygın kabul görmüş konvansiyonel sistemler, afet sonrası konut üretiminde hâlen baskın rol oynamaktadır (Dikmen ve Elias-Ozkan, 2016; TOKİ, 2025). Bu sistemler, yerel iş gücü becerilerini kullanarak istihdam yaratma ve ekonomik canlanmayı destekleme potansiyeline sahip olmakla birlikte standartlaştırılmış çözümler sunarak maliyet etkinliği sağlamaktadır. Ancak bu geleneksel yapım sistemleri, yerel bağlamın özgün koşullarını ve kültürel gereksinimlerini yeterince göz önünde bulundurmamakta; afet sonrası konut literatürü, standartlaştırılmış çözümlerin bağlama duyarlılık açısından önemli sınırlılıklar taşıdığını ortaya koymaktadır (Félix vd., 2013; Johnson, 2007a; Oliver-Smith, 1991; Rapoport, 1969; UN-Habitat, 2010). Bu yaklaşımların merkezi ya da yukarıdan aşağıya planlama şeklinde yapılması, afetzedelerin karar alma ve mekânsal üretim süreçlerine etkin katılımını sınırlandırmakta ve pasif alıcı konumuna itilmesine neden olmaktadır (Davidson vd., 2007; Johnson, 2007a; Lyons vd., 2010). Konvansiyonel yöntemler, yerel iklim koşullarına adaptasyon ve kültürel yaşam pratiklerini gözetme açısından yeterli esnekliği sunamamaktadır. Bu durum; çevresel konfor, mekânsal kullanım ve uzun vadeli sürdürülebilirlik üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır (Johnson, 2007b; Félix vd., 2013; Quarantelli, 1995; Vale ve Campanella, 2005; UN-Habitat, 2010).

Son yıllarda dijital teknolojilerdeki hızlı gelişmeler ve hesaplamalı tasarım araçlarının yaygınlaşması, afet sonrası tasarım yaklaşımlarına yeni bir boyut katmıştır. Parametrik tasarım, yapay zekâ, büyük veri analitiği ve 3D yazıcı teknolojileri gibi ileri teknolojiler, afet sonrası müdahaleleri dönüştürme potansiyeline sahiptir. Prefabrikasyon ve modüler yapım sistemleri, inşaat süresini önemli ölçüde kısaltırken yapım kalitesini standartlaştırmakta ve afetzedelerin geçici barınmadan kalıcı konutlara daha hızlı geçişini sağlamaktadır (Linner ve Bock, 2012). Parametrik tasarım; yerel iklim koşulları, topoğrafya, kültürel tercihler ve kaynak kısıtları gibi çok sayıda değişkeni eş zamanlı olarak değerlendirerek, özgün ve bağlama duyarlı çözümler üretmeyi mümkün kılmaktadır. Bu doğrultuda 3D yazıcılar, yerel malzemelerle hızlı ve düşük maliyetli konut üretimi sağlayarak, afet bölgelerinde malzeme tedarikindeki kesintilere rağmen sürdürülebilir yapı üretimini desteklemektedir. Örneğin, Meksika'daki 2017 depremi sonrasında ‘New Story’ ve ‘ICON’ şirketleri tarafından üretilen 3D basılmış konutlar, bu teknolojinin potansiyelini gözler önüne sermektedir (ArchEyes, 2020; ICON, 2019). Ancak ileri teknoloji tabanlı yapım sistemlerinin başarılı bir şekilde uygulanması için yerel bağlama uyulanması, teknoloji transferinin etkin yönetimi ve kullanıcı kabulünün sağlanması gibi sosyo-teknik zorlukların aşılması gerekmektedir (Bazli vd., 2023; Kantaros, 2024; Subramanya ve Kermanshachi, 2022).

Bu bağlamda ortaya çıkan temel araştırma problemi, konvansiyonel ve ileri teknoloji tabanlı yapım sistemlerinin kullanıcı merkezli tasarım perspektifinden karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi ve afetzedelerin ihtiyaçlarına en etkin şekilde yanıt verebilecek yaklaşımların geliştirilmesidir. Konvansiyonel sistemler, kullanıcıların aşına oldukları malzeme ve tekniklerle üretildiğinden kültürel kabul görmek ve inşa sürecine iş gücü olarak katılım imkânı sunmakta, ancak standardizasyon gerekliliği nedeniyle bireysel ihtiyaçların çeşitliliğini karşılamada sınırlı kalabilmektedir. Diğer taraftan ileri teknoloji tabanlı sistemler, kitlesel özelleştirmeyi mümkün kılmakta, kullanıcıların henüz inşa edilmemiş yaşam alanlarını deneyimleyerek tasarım kararlarına daha bilinçli katılımlarını sağlamaktadır. Ancak bu sistemlerin başarısı, teknoloji seçimi ve adaptasyonu süreçlerinde de kullanıcı katılımı ile ilişkilidir (Eid Mohamed ve Carbone, 2022; Ghanbarzadeh Ghomi vd., 2021; Kurtoğlu ve İnceoğlu, 2022; Petric vd., 2002; Torus ve Şener, 2015).

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın temel amacı, afet sonrası tasarım ve uygulama yaklaşımlarını güncel bir perspektifle analiz ederek, konvansiyonel yöntemler ile ileri teknolojilerin karşılaştırmalı değerlendirilmesini yapmaktır. Araştırma, kullanıcı merkezli tasarım yaklaşımının afet sonrası yeniden yapılanma süreçlerinde sunduğu avantajlar ve karşılaşılan zorlukları incelemeyi hedeflemektedir. Afet sonrası yeniden yapılanma projelerinin başarısı, teknolojik yenilik veya geleneksel yöntemlere bağlılıktan ziyade, seçilen yapım sisteminin kullanıcı ihtiyaçlarına ne ölçüde yanıt verebildiği ve yerel bağlama ne kadar iyi entegre edilebildiği ile doğrudan ilişkilidir. Bu doğrultuda, her iki yaklaşımın afet sonrası uygulamalardaki performans farkları ele alınarak; konvansiyonel ve ileri teknolojilerin afet sonrası planlama süreçlerine entegrasyonunun sağlayabileceği potansiyel faydaların ve zorlukların irdelenmesi amaçlanmaktadır. Gelecekte, konvansiyonel ve ileri teknoloji tabanlı sistemlerin güçlü yönlerini birleştiren çözümlerin geliştirilmesine katkı sağlamaktır. Bu teknolojik avantajların, kullanıcı katılımı ve yerel kapasiteyi güçlendirme prensipleriyle bütünleştirilmesi, afet sonrası yeniden yapılanma süreçlerinin etkinliğini artıracak niteliktedir.

Araştırma Hipotezi

Konvansiyonel yapım sistemleri ile ileri teknoloji tabanlı yöntemlerin afet sonrası tasarım ve uygulama politikalarına entegrasyonu, sosyal adalet, kültürel sürdürülebilirlik ve toplumsal direnç perspektiflerinden ele alınması gereken kritik bir gerekliliktir. Afet sonrası yeniden yapılanma süreçleri, sadece fiziksel yapıların inşasını değil, aynı zamanda sosyal dokuların yeniden oluşturulmasını ve toplumsal travmanın iyileştirilmesini de kapsamalıdır. Bu bağlamda araştırma, kullanıcı merkezli tasarım yaklaşımının hem konvansiyonel hem de ileri teknoloji tabanlı yapım sistemlerinin uygulanmasında nasıl bir katalizör rolü oynayabileceğini belirtmektedir. Araştırma, afet sonrası yeniden yapılanma süreçlerinde konvansiyonel yapım sistemleri ile ileri teknoloji tabanlı yöntemlerin kullanıcı merkezli tasarım bağlamında entegrasyonunun, tek başına herhangi bir yaklaşımın uygulanmasından daha etkili ve sürdürülebilir sonuçlar doğuracağı hipotezine dayanmaktadır.

Araştırmanın bir diğer hipotezi, kullanıcı merkezli tasarım yaklaşımının afet sonrası yeniden yapılanma süreçlerinde kullanılan yapım sistemlerinin seçimi, adaptasyonu ve uygulanmasında belirleyici bir faktör olduğudur. Her iki yaklaşımın avantajlarının etkin şekilde harmanlanması, afetzedelerin fiziksel, psikolojik ve sosyo-kültürel ihtiyaçlarına daha bütünsel yanıt verebilecek yeniden yapılanma süreçleri tasarlamayı mümkün kılacaktır.

Son olarak araştırma, ileri teknoloji tabanlı yapım sistemlerinin afet sonrası yeniden yapılanma süreçlerinde zaman, maliyet ve kaynak verimliliğini artıracığı hipotezini öne sürmektedir. Sistemin inşaat süresini kısaltma ve yapım kalitesini artırma potansiyelini göstermektedir (Linner ve Bock, 2012). Türkiye gibi tektonik açıdan aktif bölgelerde, bu bütünleşmiş yaklaşımın afet öncesi hazırlık, kaynak tahsisi ve müdahale süreçlerindeki optimizasyona katkı sağlayacağı, böylece afet sonrası toparlanma süreçlerini hızlandıracağı ve toplumsal direnci artıracığı öngörülmektedir.

YÖNTEM

Bu çalışma, afet sonrası yeniden yapılanma süreçlerinde konvansiyonel ve ileri teknoloji tabanlı yöntemlerin karşılaştırmalı analizini gerçekleştirmek amacıyla nitel araştırma yaklaşımını benimsemiş; ikincil veri kaynaklarına dayalı kapsamlı bir literatür taraması yaparak afet sonrası yapılaşma, parametrik tasarım, 3D yazıcı teknolojileri ve afet yönetimi alanlarındaki akademik çalışmalar, raporlar ve örnek olayları sistematik biçimde incelemiştir. İçerik analizi yöntemiyle kullanıcı katılımı, uygulama ve üretim süreçleri, esneklik, sürdürülebilirlik ve toplumsal dirençlilik gibi analitik kriterler doğrultusunda konvansiyonel ve ileri teknoloji

temelli yöntemlerin güçlü ve zayıf yönleri kullanıcı merkezli tasarım ilkeleri çerçevesinde değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme kapsamında, ileri teknolojilerin sunduğu esnek ve kişiselleştirilebilir çözümler ile konvansiyonel yöntemlerin merkeziyetçi organizasyon avantajları karşılaştırılarak, hibrit model önerilerinin geliştirilmesinin önemi vurgulanmıştır. Bulgular, mevcut literatür ve örnek olaylardan tümevarımsal bir yaklaşımla elde edilmiş ve afet sonrası yapılaşma süreçlerinde kullanıcı odaklı, esnek ve sürdürülebilir tasarım stratejilerine kavramsal bir temel sunulmuştur.

Afet sonrası yeniden yapılanma süreçlerinin yalnızca teknik ya da mimari bir konu olmadığı, aynı zamanda sosyo-kültürel, ekonomik ve yönetsel boyutlarıyla da ele alınması gerektiği açıktır. Bu bağlamda literatürdeki bulgular, afetlerin yaratmış olduğu olumsuz sonuçları vurgularken; tek tip ve konvansiyonel barınma çözümlerinin günümüz koşullarında yetersiz kaldığını da göstermektedir. Özellikle yerel aktörlerin sürece dahil edilmesi, karar alma mekanizmalarında daha etkin bir rol üstlenmeleri ve mevcut teknolojik olanakların bu katılımı destekleyecek biçimde tasarım ve uygulamaya dahil edilmesi, araştırmanın temel çıkarsamalarından biri olarak öne çıkmaktadır. Böylece hem kullanıcı merkezli hem de sürdürülebilir tasarım ilkeleriyle uyumlu hibrit bir yaklaşımın, afet sonrası yapılaşmanın geleceği açısından vazgeçilmez olduğu ortaya konulmaktadır.

KONVANSİYONEL AFET SONRASI YAPILAŞMA YÖNTEMLERİ

Afet sonrası yapılaşma, basit bir inşaat faaliyeti olmaktan öte karmaşık sosyo-ekonomik, teknik ve politik basamakları içeren çok boyutlu bir olgudur. Konvansiyonel yöntemlerin kullanımı, bu yapılaşma sürecinde önemli bir rol oynamaktadır. Konvansiyonel afet sonrası yapılaşma yöntemleri; standartlaştırılmış, yaygın olarak kabul görmüş ve uzun yıllardır uygulanan yaklaşımları kapsamaktadır.

Planlama ve Uygulama Süreçleri

Afet sonrası etkili bir yeniden yapılanma sürecinin sağlanabilmesi için, planlama ve hazırlık aşamaları hayati bir öneme sahiptir. Bu aşamalarda risk değerlendirmesi, arazi kullanım planlaması, yapı standartlarının belirlenmesi ve kurumsal kapasitenin güçlendirilmesi gibi çok boyutlu çalışmalar yürütülmektedir (Lindell, 2013). Geleneksel yaklaşımlarda söz konusu süreçler, büyük ölçüde devlet kurumlarının öncülüğünde daha önceden hazırlanmış standart prosedürler ve rehberler çerçevesinde yönetilmektedir.

Afet müdahale planlaması; hazırlık, müdahale, iyileştirme ve risk azaltma döngüsü içerisinde ele alınır. Bu bağlamda afet sonrası yeniden yapılanma, iyileştirme ve risk azaltma aşamalarını kapsayan, uzun soluklu bir süreç olarak tanımlanır. Acil müdahale sürecinin tamamlanmasının ardından başlayan süreç, etkilenen toplulukların yeniden işlevsel bir yaşam düzenine kavuşmasına kadar devam eder. Yeniden yapılanmanın temel amacı, afet nedeniyle zarar gören birey ve toplulukların yaşamlarını yeniden inşa etmektir. Bu doğrultuda, afet sonrası yapılaşma aşağıdaki hedefleri temel almalıdır:

- Temel altyapı ve hizmetlerin yeniden sağlanması,
- Barınma ihtiyacının karşılanması,
- Ekonomik faaliyetlerin ve geçim kaynaklarının canlandırılması,
- Sosyal dokunun ve toplumsal bağların güçlendirilmesi,
- Gelecekteki afetlere karşı dayanıklılığın artırılması,
- Çevresel sürdürülebilirliğin gözetilmesi.

Afet sonrası yapılaşma süreçleri; kaynak ve finansman eksiklikleri, kurumsal kapasite yetersizlikleri ve koordinasyon problemleri gibi çeşitli yapısal ve yönetsel zorluklarla karşı karşıyadır. Özellikle proje yönetimi, sözleşme yönetimi ve kaynak tahsisi gibi alanlarda yoğunlaşan bu sorunlar (Puri vd., 2024), sürecin etkinliğini sınırlamaktadır. Bunun yanı sıra afetin etkisiyle artan sosyal eşitsizlikler ve toplumsal gerilimler,

hızlı yeniden yapılanma baskısının neden olduğu kalite ve sürdürülebilirlik ikilemi, iklim değişikliğinin getirdiği çevresel riskler ve politik-ekonomik çıkar çatışmaları da yeniden yapılanmanın sağlıklı biçimde ilerlemesini engelleyebilmektedir (Masozera vd., 2007; Müller ve ElZomor, 2024; Omoraka vd., 2025). İklim değişikliği, afetlerin sıklığını ve şiddetini artırarak çevresel riskleri yükseltmekte ve yeniden yapılanma süreçlerinde ek zorluklar yaratmaktadır (IPCC, 2023). Tüm bu unsurlar, yeniden yapılanma süreçlerinin etkinliğini ve sürdürülebilirliğini olumsuz yönde etkilerken, politik ve ekonomik çıkar çatışmaları da kaynakların dağılımını ve önceliklerin belirlenmesini şekillendirmekte; bu durum ise sürecin hem etkinliğini hem de adaletini sorgulanabilir hâle getirmektedir (Canavan ve Ide, 2024). Bu nedenlerle afet sonrası yapılaşma süreçlerinin çok aktörlü, kapsayıcı ve dayanıklılığı esas alan ilkeler doğrultusunda planlanması ve uygulanması gerekmektedir.

Merkezi Karar Alma Mekanizmaları

Afet sonrası yeniden yapılanma süreçlerinde konvansiyonel yöntemler, genellikle merkezi hükûmetlerin, uluslararası kalkınma kuruluşlarının ve yardım organizasyonlarının kontrolünde yürütülmektedir (Barakat, 2003). Bu yaklaşım, dikey hiyerarşik yapılar aracılığıyla karar alma yetkisini üst düzeyde toplamaktadır. Bu da sınırlı yerel temsiliyete sahip bürokratik ve teknik uzmanlardan oluşan kurumsal yapıların yerel ihtiyaçları göz ardı etme riskini artırmaktadır. Her ne kadar merkeziyetçilik, hızlı müdahale ve koordinasyon avantajları sunsa da kimi zaman yerel bilgi ve katılımı dışlayabilmektedir.

Johnson (2011), merkezi kurumların yeniden yapılanma süreçlerinde üç temel karakteristik sergilediğini belirtir: teknik uzmanlık temelli ekip yapılanması, ulusal kalkınma hedeflerine bütünlüştürmüş stratejik planlama ve uluslararası finans kurumlarıyla yakın iş birliği. Bu özellikler, merkezileşmenin güçlü yönlerini oluşturmaktadır. Davidson vd. (2007) ise karar alma süreçlerini dört aşamada tanımlamaktadır: hasar tespiti, uygulama planı, kaynak tahsisi ve uygulama/denetim. Bu süreçlerde ise merkezi otoritenin belirleyici rolü, yerel aktörlerin dışlanmasına neden olabilmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde afet sonrası planlamada olağan dışı durumları düzenleyen yasal çerçeveler, yerel yönetimlerin karar süreçlerinden daha da uzaklaştırılmasına neden olmaktadır (Fekete ve Hufschmidt, 2014; Schilderman ve Lyons, 2011).

Finansal kaynakların kontrolü de merkezileşmenin önemli bir boyutudur. Ulusal bütçeden ayrılan fonlar, uluslararası krediler ve hibeler genellikle merkezi kurumlar aracılığıyla dağıtılmakta; bu da yerel düzeyde hızlı yanıt kapasitesini sınırlandırmaktadır (Tierney ve Oliver-Smith, 2012). Finansmanın bürokratik prosedürlere bağlı olması, yerel inisiyatifleri zayıflatmakta ve standart çözümleri ön plana çıkarmaktadır.

Tablo 1’de görüldüğü üzere, merkezileşmiş yaklaşımların özellikle acil durum koşullarında ve geniş ölçekli afetlerde belirli avantajlar ve sınırlılıkları bulunmaktadır. Lyons vd. (2010), merkezileşmiş yaklaşımların sosyo-kültürel açıdan karmaşık bölgelerde yeniden yapılanma sürecini zayıflatabileceğini ve yeni kırılğanlıklar yaratabileceğini vurgulamıştır. Bu nedenle son yıllarda, katılımcı planlama ve topluluk temelli yaklaşımların önemi artmış; merkezileşmenin sınırlarına dair eleştiriler yoğunlaşmıştır.

Tablo 1. Merkezileşmiş yaklaşımların avantajları ve sınırlılıkları (Barakat,2003; Davidson vd. 2007)

Avantajlar	Sınırlılıklar
Geniş ölçekli koordinasyon kapasitesi	Yerel dinamikleri ve ihtiyaçları anlama kapasitesinin sınırlılığı
Teknik standartların tutarlı uygulanması	Standardizasyonun yerel bağlamlarla uyumsuzluk riski
Ekonomik ölçek avantajlarından yararlanma potansiyeli	Yerel kapasite geliştirme potansiyelinin sınırlılığı
Hızlı müdahale kapasitesi	Uzun vadeli sürdürülebilirlik sorunları

Standartlaştırılmış Çözümler ve Tipolojiler

Yardım; tehlike, savaş, kıtlık veya diğer zorlu koşullar atında, gereksinim içindeki insanlara devlet ve topluluk fonlarından sağlanan, mali ve farklı türlerdeki destek ya da katkı olarak tanımlanmaktadır (Brown 1993). Afet yardım mimarisi ise insanlığın refahıyla doğrudan ilgilenilmesi gerekliliğini vurgulayan ve buna yönelik çözüm çabalarını ifade eden insancıl bir mimaridir. Afetzedeler için konut sağlayan afet yardım mimarisi, acil durum barınağı, geçici barınma, geçiş dönemi barınma ve kalıcı konut olarak dört aşamadan oluşur (Şekil 1). Bu aşamaların her biri farklı tasarım yaklaşımları ve teknik çözümler gerektirir. Kullanım süresine göre kısa vadeli (1 haftadan 1 aya kadar), orta vadeli (1 ay ile 1 yıldan az) ve uzun vadeli (1-3 yıl arası) olarak sınıflandırılır (Saunders, 2004). Geçici yardım mimarisinin kapsamı, afetzedelere afetten hemen sonra verilen acil barınmadan, kalıcı konutlara yerleşmelerine kadar olan süreci kapsamaktadır.



Şekil 1. Geçici yardım mimarisinin kapsamı (yazarlar tarafından oluşturulmuştur)

Acil durum barınakları, afet sonrası ilk müdahale sürecinde devreye giren, insanların temel yaşam ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla geçici olarak yerleştirilen, hızlı kurulabilen, düşük maliyetli, fonksiyonel yapılardır. Okul, belediye binaları, spor salonu gibi mevcut hasarsız kamusal yapıların kullanımı ile kısa süreli barınma çözümleri sağlanır. Ayrıca taşınabilirlik avantajları sunan çadırlar da sıkça kullanılır. Çadır yerleşimleri afet sonrası ilk 3-6 aylık dönemde kullanılabile de uzun vadeli kullanımda termal konfor, dayanıklılık ve mahremiyet başta olmak üzere çeşitli dezavantajlara sahiptir (Aslan vd., 2025; Cao vd., 2023; UNHCR, 2023). Bu durumlar göz önüne alındığında, çadırların yaklaşık üç aylık kullanım süresi uygun görülmektedir (CRS, 2021; Montalbano ve Santi 2023; Smith, 2017).

Geçici barınaklar, 3 ay ile 6 ay arasında kullanılan, basit prefabrik veya konteyner yapı sistemleridir. Konteynerler, standardize edilmiş boyutları, dayanıklılıkları ve dönüştürülebilir özellikleriyle afet sonrası barınma çözümleri arasında önemli bir yer tutmaktadır. Ancak konteyner, ısı performans sorunları ve kültürel uyumsuzluk gibi dezavantajlara sahiptir. Prefabrik yapılar, fabrika ortamında üretilip afet bölgesinde monte edilme özelliğiyle hızlı kurulum avantajı sağlamaktadır (Johnson, 2007b). Geçiş dönemi barınakları, altı ay ile üç yıl arasında kullanılabilen, geçici fakat geçiş döneminden daha dayanıklı barınma çözümleridir. Taşınabilecek ve yeniden kullanılabilecek şekilde, çekirdek/tek odalı olarak geçici kullanıma yönelik planlanan prefabrik yapılar, tesisat ve alt yapının sağlanması ile geçiş dönemi konutu olarak kullanılabilmektedir (Şekil 2). Kalıcı konutlar ise uzun vadeli yaşam için tasarlanmış, toplumsal ihtiyaçları göz önünde bulunduran kalıcı yapılardır.



Şekil 2. (1) 6 Şubat Kahramanmaraş merkezli deprem sonrası kurulan çadırlar (TRT Haber, 2023)

(2) 30.10.2020 tarihli Ege Denizi depremi sonrası kurulan konteynerler (TOKİ Haber, 2020)

(3) 6 Şubat Kahramanmaraş merkezli deprem sonrası Hatay Orman İşletmesi prefabrik konutları (Karmod, 2023)

(4) 6 Şubat Kahramanmaraş merkezli deprem sonrası inşa edilen kalıcı konutlar (Kasım, 2024)

Kalıcı konut inşaatında; devlet öncülüğünde toplu konut üretimi, kullanıcı katılımlı yeniden yapılandırma ve hibrit yeniden yapılandırma modelleri şeklinde üç farklı yaklaşım bulunur. Devlet öncülüğünde gerçekleştirilen toplu konut projeleri, afet sonrası yapılaşmada en yaygın konvansiyonel yaklaşımlardan biridir. Bu yaklaşımda merkezi hükûmet veya yerel yönetim, standart konut birimlerinin tasarımı, finansmanını ve inşasını üstlenir (Ophiya ndri vd., 2010). Avantajları arasında hızlı üretim, kalite kontrolü ve ekonomik ölçek bulunmaktadır. Ancak, kullanıcı ihtiyaçlarının ve yerel kültürel özelliklerin göz ardı edilmesi, sosyal uyumun zayıflaması ve topluluk katılımının sınırlı olması gibi dezavantajları da mevcuttur (Davidson vd., 2007). Kullanıcı katılımlı yeniden yapılandırma yaklaşımı, afetzedelerin kendi konutlarının tasarım ve inşa süreçlerine aktif olarak katılmasını öngörür. Bu yaklaşım, teknik destek ve finansal yardım sağlanırken, kullanıcıların karar alma süreçlerinde söz sahibi olmasını amaçlar (Lyons vd., 2010). Yerel ihtiyaçlara ve koşullara uyum, topluluk katılımı ve sosyal sürdürülebilirlik açısından avantajlar sunar. Ancak uygulama süresinin uzunluğu, teknik kontrol zorlukları ve koordinasyon güçlükleri gibi dezavantajları da bulunmaktadır (Ophiya ndri vd., 2010).

Afet bağlamı, kaynaklar ve yerel kapasite, bu aşamaların süresini ve kapsamını belirler. Afet sonrası barınma süreci, dayanıklı veya kalıcı konutlara doğru standartlaştırılmış çözümler sunan bir yol izlemekte ve farklı bağlamlarda farklı stratejiler uygulanmaktadır. Yine de bu çözüm aşamaları her zaman doğrusal ilerlememekte, bazı durumlarda aşamaları birleşmekte veya atlanmaktadır. Barınma süreci karmaşıktır; çünkü arazinin mevcudiyeti, arazi mülkiyeti ve satın alma gibi birçok konunun dikkate alınması gerekmektedir. Konvansiyonel yaklaşımların belirgin özelliklerinden biri, standartlaştırılmış konut tipolojileri ve yerleşim planlarının benimsenmesidir. Standartlaştırma, teknik güvenlik ölçütlerini karşılamakta, maliyet verimliliği ve hızlı üretim açısından avantajlar sağlamaktadır. Ancak yerel yaşam tarzlarına, sosyo-kültürel ihtiyaçlara ve mekânsal alışkanlıklara uyumsuzluk sorunlarını da beraberinde getirmektedir (Dikmen ve Elias-Ozkan, 2016).

Konvensiyonel Yapılaşmada Temel İlkeler

Afet sonrası yapılaşma süreçlerinde, risk temelli bir yaklaşım benimsenmeli ve bu yaklaşım, afet risklerinin analiz edilmesi, risk haritalarının oluşturulması ve yapı standartlarının güncellenmesini içermelidir. Yeniden yapılanmanın başarısı, toplum katılımı ve yerel sahiplenmeye dayalıdır; toplum temelli ihtiyaç analizleri ve yerel bilgi kullanımı, sürecin sürdürülebilirliğini artırmaktadır. Ayrıca, sosyal eşitlik ve kapsayıcılık ilkeleri doğrultusunda dezavantajlı grupların özel ihtiyaçları karşılanmalı ve erişilebilir altyapı sağlanmalıdır. Çevresel sürdürülebilirlik ilkesine bağlı kalınarak doğal kaynakların korunması ve doğa temelli çözümler teşvik edilmelidir. Kurumsal kapasite geliştirme ve iyi yönetim ise afet sonrası süreçlerin etkinliği için hayati öneme sahiptir; yerel yönetimlerin güçlendirilmesi, şeffaf finansal yönetim sistemlerinin kurulması ve yolsuzlukla mücadele önlemleri, bu bağlamda kritik rol oynamaktadır. Son olarak, afet sonrası yapılaşma çok sektörlü bir yaklaşım gerektirir; fiziksel altyapı, barınma, sağlık, eğitim ve ekonomik kalkınma gibi alanlar bir bütün olarak ele alınmalı ve bütünleşmiş çözümler geliştirilmelidir (Haigh ve Amaratunga, 2010).

İLERİ TEKNOLOJİLERİN AFET SONRASI YAPILAŞMAYA ENTEGRASYONU

Son yıllarda teknolojik gelişmelerin ivme kazanmasıyla afet sonrası yapılaşmada ileri teknolojilerin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. 3B yazıcılar, drone teknolojisi, yapay zekâ, büyük veri analitiği, nesnelerin interneti (IoT), akıllı malzemeler ve sürdürülebilir yapı sistemleri gibi yenilikçi teknolojiler, afet sonrası yapılaşma süreçlerinde yeni olanaklar sunmaktadır.

Dijital Teknolojiler ve Veri Odaklı Yaklaşımlar

Uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojileri; afet sonrası hasar tespiti, risk değerlendirmesi, arazi kullanım planlaması ve kaynak dağıtımı ve yeniden yapılanma planlamasında önemli araçlardır. Uydu görüntüleri, ısı algılama ve menzil belirleme (LiDAR) verileri ve fotogrametri teknikleri, hasarın kapsamını ve dağılımını hızlı ve doğru bir şekilde belirlemede kullanılmaktadır (Joyce vd., 2009). İnsansız hava araçları (drone) da afet sonrası değerlendirme ve izleme süreçlerinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Yüksek çözünürlüklü görüntüleme, termal kameralar ve sensörler ile donatılan drone'lar, erişilmesi zor veya tehlikeli bölgelerdeki hasar tespitini hızlı ve güvenli bir şekilde gerçekleştirebilmektedir (Murphy, 2015). Büyük veri analitiği ve yapay zekâ teknolojileri ise afet sonrası yapılaşma süreçlerinde karar verme mekanizmalarını güçlendirmektedir. Sosyal medya verileri, sensör ağları, uydu görüntüleri ve resmi kayıtlar gibi çeşitli kaynaklardan elde edilen veriler, yapay zekâ algoritmaları kullanılarak analiz edilebilmekte ve anlamlı bilgilere dönüştürülebilmektedir. Yapay zekâ (AI) destekli sistemler; hasar tespiti, ihtiyaç analizi, kaynak optimizasyonu ve risk değerlendirmesi gibi süreçlerde kullanılarak, afet sonrası yapılaşma sürecinin etkinliğini artırmaktadır (Bari vd., 2023; Lagap vd. 2025; OECD, 2025; Partigöç, 2022; Xiao ve Mostafavi, 2025). Tüm bu sistemlerinin geliştirilmesinin, afet sonrası süreçlerde daha etkili uygulanmasına olanak sağlayacağı düşünülmektedir.

İleri Üretim Teknolojileri

3B Baskı Teknolojisi

3B baskı teknolojisi, yapı sektöründe son yıllarda önemli gelişmeler göstermiştir. İlk büyük ölçekli 3B baskılı yapı örnekleri, 2010'ların başında görülmeye başlanmış olup günümüzde çok katlı binalar, 3B yazıcılar kullanılarak inşa edilebilmektedir. 3B baskı teknolojileri, yapı sektöründe üç kategoride incelenmektedir:

Tablo 2. 3B baskı teknolojileri (yazarlar tarafından oluşturulmuştur)

Teknoloji	Özellik	Örnek
Ekstrüzyon Tabanlı Teknolojiler	Beton veya çamur gibi malzemelerin katmanlar hâlinde basıldığı sistemler	 İnşaat amaçlı 3B yazıcı (Muruzina ve Zonina, 2020)
Toz Tabanlı Teknolojiler	Toz hâlindeki yapı malzemelerinin seçici olarak bağlanması veya sinterleştirilmesi yoluyla yapı elemanlarının üretildiği sistemler	 Yüksek performanslı beton çok işlevli duvar (Aljassmi vd., 2018)
Katkı Malzemeli Teknolojiler	Polimer veya kompozit malzemelerin katmanlar hâlinde eritilerek basıldığı sistemler	 Büyük ölçekli, robotik kol tabanlı 3B yazıcı sistemi (3dprint.com, 2015)

Üç boyutlu baskı teknolojileri, özellikle ekstrüzyon, toz ve katkı malzemeli sistemler aracılığıyla afet sonrası konut üretiminde hızlı, verimli ve sürdürülebilir çözümler sunmaktadır. Ekstrüzyon tabanlı sistemler;

malzeme hazırlama, ekstrüzyon, hareket ve kontrol bileşenlerinden oluşmakta olup köprü tipi, robotik kol ve mobil sistemler şeklinde uygulanabilmektedir. Bu sistemlerin performansı, malzeme özellikleri ve baskı parametreleriyle doğrudan ilişkilidir (Perrot vd., 2021; Labonnote vd., 2016; Panda vd., 2017). Toz tabanlı sistemler ise bağlayıcı sıvılar kullanarak katı yapı elemanları üretmekte ve D-Shape gibi teknolojilerle büyük ölçekli yapılar mümkün olmaktadır (Cesaretti vd., 2014; Lowke vd., 2018; Kaszyńska vd., 2020; Wang vd., 2024). Katkı malzemeli yöntemler (FDM, FFF, BAAM, LSAM), fiber takviyeli kompozitler ve termoplastik malzemelerle yüksek mekanik dayanım, estetik çeşitlilik ve sürdürülebilir üretim olanağı sağlamaktadır (Hager vd., 2016).

Afet sonrası yeniden yapılanmada bu teknolojiler; mekanik dayanım, hızlı üretim süresi ve maliyet verimliliği bakımından önemli avantajlar sunmaktadır. Çimento bazlı ve fiber takviyeli karışımların basınç ve eğilme dayanımlarında konvansiyonel beton yapılarla karşılaştırılabilir sonuçlar vermesi, deprem bölgelerinde güvenilirlik sağlamaktadır (Panda vd., 2017; Hager vd., 2016). Katmanlar arası bağlanma, malzeme homojenliği ve optimize edilmiş karışımlar, sismik dayanım açısından kritik parametrelerdir (Labonnote vd., 2016). Ayrıca 3B baskı teknolojileri, 24–48 saat gibi kısa sürelerde konut üretimine imkân tanımakta, işçilik ihtiyacını azaltmakta, malzeme kullanımını optimize etmekte ve yerel ham maddelerin kullanımını teşvik ederek ekonomik açıdan sürdürülebilir bir yaklaşım sunmaktadır (Perrot vd., 2020; Feng vd., 2020). Dolayısıyla bu teknoloji, afet sonrası konut üretiminde dayanım, hız ve ekonomiklik ekseninde bütüncül bir çözüm olarak öne çıkmaktadır. Bununla birlikte teknolojiye ilişkin standartların ve mevzuat altyapısının geliştirilmesi, farklı zemin koşullarında ve yüksek sismisiteye sahip bölgelerde güvenilirliğin artırılması açısından kritik öneme sahiptir.

Robotik İnşaat Sistemleri

Robotik inşaat sistemleri, afet sonrası yapılaşmada insan müdahalesini minimize ederek hızlı, güvenli ve hassas yapı üretimi sağlamaktadır. Bu sistemler, prefabrike yapı elemanlarının üretimi, taşınması ve montajı gibi süreçlerde kullanılabilir. Japonya'da geliştirilen Obayashi 'Otomatikleştirilmiş Bina Yapım Sistemi' (ABCS) ve 'Big Canopy', yüksek katlı binaların otomatik inşası için geliştirilen robotik sistemlerin örnekleridir. Benzer şekilde, ETH Zürich'te geliştirilen 'In Situ Fabricator', şantiye ortamında çalışabilen mobil inşaat robotlarının bir örneğidir.

Robotik inşaat teknolojileri, yapılaşma süreçlerinde önemli avantajlar sunma potansiyeline sahiptir. Bu sistemlerin kullanımının; inşaat süresini önemli ölçüde kısaltarak genel verimliliği artırdığı, iş gücü kaynaklı güvenlik risklerini azalttığı ve yüksek hassasiyet ile kaliteli yapı üretimini mümkün kıldığı bilinmektedir. Ayrıca bu sistemler, malzeme kullanımında optimizasyon sağlayarak atık miktarını azaltmakta ve zorlu çevresel koşullarda dahi etkin bir şekilde çalışabilme kapasitesi sunmaktadır (Taylor vd., 2003). Tüm bu yönleriyle afet sonrası hızlı, güvenli ve sürdürülebilir yapı üretimi için önemli bir alternatif oluşturmaktadır. Bununla birlikte robotik inşaat sistemlerinin yaygın olarak benimsenebilmesi için yüksek ilk yatırım maliyetleri, gelişmiş teknik altyapı gereksinimleri ve nitelikli iş gücüne duyulan ihtiyaç gibi çeşitli yapısal engellerin aşılması gerekmektedir.

İleri Malzeme Teknolojileri

Afet sonrası yapılaşmada sürdürülebilir ve geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanımı, çevresel etkilerin minimizasyonu ve kaynak verimliliğinin optimizasyonu bakımından kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, afet enkazından elde edilen malzemelerin geri dönüşümü, yerel kaynakların değerlendirilmesi ve düşük karbon ayak izli malzemelerin tercih edilmesi, çağdaş malzeme teknolojilerinin odak noktaları arasında yer almaktadır.

Yapı inşaatında yüksek performanslı malzemelerin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Fiber takviyeli polimerler (FRP), yüksek dayanımlı betonlar ve hafif yüksek mukavemetli alaşımlar gibi gelişmiş malzemeler, yapıların afet direncini önemli ölçüde artırmaktadır (Li, 2011). Sismik bölgelerde özellikle tasarlanmış çimento esaslı kompozitler (ECC) ve ultra yüksek performanslı beton (UHPC) gibi ileri beton teknolojileri, yapıların deprem performansını iyileştirmektedir. Bununla birlikte çapraz lamine ahşap (CLT) ve lamine kaplama kereste (LVL) gibi mühendislik ahşap ürünleri, üstün mukavemet ve yangın direnci özellikleriyle afet sonrası yapılaşmada tercih edilmektedir (Brandner vd., 2016; Li, 2003; Pei vd., 2013; Wille vd., 2011).

Akıllı malzemeler ve kendini onaran sistemler, afet sonrası yapıların performansını ve dayanıklılığını artıran, gelecek vadede teknolojilerdir. Şekil hafızalı alaşımlar, piezoelektrik malzemeler ve elektro-reolojik sıvılar gibi akıllı malzemeler, yapıların dış etkilere adaptif tepki vermesini sağlamaktadır (Song vd., 2006). Kendini onaran beton sistemleri ise yapıdaki çatlakları otomatik olarak tamir edebilme özelliğiyle yapıların uzun vadeli dayanıklılığına katkıda bulunmaktadır.

Akıllı Bina Sistemleri ve Otomasyon

Afet sonrası yapılarda nesnelerin İnterneti (IoT) ve sensör ağları; yapıların izlenmesi, yönetilmesi ve optimize edilmesi için güçlü araçlar sunmaktadır. Bu teknolojiler; yapısal sağlık izleme, enerji yönetimi, güvenlik sistemleri ve kullanıcı konforu gibi alanlarda uygulanmaktadır. Yapısal sağlık izleme sistemleri, afet sonrası yapılarda olası hasarların ve yapısal zayıflıkların erken tespitini sağlamaktadır. İvmeölçerler, gerilimölçerler, fiber optik sensörler gibi çeşitli sensörler kullanılarak yapının dinamik davranışı sürekli olarak izlenebilmekte ve potansiyel sorunlar önceden belirlenebilmektedir. Akıllı enerji sistemleri ise bu yapılardaki enerji verimliliğini artırmakta ve dış enerji kaynaklarına bağımlılığı azaltmaktadır. Yenilenebilir enerji sistemleri, enerji depolama teknolojileri ve akıllı şebekeler, afet sonrası toplulukların enerji güvenliğini sağlamada önemli rol oynamaktadır (Institute for Energy Justice, 2021; National Renewable Energy Laboratory, 2023; Global Electricity Initiative, 2022; The George Washington University, 2021; University of Wisconsin–Extension, 2022; Taguchi ve Tanaka, 2013). Güneş enerjisi sistemleri, rüzgâr türbinleri, biyokütle enerji sistemleri gibi yenilenebilir enerji kaynakları da yapılarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistemler, merkezi enerji altyapısının zarar görmesi durumunda bile yapıların enerji ihtiyacını karşılayabilmektedir.

KULLANICI ODAKLI TASARIM

Tasarım kavramına ilişkin, tasarlanan yapının kendisi ve tasarım sürecine odaklanılmasından ziyade, tasarımın insanların ihtiyaç ve isteklerini karşılayacak araçların üretilmesi olarak değerlendirilmesi uygun düşmektedir. Buradaki vurgunun insana yönelik olması ise tasarımcının insan, toplum ve aralarında oluşan ekosistemi anlamaya yoğunlaşmasını gerektirmektedir (Frascara, 2005).

Söz konusu ilişkiselliğin ve kullanıcının konumunun tasarımcı tarafından anlaşılması, tasarımın kullanıcıya yönelik bir etkinlik olduğu yaklaşımını vurgular. Buna göre kullanıcı odaklı tasarımda tasarımcı tarafından genel bir çerçeve çizilerek hayalî kullanıcıların yaratılmasıyla tasarım problemlerinin çözümüne yönelik genel çerçeveler de oluşturulabilir. Fakat bu durum kullanıcı odaklılık olarak değerlendirilemez zira kullanıcı odaklı tasarımdan söz edilebilmesi için kullanıcının sürece aktif katılımı gerekmektedir.

Kullanıcı odaklı tasarım sürecinde nesne, iletişim, mekân, arayüz ya da hizmet gibi örneklerle ifade edilebilen, tasarlanan şeyin bizatihi kendisine ve aynı zamanda kullanıcıların ihtiyaçlarının nasıl giderileceğine odaklanılmaktadır (Sanders, 2002). Gerek kentsel boyutta gerekse tekil yapı sınırlılığında olsun, kullanıcının merkeze alındığı tasarımlar gelişmiş ülkelerde başarılı tasarımlar olarak nitelendirilmektedir (Ersoy, 2010). Dolayısıyla tasarım kültürünün ve olanaklara ilişkin alt yapının

mevcudiyeti ve derecesi de belirleyici olmaktadır. Bu bağlamda, birer tasarım nesnesi olan konutların, insan gereksinimleri ve yaşama biçimleri doğrultusunda ulaşılan standartlar çerçevesinde son şeklini alması hâlinde, her ne kadar genel kullanıcıya uygun görünüyorsa da belirli bir kullanıcıya dayatılan tasarımlar olarak değerlendirilmeleri de mümkündür. Kimi durumda, kullanıcıda belirli yönde davranış değişikliğine neden olabileceği için bu nitelikteki tasarımların, diğer bir deyişle nihai hâlini standartlar çerçevesinde alan konutların, kullanıcıların tek tipleştirilmesinin araçları oldukları da düşünülebilir.

Kullanıcının insan olması ve dolayısıyla kendine özgü birer değer dünyasına sahip olması nedeniyle tasarımcı, standartların ötesine geçmek durumundadır. Sanders (2002)'e göre kullanıcıların davranış biçimleri, söylemleri ve ne yapıp ettikleri merceğe alındığında, onlarla empati kurmak ve dolayısıyla onları anlamak mümkün olabilmektedir. Bu bağlamda tasarımcının sorumluluğu, kullanıcı tarafından bilinmeyen birbirinden farklı seçenekleri değerlendirmek ve bunlar arasındaki dengeyi kurabilmektir (Beaudouin-Lafon ve Mackay, 2008).

Kullanıcı odaklı tasarımların zorluklarına değinen Adlin ve Pruitt'e göre insanın, dolayısıyla tasarımcının da benmerkezci bir bakış açısıyla tasarlaması, kullanıcı odaklı tasarımda aşılması gereken engellerin başında yer alır. Buna göre öncelikli olarak kullanıcının anlaşılabilmesi sorununun üstesinden gelinmelidir. Kullanıcı odaklı tasarımda bir diğer zorluk ise kullanıcı ihtiyaç ve beklentilerinin çok çeşitli olabilmesidir. Dolayısıyla bu çeşitlilikteki kullanıcıların anlaşılabilmesi ciddi bir sorun olarak değerlendirilmektedir. Zira standart bir tasarım ile ihtiyaç ve beklentileri farklı olan kullanıcıların memnuniyetinin sağlanabilmesi mümkün değildir. Diğer yandan tasarımcı ve söz konusu tasarım nesnesini sunan ya da pazarlayanların farklı meslekteki ekipler olması da kullanıcı odaklı tasarımda sorun olabilmektedir (Adlin ve Pruitt, 2008).

Yoğun ve hızlı bir inşaat süreci gerektiren afetlerde ise yerel inşaat sektörünün yetersiz kalması nedeniyle daha büyük hacimde işler yapabilen inşaat şirketlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Yerel inşaat şirketlerinin sahip olduğu bilgi ve deneyime sahip olmayan ve yabancı olarak da nitelendirilebilecek olan söz konusu şirketlerin etik kodlarının ve duyarlılıklarının yanı sıra, kullanıcı odaklı tasarıma da öncelik vermeleri gerekmektedir. Görece büyük şirketlerin teknolojik imkân ve altyapılarının daha fazla olacağı beklendiğinden, yerel inşaat şirketleriyle eşgüdümü hareket edilebilmesi, yerel kullanıcının anlaşılmasını ve sürece doğrudan katılımını kolaylaştıracaktır.

Afet sonrası kullanıcı odaklı tasarım, afetzedelerin ihtiyaçlarını, kültürel değerlerini ve travmalarını derinlemesine anlamayı; yerel bağlam ve sosyal dinamikleri göz önünde bulundurarak, erişilebilir, esnek ve sürdürülebilir çözümler sunmayı hedefler. Bu tasarım yaklaşımı, afet mağdurlarının aktif katılımını sağlayarak yeniden inşa sürecinde onların ihtiyaç ve tercihlerine uygun, kültürel hassasiyete sahip, psikolojik iyileşmeyi destekleyen ve sosyal uyumu güçlendiren ortamlar yaratmayı amaçlar. Ayrıca, afet sonrası büyük inşaat şirketlerinin yerel iş birlikleriyle kullanıcı odaklı tasarımı daha etkin şekilde uygulamaları, hızlı inşaat süreçlerinde etik değerleri ve yerel halkın katılımını göz önünde bulundurmaları önemlidir. Bu sayede, afet sonrası sadece fiziksel yapılar değil, aynı zamanda toplumsal bağlar güçlendirilir ve uzun vadeli sürdürülebilirlik sağlanabilir.

BULGULAR

Geleneksel yapı üretim paradigmaları ile yenilikçi ve teknoloji temelli yaklaşımlar arasındaki temel farklılık, yalnızca yapı üretim tekniklerinde değil, aynı zamanda tasarım süreçlerinin işleyişi, kullanıcı katılımının düzeyi ve sistemlerin adaptasyon kapasitesi gibi çok boyutlu dinamiklerde kendini göstermektedir. Özellikle afet sonrası barınma çözümleri gibi acil ve sürdürülebilir müdahalelerin gereklilik arz ettiği bağlamlarda bu iki yöntemin karşılaştırmalı olarak incelenmesi, kullanıcı odaklı yapı çevrelerin gelecekteki biçimlenişine dair önemli bir değerlendirme zemini sunmaktadır.

Bulgular, ileri teknoloji tabanlı yapım sistemlerinin afet sonrası yeniden yapılanma süreçlerinde kullanıcı katılımını artırdığını ve yerel ihtiyaçlara daha duyarlı çözümler sunduğunu göstermektedir. Çeşitli şirketler tarafından geliştirilen 3B baskı konut projeleri, yerel malzemelerle düşük maliyetli ve hızlı üretim sağlayarak kullanıcıların tasarım sürecine aktif katılımını teşvik etmiştir (ICON, 2025; Zavaleta, 2025). Bu projede kullanıcılar, dijital araçlar sayesinde henüz inşa edilmemiş yaşam alanlarını deneyimleyerek tasarım kararlarına daha bilinçli şekilde katılmıştır. Bu durum, parametrik tasarımın sunduğu esneklikle birleştiğinde, mekânsal aidiyetin güçlenmesine ve toplumsal dirençliliğin artmasına katkı sağlamaktadır (López-López vd. 2023; Torus ve Şener, 2015). Öte yandan, Sri Lanka’da 2004’te gerçekleşen tsunami sonrası yeniden yapılanma sürecinde uygulanan konvansiyonel betonarme sistemler, merkeziyetçi planlama ile hızlı müdahale imkânı sunmuş ancak kullanıcıların kültürel ve mekânsal ihtiyaçlarını yeterince karşılayamamıştır (Barakat, 2003). Bu süreçte afetzedelerin tasarım sürecine dahil edilmemesi, mekânsal yabancılaşma ve düşük kullanıcı memnuniyeti ile sonuçlanmıştır. Konvansiyonel yöntemlerin geniş ölçekli müdahalelerde avantaj sağladığı görülse de bireysel ihtiyaçlara duyarlılık açısından sınırlı kaldığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle afet sonrası yeniden yapılanma projelerinde hem teknolojik esneklik hem de kültürel uyum sağlayan hibrit modellerin geliştirilmesi, daha kapsayıcı ve sürdürülebilir sonuçlar elde edilmesi açısından kritik bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır.

Tasarım Süreçlerinde Kullanıcının Entegrasyonu

Konvansiyonel yöntemlerde tasarım süreci çoğunlukla merkeziyetçi ve profesyonel odaklı bir anlayışla yürütülmekte; bu durum, kullanıcıların özgün ihtiyaç ve tercihlerini karar mekanizmalarına yeterince yansıtamamasına yol açmaktadır. Sonuç olarak tipik ve tekrarlayan yapı modelleri yaygınlaşmakta; kullanıcı ile mekân arasında işlevsel ve duygusal bir bağ kurulması zorlaşmaktadır. Kullanıcılar çoğunlukla pasif alıcılar olarak konumlandırılmakta ve yalnızca tamamlanmış yapılara uyum sağlamaları beklenmektedir. Buna karşılık, ileri teknoloji odaklı yaklaşımlar –özellikle parametrik tasarım araçları ve dijital üretim teknikleri aracılığıyla–, kullanıcıyı sürecin etkin bir bileşeni hâline getirmektedir. Parametrik tasarım, kullanıcılara yerel koşullar, bireysel ihtiyaçlar ve değişken senaryolara göre dijital ortamda farklı tasarım alternatifleri oluşturma olanağı sunarak henüz yapı inşa edilmeden karar süreçlerine katılım imkânı sağlamaktadır. Bu yaklaşım, afet sonrası hızla değişen barınma ihtiyaçlarına yanıt verme kapasitesi açısından önemli avantajlar sunmakta; mekânların kişiselleştirilmesini ve işlevsel esnekliğini artırmaktadır.

Ayrıca, üç boyutlu (3B) yazıcı teknolojilerinin yapı üretim sürecine entegrasyonu, kullanıcıların yalnızca tasarım aşamasında değil, üretim sürecinde de aktif rol üstlenmesini mümkün kılmaktadır. Kullanıcılar, yapı bileşenlerinin üretimi sırasında ihtiyaç duydukları modifikasyonları gerçekleştirebilmekte; modüler ve adaptif sistemler aracılığıyla kendi mekânsal çözümlerini hayata geçirebilmektedir. Bu etkileşimli süreç, kullanıcıların yapıya olan aidiyetini artırmakta ve mekânsal yabancılaşma riskini azaltmaktadır.

Uygulama Süreci ve Üretim Uyarlanabilirliği

Konvansiyonel yapı üretim yöntemleri, büyük oranda uzman iş gücüne ve geleneksel inşaat tekniklerine dayanmaktadır. Bu durum, süreçlerin zaman açısından uzun ve maliyetli olmasına neden olmakta; yerel malzeme kullanımının sınırlı kalması da sürecin sürdürülebilirliğini olumsuz etkilemektedir. Dolayısıyla afet sonrası acil barınma ihtiyacına hızlı ve etkili bir şekilde yanıt verilmesi zorlaşmaktadır.

Öte yandan ileri teknoloji temelli üretim yöntemleri –özellikle otomasyon sistemleri ve 3B baskı teknolojileri–, düşük iş gücü gereksinimiyle birlikte hızlı üretim süreçleri sunmakta; bu süreçler yerel malzemelerle entegre edilebilme potansiyeliyle öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, üretim modelleri yalnızca zaman ve kaynak tasarrufu sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda kullanıcıların yapım sürecine müdahil olmasını da mümkün kılarak kişiselleştirilmiş yapı çözümlerinin geliştirilmesini desteklemektedir.

Kullanıcı Merkezli Esnek Tasarım Paradigması

İleri teknolojilerin sunduğu en önemli dönüşümlerden biri, kullanıcıyı sürecin merkezine yerleştiren ve esnekliği esas alan yeni bir üretim anlayışının inşasıdır. Bu çerçevede, yapı henüz fiziksel olarak üretilmeden önce, kullanıcı kendi ihtiyaçlarına uygun müdahalelerde bulunabilmekte; afet sonrası değişken barınma gereksinimlerine hızla uyum sağlayabilecek yapılar oluşturulabilmektedir. Parametrik modellerin sunduğu esneklik; mekânsal organizasyonun, fonksiyonel kurgunun ve biçimsel çeşitliliğin kullanıcı müdahalesine açık biçimde şekillendirilmesini mümkün kılmaktadır.

Konvansiyonel yöntemler ise bu düzeyde bir esnekliği barındırmamakta; yapı tamamlandıktan sonra gerçekleştirilen müdahaleler çoğunlukla sınırlı kalmakta ve kullanıcı gereksinimlerini tam anlamıyla karşılayamamaktadır. Bu bağlamda, ileri teknolojiye dayalı yaklaşımlar hem tasarım hem de üretim süreçlerinde kullanıcıyı etkin bir aktör olarak tanımlayarak; katılımcı, esnek ve sürdürülebilir mekânsal sistemlerin geliştirilmesini mümkün kılmaktadır.

Konvansiyonel yaklaşımlar; merkeziyetçi karar alma, standart çözümler ve sınırlı kullanıcı katılımı gibi özelliklere sahiptir. Oysa ileri teknolojiler; afet sonrası süreçlerde daha çevik, adaptif ve yerel katılımı artıran çözümler sunmaktadır.

Planlama ve Uygulama Süreçleri

Çevik ve Adaptif Yaklaşımlar: Konvansiyonel planlamalar, doğrusal ve katı bir yapıya sahipken ileri teknolojiler, büyük veri ve yapay zekâ kullanarak daha hızlı ve doğru analizler yapmayı sağlar. Uydu görüntüleri ve sosyal medya verileri gibi kaynaklardan elde edilen büyük veriler, daha kısa sürede hasar tespiti, ihtiyaç analizi ve kaynak tahsisi yapmayı mümkün kılar. Yapay zekâ algoritmaları, geçmiş verileri analiz ederek gelecekteki afet senaryolarını tahmin edebilir ve risk azaltma stratejileri geliştirebilir. Ayrıca yapay zekâ destekli karar destek sistemleri, merkeziyetçi karar mekanizmalarındaki eksiklikleri giderir ve etkinliği artırır.

Dağıtık Karar Alma ve Yerel Katılımın Güçlendirilmesi

İleri teknolojiler, merkezi karar alma süreçlerinin sınırlamalarını aşarak yerel katılımı güçlendirir. Parametrik tasarım araçları ve dijital simülasyonlar, afetzedelerin kendi ihtiyaçlarına uygun tasarım alternatiflerini değerlendirmelerini sağlar. Mobil uygulamalar ve çevrim içi platformlar, toplulukların geri bildirim sağlamasına ve yardım süreçlerinde daha aktif rol almasına imkân tanır. Blockchain gibi teknolojiler, şeffaf ve güvenilir veri paylaşımını destekler ve yolsuzluk riskini azaltır.

Esnek ve Kişiselleştirilebilir Çözümler

Konvansiyonel yaklaşımların sunduğu standartlaştırılmış çözümler, ileri teknolojiler sayesinde kişiselleştirilebilir hâle gelir. Parametrik tasarım, farklı gereksinimlere uygun tasarımlar üretmeyi mümkün kılar. 3D baskı teknolojileri, bu tasarımların yerel malzemelerle hızlı bir şekilde üretilmesini sağlar; böylece tedarik zinciri ve nakliye maliyetlerini ortadan kaldırır.

Risk Azaltma ve Dirençliliğin Artırılması

İleri teknolojiler, sadece müdahale hızını artırmakla kalma, aynı zamanda gelecekteki afet risklerini azaltır. Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama teknolojileri, risk haritaları oluşturulmasını sağlar, böylece daha güvenli yerleşim alanları seçilebilir. Bina Bilgi Modellemesi (BIM) ise yapıları afetlere karşı test etmeyi ve güçlendirme önlemleri almayı mümkün kılar.

Kullanıcı Katılımı

Aktif Rol ve Güçlenme: İleri teknolojiler, kullanıcıların afet sonrası süreçlerde daha aktif rol almasını sağlar. Sanal gerçeklik (VR) ve artırılmış gerçeklik (AR) teknolojileri, afetzedelerin tasarımları deneyimlemesine olanak tanır. Bu interaktif araçlar, yeniden yapılanma projelerinin toplumsal kabulünü artırır ve yerel sahiplenmeyi güçlendirir.

Sürdürülebilirlik ve Yerel Kaynakların Kullanımı

İleri teknolojiler, sürdürülebilirliği artırmak ve yerel kaynakları etkin kullanmak konusunda büyük potansiyel taşır. 3D baskı, yerel malzemelerle üretim yaparak nakliye ve atık maliyetlerini azaltır. Yenilenebilir enerji ve akıllı şehir teknolojileri, afet sonrası yerleşim birimlerinin sürdürülebilirliğini artırır. İleri teknolojiler, konvansiyonel afet müdahale yöntemlerinin sunduğu hızlı çözümlerle birlikte daha çevik, katılımcı ve sürdürülebilir bir yaklaşım sunar. Merkeziyetçi sistemlerin ve standartlaştırılmış çözümlerin aksine bu teknolojiler; daha esnek, yerel ihtiyaçlara duyarlı ve kullanıcı odaklı müdahaleler sağlar (Tablo 3).

Tablo 3. Konvansiyonel ve ileri teknoloji tabanlı yöntemlerin kullanıcı merkezli tasarım yaklaşımına göre karşılaştırılması

Kriterler	Konvansiyonel Yöntemler	İleri Teknoloji Tabanlı Yöntemler
Tasarım Süreçlerinde Kullanıcı Entegrasyonu	- Merkeziyetçi, profesyonel odaklı. - Kullanıcı geri bildirimleri sınırlı bütünlleştirilir. - Standartlaştırılmış ve tekrarlayan yapı modelleri yaygındır. - Kullanıcılar genellikle pasif alıcı konumundadır. - Kullanıcı ile mekân arasında işlevsel ve duygusal bağ kurmak zordur.	- Parametrik tasarım ve dijital üretim teknikleri ile kullanıcı aktif bileşendir. - Kullanıcılar yerel koşul, ihtiyaç ve senaryolara göre alternatifler üretebilir. - Karar süreçlerine yapı inşa edilmeden doğrudan katılım imkânı. - Kişiselleştirilmiş ve fonksiyonel esnekliğe sahip mekânlar mümkün olur. - Kullanıcı aidiyeti artar, mekânsal yabancılaşma riski azalır.
Uygulama Süreci ve Üretim Uyarlanabilirliği	- Uzman iş gücüne ve geleneksel inşaat tekniklerine dayanır. - Süreçler zaman alıcı ve maliyetlidir. - Yerel malzeme kullanımı sınırlı kalır. - Afet sonrası acil barınma ihtiyacına hızlı yanıt vermek zordur.	- Otomasyon sistemleri ve 3B baskı teknolojileri ile düşük iş gücü gereksinimi. - Hızlı üretim süreçleri sunar. - Yerel malzemelerle entegre edilebilme potansiyeli yüksektir. - Zaman ve kaynak tasarrufu sağlar. - Kullanıcıların yapım sürecine müdahalesiyle kişiselleştirilmiş çözümler geliştirilebilir.
Kullanıcı Merkezli Esnek Tasarım Paradigması	- Esneklik düzeyi düşüktür. - Yapı tamamlandıktan sonraki müdahaleler sınırlıdır. - Kullanıcı gereksinimlerini tam olarak karşılamak zordur.	- Kullanıcıyı sürecin merkezine yerleştirir, esnekliği esas alır. - Yapı fiziksel olarak üretilmeden kullanıcı müdahale edebilir. - Afet sonrası değişken barınma gereksinimlerine hızlı uyum sağlanabilir. - Parametrik modellerle mekânsal organizasyon, fonksiyon ve biçim kullanıcı müdahalesine açıktır. - Katılımcı, esnek ve sürdürülebilir mekânsal sistemler geliştirilebilir.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, afet sonrası yeniden yapılanma süreçlerinde konvansiyonel yapı üretim yöntemleri ile ileri teknoloji tabanlı yaklaşımlar, kullanıcı merkezli tasarım ilkeleri çerçevesinde karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, geleneksel yöntemlerin belirli avantajlar sunmasına karşın, günümüzün değişken, dinamik ve bireyselleşmiş ihtiyaçlarına yanıt vermekte yetersiz kaldığını ortaya koymuştur.

Konvansiyonel yöntemler; merkeziyetçi karar alma süreçleri, standartlaştırılmış tipoloji üretimi ve sınırlı kullanıcı katılımı gibi nitelikleri sayesinde hızlı ve geniş ölçekli müdahalelere olanak tanımaktadır. Ancak bu yöntemler, yerel bağlamın özgün fiziksel ve kültürel koşullarını dikkate almakta yetersiz kalmakta dolayısıyla mekânsal aidiyetin zayıflamasına, uzun vadeli kullanım verimsizliklerine ve sosyal uyumsuzluklara neden olmaktadır. Ayrıca geleneksel yapı üretim süreçlerinin zaman ve maliyet açısından verimli olmaması, afet sonrası kritik müdahale dönemlerinde önemli bir dezavantaj oluşturmaktadır.

Buna karşılık, ileri teknoloji tabanlı yaklaşımlar —özellikle parametrik tasarım, büyük veri analitiği, yapay zekâ destekli karar verme sistemleri ve üç boyutlu (3B) yazıcı teknolojileri—, afet sonrası yapılaşmada devrim niteliğinde yenilikler sunmaktadır. Bu teknolojiler, kullanıcıların tasarım ve üretim süreçlerine aktif katılımını mümkün kılarak; kişiselleştirilmiş, esnek ve bağlama duyarlı mekânsal çözümlerin geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca yerel malzeme kullanımını teşvik ederek, yapı üretiminde hem çevresel sürdürülebilirliği hem de ekonomik verimliliği desteklemektedir.

İleri teknolojilerin sunduğu hızlı üretim kapasitesi, düşük iş gücü gereksinimi ve yerel kaynaklara adaptasyon kabiliyeti, afet sonrası barınma çözümlerinin daha kapsayıcı, dayanıklı ve uzun ömürlü olmasını mümkün kılmaktadır. Parametrik tasarım ve 3B baskı teknolojileri aracılığıyla değişken kullanıcı ihtiyaçlarına uyum sağlayabilen esnek mekânsal organizasyonlar üretilebilmekte, böylece toplulukların afet sonrası toparlanma süreçleri hızlandırılmaktadır. Sanal gerçeklik (VR) ve artırılmış gerçeklik (AR) gibi teknolojiler, kullanıcıların tasarım sürecinde mekânsal deneyim elde etmelerine ve geri bildirimde bulunmalarına imkân tanıyarak, yerel sahiplenmeyi ve sosyal dayanıklılığı güçlendirmektedir. Bu teknolojiler, aynı zamanda afet sonrası müdahale süreçlerinde şeffaflık ve hesap verebilirliği artırarak, toplulukların karar alma mekanizmalarına katılımını kolaylaştırmaktadır.

Öte yandan, ileri teknoloji tabanlı uygulamaların birtakım sınırlılıklarının bulunduğu da göz ardı edilmemelidir. Yüksek başlangıç maliyetleri, teknik uzmanlık gereksinimi, altyapı eksiklikleri ve teknolojiye erişimde yaşanan eşitsizlikler, özellikle gelişmekte olan bölgelerde bu yaklaşımların uygulanabilirliğini kısıtlamaktadır. Ayrıca, teknoloji odaklı müdahalelerin yerel yapı kültürlerinin erozyonuna ve sosyal eşitsizliklerin derinleşmesine yol açma riski de dikkate alınmalıdır. Bu nedenle teknoloji transferi ve kapasite geliştirme programlarının hayata geçirilmesi, ileri teknolojilerin daha geniş kullanıcı grupları tarafından erişilebilir ve sürdürülebilir kılınması açısından kritik öneme sahiptir.

Bu doğrultuda, afet sonrası yeniden yapılanma süreçlerinde yalnızca konvansiyonel yöntemlere ya da yalnızca ileri teknoloji tabanlı yaklaşımlara dayalı çözümler yerine, her iki paradigmanın güçlü yönlerini bir araya getiren bütünleşik stratejilerin geliştirilmesi gereklidir. Hibrit yaklaşımlar; merkeziyetçi organizasyon yapılarının sağladığı koordinasyon kapasitesini, yerel katılım ve esneklik ilkeleriyle birleştirerek, afet sonrası müdahalelerin hem hızını hem de mekânsal kalitesini artırabilir. Örneğin, standartlaştırılmış prefabrik modüllerin yerel malzemeler ve 3B baskı teknolojileriyle üretilen özelleştirilmiş bileşenlerle entegre edilmesi hem hızlı hem de kullanıcı ihtiyaçlarına duyarlı çözümler sunulmasını sağlayabilir. Bununla birlikte yeniden yapılanma süreçlerinin yalnızca fiziksel çevrenin inşası ile sınırlı kalmaması; sosyal sermayenin güçlendirilmesi, kültürel kimliğin korunması ve topluluk dayanıklılığının artırılması gibi hedefleri de

kapsaması gerekmektedir. Bu bütüncül yaklaşım, afetzedelerin psikolojik iyileşme süreçlerini desteklemenin yanı sıra toplumların kendi kendine yetme kapasitelerini güçlendirmeyi de amaçlamalıdır.

İleri teknoloji tabanlı tasarım süreçlerinin kullanıcı odaklı esneklik ve katılım imkânları, özellikle çok kültürlü bağlamlarda çeşitliliği karşılamada önemli avantajlar sağlamaktadır. Bununla birlikte İstanbul gibi demografik ve kültürel açıdan heterojen kentlerde, farklı kullanıcı gruplarının mekânsal beklentileri, yaşam pratikleri ve kültürel kodları arasında belirgin farklılıklar gözlenmekte olup, bu durum tasarım ve üretim süreçlerinde yüksek derecede karmaşıklık yaratmaktadır. Bu çerçevede, parametrik tasarım ve dijital üretim araçlarının çoklu kullanıcı profillerine göre özelleştirilebilir modeller geliştirme kapasitesi, kültürel uyumun sağlanmasında kritik bir rol üstlenebilir. Tasarım sürecine erken aşamalarda kullanıcı temsilinin entegre edilmesi; dijital anketler, sanal gerçeklik simülasyonları ve topluluk temelli tasarım atölyeleri gibi yöntemlerle desteklendiğinde, farklı kültürel grupların ihtiyaçlarının daha sistematik ve etkin bir biçimde tanımlanması ve karşılanması mümkün hâle gelmektedir. Böylelikle teknolojik çözümler, yalnızca üretim verimliliğini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda toplumsal kapsayıcılığı ve mekânsal aidiyet duygusunu da güçlendirebilmektedir.

Sonuç olarak, afet sonrası yeniden yapılanma süreçlerinde kullanıcı merkezli, esnek, adaptif ve sürdürülebilir tasarım stratejilerinin benimsenmesi, yalnızca fiziksel çevrenin değil, aynı zamanda sosyal ve kültürel yapının da daha dirençli hâle gelmesine katkı sağlayacaktır. Gelecekte gerçekleştirilecek çalışmalarda, teknolojik gelişmelerin sunduğu olanakların sosyal adalet, kültürel sürdürülebilirlik ve topluluk dayanıklılığı perspektifleriyle ele alınması, afet sonrası müdahale süreçlerinin etkinliğini artıracak önemli bir araştırma ve uygulama alanı olarak değerlendirilmelidir. Bu çalışmalarda teknoloji etiği, veri güvenliği, topluluk katılımının ölçülmesi ve değerlendirilmesi gibi temaların önceliklendirilmesi; afet sonrası yeniden yapılanma politikalarının daha kapsayıcı ve adil bir biçimde şekillendirilmesine katkı sunacaktır.

Yazar Katkı Beyanı

Sıra	Adı Soyadı	ORCID	Yaziya katkısı*
1	Duygu KURTOĞLU	0000-0002-4473-0991	1, 2, 3, 4, 5
2	Ali MEHDİZEDE	0009-0006-7127-4932	1, 3, 4, 5
3	Sertan BAKAR	0000-0002-7566-6857	2, 4
*Katkı bölümüne ilgili açıklamanın karşılığına gelen rakam(lar)ı yazınız.			
1. Çalışmanın tasarlanması 2. Verilerin toplanması 3. Verilerin analizi ve yorumu 4. Yazının yazılması 5. Kritik revizyon			

Çıkar Çatışması Beyanı

Çalışma kapsamında herhangi bir kişisel ve/veya finansal çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKÇA

- 3dprint.com (2015, July 28). Branch technology 3d prints building walls with world's largest freeform 3d printer – Launches 3d printed home competition. 17 Mart 2025 tarihinde <https://3dprint.com/85215/branch-3d-printed-walls/> adresinden alındı.
- Adlin, T. ve Pruitt, J. (2008). Putting personas to work: Using data-driven personas to focus product planning, design and development. In A. Sears & J. A. Jacko (Eds.), *The human-computer interaction handbook* (pp. 991–1016). Taylor & Francis.
- Aljassmi, H., Najjar, F. ve Mourad, A.-H. (2018). Large-Scale 3D Printing: The Way Forward. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 324 012088. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/324/1/012088>
- Ashmore, J., Ferrer, C., & Serra, I. (2010). *The IFRC shelter kit*. International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies.
- Aslan, Z., Demiröz, K. ve Demiröz Yıldırım, S. (2025). An examination of temporary shelter units in terms of minimum standards: The case of the Kahramanmaraş Earthquake. *Sustainability*, 17(8), 3587. <https://doi.org/10.3390/su17083587>
- Barakat, S. (2003). *Housing reconstruction after conflict and disaster*. Humanitarian Practice Network, Overseas Development Institute. <https://www.files.ethz.ch/isn/95619/networkpaper043.pdf>
- Bari, L. F., Ahmed, I., Ahamed, R., Zihan, T. A., Sharmin, S., Pranto, A. H. ve Islam, M. R. (2023). Potential use of artificial intelligence (AI) in disaster risk and emergency health management: A critical appraisal on environmental health. *Environmental Health Insights*, 17, 11786302231217808. <https://doi.org/10.1177/11786302231217808>
- Batikha, M., Jotangia, R., Baaj, M.Y. ve Mousleh, I. (2022). 3D concrete printing for sustainable and economical construction: A comparative study. *Automation in Construction*, 134, 104087. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.104087>
- Bazli, M., Ashrafi, H., Rajabipour, A. ve Kutay, C. (2023). 3D printing for remote housing: Benefits and challenges. *Automation in Construction*, 148, 104772. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104772>
- Beaudouin-Lafon, M. ve Mackay, W. E. (2008). Prototyping tools and techniques. In A. Sears & J. A. Jacko (Eds.), *The human-computer interaction handbook* (pp. 1017–1039). Taylor & Francis.
- Benson, C. ve Clay, E. J. (2004). *Understanding the economic and financial impacts of natural disasters* (Disaster Risk Management Series No. 4). World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/bca694fe-3880-583e-a829-f3f456b5f362/content>
- Brandner, R., Flatscher, G., Ringhofer, A., Schickhofer, G. ve Thiel, A. (2016). Cross laminated timber (CLT): Overview and development. *European Journal of Wood and Wood Products*, 74, 331–351. <https://doi.org/10.1007/s00107-015-0999-5>
- Brown, L. (Ed.). (1993). *The new shorter Oxford English dictionary on historical principles*. Clarendon Press.

- Canavan, C. ve Ide, T. (2024). Contention, cooperation, and context: A systematic review of research on disasters and political conflicts. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 108, 104558. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2024.104558>
- Cao, K., Lan, M., Wang, H., Li, Y. ve Liu, X. (2023). The thermal environment and thermal comfort of disaster relief tents in high-temperature composite environment. *Case Studies in Thermal Engineering*, 50, 103453. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2023.103453>
- Cesaretti, G., Dini, E., De Kestelier, X., Colla, V. ve Pambaguian, L. (2014). Building components for an outpost on the lunar soil by means of a novel 3D printing technology. *Acta Astronautica*, 93, 430–450. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2013.07.034>
- Davidson, C. H., Johnson, C., Lizarralde, G., Dikmen, N. ve Sliwinski, A. (2007). Truths and myths about community participation in post-disaster housing projects. *Habitat International*, 31(1), 100–115. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2006.08.003>
- Dikmen, N. ve Elias-Ozkan, S. T. (2016). Housing after disaster: A post occupancy evaluation of a reconstruction project. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 19, 167–178. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2016.08.020>
- Ersoy, Z. (2010). Mimari tasarımda "kullanıcı odaklı" süreçler. *Mimarlık Dergisi*, 351, 68–72.
- Fekete, A. ve Hufschmidt, G. (2014). From application to evaluation: Addressing the usefulness of resilience and vulnerability. *International Journal of Disaster Risk Science*, 5(1), 1–2. <https://doi.org/10.1007/s13753-014-0007-4>
- Félix,D., Branco, J. M., ve Feio, A. (2013). Temporary housing after disasters: A state of the art survey. *Habitat International*, 40, 136–145. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2013.03.006>
- Frascara, J. (2005). People-centered design: Complexities and uncertainties. In J. Frascara (Ed.), *Design and the social sciences: Making connections* (pp. 33–39). Taylor & Francis.
- Ghanbarzadeh Ghomi, S., Wedawatta, G., Ginige, K. ve Ingirige, B. (2021). Living-transforming disaster relief shelter: a conceptual approach for sustainable post-disaster housing. *Built Environment Project and Asset Management*, 11, 687–704.
- Global Electricity Initiative. (2022). *Microgrids for community resilience*. 20 Mart 2025 tarihinde <https://www.globalelectricity.org/microgrids-for-community-resilience> adresinden alınmıştır.
- Hager, I., Golonka, A. ve Putanowicz, R. (2016). 3D printing of buildings and building components as the future of sustainable construction? *Procedia Engineering*, 151, 292–299. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.07.357>
- Haigh, R. ve Amaratunga, D. (2010). An integrative review of the built environment discipline's role in the development of society's resilience to disasters. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 1(1), 11–24. <https://doi.org/10.1108/17595901011026454>
- ICON. (t.y.). *ICON and New Story/ World's First 3D-printed community of homes*. 28 Eylül 2025 tarihinde <https://www.iconbuild.com/media-gallery/icon-and-new-story-worlds-first-3d-printedcommunity-of-homes> adresinden alınmıştır.

- Institute for Energy Justice. (2021). *Community microgrids: Powering resilience in frontline & disaster-impacted communities*. <https://iejusa.org/community-microgrids-powering-resilience-in-frontline-disaster-impacted-communities>
- National Renewable Energy Laboratory. (2023). *A menu for enhancing local energy resilience*. <https://docs.nrel.gov/docs/fy23osti/84493.pdf>
- International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. (2011). *Transitional shelters – Eight designs*. https://www.humanitarianlibrary.org/sites/default/files/2014/02/900300-transitional_shelters-eight_designs-en-lr.pdf
- IPCC. (2023). *Climate change 2023: The physical science basis*. https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf
- Johnson, C. (2007a). Strategic planning for post-disaster temporary housing. *Disasters*, 31(4), 435–458. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7717.2007.01018.x>
- Johnson, C. (2007b). Impacts of prefabricated temporary housing after disasters: 1999 earthquakes in Turkey. *Habitat International*, 31(1), 36–52. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2006.03.002>
- Johnson, C. (2011). *Creating an enabling environment for reducing disaster risk: Recent experience of regulatory frameworks for land, planning and building in low and middle-income countries*. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction.
- Joyce, K. E., Belliss, S. E., Samsonov, S. V., McNeill, S. J. ve Glassey, P. J. (2009). A review of the status of satellite remote sensing and image processing techniques for mapping natural hazards and disasters. *Progress in Physical Geography*, 33(2), 183–207. <https://doi.org/10.1177/0309133309339563>
- Kadioğlu, M. (2011). *Afet yönetimi: Beklenilmeyeni beklemek, en kötüsünü yönetmek* (1. baskı). Marmara Belediyeler Birliği.
- Kantaros, A. (2024). Leveraging 3D printing for resilient disaster management. *Smart Cities*, 7(6), 143. <https://doi.org/10.3390/smartcities7060143>
- Karmod. (2023). *Hatay Orman İşletmesi prefabrik konut projesi*. 11 Şubat 2025 tarihinde <https://www.karmod.com/projeler/hatay-orman-isletme-konut-projesi/> adresinden erişildi.
- Kasım, Y. N. (2024, Kasım 17). Deprem bölgesinde 101 bin konut hak sahiplerine teslim edildi. *Anadolu Ajansı*. 15 Şubat 2025 tarihinde <https://www.aa.com.tr/tr/gundem/deprem-bolgesinde-101-bin-konut-hak-sahiplerine-teslim-edildi/3364945> adresinden alındı.
- Kaszyńska, M., Skibicki, S ve Hoffmann, M. (2020). 3D concrete printing for sustainable construction. *Energies*, 13(23), 6351. <https://doi.org/10.3390/en13236351>
- Keating, S. J., Leland, J. C., Cai, L. ve Oxman, N. (2017). Toward site-specific and self-sufficient robotic fabrication on architectural scales. *Science Robotics*, 2(5), eaam8986. <https://doi.org/10.1126/scirobotics.aam8986>

- Kurtoğlu, D. ve İnceoğlu, M. (2022). Mimari mekanda bir araştırma metodolojisi olarak sanal gerçeklik teknolojisi. In M. Dal ve G. Sandal Erzurumlu (Eds.), In *Mimarlık, Planlama ve Tasarımda Güncel Araştırmalar – 2022*. Gece Kitaplığı.
- Labonnote, N., Rønnquist, A., Manum, B. ve Rüther, P. (2016). Additive construction: State-of-the-art, challenges and opportunities. *Automation in Construction*, 72(3), 347–366. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.08.026>
- Lagap, U., Ghaffarian, S., Gelinas-Gagne, S., Jilma, J., Liu, Z. ve Luo, Z. (2025). Towards reliable deep learning for post-disaster damage assessment: An XAI-based evaluation. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2025.105839>
- Li, V. C. (2003). On engineered cementitious composites (ECC): A review of the material and its applications. *Journal of Advanced Concrete Technology*, 1(3), 215–230. <https://doi.org/10.3151/jact.1.215>
- Li, V. C. (2011). Engineered cementitious composites (ECC): Material, structural, and durability performance. In *Concrete construction engineering handbook* (pp. 46–87). CRC Press.
- Lindell, M. K. (2013). Recovery and reconstruction after disaster. In P. T. Bobrowsky (Ed.), *Encyclopedia of natural hazards* (pp. 812–824). https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4399-4_285
- Linner, T., & Bock, T. (2012). Evolution of large-scale industrialisation and service innovation in Japanese prefabrication industry. *Construction Innovation*, 12(2), 156-178. <https://doi.org/10.1108/14714171211215921>
- López-López, D., Serrano-Jiménez, A., Gavilanes, J., Ventura-Blanch, F., Barrios-Padura, Á. ve Díaz-López, C. (2023). A study on the parametric design parameters that influence environmental ergonomics and sustainability. *Sustainability*, 15(7), 6304. <https://doi.org/10.3390/su15076304>
- Lowke, D., Dini, E., Perrot, A., Weger, D., Gehlen, C. ve Dillenburger, B. (2018). Particle-bed 3D printing in concrete construction—possibilities and challenges. *Cement and Concrete Research*, 112, 50-65. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2018.05.018>
- Lyons, M., Schilderman, T. ve Boano, C. (Eds.). (2010). *Building back better: Delivering people-centred housing reconstruction at scale*. Practical Action Publishing.
- Masozera, M., Bailey, M. ve Kerchner, C. (2007). Distribution of impacts of natural disasters across income groups: A case study of New Orleans. *Ecological Economics*, 63(2-3), 299-306. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.06.013>
- Montalbano, G. ve Santi, G. (2023). Sustainability of temporary housing in post-disaster scenarios: A Requirement-based design strategy. *Buildings*, 13(12), 2952. <https://doi.org/10.3390/buildings13122952>
- Murphy, R. R. (2015). *Disaster robotics*. MIT Press.
- Muruzina, E. ve Zonina, S. (2020). Composite materials in building structures using 3D technology. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 962(2), 022017. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/962/2/022017>

- Müller, C. ve ElZomor, M. (2024). Post-Disaster Challenges and Fostering Social Mobility through Origami Infrastructure and Construction Trade Education. *Sustainability*, 16(8), 3415. <https://doi.org/10.3390/su16083415>
- Oliver-Smith, A. (1991). Successes and failures in post-disaster resettlement. *Disasters*, 15(1), 12–23. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7717.1991.tb00423.x>
- Omoraka, A. E., Temitope Egbelakin, T. ve Kanjanabootra, S. (2025). Strategies for mitigating the challenges of post-disaster reconstruction. In *Proceedings of the CIB World Building Congress*. <https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1518&context=cib-conferences>
- Ophiyandri, T., Amaratunga, R.D. ve Pathirage, C.P. (2010, May 10-13). Community based post disaster housing reconstruction: Indonesian perspective. *Proceeding of CIB World Congress*. Salford, United Kingdom. <https://salford-repository.worktribe.com/output/1461197/community-based-post-disaster-housing-reconstruction-indonesian-perspective>
- Panda, B., Paul, S. C., Hui, L. J., Tay, Y. W. D. ve Tan, M. J. (2017). Additive manufacturing of geopolymer for sustainable built environment. *Journal of Cleaner Production*, 167, 281–288. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.165>
- Partigöç, N.S. (2022). Afet Risk Yönetiminde Yapay Zekâ Kullanımının Rolü. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 15(4), 401-411. <https://doi.org/10.17671/gazibtd.1067831>
- Pei, S., Popovski, M. ve van de Lindt, J. W. (2013). Analytical study on seismic force modification factors for cross-laminated timber buildings. *Canadian Journal of Civil Engineering*. 40(9): 887-896. <https://doi.org/10.1139/cjce-2013-0021>
- Perrot, A., Jacquet, Y., Rangeard, D., Courteille, E. ve Sonebi, M. (2020). Nailing of layers: A promising way to reinforce concrete 3D printing structures. *Materials*, 13(7), 1518. <https://doi.org/10.3390/ma13071518>
- Petric, J., Maver, T.W., Conti, G. ve Ucelli, G. (2002). Virtual reality in the service of user participation. Distributing knowledge in building. In K. Agger et al. (Eds.), *Proceedings of CIB W78 Conference* (pp. 217-224), Aarhus, Denmark.
- Puri, A., Elkharchoutly, M. ve Ali, N. A. (2024). Identifying major challenges in managing post-disaster reconstruction projects: A critical analysis. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 107, 104491. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2024.104491>
- Rapoport, A. (1969). *House form and culture*. Prentice-Hall.
- Quarantelli, E. L. (1995). Patterns of sheltering and housing in US disasters. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 4(3), 43-53. <https://doi.org/10.1108/09653569510088069>
- Sanders, E. (2002). From user-centered to participatory design approaches. In J. Frascara (Ed.), *Design and the social sciences: Making connections* (pp. 1–8). Taylor & Francis.
- Saunders, G. (2004). Dilemmas and challenges for the shelter sector: Lessons learned from the sphere revision process. *Disasters*, 28(2), 160–175. <https://doi.org/10.1111/j.0361-3666.2004.00250.x>

- Schilderman, T. ve Lyons, M. (2011). Resilient dwellings or resilient people? Towards people-centered reconstruction. *Environmental Hazards*, 10(3–4), 218–231. <https://doi.org/10.1080/17477891.2011.598497>
- Song, G., Sethi, V. ve Li, H. N. (2006). Vibration control of civil structures using piezoceramic smart materials: A review. *Engineering Structures*, 28(11), 1513–1524. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2006.02.002>
- Subramanya, K. ve Kermanshachi, S. (2022). Exploring utilization of 3D printed housing as post-disaster temporary shelter for displaced people. *Proceedings of the ASCE International Conference on Construction Research*.
- Taylor, M., Wamuziri, S. ve Smith, I. (2003). Automated construction in Japan. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Civil Engineering*, 156(1), 34-41. <https://doi.org/10.1680/cien.2003.156.1.34>
- The George Washington University, Energy & Environmental Institute. (2021). *Energy resilience, smart communities*. <https://eemi.engineering.gwu.edu/energy-resilience-smart-communities>
- Tierney, K. ve Oliver-Smith, A. (2012). Social dimensions of disaster recovery. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, 30(2), 123–146. <https://doi.org/10.1177/028072701203000210>
- TOKİ. (t.y.). *Afet Konutları*. 28 Eylül 2025 tarihinde <https://www.toki.gov.tr/afet-konutlari> adresinden alındı.
- TOKİ Haber. (2020, Kasım 17). *İzmir’de konteyner kurulumu devam ediyor*. 15 Şubat 2025 tarihinde <https://www.tokihaber.com.tr/haberler/izmirde-konteyner-kurulumu-devam-ediyor/> adresinden alındı.
- Torus, B. ve Şener, S. M. (2015). Post-disaster shelter design and CPOD. *Journal of the Faculty of Architecture*, 12(1), 269–282.
- TRT Haber. (2023, Mart 2). *AFAD, 11 ildeki 332 noktada çadır kent kurdu*. 15 Şubat 2025 tarihinde <https://www.trthaber.com/haber/gundem/afad-11-ildeki-332-noktada-cadir-kent-kurdu-750163.html> adresinden alındı.
- University of Wisconsin–Extension, Economic Development. (2022). *Energy resilience – community economic development*. <https://economicdevelopment.extension.wisc.edu/community-resilience-menu/explore-our-menus/energy-efficiency-menu/energy-resilience>
- UN-Habitat. (2010). *Shelter after disaster: Strategies for transitional settlement and reconstruction*. United Nations Human Settlements Programme. https://www.humanitarianlibrary.org/sites/default/files/2014/01/shelterafterdisasterguidelines2010_0.pdf
- Vale, L. J. ve Campanella, T. J. (2005). *The resilient city: How modern cities recover from disaster*. Oxford University Press.
- Wang, X., Li, W., Guo, Y., Kashani, A., Wang, K., Ferrara, L. ve Agudelo, I. (2024). Concrete 3D printing technology for sustainable construction: A review on raw material, concrete type and performance. *Developments in the Built Environment*, 17, 100378, <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2024.100378>

- Wille, K., Naaman, A. ve Parra-Montesinos, G. (2011). Ultra-high performance concrete with compressive strength exceeding 150 MPa (22 ksi): A simpler way. *ACI Materials Journal*, 108(1). 46-54.
- Xiao, Y. ve Mostafavi, A. (2025). DamageCAT: A deep learning transformer framework for typology-based post-disaster building damage categorization. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 128, 105704. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2025.105704>
- Zavaleta, D., Quispe, A., Rojas, O., Silva, G., Kim, S., Nakamatsu, J., Ruiz, G., Pando, M.A. ve Aguilar, R. (2025). 3D-printing of a basic housing unit prototype using earthen-based matrices stabilized with rice husk fibers. *Journal of Building Engineering*, 103, 112111. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2025.112111>

YAZAR BİYOGRAFİSİ

Duygu KURTOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü mezunudur. Yüksek lisansını Oxford Brookes University 'de, doktorasını Eskişehir Teknik Üniversitesi Mimarlık Anabilim Dalında tamamlamıştır. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi'nde 2016 yılında araştırma görevlisi olarak başladığı görevine, 2022 yılından bu yana doktor öğretim üyesi olarak devam etmektedir. İlgi alanları; özel mülkiyetli kamusal alanlar, kent morfolojisi, afet mimarlığı ve sürdürülebilirliktir.

Ali MEHDİZEDE

Lisansını Tabriz Central Technical University'de, yüksek lisansını Karadeniz Teknik Üniversitesinde, doktorasını Eskişehir Teknik Üniversitesinde tamamlamıştır. Öğr. Gör. Dr. ünvanıyla İstanbul Gelişim Üniversitesinde çalışmaktadır. İlgi alanları afet sonrası konut, esnek yapılar ve 3D yazıcı teknolojileridir.

Sertan BAKAR

İstanbul Üniversitesi Felsefe Bölümü mezunudur. Anadolu Üniversitesinde bina bilgisi alanında yüksek lisansını, Eskişehir Teknik Üniversitesinde mimarlık doktorasını tamamlamıştır. Kafkas Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesinde araştırma görevlisidir. İlgi alanları mimarlık kuramı, tasarım felsefesi ve disiplinler arası yaklaşımlardır.