

ICCAUA Proceedings Journal

Proceedings of the international conference of contemporary affairs in architecture and urbanism-ICCAUA
Volume 9 (December 2026), 2610523

ICCAUA
Proceedings Journal
<https://journal.iccaua.com/>

Journal homepage: <https://journal.iccaua.com/>

DOI: <https://doi.org/10.38027/ICCAUA2026EN0523>

Urban Integration of Post-Disaster Modular Systems: An Analysis Through Disassembly and Circularity

* ¹ Sinan Çelik, ² Betül Alankus

¹ & ² Department of Architecture, Faculty of Architecture, University of Gebze Technical, KOCAELİ, Türkiye

¹ E-mail: sinancelik@gtu.edu.tr, ² E-mail: betulalankus@gtu.edu.tr

Abstract

Received: 23.04.2026
Revised: 23.06.2026
Accepted: 01.07.2026
Available online: 10.07.2026

Copyright © 2026 by the author(s).

All rights reserved.

This article is published under an open-access model and is made available in accordance with the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence (CC BY).



The publisher maintains a neutral stance concerning jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

This article has been selected and peer-reviewed for publication in this journal as part of the 9th International Conference of Contemporary Affairs in Architecture and Urbanism, held on 7–8 May 2026 in Istanbul, Türkiye.

The increasing frequency of natural disasters poses a threat to urban resilience, requiring a comprehensive re-evaluation of post-crisis housing strategies. The short lifespan of existing post-disaster structures leads to problems with environmental waste and urban integration. This study aims to evaluate the urban integration potential of disaster-focused temporary modular systems through the perspectives of design for disassembly and circular economy principles. For this purpose, a comparative case study methodology is employed to analyze six prototypes based on parameters including disassembly potential, circularity, installation speed and logistics, spatial adaptability, and urban integration. The findings indicate that modular systems with a high capacity for disassembly not only accelerate logistical and deployment processes but also exhibit the adaptability requisite for diverse crisis scenarios. Furthermore, their integration into the existing urban fabric significantly mitigates resource efficiency. Consequently, this research reveals that reconfiguring post-disaster spatial requirements through modular and circular strategies plays a fundamental role in cultivating urban resilience.

Keywords: Design for Disassembly; Circular Economy; Disaster Resilience; Temporary Modular Systems; Urban Integration.

1. Giriş

Küresel iklim değişikliği ve hızlı kentleşme, afetlerin etkisini her geçen gün artırmaktadır. Bu durum, kentleri ve toplumları afetler karşısında korunmasız hale getirmektedir. Afet, yapma çevre ve toplumsal sistemlerin olağan işleyişini bozan olay olarak tanımlanmaktadır (Montalbano ve Santi, 2023). Bu olaylar kaynağına göre yeraltı hareketleri ve meteorolojik süreçleri kapsayan doğa kaynaklı afetler, savaşlar, teknolojik olaylar ve yapısal çökmeleri içeren insan kaynaklı afetler ile bu etkenlerin birleşiminden doğan hibrit afetler olmak üzere üç ana gruba ayrılmaktadır (Mohamed Shaluf, 2007). Bu yıkıcı olaylar, altyapı sistemlerinde ve yerleşim alanlarında hasar oluşturarak toplumsal yaşantıya etki edebilmektedir. Afetlerin ardından, bireylerin olağan yaşantısına dönebilmesinde bir geçiş sürecinin gerekliliği ortaya çıkmakta ve bu noktada planlı iyileştirme çalışmaları önem kazanmaktadır (Arnetoli ve Bologna, 2022; Benevolenza ve DeRigne, 2019). Bu çalışmaların merkezinde barınma ihtiyacının karşılanması yer almaktadır. Afet dönemlerinde en belirgin fiziksel ve toplumsal hasar, bireylerin barınma ihtiyacının karşılandığı konut stokunda ve kentsel altyapıda yaşanmaktadır. Yapma çevrede yaşanan tahribat, güvenliğin sağlanması, temel yaşamsal faaliyetlerin sürdürülmesi ve olağan hayata geçişin desteklenmesi için acil barınma alanlarının ve geçici konutların hızla inşa edilmesini öncelik haline getirmektedir (Félix vd., 2013). Barınma krizinin hızlıca çözüme kavuşturulması, yeniden inşa sürecindeki zaman baskısını hafifletmektedir. Geçici konutlar, kalıcı konut projelerinin gereklilikleri karşılar nitelikte planlanabilmesi için gerekli süreyi sağlamakta ve afet sonrası güvenlik tehditlerini azaltmaktadır. (Johnson, 2007). Aynı zamanda, uzun vadeli kentsel iyileşmeyi desteklemek ve afetzedelere asgari yaşam standartlarını sunmaktadır. Bu bağlamda geçici barınma alanları, afet sonrası süreçten olağan yaşama dönüşte önemli bir etken olarak değerlendirilmektedir (Karimi vd., 2023). Geçici barınma süreci kısa vadeli bir çözüm olarak tasarlanmasına rağmen, bu yapıların öngörülen sürelerin ötesine geçerek kentsel dokunun kalıcı bir parçası haline gelebildiği görülmektedir. Bu durum, geçici konutları günlük yaşam koşullarının, sosyal ilişkilerin ve uzun vadeli iyileşme süreçlerinin şekillenmesinde önemli hale getirmektedir (Bris vd., 2026). Mevcut geçici konutlardaki standart tasarım yaklaşımları, yerel dinamiklere uyumsuzluğu, yüksek maliyetleri ve kısıtlı esnekliği nedeniyle uzun süreli barınma ihtiyaçlarını karşılayamamaktadır (Abulnour, 2014). Tasarım aşamasındaki bu eksiklikler, afet yönetim pratiklerinde sorunları beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda, sıklaşan doğal afetlerle açığa çıkan acil barınma ihtiyacı, barınma çözümlerinin kent dokusuyla bütünleşememesi ve değişen ihtiyaçlara cevap verememesi sorunlar arasında yer almaktadır. Geleneksel üretim biçimlerinde benimsenen doğrusal (al-kullan-at) yaklaşımı, çevresel sürdürülebilirliği kısıtlayarak kentsel dirençliliğin gelişimini sınırlandırmaktadır. Uygulamalarda modülerlik, sökülebilirlik ve söküm için tasarım kriterlerinin göz ardı edilmesi, kullanım ömrü sonunda malzemelerin

geri kazanılmasını engelleyerek ciddi bir kaynak israfı ve atık problemi yaratmaktadır (Montalbano ve Santi, 2023). Bu doğrultuda afet yönetiminde, müdahaleler statik bir iyileşme süreci yerine kentsel entegrasyon kapasitesini artıran, esnek ve döngüsel çözümler için bir fırsat olarak ele alınmalıdır (Alexander, 2015). Sökülebilir modüler sistemlerin döngüsel ekonomi ilkeleriyle entegrasyonu, geçici barınma ihtiyacı için sürdürülebilir bir alternatif oluşturmaktadır. Söküm için tasarım ilkeleriyle kurgulanan bu yapılar, ürünlerin kapalı bir döngüde yeniden kullanımına imkân tanıyarak birincil hammadde tüketimini ve yıkım atıklarını azaltma potansiyeli taşımaktadır (Yang vd., 2024).

Bu çalışmanın temel amacı, afet sonrası geleneksel 'al-kullan-at' barınma pratiklerinin sökülebilirlik ve döngüsellik ilkeleri ekseninde dönüşüm olanaklarını araştırmaktır. Araştırma kapsamında, uluslararası ölçekte geliştirilen altı farklı geçici modüler prototip sökülebilirlik, döngüsellik, lojistik ve kurulum hızı, uyarlanabilirlik ve kentsel entegrasyon parametreleri üzerinden vaka analizi yöntemiyle incelenmektedir. Bu doğrultuda, söküm için tasarım (Design for Dissassembly-DfD) yaklaşımının lojistik süreçlere katkıları ile eleman bazlı yeniden kullanımın kaynak tüketimini azaltmadaki rolü analiz edilerek, modüler yapıların kentsel dirençlilik inşasındaki yeri sorgulanmaktadır. Kalıcı konut projeleri, sökülebilir nitelik taşımayan standart barınaklar ve maliyet analizleri çalışma kapsamı dışında bırakılmıştır. Çalışmanın, geçici barınma sistemlerinin döngüsel bir yaklaşımla yeniden kurgulanmasına yönelik kavramsal bir yaklaşım sunarak literatüre katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

2. Afet Sonrası Geçici Modüler Sistemler, Sökülebilirlik ve Döngüsellik

Afet sonrası acil barınma ihtiyacının karşılanması, doğrusal inşaat pratiklerinin yarattığı mekânsal ve çevresel sorunlara çözüm sunan yenilikçi yaklaşımları gerekli kılmaktadır. Bu kapsamda öne çıkan modüler sistemler, hızlı üretim avantajlarına ek olarak yaşam sonunu planlayan söküm odaklı tasarım stratejileriyle bütünleştğinde yapı sektörünün çevresel yükünü hafifletmektedir. Geçici konutların kentsel dokuya uyumunu ve atık oluşumunu engellemeyi hedefleyen bu bütünleşik sürecin kavramsal çerçevesi, afet sonrası modüler sistemler, söküm için tasarım ve döngüsellik yaklaşımı merkeze alınarak oluşturulmuştur.

2.1 Afet sonrası barınma ihtiyacı ve modüler sistemler

Afetlerin kentsel altyapı ve konut stoku üzerinde yarattığı tahribat, birey ve toplumlar için güvenli barınma ihtiyacını acil bir öncelik haline getirmektedir. Bu süreçte bireylerin gündelik yaşama dönebilmesi, sunulan barınma çözümlerinin niteliğiyle doğrudan ilişkilidir. Ancak, geçici barınma birimleri afetzedelerin mahremiyet ve güvenlik ihtiyaçlarını karşılayarak toplumsal iyileşmeyi desteklese de bu yapıların kentsel dokuyla olan ilişkisi genellikle zayıf kalmaktadır. Bu durum, barınma birimlerinin kent çeperlerinde ve mevcut kentsel altyapıdan bağımsız alanlarda konumlandırılmasından kaynaklanmaktadır (Conteras vd., 2017). Söz konusu kentsel ayrışmayı gidermek için barınma alanlarının mevcut kent içi dinamiklerle ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Kentlerde son yıllarda ön plana çıkan geçici kullanım ihtiyacı, afet sonrası senaryolarda bu yapıların kentsel dokuya entegrasyonunu artıran stratejik bir araç olarak değerlendirilmektedir (Johnson, 2007).

Afet sonrası barınma krizi ve kentsel entegrasyon sorunlarının çözümünde geleneksel yapım yöntemlerinin yerini alabilecek modüler sistemler öne çıkmaktadır. Modülerlik, kendi içinde ayrı ayrı kurgulanabilen parçaların ortak bir ürün veya işleyiş meydana getirecek biçimde birleştiği yapısal bir modeldir (Baldwin ve Clark, 1997). Bu yaklaşım, yapım pratiğinde üretim aşamalarını farklılaştırmaktadır. Geleneksel şantiye odaklı ve parçalı inşa sürecini, fabrika ortamında hazırlanmış modüllerin montajına dönüştüren bir yapım tekniğidir (Pan ve Hon, 2020). Saha dışına taşınan bu kontrollü ön üretim aşaması süreç verimliliğini doğrudan artırmaktadır. Modüler inşaat sistemleri, geleneksel yerinde inşaat yöntemlerine kıyasla yapım sürelerini %50 ve maliyeti ise %20 oranında azaltmaktadır (Bertram vd., 2019). Ayrıca kaynak tüketimi ve inşaat-yıkım atıklarını azaltarak çevresel yükü hafiflettiği bilinmektedir (Yang vd., 2024). Acil barınma alanlarında yaygın olarak kullanılan modüler sistemler, her bir modülün farklı kentsel mekânlara adapte edilebilmesini mümkün kılmaktadır. Ancak, kapsamlı bir şekilde planlanmış bir tasarım aşamasına ve yapım aşamasına da ihtiyaç duymaktadır. Modüler sistemlerin sağladığı yapım hızı ve mekânsal esneklik, barınma sorununun etkilerini azaltırken yapıların mevcut kentsel dokuya entegrasyonunu kolaylaştırmaktadır. Ancak işlevsel, kente entegre ve sürdürülebilir modüler sistemler, kapsamlı bir şekilde planlanmış tasarım ve inşaat aşamalarına ihtiyaç duymaktadır. Bu bağlamda, söküm için tasarım yaklaşımının önemi ortaya çıkmaktadır.

2.2 Modüler sistemlerde söküm için tasarım

Modüler yapıların afet sonrası süreçte esnek ve sürdürülebilir çözüm sunabilmesi, tasarım aşamasında özel stratejilerin uygulanmasına bağlıdır. Bu stratejilerden söküm için tasarım yaklaşımı ön plana çıkmaktadır. Söküm için tasarım, binaların kullanım ömürleri sonunda bileşenlerine ayrılmasını henüz tasarım aşamasındayken planlamayı hedefleyen strateji olarak tanımlanmaktadır (Guerriero vd., 2024). ISO 20887:2020 standardında belirtildiği üzere ise söküm için tasarım, ürünlerin ve çevresel bileşenlerinin bütünlüğünü koruyarak maksimum geri kazanım elde etmek için yapım öncesi söküm yöntemlerinin belirlenmesi sürecidir. Söküm için tasarım stratejileri şunları içermektedir: 1) malzeme ve süreç dokümantasyonu; 2) erişilebilir ve sökülebilir birleşim detayları; 3) geri kazanılamayan bileşenlerin ayrıştırılması; 4) standart boyut/bileşen kullanımı; 5) güvenli söküm tasarımı (Guy ve Ciarimboli, 2007). Bu bağlamda yapının hızlı inşa edilebilmesiyle birlikte kullanım ömrü sonunda çevreye zarar vermemesi de önemli hale gelmektedir. Geçici modüler sistemlerin söküm odaklı tasarlanması, afet sonrası geçici konutların ihtiyaç sona erdiğinde hasarsız bir şekilde sökülerek farklı durumlarda yeniden değerlendirilmesine imkân sağlamaktadır (Arnetoli ve Bologna, 2022). Böylelikle geçici konutların kullanım ömrü sonunda kaynak döngüsüne ve atık yönetimine katkı sağlanmaktadır. Sökülebilir sistemlerde malzemelerin %90 kadarı kullanım sonunda ayrıştırılarak geri dönüştürülebilmektedir (Van Gulck ve Steeman, 2023). Sonuç olarak, yaşam döngüsünün tamamını ele alan bütünleşik tasarım stratejilerinin modüler binalarda uygulanması, malzeme geri kazanımıyla ham madde talebini düşürmekte ve afet sonrası geçici barınma sistemlerini ve kentsel entegrasyonu destekleyen esnek yapılara dönüştürmektedir (Jayawardana vd., 2023; Wang vd., 2025).

2.3 Yapı sektörünün çevresel etkisi ve döngüsellik

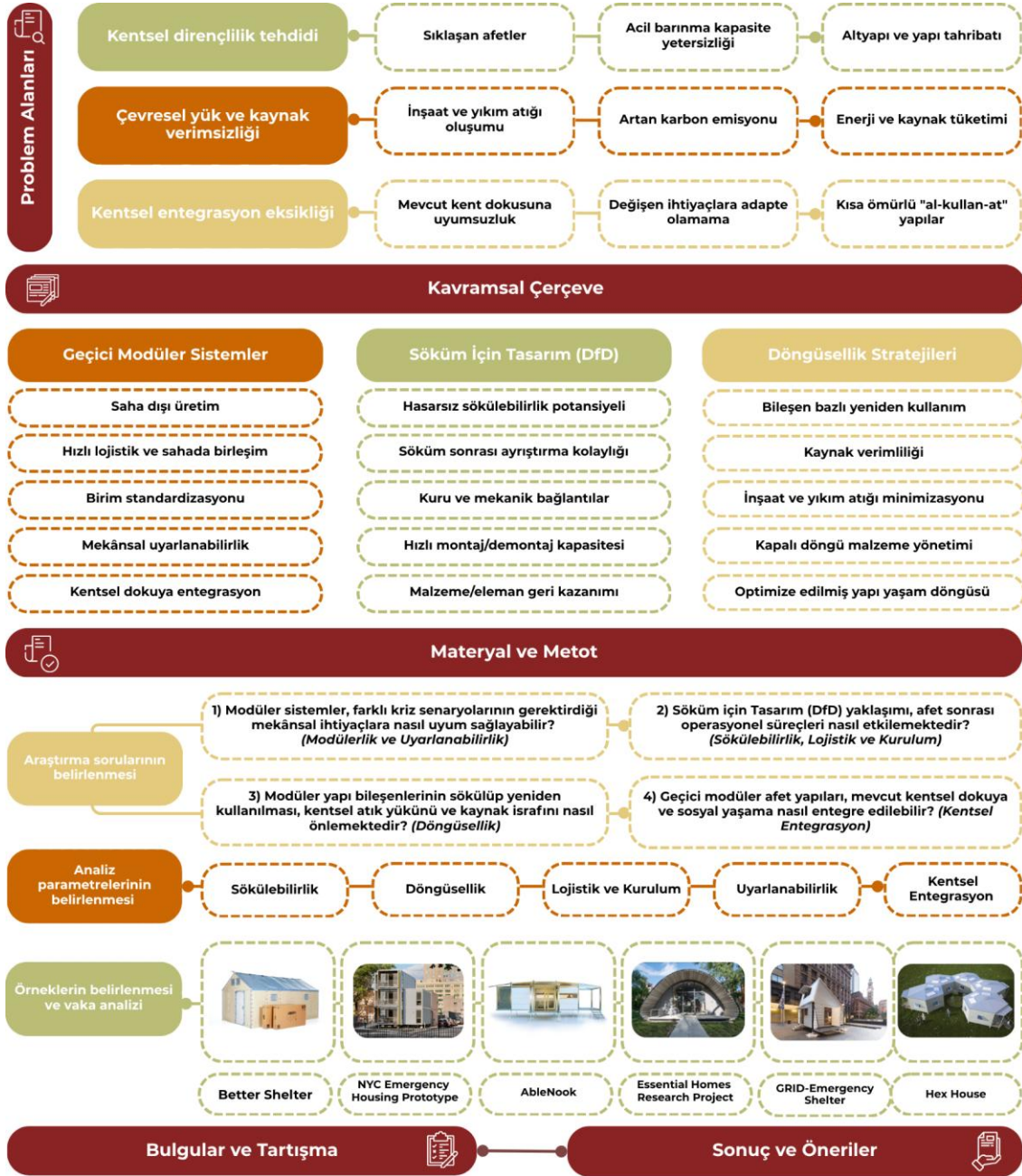
Yapı sektörü, küresel ölçekte doğal kaynak tüketiminde, atık üretiminde ve karbon emisyonlarında önemli bir paya sahiptir (United Nations Environment Programme, 2025). Yapıların tüm yaşam döngüsünü etkileyen bu çevresel yük, özellikle afet sonrası geçici konutlarda yıkım atıklarına yol açan doğrusal üretim yaklaşımının sürdürülemez olduğunu göstermektedir (Bovo vd., 2025; Hernández, 2025). Bu yapıların kullanım süresi sona erdiğinde bileşenlerin yeniden kullanılamaması, ekolojik dengeyi bozmakta ve doğal kaynakların hızla tükenmesine neden olmaktadır. Küresel döngüsellik oranının %6,9 gibi düşük bir seviyede bulunması (Circle Economy, 2025), sektörde malzeme akışlarını kontrol ederek kaynak verimliliğini artıran döngüsel ekonomi modelinin uygulanmasını gerekli kılmaktadır. Yeşil Mutabakat Eylem Planı'nda da yer verilen döngüsel ekonomi kavramı, 1970'lerde Walter R. Stahel tarafından taslağı belirlenen, Michael Braungart ve Bill McDonough tarafından konsept ve sertifikasyon süreci geliştirilen "beşikten beşiğe" yaklaşımına dayanmaktadır (Ellen MacArthur Foundation, 2013) Döngüsellik hakkında çok sayıda çalışma yapılmasına karşın, uluslararası ölçekte net bir tanımı bulunmamaktadır. Çalışmalarda, temel ölçütleri çeşitli "R" çerçeveleri/stratejileri ile özetlenmektedir. 3R stratejileri (kaynak azaltma-reduce, yeniden kullanım-reuse) ve geri dönüşüm-recycle) stratejileri yaygın olarak kullanılmaktadır (Purchase vd., 2022). Kaynakların kapalı bir döngüde tutulmasını hedefleyen bu yaklaşım referans alındığında yapı sektörü kaynaklı çevresel etkilerin azalacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda modüler sistemler, fabrika ortamındaki kontrollü üretim süreçleriyle kaynak kullanımını azaltarak döngüsel stratejiler için ideal bir altyapı oluşturmaktadır (Jayawardana vd., 2023). Döngüsel yaklaşıma uygun olarak tasarlanan modüler sistemler inşaat ve yıkım atıklarını minimize edebilmekte ve yapı elemanlarının yeniden kullanımı sayesinde gömülü karbon emisyonlarında yaklaşık %88 oranında düşüş sağlamaktadır (Minunno vd., 2020). Afet sonrası barınma krizine yanıt veren modüler sistemler, sökülüm odaklı tasarım ilkeleri ve döngüsellik hedefleriyle birbirini tamamlayan entegre bir model oluşturmaktadır. Şekil 1'de yer alan bu model, üç temel yaklaşımın kapalı bir sistemini içermektedir. Sökülüm için tasarım kararlarıyla başlayan bu döngü, kontrollü ön üretim ve hızlı saha kurulumunun ardından kentsel dokuya uyurlanabilirlik sunmaktadır. Geçici yapının kullanım ömrü sona erdiğinde ise hasarsız sökülüm ve yeniden kullanım aşamalarıyla atık oluşumunu kaynağında engellemektedir. Bütüncül bir stratejiyle kurgulanan bu akış, geçici konut alanlarını kentsel dirençliliğe ve kaynak verimliliğine katkı sağlayan sistemlere dönüştürme potansiyeli taşımaktadır.



Şekil 1. Modüler sistemlerde sökülüm odaklı döngüsel süreç modeli (yazarlar tarafından geliştirilmiştir).

3. Materyal ve Metot

Araştırmanın metodolojik kurgusu, Şekil 2'de gösterildiği üzere teorik altyapı ile pratik uygulamalar arasında bütüncül bir yaklaşıma dayanmaktadır. Buna göre araştırmanın temel problem alanları olarak afetlerin tetiklediği dirençlilik tehditleri, yapı sektörünün neden olduğu çevresel yükler ve geçici barınma birimlerinin kentsel entegrasyon eksiklikleri incelenmiştir. Belirlenen bu problemler doğrultusunda araştırmanın kavramsal çerçevesini oluşturabilmek amacıyla literatür taraması yapılmıştır. Modüler sistemler, sökülüm için tasarım ve döngüsellik stratejileri ele alınarak teorik altyapı oluşturulmuştur. Bu kavramsal çerçeveye dayalı olarak araştırmanın soruları, analiz parametreleri ve örnekler belirlenmiştir. Literatür taraması ve araştırma soruları doğrultusunda sökebilirlik, döngüsellik, lojistik ve kurulum, uyarlanabilirlik ve kentsel entegrasyon olmak üzere beş temel analiz parametresi ortaya çıkmıştır. Bu parametreler üzerinden Better Shelter, NYC Emergency Housing Prototype, AbleNook, Essential Homes Research Project, GRID-Emergency Shelter ve Hex House projeleri incelenerek analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler, bulgular ve tartışma bölümünde değerlendirilerek araştırma süreci sonuç ve önerilerle tamamlanmıştır.



Şekil 2. Araştırmanın metodolojisi (yazarlar tarafından geliştirilmiştir).

Araştırma kapsamında, afet sonrası barınma gereksinimlerine yönelik geliştirilen ve farklı tasarım, üretim ve organizasyon stratejilerini barındıran altı modüler örnek incelenmiştir. Bu yapılar fonksiyonel özellikleri, tasarım süreçlerindeki paydaş çeşitliliği ve uygulama pratikleri dikkate alınarak seçilmiştir. İncelenen yapılardan ilki IKEA Foundation tarafından 2015 yılında tasarlanan Better Shelter modelidir (URL1). Bu yapı, bir sosyal sorumluluk projesi niteliği taşıması ve afet sonrası barınma süreçlerinde sahada sıklıkla kullanılmış olması nedeniyle değerlendirmeye alınmıştır. Garrison Architects ve New York City Acil Durum Yönetim Ofisi (NYC OEM) tarafından 2014 yılında geliştirilen NYC Emergency Housing Prototype ise kamu talebi doğrultusunda afet öncesi risk yönetimi amacıyla kurgulanmıştır (URL2). Bu model, tasarımcı ile idarenin katılımcı bir yaklaşımla bir araya geldiği bir örnek olarak değerlendirilmektedir. Özel ticari girişim ile akademinin (Güney Florida Üniversitesi) ortak çalışması olarak Sean Verdecia ve Jason Lucash tarafından 2019 yılında tasarlanan AbleNook, afet sonrası barınma işlevinin ötesine geçerek gündelik yaşam ihtiyaçlarına da yanıt verebilecek biçimde planlanması bağlamında analize dahil edilmiştir (URL3). Foster+Partners Foundation tarafından 2022 yılında geliştirilen Essential Homes Research Project, güncel bir sosyal sorumluluk prototipi olmasının yanı sıra, kuru ve ıslak imalat yöntemlerini bir arada kullanması sebebiyle çalışmada yer almaktadır (URL4). Sabit bir modül sunmak yerine eldeki mevcut malzemelerle kullanılabilecek esnek bir sistem kurgusu barındıran GRID-Emergency Shelter, Carter Williamson Architects tarafından 2012 yılında tasarlanmıştır (URL5). Bu yapı, doğrudan bir birim üretmekten ziyade çevresel verilere uyum sağlayabilen bir sistem tasarımı sunmasıyla incelenmektedir. Son olarak, Architects for Society tarafından 2004 yılında geliştirilen Hex House, 21. yüzyılın erken dönem barınma uygulamalarından biri olarak literatürde sıklıkla yer alması ve fonksiyonel gereksinimlere biçimsel bir çözüm üretmesi gerekçesiyle araştırmaya dahil edilmiştir (URL6). İncelenen yapıların proje bilgileri Tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 1. İncelenen afet sonrası barınma birimlerinin proje bilgileri ve seçim nedeni.

	Yapı Görseli	Yapı Adı	Tasarımcı	Yılı	Seçim Nedeni
1		Better Shelter	IKEA Foundation	2015	Sosyal sorumluluk projesi olması ve afet sonrası barınma ihtiyacında sıklıkla da kullanılmış olması. Yaygın bilinir olması.
2		NYC Emergency Housing Prototype	Garrison Architects & NYC OEM	2014	Kamu talebi ile afet öncesinde stok için tasarlanması. Tasarımcı ve idarecinin ortak girişimiyle (katılımcı) tasarlanması.
3		AbleNook	Sean Verdecia & Jason Lucash Güney Florida Üniversitesi	2019	Özel ticari girişim akademisi ortaklığı olması ve afet sonrası ihtiyacı dışında gündelik yaşam için de tasarlanması.
4		Essential Homes Research Project	Foster+Partners Foundation	2022	Sosyal sorumluluk projesi, prototip tasarımı olması. Kuru ve ıslak imalatın birlikte kullanılması. Güncel bir örnek olması.
5		GRID-Emergency Shelter	Carter Williamson Architects	2012	Birim yerine elde olan malzemelerle kullanılabilirliği için sistem tasarımı
6		Hex House	Architects for Society	2004	21.yy ilk örneklerinden olması ve literatürde sık rastlanılması ve fonksiyon için biçimsel bir çözüm barındırması.

4. Bulgular ve Tartışma

Afet sonrası geçici barınma birimlerinin sökülebilirlik potansiyeli ve lojistik verimliliği, hacimsel ve bileşen bazlı üretim stratejilerine göre önemli farklılıklar göstermektedir. Bileşen bazlı yaklaşımlar incelendiğinde, AbleNook sisteminin standart el aletleriyle uzmanlık gerektirmeden cıvatalı bağlantılarla inşa edilebilmesi ve kullanım ömrü sonunda çok kez sökülüp yeniden yapılandırılabilmesi, düz paket taşımının sağladığı mekânsal optimizasyonu vurgulamaktadır (URL3). Buna karşın, hacimsel sökülebilirlik stratejisini benimseyen NYC Emergency Housing Prototype, saha dışı üretilmiş çelik çerçeveli rijit volumetrik modüllerin vinç yardımıyla hasarsız olarak sökülüp taşınmasına olanak tanıırken, azami lojistik ölçülerde ağır bir lojistik altyapı gerektirmektedir (URL2). Lojistik hacmin minimize edilmesi bağlamında yenilikçi bir diğer yaklaşım ise Better Shelter, AbleNook, Grid ve Hex House örneklerinde düz yassı paketle mevcuttur (URL1;3;5;6). Bu sistem hava boşluğu taşımayarak lojistik verimliliğini büyük oranda artırmakta ve kalıcı temel gerektirmeksizin hızlı kurulumu imkân tanımaktadır.

Barınma sistemlerinin malzeme ömrü ve döngüsel ekonomi prensiplerine entegrasyonu değerlendirildiğinde, geçicilikten kalıcılığa uzanan spektrumda farklı yapısal malzemelerin performansı öne çıkmaktadır. Örneğin, Essential Homes araştırma projesinde geleneksel yapılara kıyasla %70 daha düşük karbon ayak izine sahip rulo beton ve geri dönüştürülmüş inşaat yıkıntı atıklarından elde edilen geçirgen zemin platformları kullanılarak, kullanım ömrü sonunda her bir bileşenin yeniden değerlendirilebileceği döngüsel bir ekosistem kurgulanmıştır (URL4; Holcim, 2023). Benzer şekilde, NYC prototipi tek kullanımlık atık üretmek yerine 50 yılı aşkın yaşam döngüsü performansı ile defalarca yeniden kullanılabilir, pasif soğutma ve fotovoltaik kazanım entegrasyonuna açık, dayanıklı bir altyapı sunmaktadır (NYC OEM, t.y.). Diğer taraftan, alüminyum ve yapısal yalıtımlı panellerden üretilen AbleNook gibi bileşen bazlı sistemler ise sifıra yakın atık hedefiyle döngüde uzun süre kalma hedefiyle, yapıların ilk yapımından sonra bile uyarlanabilir olacağını varsaymaktadır (URL3).

Afet sonrası barınma çözümlerinin kentsel ve sosyal entegrasyonu, mimari esneklik ve toplumsal algı ile doğrudan ilişkilidir. Better Shelter örneğinde görüldüğü üzere, yerel malzeme ve iklime uyum sağlayamayan evrensel ürünler, İsviçre gibi ülkelerde yangın güvenliği standartlarına takılırken, Lübnan kırsalında standart çadırlara kıyasla kalıcı algılandığı için yerel halkın sosyal reddine maruz kalabilmektedir (URL7). Bu tür sosyal izolasyon ve dışlanma risklerine karşı, Eve Yakın (Close to Home) yaklaşımını benimseyen NYC prototipi, yatayda yayılan düşük yoğunluklu kamplar yerine, mevcut kent boşluklarına veya mevcut bloklara entegre olabilen çok katlı-yüksek yoğunluklu bir çözüm sunarak, mağdur toplulukların mevcut sosyal ağlardan ve kentsel donatılardan kopmamasını hedeflemektedir (NYC OEM, t.y.; URL2). Kentsel entegrasyonda uyarlanabilirliğin bir diğer boyutu da modüler ünitelerin yan yana çoğaltılarak iç avlular ve sokak algısı yaratmasıdır. Essential Homes gibi projeler ise bu kümelenme mantığıyla ortak kamusal alanlar oluşturarak geçici yerleşimlerde komşuluk ve aidiyet duygusunu fiziksel mekân üzerinden güçlendirmeyi hedeflemektedir.

Modüler sistemlerin mekânsal esneklik ve topluluk oluşturma potansiyelleri incelendiğinde, petek formulu yapısal kurguların ön plana çıktığı görülmektedir. GRID-Emergency Shelter, galvanizli çelik iskelet ve yapısal panellerin mekanik bağlantılarla bir araya getirilmesine dayanarak hasarsız söküm odaklıdır (URL5). İnsan gücüne dayalı pratik kurulumu destekleyen bu hafif bileşenler, uzun ömürlü materyal yapısıyla defalarca sökülüp farklı afet bölgelerinde yeniden kullanıma olanak tanır. Benzer bir hücresel kurguyu benimseyen Hex House prototipi ise, yatayda duvar paylaşımı yoluyla organik bir büyüme modeli sunarak konfigürasyon esnekliği sağlamaktadır (URL6). Birimlerin bu organik kümelenme yeteneği, ortak avlular ve sokak dokusu oluşturarak afetzedeler için komşuluk ilişkisini ve yer yapma potansiyelini, fiziksel mekân üzerinden desteklemektedir. Afet sonrası barınma modellerinin analizi Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. İncelenen yapıların analizi.

Yapı Görseli	Sökülebilirlik	Döngüsellik	Lojistik ve Kurulum	Uyarlanabilirlik	Kentsel Entegrasyon
1  Better Shelter	Bileşen Bazlı: Kuru birleşim. Tam sökülebilir, çelik iskelet ve polimer panel kullanımı.	Yüksek yeniden kullanım oranı. Geri dönüştürülebilir materyal (Polimerin kullanım ömrü kısıtlı).	Düz paket taşıma. Kurulumu makine gerektirmez. İnsan gücüyle hızlı kurulum (1-2 saat).	Temel modülerlik. Düşük form esnekliği. Standart ve tek tip hacim. Düşey uyarlanabilirlik yok.	Acil durum odaklı. Geçicilikten kalıcılığa geçiş zor ve düşük sosyal aidiyet sorunu.
2  NYC Emergency Housing Prototype	Volümetrik: Hacimsel sökülebilirlik. Modüller vinçle form kaybı yaşanmadan sökülür.	Çelik çerçeveli rijit yapı. Kullanım sonunda yapısal bütünlük korunarak %100 yeniden kullanım. Bileşen standardizasyonu.	Ağır lojistik ihtiyacı. Sahada hızlı tak-çalıştır altyapısı. (15 saat). Vinç gerekli. Toplam kurulum süresi uzun.	Çok katlı istiflenebilir. Dar kentsel boşluklara yüksek uyum. Çeşitlenebilir iç mekân organizasyonu.	Balkon ve şeffaf cephelerle sosyal etkileşim. Kalıcı konut tipolojisi, 50 yıl kullanım öngörüsü. Güçlü mahalle aidiyeti ve yer
3  AbleNook	Bileşen Bazlı: Alüminyum iskelet ve yalıtımlı paneller. Aletsiz, geçmeli hasarsız söküm. DIY kültürü. Modüler bileşen ve hacim.	Döngüde uzun süre kalma. Alüminyum malzeme. Tam söküm için tasarım uyumu. Sökümde sifıra yakın atık. Kaynak kullanımını azaltma.	Düz paket taşıma. Ayarlanabilir ayaklarla hafriyatsız ve düzensiz topografyada hızlı kurulum. (2 saat). Hafif yapı prensibi.	Yan yana eklenerek eksenele büyüme. Farklı kullanıcı ihtiyaçları için kitlesel bireyselleştirme.	Entegre teras ve sundurmalar. Dış mekân etkileşimi ile desteklenen sosyal uyum. Sık kırsal alan tercihli kullanım.
4  Essential Homes Research Project	Bileşen Bazlı: Yuvarlanabilir üst örtü ve iskelet, katmanları yapı. Yarı ıslak yarı kuru imalat teknikleri. Uzmanlık gerektirmeyen	Düşük karbonlu rulo beton. Yüksek oranda yeninden kullanım. Rulo beton hariç.	Kompakt rulo taşıma. İskelet üzerine serilip su ile kürlenerek hızlı stabilizasyon. Döngüsel malzeme kullanımı.	Sabit kemer formu. Yalnızca uzatılabilme imkanı; sınırlı iç mekân esnekliği. Zorunlu gridal iç yerleşim.	Barraktan ziyade kalıcı ev hissi. Güvenlik algısıyla travma sonrası güçlü psikolojik yer edinme. Ağır malzeme. Kültürel uyum.
5  GRID-Emergency Shelter	Bileşen Bazlı: Afet sonrası mevcut malzeme ve elemanlar ile kurulum olanı. Modüler yapma pratiği.	Döngüsellik için üretilecek yerine direkt döngüden malzeme tedariği. Yerle geçici temas.	Düz paket taşıma. Basit aletler ve temel düzeyde yapma bilgisiyile standart kurulum. Hızlı birleşim elemanı kullanımı.	A-formu ile yüksek iç hacim. Asma kat kullanımıyla dikeyde esneklik. Farklı birim uyumu yok. Kısıtlı mekân	Beşik çatı ve sundurma. Tanıdık mimari dille ev algısı ve hızlı kentsel entegrasyon. Zayıf kalıcılık.
6  Hex House	Bileşen Bazlı: Galvanizli çelik iskelet ve yapısal paneller. Mekanik bağlantılarla hasarsız söküm. Eşit modüller,	Uzun ömürlü materyal. Defalarca sökülüp farklı bölgelerde yeniden kurulumu uygun.	Düz paket taşıma. Hafif altıgen bileşenlerle insan gücüne dayalı pratik kurulum.	Altıgen form. Duvar paylaşımıyla petekvari organik büyüme. Yatayda sınırsız konfigürasyon esnekliği. Dikey modülerlik	Organik birim kümelenmesi. Kendiliğinden oluşan ortak avlular. Güçlü komşuluk ve yer yapma potansiyeli. Sokak algısı.

Seçilen vaka analizlerinden elde edilen veriler doğrultusunda Şekil 3'te yer alan değerlendirme matrisi incelendiğinde, modüler sistemlerin söküm, döngüsellik ve kurulum hızı/lojistik parametrelerinde başarılı (yeşil) veya orta düzeyde (sarı) performans sergilediği saptanmıştır. AbleNook modeli söküm, döngüsellik, lojistik ve uyarlanabilirlik alanlarındaki yüksek performansı ile öne çıkarken; NYC prototipi, diğer sistemlerin zayıf kaldığı kentsel entegrasyon parametresinde en başarılı örnek olarak öne çıkmaktadır. Kentsel entegrasyon, incelenen sistemlerin genelinde en kısıtlı kalınan parametre olarak öne çıkmakta; özellikle Better Shelter ve Hex House bu doğrultuda en düşük (kırmızı) performansı sergilemektedir. Ayrıca uyarlanabilirlik açısından NYC, AbleNook, GRID-200 ve Hex House modellerinin yüksek potansiyele sahip olduğu, Essential Homes ve Better Shelter'ın ise bu parametrede daha kısıtlı kaldığı belirlenmiştir.

Better Shelter:	Söküm	Döngüsellik	Kurulum hızı&Lojistik	Uyarlanabilirlik	Kentsel Entegrasyon
NYC:	Söküm	Döngüsellik	Kurulum hızı&Lojistik	Uyarlanabilirlik	Kentsel Entegrasyon
AbleNook:	Söküm	Döngüsellik	Kurulum hızı&Lojistik	Uyarlanabilirlik	Kentsel Entegrasyon
Essential Homes:	Söküm	Döngüsellik	Kurulum hızı&Lojistik	Uyarlanabilirlik	Kentsel Entegrasyon
GRID-200:	Söküm	Döngüsellik	Kurulum hızı&Lojistik	Uyarlanabilirlik	Kentsel Entegrasyon
Hex House:	Söküm	Döngüsellik	Kurulum hızı&Lojistik	Uyarlanabilirlik	Kentsel Entegrasyon

Şekil 3. Değerlendirme matrisi.

5. Sonuç ve Öneriler

Küresel ölçekte artan afet riskleri ve hızlanan kentleşme pratikleri, yapma çevrenin direncini artıracak sürdürülebilir, esnek ve yenilikçi barınma stratejilerinin geliştirilmesini kaçınılmaz hale getirmektedir. Bu çalışmada, afet sonrası karşılaşılan barınma yetersizliği sorunu, yapısal atık yükü ve geçici birimlerin kent dokusuna uyumsuzluğu vb. problemler söküm için tasarım ve döngüsellik yaklaşımları üzerinden ele alınmıştır. İncelenen örnek vakalar, geçici afet sonrası yapılarının kısa ömürlü "al-kullan-at" yaklaşımı yerine kentsel dirençliliği artıran, kaynak verimliliği sağlayan ve zamanla kentsel dokuya entegre olabilen sistemlere dönüşme potansiyelini göstermektedir. Araştırma sorularına göre temel sonuçlar şu şekilde sıralanabilir:

- Modülerlik ve uyarlanabilirlik: NYC Prototype'ın çok katlı istiflenebilir yapısı kısıtlı kentsel boşluklarda değişken mekânsal ihtiyaçlara esnek çözümler sunmaktadır.
- Sökülebilirlik, lojistik ve kurulum: Better Shelter ve AbleNook sistemlerindeki aletsiz ve düz paket taşıma prensibi, lojistik ihtiyacı azaltarak afet sonrası ilk saatlerde hızlı kurulum sağlamaktadır.
- Döngüsellik: AbleNook'un alüminyum iskeleti ve NYC Prototype'ın yeniden kullanımı hedefleyen volümetrik yapısı, inşaat-yıkım atığı oluşumunu ve kaynak israfını önlemektedir.
- Kentsel entegrasyon: NYC Prototype'ın sosyal etkileşimi artıran şeffaf cepheleri, GRID'in formu, AbleNook'un çevreyle bağ kuran mekânsal kurgusu ve Essential Homes'un aidiyet hissini güçlendiren diliyle geçici birimlerin kentsel dokuya eklenmesi sağlanmaktadır. Buna karşın, Better Shelter ve Hex House'un kentsel entegrasyon potansiyelinin düşük seviyede olduğu saptanmıştır.

Afet sonrası barınma stratejileri, geçici yerleşimleri kısa ömürlü yapılar olarak izole etmek yerine zamanla mevcut kent dokusuna entegre, gelişen ihtiyaçlara adapte olabilen esnek ve uzun ömürlü yapılar olarak kurgulanmalıdır. Ayrıca, kentsel dirençliliği sağlamak ve çevresel atık yükünü azaltmak amacıyla, afet sonrası yapılarının henüz planlama aşamasındayken söküm için tasarım prensiplerine göre düşünülmesi önerilmektedir. Bu durum, yalnızca teknik bir iyileştirme değil, aynı zamanda yapı sektörünün döngüsel ekonomi hedeflerine ulaşmasında stratejik bir zemin sunmaktadır. Çalışmada elde edilen bulgular, sökülebilir modüler sistemlerin performansının teknik ve lojistik verilerle sınırlı kalmayıp, toplumsal kabul ve kentsel entegrasyon gibi sosyo-kültürel parametrelerle ilişkili olduğunu göstermektedir. Kullanıcıların afet sonrası barınakları geçici bir sığınak ötesinde ev olarak benimseyebilmesi için tasarım süreçlerinin yerel dinamikler gözetilerek şekillendirilmesi gerekmektedir. Kamu kurumları, tasarımcılar ve yerel paydaşların işbirliğiyle afet öncesi risk yönetimi kapsamında bu sistemlerin önceden planlanmasının, kriz anındaki müdahale kapasitesini iyileştireceği öngörülmektedir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, bu araştırmanın kapsamı dışında bırakılan maliyet analizleri ve yerel malzeme tedarik zincirleri incelenerek mevcut bütüncül çerçevenin genişletilmesi önerilmektedir.

Teşekkür

Bu araştırma, kamusal, ticari veya kâr amacı gütmeyen sektörlerdeki fonlama ajanslarından herhangi spesifik bir hibe almamıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olduğunu beyan etmemektedir.

Kaynaklar

- Abulnour, A. H. (2014). The post-disaster temporary dwelling: Fundamentals of provision, design and construction. *Hbrc Journal*, 10(1), 10-24. <https://doi.org/10.1016/j.hbrcj.2013.06.001>
- Alexander, D. E. (2015). *Disaster and emergency planning for preparedness, response, and recovery*. Oxford University Press.
- Arnetoli, M. V. ve Bologna, R. (2022). Design Scenarios for a Circular Vision of Post-disaster Temporary Settlements. *International Conference on Technological Imagination in the Green and Digital Transition*, (pp. 471-481). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-29515-7_43
- Baldwin, C. Y. ve Clark, K. B. (1997). Managing in an age of modularity. *Harvard Business Review*, 75(5), 84-93.
- Benevolenza, M. A. ve DeRigne, L. (2019). The impact of climate change and natural disasters on vulnerable populations: A systematic review of literature. *Journal of Human Behavior in the Social Environment*, 29(2), 266-281. <https://doi.org/10.1080/10911359.2018.1527739>
- Bertram, N., Fuchs, S., Mischke, J., Palter, R., Strube, G. ve Woetzel, J. (2019). Modular construction: From projects to products. *McKinsey & Company: Capital Projects & Infrastructure*, 1(1), 1-34.
- Bovo, M., Santolini, E. ve Barbaresi, A. (2025). An Alternative Modular Wooden System for Fast Assembly/Disassembly of Buildings. *Buildings*, 15(7), 1196. <https://doi.org/10.3390/buildings15071196>

- Bris, P., Bendito, F. ve Martínez, D. (2026). Learning from Unsustainable Post-Disaster Temporary Housing Programs in Spain: Lessons from the 2011 Lorca Earthquake and the 2021 La Palma Volcano Eruption. *Sustainability*, 18(2), 963. <https://doi.org/10.3390/su18020963>
- Circle Economy. (2025). *The circularity gap report 2025*. Amsterdam: Circle Economy.
- Contreras, D., Blaschke, T. ve Hodgson, M. E. (2017). Lack of spatial resilience in a recovery process: Case L'Aquila, Italy. *Technological forecasting and social change*, 121, 76-88. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.12.010>
- Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition*. Ellen MacArthur Foundation.
- Félix, D., Branco, J. M. ve Feio, A. (2013). Temporary housing after disasters: A state of the art survey. *Habitat international*, 40, 136-141. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2013.03.006>
- Guerriero, A., Busio, F., Saidani, M., Boje, C. ve Mack, N. (2024). Combining Building Information Model and Life Cycle Assessment for Defining Circular Economy Strategies. *Sustainability*, 16(11), 4561. <https://doi.org/10.3390/su16114561>
- Guy, B. ve Ciarimboli, N. (2007). *Design for Disassembly in the Built Environment: A Guide to Closed-Loop Design and Building*. Pennsylvania State University: University Park, PA, USA.
- Hernández, H. (2025). Circular Industrialized Construction: A perspective through design for manufacturing, assembly, and disassembly. *Buildings*, 15(13), 2174. <https://doi.org/10.3390/buildings15132174>
- Holcim. (2023). *Essential Homes Research Project by Holcim and Norman Foster Foundation unveiled in Venice*.
- ISO. (2020). *Sustainability in buildings and civil engineering works - Design for disassembly and adaptability - Principles, requirements and guidance* (ISO 20887:2020). ISO: Geneva, Switzerland.
- Jayawardana, J., Sandanayake, M., Kulatunga, A. K., Jayasinghe, J. A. S. C., Zhang, G. ve Osadith, S. U. (2023). Evaluating the circular economy potential of modular construction in developing economies—A life cycle assessment. *Sustainability*, 15(23), 16336. <https://doi.org/10.3390/su152316336>
- Johnson, C. (2007). Strategic planning for post-disaster temporary housing. *Disasters*, 31(4), 435-458. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7717.2007.01018.x>
- Karimi, R., Shirowzhan, S. ve Sepasgozar, S. M. E. (2023). Architectural Design Criteria Considering the Circular Economy and Buildability for Smart Disaster Relief Shelter Prototyping. *Buildings*, 13(7), 1777. <https://doi.org/10.3390/buildings13071777>
- Minunno, R., O'Grady, T., Morrison, G. M. ve Gruner, R. L. (2020). Exploring environmental benefits of reuse and recycle practices: A circular economy case study of a modular building. *Resources, Conservation and Recycling*, 160, 104855. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104855>
- Mohamed Shaluf, I. (2007). Disaster types. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 16(5), 704-717. <https://doi.org/10.1108/09653560710837019>
- 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>
- New York City Office of Emergency Management ve New York City Department of Design and Construction. (n.d.). *Close to home: Urban post-disaster interim housing*.
- Pan, W. ve Hon, C. K. (2020). Briefing: Modular integrated construction for high-rise buildings. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Municipal Engineer*, 173(2), 64–68. <https://doi.org/10.1680/jmuen.18.00028>
- Purchase, C. K., Al Zulayq, D. M., O'Brien, B. T., Kowalewski, M. J., Berenjian, A., Tarighaleslami, A. H. ve Seifan, M. (2022). Circular Economy of Construction and Demolition Waste: A Literature Review on Lessons, Challenges, and Benefits. *Materials*, 15(1), 76. <https://doi.org/10.3390/ma15010076>
- United Nations Environment Programme. (2025). *Global Status Report for Buildings and Construction 2024/2025: Not just another brick in the wall – The solutions exist. Scaling them will build on progress and cut emissions fast*. Paris.
- Van Gulck, L. ve Steeman, M. (2023). Life cycle assessment of demountable building elements: Influential design and use parameters. *Building and Environment*, 245, 110876. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110876>
- Wang, M., Jing, Y., Wang, J., Mika, P., Li, F. ve Yan, Y. (2025). Design Strategies for Modular Demountable Building Products Oriented to Design for Manufacturing and Assembly: A Case Study of M-Box1. 0. *Buildings*, 15(18), 3424. <https://doi.org/10.3390/buildings15183424>
- Yang, Y., Zheng, B., Luk, C., Yuen, K. F. ve Chan, A. (2024). Towards a sustainable circular economy: Understanding the environmental credits and loads of reusing modular building components from a multi-use cycle perspective. *Sustainable Production and Consumption*, 46, 543-558. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.02.027>

İnternet Kaynakları

URL1 <https://bettershelter.org/our-shelters>

URL2 <https://designawards.core77.com/Built-Environment/35270/Urban-Post-Disaster-Housing-Prototype.html>

URL3 <https://ablenook.com/>

URL4 <https://normanfosterfoundation.org/project/essential-homes-research-project/>

URL5 <https://archello.com/project/grid-emergency-shelter>

URL6 <https://architectsforsociety.org/our-work/hex-house-rapidly-deployable-dignified-home/>

URL7 <https://theworld.org/stories/2016/07/30/lebanon-doesnt-want-syrian-refugees-getting-too-comfortable-even-winter>

URL8 <https://www.arkitera.com/haber/better-shelterdan-hatay-5-000-acil-durum-barinagi>

URL9 <https://www.dezeen.com/2017/04/27/ikea-unhcr-refugee-better-shelter-redesign-safety-fears-flaws/>

- URL10 <https://globaldesignnews.com/better-shelter-delivers-a-newly-designed-365-sustainable-solution-called-structure-as-a-humanitarian-effort-to-house-communities-displaced-by-natural-or-political-crisis>
- URL11 <https://www.garrisonarchitects.com/modular/nycemergencyhousingprototype>
- URL12 <https://www.nyc.gov/assets/whatifnyc/downloads/pdf/Close%20to%20Home%20PDF.pdf>
- URL13 <https://architizer.com/idea/130532/>
- URL14 <https://arquitecturaviva.com/obras/proyecto-de-investigacion-essential-homes#lg=1&slide=11>
- URL15 <https://arquitecturaviva.com/obras/proyecto-de-investigacion-essential-homes#lg=1&slide=10>
- URL16 <https://architectureau.com/articles/shelter-by-carter-williamson/>
- URL17 <https://www.carterwilliamson.com/projects/grid-education>