MODUL-AR.JOURNAL

ARAŞTIRMA MAKALESİ
Cilt 8, Sayı 2, 2025, 612-639
DOI: 10.59389/modular.1667585

Ön Üretimli Deprem Konutlarında Yapım Sistemi ve Malzeme Seçim Ölçütlerinin DEMATEL Analiz ile İncelenmesi

Analysis of Structural System and Material Selection Criteria in Prefabricated Earthquake Housing Using the DEMATEL Method

Gamze Nur CÜRE[1*], Sevda Duygu KOLBAY[2]

Gönderilme Tarihi: 28.03.2025 - Kabul Tarihi: 19.12.2025

Özet

Depremler, kısa sürede çok sayıda konut üretimini gerektiren afetlerdir. Bu süreçte ön üretimli yapım sistemleri, geçici konut çözümlerini hızlı ve organize biçimde sağlayabilmektedir. Ancak bu yapılar, çoğunlukla standart üretim tekniklerine dayandığından bulundukları çevresel koşullara uyum, yerleşme dokusuyla bütünleşme ve kullanıcı gereksinimlerine yanıt verme açısından yetersiz kalmaktadır. Bu çalışmada, farklı dönem ve coğrafyalarda uygulanmış ön üretimli yapı örnekleri üzerinden, yapım sistemi ve malzeme seçim ölçütleri incelenmiş; karar verme sürecinde etki ağırlığı sınanmıştır. Yapı tasarımını etkileyen çok sayıda değişkenin birbirleriyle ilişkisel düzeyde analiz edilebilmesi amacıyla DEMATEL yöntemi kullanılmış ve kriterler arası etkileşimsel bağıntılar değerlendirilmiştir. Bu hedefle öncelikle uygulama örneklerine ilişkin tasarım verileri toplanmış, ardından yapım sistemi ve malzeme seçimini etkileyen etkenleri belirlemeye yönelik analiz süreci yürütülmüştür. DEMATEL tekniğiyle elde edilen bulgular doğrultusunda, afet sonrası barınma yapılarının sadece dayanıklılık ve hız gibi teknik ölçütlerin yanı sıra bağlama uyum, çevresel sürdürülebilirlik, yeniden kullanım potansiyeli gibi çok boyutlu ölçütlerin tasarım sürecinde etkin ağırlık oranları incelenmiştir. Böylece, afet sonrası yapı üretiminde bütüncül karar verme süreçlerine yönelik stratejik ilkeler ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ön üretimli yapım teknikleri, Afet sonrası barınma, Yapım sistemi ve malzeme seçim ölçütleri, DEMATEL analiz.

Abstract

Earthquakes are disasters that require the rapid production of many housing units. In this process, prefabricated construction systems can provide efficient and organised temporary housing solutions. However, since these structures are often based on standardized production techniques, they tend to fall short in adapting to environmental conditions, integrating with settlements, and meeting user needs. This study examines construction methods and material selection criteria through prefabricated housing examples from different periods and regions, testing their relative impact in the decision-making process. The DEMATEL method was used to analyse the interrelationships among multiple design variables and evaluate interactional correlations between criteria. Design data from selected cases were compiled, followed by an analysis to identify factors influencing construction and material choices. According to the DEMATEL findings, post-disaster housing should be assessed not only through technical criteria such as durability and speed but also through multidimensional measures such as contextual adaptation, environmental sustainability, and reusability potential. Thus, strategic principles were developed to guide holistic decision-making in post-disaster construction.

Keywords: Prefabrication, Post-disaster shelter, Construction system and material selection criteria, DEMATEL analysis.

Atıf: Cüre, G. N. ve Kolbay, S.D. (2025). Ön üretimli deprem konutlarında yapım sistemi ve malzeme seçim ölçütlerinin DEMATEL analiz ile incelenmesi. *Modular Journal*, *8*(2), 612-639.

[1] İstanbul Gedik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mimarlık Yüksek Lisans Programı, İstanbul, Türkiye. gamzecure41@outlook.com
[2] İstanbul Gedik Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye. duygu.kolbay@gedik.edu.tr
[*] Sorumlu Yazar

ARAŞTIRMA MAKALESİ
Cilt 8, Sayı 2, 2025, 612-639
DOI: 10.59389/modular.1667585

Extended Abstract

Introduction: Earthquakes cause severe destruction and an urgent need for rapid shelter. Prefabricated systems are widely adopted in post-disaster contexts for their quick assembly and production efficiency. Yet, their effectiveness depends not only on technical performance but also on environmental compatibility, user needs, and contextual integration.

Although many studies address post-disaster shelters from technical, social, and environmental perspectives, evaluating prefabricated systems through interrelated design criteria remains crucial. The DEMATEL method effectively reveals relationships among such criteria. This study applies DEMATEL to assess factors including material suitability, construction system, insulation, and sustainability, identifying strategic priorities that support integrated and context-sensitive decision-making in post-disaster housing design.

Purpose: This study evaluates the relationship between prefabricated housing systems used in post-disaster processes and their compatibility with physical environment, settlement texture, and user needs, using exemplary post-earthquake applications from Türkiye and the world. It examines how the structural design of temporary and permanent shelters has evolved through these models and identifies selection criteria aligned with natural, built, and social contexts. Considering Türkiye's location in one of the most active seismic zones, developing sustainable and context-sensitive prefabricated housing strategies is crucial. The study aims to promote resilient, adaptable, and user-oriented design approaches that support both immediate shelter needs and long-term recovery.

Method: This research aims to analyse the construction and material selection criteria influencing design decisions in prefabricated building systems used for post-disaster shelter. Through case evaluations from different periods and climatic regions, the study explores how these structures interact with environmental, technological, and socio-cultural contexts. A qualitative research approach was adopted, employing descriptive and content analysis techniques. To examine the interrelations among criteria, the Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) method was used. The research process was structured in four main stages. In the first stage, a literature review was conducted to gather information on the use of prefabricated systems in post-disaster contexts, including material types, construction methods, and environmental performance characteristics. In the second stage, prefabricated housing examples from various geographic and climatic regions were identified and evaluated through visual and document analysis. The focus was placed on the structures' compatibility with physical environments, settlement patterns, and user requirements. In the third stage, selected cases were subjected to content analysis based on criteria such as climate performance, material use, construction process, energy efficiency, and sustainability. The relationships among these criteria were determined using the DEMATEL method. Based on the analysis results, strategic decision-making principles were proposed to guide the development of prefabricated housing in disaster-affected areas. This multi-dimensional evaluation framework supports a holistic understanding of technical, environmental, and user-oriented design priorities.

Findings: The findings indicate that design criteria shaping post-disaster prefabricated housing vary according to contextual conditions. Climatic adaptation (C1) and thermal–moisture insulation (C2) emerge as the most influential factors, particularly in regions experiencing extreme temperatures and humidity. Material suitability (C3), together with the lightness and portability of building components (C4), significantly affects structural performance by enabling adaptable and locally responsive design solutions. Construction speed (C5) becomes the dominant criterion during emergency phases, directly guiding logistics, on-site assembly, and deployment efficiency. Energy efficiency (C6) and sustainability and recyclability (C7) maintain moderate yet consistent importance, closely associated with material selection and life-cycle performance. From an economic and social perspective, cost and resource efficiency (C8) and production availability (C9) determine feasibility across different regions. Finally, user comfort and social integration (C10) shape spatial quality, privacy, and long-term usability. Overall, the relative priority of these criteria shifts in relation to climate, urgency, and available resources, highlighting the necessity for balanced and criteria-sensitive design strategies in post-disaster housing.

Conclusion: This study highlights strategic principles for enhancing construction speed and portability, as well as improving the climate adaptability and user comfort of prefabricated housing in post-disaster contexts. These factors are identified as key drivers of resilience and long-term usability. Evaluating structures in relation to local climatic conditions and selecting materials and construction techniques suited to regional environments are essential. Integrating systematic decision-making frameworks that account for interactions among design criteria further strengthens this process. Modularity, flexibility, and energy-efficient, sustainable, and climate-responsive envelopes collectively provide a holistic foundation for resilient and effective post-disaster shelter design.

Keywords: Prefabrication, Post-disaster shelter, Construction system and material selection criteria, DEMATEL analysis.

ARAŞTIRMA MAKALESİ
Cilt 8, Sayı 2, 2025, 612-639
DOI: 10.59389/modular.1667585

GİRİŞ

Depremler, fiziksel yıkıma yol açarak geniş ölçekli ve acil barınma ihtiyacı ortaya çıkaran afet türlerinin başında gelmektedir. Afet sonrası barınma sorunu, bireysel çözümler olmaktan öte ekonomik, ekolojik ve sosyal sürdürülebilirlik ile doğrudan ilişkilidir. Türkiye'de afet sonrası barınma yaklaşımları, üç aşamalı model (acil yardım, rehabilitasyon, yeniden yapım) çerçevesinde ele alınmaktadır. Limoncu ve Bayülgen (2005) ile Limoncu ve Çelebioğlu (2006), bu modelin stratejik bütünlükten yoksun olduğunu vurgular. Konut üretiminin kısa vadeli kararlarla yönetilmesi; yüksek maliyet, teslim süresinde gecikme, çevresel ve kültürel uyumsuzlukla sonuçlanmaktadır. Ön üretimli yapım teknikleri, zamandan tasarruf sağlamaları ve aynı zamanda planlı üretim imkânlarıyla öncelikli olarak çözüm oluşturmaktadır. Diğer taraftan, 1999 Marmara Depremi deneyimi, ön üretimli geçici konutların hızlı çözüm sağlamakla birlikte ciddi atık üretimi, ekonomik ve sosyal sorunlar doğurduğunu göstermiştir. Bu durum, geçici konutların yeniden kullanım ve geri dönüşüm potansiyeline odaklanılması gerektiğini ortaya koymaktadır (Felix vd., 2013). Ön üretimli sistemlerin sahaya aktarım sürecinde, teknik kurulum başarısının yanı sıra yapının içinde bulunduğu çevresel bağlamla etkileşimi, kullanıcı davranışlarına olan uygunluğu ve yerel mimariyle kurduğu ilişki de barınma kalitesini doğrudan etkilemektedir. Afet sonrası geçici barınma birimleri; sosyal, kültürel ve fiziksel bağlamla uyumlu olmaları hâlinde uzun vadede geçiş konutu olarak etkin bir çözüm hâline gelebilmektedir.

Literatürde afet sonrası barınma konusu; sosyal sürdürülebilirlik, kullanıcı gereksinimleri ve çevresel uyum gibi çok boyutlu beklentilerle değerlendirilmiştir. Kızılelma ve Görgülü (2021), afet sonrası barınmada esneklik, hız ve bağlamsal uyum gerekliliğine dikkat çekmektedir. Ön üretimli sistemler, hız ve maliyet açısından avantaj sağlamakta ancak kültürel uyum ve kalite sorunları ortaya çıkarmaktadır. Aras ve Seymen (2024), Türkiye ve Japonya örneklerinden hareketle geçici konutların kullanıcı odaklı tasarlanması gerektiği konusuna dikkat çekmiştir. Nazarian vd. (2024), Herat Depremi sonrası ön üretimli uygulamalarda yerel malzemenin hızlı kurulum avantajlarını vurgulamıştır. Wagemann (2017), geçici konutların uzun süreli kullanıldığını ve kullanıcılar tarafından zaman içerisinde dönüştürüldüğünü belirtmektedir.

Detroit (2019), ön üretimli mimarinin geçicilik kapasitesinden yola çıkarak iklim değişikliğine uyum potansiyelini tartışmıştır. Tüm bu çalışmalar, ön üretimli yapım sistemlerinin yapı üretim sürecinde hız, taşınabilirlik ve kaynak optimizasyonu gibi avantajlar sağladığını göstermektedir. Bu çalışma, söz konusu tartışmayı sistem ve malzeme seçimi kriterleri üzerinden metodolojik bir analizle derinleştirmektedir. Yapıların çevresel, sosyal ve teknik bağlamlara uyumunu belirleyen tasarım kararlarının bütüncül biçimde değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu noktada karar verme yöntemleri, kriterler arasındaki yönlendirici etkileri sistematik biçimde incelemeye olanak tanımaktadır.

Yapı kuruluşunda malzeme tercihleri, literatürde önemli bir karar verme problemi olarak ele alınmaktadır. Figueiredo vd. (2021), malzeme seçimini yaşam döngüsü sürdürülebilirliği kapsamında BIM (Yapı Bilgisi Modelleme) ve Bulanık Mantık yöntemleriyle inceleyerek çevresel etkileri değerlendirmiştir. Guaygua vd. (2024), depreme dayanıklı modüler sistemleri LCA (Yaşam Döngüsü Analizi) yöntemiyle karşılaştırmış; çelik, ahşap ve betonarme alternatiflerinin dayanıklılık ve sürdürülebilirlik performanslarını analiz etmiştir. Hosseini vd. (2016), Bam Depremi sonrasında kullanılan teknolojileri AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci) yöntemiyle değerlendirerek, düşük maliyet ve yerel malzeme kullanımının kısa vadede avantaj, uzun vadede ise sınırlılık oluşturduğunu göstermiştir. El Hage vd. (2023) ve Güler vd. (2022), yerleşim alanı seçiminden yola çıkarak karar verme süreçlerinde fiziksel, sosyal ve ekonomik önceliklerin bütüncül biçimde ele alınması gerektiğini vurgulamıştır. Tüm bu karar verme araçları incelendikten sonra çalışmada, afet sonrası barınma süreçlerinde kriterler arası nedensel ilişkilerde hangi kriterlerin yönlendirici, hangilerinin kısıtlayıcı olduğunu ortaya koymak amacıyla DEMATEL yöntemi kullanılmıştır. Geçici barınma uygulamaları ile sınırlandırılmış analiz, farklı coğrafyalarda kullanılan ön üretimli konut sistemlerinin çeşitliliğini ve yenilik düzeylerini ortaya koymak hedeflemiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda, afet sonrası konut üretiminde tercihleri şekillendiren

ARAŞTIRMA MAKALESİ
Cilt 8, Sayı 2, 2025, 612-639
DOI: 10.59389/modular.1667585

ölçütler arasındaki karşılıklı ilişkileri ve yapı üretim süreçlerini bütüncül bir çerçevede ele alınabilmesine yönelik bir bakış geliştirilmiştir.

Problemin Tanımı

Afet sonrası barınma ihtiyacına yönelik geliştirilen ön üretimli konut çözümleri, çoğu zaman içinde bulundukları çevresel bağlamla sınırlı bir ilişki kurmakta; iklimsel koşullar ve kullanıcı beklentileri bütüncül biçimde değerlendirilememektedir. Bu durum, yapım sistemi ve malzeme tercihlerinin teknik gerekliliklerin ötesinde, bağlamsal ve sürdürülebilirlik odaklı kriterler ışığında ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Afet sonrası ön üretimli yapı uygulamalarında karar verme süreçlerini etkileyen temel ölçütlerin analiz edilmesi, bu ölçütler arasındaki etkileşimlerin ortaya konulması ve tasarım sürecine yön verecek stratejik önceliklerin belirlenmesi, çalışmanın çıkış noktasını oluşturmaktadır.

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada, Türkiye ve dünyada deprem sonrası nitelikli ön üretimli konut uygulamaları model alınarak, bu sistemlerin çevresel, mekânsal ve kullanıcı odaklı gereksinimlerle nasıl ilişkilendiğini bütüncül biçimde ortaya koymak amaçlanmaktadır. Afet sonrası süreçlerde kullanılan barınma birimlerinin yapısal tasarımlarının nasıl geliştirildiği, hangi ölçütlerin seçim kararlarını yönlendirdiği ve Türkiye'de doğal, yapılı ve sosyal çevreyle uyumlu kriterlerin nasıl belirlenebileceği sorgulanmaktadır.

Araştırmanın Soruları

Çalışma, ön üretimli yapıların doğal çevre, yerleşim dokusu ve kullanıcı ihtiyaçlarına duyarlı tasarımının dayanıklılık, enerji verimliliği ve kullanım performansını artırdığı varsayımına dayanmaktadır. Bu kapsamda araştırma aşağıdaki temel sorular etrafında şekillendirilmiştir:

- Ön üretimli sistemler doğal çevre, yerleşim dokusu ve kullanıcı gereksinimleriyle ne ölçüde uyumludur?
- Farklı coğrafi ve iklimsel koşullarda malzeme ve yapım teknikleri yapı performansını nasıl etkilemektedir?
- Nem, sıcaklık, yağış ve rüzgâr gibi iklimsel faktörler, yapısal dayanıklılık, enerji verimliliği ve kullanıcı konforu açısından nasıl bir rol oynamaktadır?
- Afet sonrası yapılaşmada hangi sistem ve malzeme özellikleri tercih edilmelidir?
- Bu yapıların çevresel, sosyal ve fiziksel bağlamla uyumlu olmasını sağlayacak karar verme sistematiği nasıl kurgulanmalıdır?

Araştırmanın Kapsamı

Çalışma, afet sonrası süreçlerde hızlı barınma sağlamak ve kalıcı yerleşime geçişi kolaylaştırmak amacıyla kullanılan geçici konut kuruluşuna odaklanmıştır. Bu nedenle kalıcı konut uygulamaları kapsam dışı bırakılmıştır. Araştırma kapsamında Türkiye'den erken dönem ve güncel iki uygulamanın yanı sıra Şili ve Japonya'dan farklı malzeme tipolojilerini temsil eden örnekler değerlendirilmiştir. Bu karşılaştırma, farklı coğrafyalarda kullanılan ön üretimli sistemlerin çeşitliliğini, yenilik düzeyini ve bağlamsal uyumunu ortaya koymayı hedeflemektedir. Elde edilen veriler, tasarım ölçütlerinin göreli ağırlıklarını belirlemeye ve karar verme süreçlerine yönelik stratejik çıkarımlar geliştirmeye yöneliktir.

KURAMSAL ÇERÇEVE

ARAŞTIRMA MAKALESİ
Cilt 8, Sayı 2, 2025, 612-639
DOI: 10.59389/modular.1667585

Çalışma, afet sonrası barınma ihtiyacının sosyal, psikolojik ve ekonomik arka planı ile bu gereksinime yönelik geliştirilen ön üretimli yapım sistemlerinin uygulama biçimlerini ve malzeme çeşitliliğini temel almaktadır.

Afet Sonrası Barınma Kavramı

Afet sonrası barınmada bireylerin temel gereksinimlerinin karşılanması, duygusal güvenlik ve mahremiyet ile dış etkenlere karşı koruma (soğuk, sıcak, rüzgâr ve yağmur) öncelikli beklentidir (Goldhill ve Fitzgibbon, 2021). Afet sonrasında ilk olarak geçici barınma çözümleri oluşturulmaktadır. Geçici konut alanlarının planlamasında, kalıcı konutların yapım aşaması tamamlanana kadar barınma ihtiyaçlarının karşılanması amaçlanır. Geçici barınma birimi tasarımında; coğrafi bölge koşullarına uygun, depreme dayanıklı venitelikli ürünlerden yapılmış, konforlu, kolay uygulanabilen ve taşınabilen, dışarıdan gelen çeşitli etkilerden korunabilen ve en önemlisi çevreye zarar vermeyen, yenilenebilir ve sürdürülebilir çözümler üretilmesi önceliklidir (Avlar vd., 2023). Geçici konutlar yalnızca barınma sağlamaz, afet sonrası doğal ve yapılı çevre ile uyum açısından iyileşme sürecinde de temel bir rol oynar. Afet sonrası barınma ihtiyacı, sosyal süreklilik, psikolojik iyilik hâli ve çevresel sürdürülebilirlikle doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle yapım sistemlerinin tasarımı, teknik çözümlerden ibaret görülmemeli; toplumsal, kültürel ve iklimsel boyutlar dikkate alınarak bütüncül bir yaklaşımla ele alınmalıdır. Mekânsal çözümlerin afet sonrası psikolojik iyileşmeye katkısı da göz ardı edilmemelidir. Barınma, bireylerin aidiyet duygusunu yeniden inşa etmelerine de aracılık eder. Bu nedenle yapıların duygusal ve sosyal iyileşme bağlamında da değerlendirilmesi gerekir (Kelman ve Stough, 2015). Afet sonrası barınma uygulamalarında 'insan odaklı tasarım', sosyo-kültürel farkındalık gerektirmektedir. Mimarların teknik çözüm üreticileri olarak konumlandığı durumlarda, kullanıcı katılımlı tasarım süreçlerinin eksikliği başarısız sonuçlara yol açabilmektedir (Tauber, 2014). Yerel inşa kültürünün göz ardı edilmesi, mimarların bağlama yabancı kalması, kullanıcı memnuniyetini ve yapıların uzun vadede kabul görmesini olumsuz etkilemektedir.

Ön Üretimli Yapım Tipolojisi

Afet sonrası süreçlerde ortaya çıkan barınma gereksinimlerini karşılamak ve konut ihtiyacına hızlı bir yanıt sunmak açısından ön üretimli sistemler ayrıcalıklı bir çözüm yolu oluşturmaktadır. Fransızca'dan Türkçe'ye geçen 'prefabrik' sözcüğü önceden üretilmiş, ön üretimli anlamına gelir (Kurnalı, 2015). Bu sistemlerde yapı bileşenleri fabrikalarda standart ölçülerde üretilir, şantiyede kısa sürede monte edilir. Böylece üretim süreci hızlanır, iş gücü azalır ve kalite kontrolü sağlanır (BC Housing, 2014). Modüler yapı mantığı, modern mimaride standartlaşmayı destekler; bileşenlerin tekrarlanan oranlarla bir araya gelmesi, farklı yükseklik ve tipte yapıların kısa sürede inşasına olanak tanır. Kapalı üretim ortamları, kötü hava koşullarından bağımsız çalışma imkânı sunarak süreci hızlandırır. Bu yönüyle modüler sistemler, maliyet ve zamandan tasarruf sağlayan, büyük ölçekli projeler için verimli çözümler üretir (Ishirugi, 2023). Ön üretimli sistemlerin avantajları; malzeme kalitesinin denetlenebilir olması, hızlı kurulum ve standart bileşenlerle esnek tasarım imkânı sunmasıdır. Standart üretim; cephe, kapı, pencere gibi elemanlarda çeşitlilik yaratırken seri üretimle ekonomik verimliliği de artırır (Knaack vd., 2012). Bu sistemler, yapım yöntemine göre panel, iskelet (çerçeve) ve hücresel (modüler) türlere ayrılır. Panel sistemler, belirli modül aralıklarında levha kullanımına dayanır. Tek ya da çok katmanlı üretilebilen paneller, taşıyıcı veya bölücü eleman olarak işlev görür (Eser, 1982). Çok katmanlı paneller, enerji verimliliği ve konfor açısından önemli avantaj sağlar. İskelet sistemlerde, düşey ve yatay bileşenler bir araya gelerek çerçeve oluşturur (Sucuoğlu, 1999). Bu sistem, geniş açıklıklı mekânlar için uygun olup, esnek düzenleme ve hızlı montaj imkânı sunar. Hücresel sistemler, tüm mekân birimlerinin üç boyutlu modüller hâlinde üretilmesi esasına dayanır. Bu yöntem, şantiyedeki iş süresini en aza indirerek tam donanımlı birimler oluşturulmasını sağlar.

Malzeme türü açısından ise ahşap, beton (prekast) ve çelik malzeme ile üretim seçenekleri bulunmaktadır. Ahşap; doğallığı, hafifliği ve yüksek taşıma gücüyle sürdürülebilir bir yapı malzemesidir. Kompozit sistemlerde ahşap, beton veya metal ile birleştirilerek daha dayanıklı bileşenler üretilebilir. Ahşap-beton kompozit

ARAŞTIRMA MAKALESİ
Cilt 8, Sayı 2, 2025, 612-639
DOI: 10.59389/modular.1667585

döşeme sistemleri buna örnektir (IBA Hamburg GmbH, 2013). OSB, kontrplak ve LVL gibi ürünler; homojen yük dağılımı, işlenebilirlik ve yenilenebilirlik açısından avantaj sağlar (Bodig ve Jayne, 1982). Beton (prekast) sistemler, yüksek dayanım ve uzun ömür sunar. Elemanlar fabrikada üretilir, sahada rijit veya mafsallı bağlantılarla birleştirilir (Özdamar Seitablaiev ve Umaroğulları, 2020). Çelik sistemler; hafiflik, taşınabilirlik ve geri dönüştürülebilirlik özellikleriyle öne çıkar. Özellikle modüler yapılarda çelik çerçeveleme, çok katlı konut üretimine olanak tanır. Soğuk haddelenmiş çelik modüller yaklaşık on kata kadar güvenle istiflenebilir (Ryder, 2013). Ön üretimli barınma çözümleri ahşap, beton ve metal malzeme çeşitliliğiyle farklı coğrafi ve iklimsel koşullara uyarlanabilir.

Diğer taraftan bu uygulamalar, malzemelerin fiziksel özelliklerine göre yer/yerleşme ile uyum açısından farklılıklar oluşturabilmektedir. Ön üretim modelleri hızlı montaj ve standartlaşmış kalite gibi önemli avantajlar sunsa da afet sonrasında ortaya çıkan fiziksel ve lojistik koşullar bu sistemlerin uygulanabilirliğini sınırlayabilmektedir. Üretim merkezlerinin afet bölgesinden uzakta konumlanması, tedarik zincirinin ulaşım altyapısına bağımlı olmasına yol açar. Büyük depremler sonrası karayollarında oluşan hasarlar, modüler birimlerin sahaya ulaşmasını ciddi biçimde geciktirebilir; 1999 Marmara Depremi'nde ana ulaşım arterlerinin çökmesi ve lojistik erişimin günlerce kesintiye uğraması (Erdik, 2001) bu duruma çarpıcı bir örnektir. Türkiye'de ön üretim ve modüler yapı bileşenlerinin üretimi yaygın olsa da afet sonrası ortaya çıkan yüksek hacimli ve acil talep, çoğu zaman mevcut kapasitenin üzerinde gerçekleşmektedir. 1999 Marmara Depremi sonrasında toplam 380.000 yapının hasar görmesi ve 120.000 konutun tamamen kullanılamaz hâle gelmesi, 250.000'den fazla kişinin acil barınma ihtiyacını doğurmuştur (Johnson, 2007). Bu durum bölgesel üretim ve depolamanın önemine dikkat çekmiştir. Kuruluma geçilene kadar ön üretimli bileşenlerin zarar görmemesi için uygun ara depolama alanlarına ihtiyaç duyulur. Afet bölgelerinde kontrollü ve korunaklı depolama alanlarının yeterli olmaması modüllerin nem, yağış, ısıl farklar ve darbe etkileriyle bozulma riskini artırır (Felix vd., 2013). Ayrıca uzun mesafeli taşımalarda panel ve modül birimlerinin fiziksel bütünlüğünü korumak güçleşmekte ve bağlantı noktalarında gevşeme, panellerde deformasyon ve yüzey bütünlüğünde kayıplar gibi sorunlara sıklıkla rastlanabilmektedir (Davis, 1978). Bu nedenle ön üretimli sistemlerin afet sonrası kullanımında üretim-saha mesafesi, ulaşım altyapısının hasar durumu, depolama kapasitesi ve taşıma organizasyonu, teknik performans kadar belirleyici olmakta; sistemin başarısı bütüncül bir lojistik yönetimine bağlı hâle gelmektedir.

ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Bu çalışmada, afet sonrası ön üretimli yapı uygulamalarında temel tasarım kriterleri ele alınmakta ve bu kriterler arasındaki ilişkiler karşılaştırmalı analiz edilerek karar verme sürecindeki stratejik önceliklerin ortaya konulması amaçlanmaktadır. Kriterler arası nedensel ilişkileri değerlendirebilmek için nitel araştırma yöntemlerinden DEMATEL (Karar Verme Denemesi ve Değerlendirme Laboratuvarı) analiz yöntemi kullanılmıştır. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan DEMATEL, karmaşık sistemlerdeki değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkilerini doğrudan ve dolaylı etkiler üzerinden çözümlemeye imkân tanıyan güçlü bir analiz tekniğidir (Si vd., 2018). Bu yöntem, sistemdeki unsurların birbirleri üzerindeki etkilerini matematiksel olarak belirlemekte; bu ilişkileri neden-sonuç grupları biçiminde sınıflandırmakta ve sonuçları grafiksel olarak görselleştirmektedir. Gabus ve Fontela (1972) tarafından geliştirilen DEMATEL, günümüzde afet yönetimi, acil durum planlaması ve sürdürülebilirlik araştırmalarında yaygın biçimde kullanılmaktadır. Si vd. (2018), yöntemin disiplinler arası uygulamalarını derlemiş; Nyimbili vd. (2023), İstanbul'daki acil durum tesislerinin yer seçiminin mekânsal planlamaya uygulanabilirliğini göstermiştir. Chen vd. (2023) ise çok faktörlü sistemlerde geliştirdikleri hiyerarşik DEMATEL yaklaşımıyla büyük ölçekli veri setlerinden güvenilir sonuçlar elde edilebildiğini ortaya koymuştur.

Tüm bu çıkarımlar, yöntemin esnek, ölçeklenebilir ve bağlama uyarlanabilir yapısını yansıtmaktadır. Literatürde, DEMATEL'in uzman görüşlerine ya da nitel-nicel ölçütlere dayalı farklı biçimlerde uygulandığı görülmektedir. Bu araştırmada yöntemin ölçüt temelli ve sayısal çıktılar üreten biçimi tercih edilmiştir.

ARAŞTIRMA MAKALESİ
Cilt 8, Sayı 2, 2025, 612-639
DOI: 10.59389/modular.1667585

Tercihin nedeni, afet sonrası ön üretimli yapıların tasarım ve yapım kararlarını yönlendiren kriterler arasındaki karşılıklı etkilerin nicel olarak görünür kılınmasıdır. DEMATEL, doğrudan ve dolaylı etki düzeylerini belirleyerek bu ilişkileri neden-sonuç diyagramları aracılığıyla karar vericilere sunar. Çalışmanın materyalini, ulusal ve uluslararası literatürden seçilen farklı dönemlerde ve çeşitli iklim bölgelerinde uygulanmış ön üretimli barınma yapıları oluşturmaktadır.

Bu kapsamda araştırma süreci dört temel aşamada yapılandırılmıştır:

Aşama 1- Tasarım ve performansı yönlendiren ölçütlerin belirlenmesi: Öncelikle literatür taraması gerçekleştirilmiş, afet sonrası ön üretimli barınma yapılarında etkili olduğu düşünülen ölçütler ve alt ölçütler tanımlanmıştır.

Aşama 2- Veri evreninin oluşturulması / Örnek afet sonrası barınma uygulamalarının seçimi: Çalışmada mümkün olan en az sayıda yapı seçilerek analiz evreni oluşturulmuştur. Bunun nedeni, çok sayıda örnek üzerinden yüzeysel bir genelleme yapmak yerine, az sayıda fakat parametre çeşitliliği yüksek yapılar üzerinden derinlemesine karşılaştırmalı bir analiz gerçekleştirmektir. Örneklerin az sayıya indirgenmesiyle kriterler arasındaki nedensel ilişkilerin daha net biçimde sınanmasına imkân sağlanmaktadır. Bu seçimle birlikte hem erken/güncel dönem uygulama farklılığı hem de malzeme çeşitliliği (doğal ahşap, endüstriyel ahşap panel, metal) karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Ayrıca seçilen örnekler ölçek ve kapasite açısından da farklılık gösterdiği için afet sonrası barınma çözümlerinin farklı bağlamlarda nasıl konumlandığına dair daha dengeli bir değerlendirme zemini oluşturulmuştur.

Çalışmada seçilen dört örnek; farklı coğrafi bölgeleri, iklim koşullarını, tarihsel dönemleri ve yapım sistemlerini temsil etmektedir. Türkiye ölçeğinde; 1939 Erzincan Kurma Evler (Erken Cumhuriyet Dönemi, ahşap esaslı sistem) ve 2020 Elâzığ Konteyner/Afet Konutları (güncel uygulama, metal sistem) yer almaktadır. Uluslararası ölçekte ise 2010 Şili Maule Mediagua Konutları (Güney Amerika, ahşap panelli sistem) ile 2011 Japonya Onagawa Geçici Konutları (Asya, metal sistem) incelenmiştir. Her bir örnek için akademik yayınlar, teknik raporlar ve görsel dokümanlar üzerinden yapıların fiziksel çevre, yerleşme dokusu ve kullanıcı gereksinimleriyle kurduğu ilişkiler araştırılmıştır.

Aşama 3- Veri analizi ve kanıta dayalı kodlama: Ön üretimli yapı örnekleri; teknik, çevresel ve ekonomik, sosyal ölçütler temelinde değerlendirilmiştir. Bu kapsamda her bir ölçüt, yapım sistemi ve malzeme seçimine ilişkin kararları temsil edecek biçimde tanımlanmış, ölçütler arasındaki karşılıklı etkileşimler DEMATEL yöntemi kullanılarak modellenmiştir. Analiz sürecinde, her bir kriterin diğer kriterler üzerindeki etkisi 0-4 aralığında kodlanmış (0=etki yok, 4=çok yüksek etki) ve her örnek için 10×10 boyutunda bir doğrudan etki matrisi oluşturulmuştur. Bu matris normalize edilerek karşılaştırılabilir bir N matrisi elde edilmiş, normalize matris üzerinden doğrudan ve dolaylı etkileri birlikte içeren toplam etki matrisi (T) hesaplanmıştır. Literatürde 'total relation matrix' olarak tanımlanan bu çıkarım aşaması, DEMATEL hesaplamalarının temelini oluşturmaktadır (Seker ve Zavadskas, 2017). Elde edilen toplam etki matrisi üzerinden her bir kriter için D (etki), R (etkilenme), D+R (toplam önem) ve D-R (nedensellik) değerleri hesaplanarak ölçütlerin göreli önemleri ve etkileşim yapıları sayısal olarak ortaya konmuştur.

Aşama 4- Matrislerin işlenmesi ve DEMATEL çıktılarına ulaşılması: Elde edilen D-R değerleriyle kriterler 'neden' ve 'sonuç' gruplarına ayrılmış, D+R değerleri ise kriterlerin göreli önemini nicel olarak ortaya koymuştur. Analiz çıktıları, nedensellik diyagramları ve radar grafikler ile görselleştirilerek, kriter gruplarının göreli konumları karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Analiz çıktıları doğrultusunda, afet sonrası ön üretimli yapım sistemleri için performans ölçütlerinin birbirleriyle olan nedensel ilişkilerini de dikkate alan çok boyutlu değerlendirmelere dayalı stratejik karar

ARAŞTIRMA MAKALESİ
Cilt 8, Sayı 2, 2025, 612-639
DOI: 10.59389/modular.1667585

verme ilkeleri geliştirilmiştir. Bu ilkeler sayesinde, hangi kriterlerin karar sürecinde yönlendirici, hangilerinin bağımlı veya kısıtlayıcı olduğu araştırılmış ve bulgular elde edilmiştir.

Ön Üretimli Yapı Tasarımını Yönlendiren Etkenlerin Belirlenmesi

Afet sonrası ön üretimli barınma yapılarının kuruluşuna yönelik karar verme mekanizmasını çok boyutlu biçimde incelemek amacıyla, 'Çevresel Uyum ve Bağlam', 'Teknik Performans ve Yapım Süreci', 'Çevresel Sürdürülebilirlik' ve 'Ekonomik ve Sosyal Boyutlar' kategorilerini temsil eden kriterler belirlenmiştir. Bu ölçütler, DEMATEL yöntemi için temel girdileri oluşturmuş ve kriterler arasındaki yönlendirici-bağımlı ilişkilerin sistematik biçimde çözümlenmesini sağlamıştır.

Yapı elemanlarının hafifliği ve yapım hızına ilişkin ölçütlerin afet sonrası acil müdahale süreçlerindeki öneminin belirginleşmesi, ön üretimli yapıların değerlendirilmesinde bu kriterleri öncelikli hâle getirmektedir. Hafif elemanlar nakliye kolaylığı sağlamakta, montaj süresini kısaltmakta ve deprem sonrası koşullarda sahaya erişim güçleştiğinde uygulanabilirliği artırmaktadır (Celentano vd., 2019). Bu nedenle yapım hızı ile hafiflik ve taşınabilirlik çalışma kapsamında tasarım sürecini yönlendiren anahtar kriterler olarak tanımlanmıştır.

Yapıların tasarım kararlarını, iklimin belirleyici unsurları olan sıcaklık, nem, yağış ve rüzgâr gibi meteorolojik faktörler yönlendirmektedir. Dünya genelinde iklim türleri tropikal, kuru, ılıman, karasal ve kutup iklimlerinden oluşacak şekilde sınıflandırılır (Köppen, 1884/2011). Türkiye'de ise biyoklimatik özelliklere göre soğuk, sıcak-nemli, sıcak-kuru, ılıman-nemli ve ılıman-kuru olmak üzere beş bölge tanımlanır (Kısa Ovalı, 2019). Soğuk iklim bölgelerinde kar yükü, buzlanma ve düşük dış sıcaklıklar bina kabuğu üzerindeki ısı kaybını artırır; yapı kabuğu kuruluşunda güçlü ısı yalıtımı ve buhar geçirimsizliği önem kazanır (Al-Shatnawi, 2024). Sıcak ve nemli iklimlerde yoğuşma, nem ve aşırı sıcaklık iç mekân konforunu azaltmakta; tasarımda hava bariyerleri, gölgeleme ve doğal havalandırma önlemleri gerekmektedir (Grudzińska vd., 2024). Bu bağlamda, yapı kabuğunun performansı kadar malzeme seçiminde bölgeye özgü çözümlemelerin yapılması gereklidir. Sıcaklık, atmosferin temel belirleyici öğesidir ve yapı elemanlarının genleşme, yalıtım ve enerji verimliliği üzerinde doğrudan etkilidir (Köppen, 1884/2011). Nem ise yapı malzemelerinde deformasyon, küf oluşumu ve iç mekân konforunu etkileyen kritik bir parametredir (Nijman vd., 2020). Bu faktörler göz ardı edildiğinde iç mekân konforu düşmekte, yapıların ömrü kısalmakta ve bakım maliyetleri artmaktadır.

Tüm bu faktörler, yapıların kullanım ömrüyle de doğrudan ilişkilidir. Malzeme uygunluğu, ön üretimli yapılarda hem dayanıklılık hem de iklim koşullarına ve kullanım süresine uyum açısından belirleyici bir etkendir. Yerel kaynak kullanımı çevresel ve ekonomik sürdürülebilirliği desteklemektedir (Figueiredo vd., 2021). Farklı malzemeler, özellikle çelik, ahşap ve betonarme sistemler, dayanıklılık ve enerji verimliliği bakımından değişen performanslar sergilemektedir (Guaygua vd., 2024). Ayrıca, tedarik zinciri yönetimi enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik üzerinde doğrudan etkili bir kriterdir.

Afet sonrası barınma çözümlerinde enerji verimliliği, ekonomik sürdürülebilirlik ve çevresel etki açısından temel bir ölçüttür. Pasif iklimlendirme stratejileri ve düşük enerji tüketimli malzeme tercihleri, yaşam döngüsü maliyetlerini azaltmakta ve karbon ayak izini düşürmektedir (Felix vd., 2013). Bununla ilişkili olarak sürdürülebilirlik ve geri dönüştürülebilirlik, yapı ömrü sonunda malzeme ve bileşenlerin yeniden kullanımı yoluyla kaynak optimizasyonuna katkı sağlar. Maliyet ve kaynak kullanımı ilk yatırım giderlerinin yanı sıra bakım, onarım ve uzun vadeli kullanım süresince ortaya çıkan yükümlülükleri de içerir. Üretim altyapısının yerel veya ulusal ölçekte yaygın olması, tedarik zincirini kısaltarak nakliye maliyetlerini düşürmekte ve afet sonrası hızlı müdahaleyi mümkün kılmaktadır (Nazarian vd., 2024). Bunun yanı sıra kullanıcı konforu ve sosyal uyum boyutu, barınma birimlerinin sosyal yaşamın sürekliliğini ve psikolojik iyileşmeyi desteklemesini gerektirir. Mahremiyet, güvenlik, mekânsal organizasyon ve kültürel alışkanlıklara uygunluk, tasarım

ARAŞTIRMA MAKALESİ
Cilt 8, Sayı 2, 2025, 612-639
DOI: 10.59389/modular.1667585

sürecinde dikkate alınması gereken kritik ölçütler arasındadır (Aras ve Seymen, 2024). Tüm bu kriterlerin birlikte değerlendirilmesi, afet sonrası ön üretimli barınma yapılarının uzun vadeli dayanıklılık, çevresel uyum ve toplumsal sürdürülebilirlik açısından performansının sistematik biçimde analiz edilmesine olanak tanır. Kriterlerin her biri karar matrisi için temel girdi olarak tanımlanmış (Tablo 1) ve her bir kriterin sistem üzerindeki etkisi uygulama örnekleri üzerinden değerlendirilmiştir.

Tablo 1. DEMATEL Analiz kriterleri tablosu

Kategori	Kod	Kriter	Açıklama
Çevresel Uyum ve Bağlam	C1	İklimsel Uyum	Sıcaklık, nem, yağış ve rüzgâra karşı direnç
	C2	Isı ve Nem Yalıtımı	Termal konfor ve nem kontrolü
Teknik Performans ve Yapım Süreci	C3	Malzeme Uygunluğu	Seçilen malzemenin bölgesel uyumu ve performansı
	C4	Yapı Elemanlarının Hafifliği ve Taşınabilirliği	Elemanların ağırlık, hacim ve sahaya taşınabilirlik özellikleri
	C5	Yapım Hızı	Kurulum süresi ve montaj kolaylığı
	C6	Enerji Verimliliği	Yaşam döngüsünde düşük enerji tüketimi
Çevresel Sürdürülebilirlik	C7	Sürdürülebilirlik ve Geri Dönüştürülebilirlik	Karbon ayak izi, malzeme ömrü, yeniden kullanım potansiyeli
Ekonomik ve Sosyal Boyutlar	C8	Maliyet ve Kaynak Kullanımı	Yapının üretim, nakliye ve montaj maliyetleri
	C9	Üretim Yaygınlığı	Yerel/ulusal ölçekte üretim altyapısının mevcudiyeti
	C10	Kullanıcı Konforu ve Sosyal Uyum	Yaşanabilirlik, mahremiyet, alışkanlıklara uyum

Örnek Yapı Uygulamaları Kümesi Üzerinden Veri Toplanması

Araştırmada, farklı parametreleri temsil etme kapasitesi yüksek dört yapı seçilerek veri evreni oluşturulmuştur. Bu yaklaşım, geniş örneklem yerine az fakat karşılaştırmalı analiz yapmaya elverişli örneklerle DEMATEL yönteminde kullanılacak kriterlerin çeşitlilik içinde sınanmasına ve yerel-küresel bağlamda dengeli bir değerlendirme zemininin kurulmasına imkân sağlamıştır. Seçilen yapılar, Türkiye ve uluslararası bağlamları temsil edecek şekilde iki grup altında incelenmiştir. Türkiye örnekleri arasında, erken dönem uygulaması 1939 Erzincan Kurma Evler (Erken Cumhuriyet Dönemi, ahşap esaslı sistem) ile güncel uygulama olan 2020 Elâzığ Konteyner Kent/Afet Konutları (güncel uygulama, metal sistem) yer almakta olup, bu yapılar yerel ölçekte tarihsel sürekliliği ve yapım teknolojilerindeki dönüşümü yansıtmaktadır. Uluslararası ölçekte ise Asya'da konteyner temelli çözüm sunan 2011 Japonya Onagawa Geçici Konutları (Asya, metal sistem) ve Güney Amerika'da yerel malzeme kullanımına dayalı, düşük maliyetli bir örnek olan 2010 Şili Maule Mediagua Konutları (Güney Amerika, ahşap panelli sistem) incelenmiştir. Bu sınıflandırma, Türkiye'deki tarihsel ve güncel deneyimlerin uluslararası örneklerle doğrudan karşılaştırılmasına imkân tanımıştır. Her yapıya ilişkin olarak, fiziksel çevreyle uyum, yerleşme dokusu, kullanıcı gereksinimleri, malzemenin çevresel dayanıklılığı, kurulum süresi ve farklı büyüklük ve yoğunluklarda uygulanabilme kapasitesi gibi değişkenlere dair veriler derlenmiş, böylece sentez aşaması için somut ve karşılaştırılabilir bir değerlendirme zemini oluşturulmuştur.

Ulusal Uygulama 1: 27 Aralık 1939 Erzincan Depremi ve Kurma Evler Projesi

1939 Erzincan Depremi, 7,9 (MW) büyüklüğü ile 19. yüzyıldan günümüze kadar Anadolu'da yaşanan en büyük deprem olarak kabul edilmektedir (Haçin, 2014). Sonraki süreçte, 1992 Erzincan Depremi de şehre büyük hasar vermiş ve benzer şekilde yapısal zayıflıkları ortaya çıkarmıştır. 1992 Erzincan deprem rapor tutanaklarına göre en çok hasar alan yapıların betonarme binalar olduğu belirlenmiştir (Başgöze, 2020). Kurma Evler, diğer adıyla Takma Evler, 1939 Erzincan Depremi sonrasında sürekli kullanım ve konfor sağlamak amacıyla inşa edilmiştir. Günde ortalama 5-6 birimin kurulabildiği bu yapılar, dönemin koşullarına göre hızlı, dayanıklı ve modüler bir sistem anlayışıyla tasarlanmıştır. Kurma Evler Avusturya'dan demonte hâlinde

ARAŞTIRMA MAKALESİ
Cilt 8, Sayı 2, 2025, 612-639
DOI: 10.59389/modular.1667585

gelmiştir (Koyunoğlu, 1977). Bu projeyle birlikte, ön üretimli yapıların depreme dayanıklı ve hızlı çözümler sunduğu bir kez daha kanıtlanmış ve afet sonrası konut ihtiyacına yönelik önemli bir deneyim kazanılmıştır.

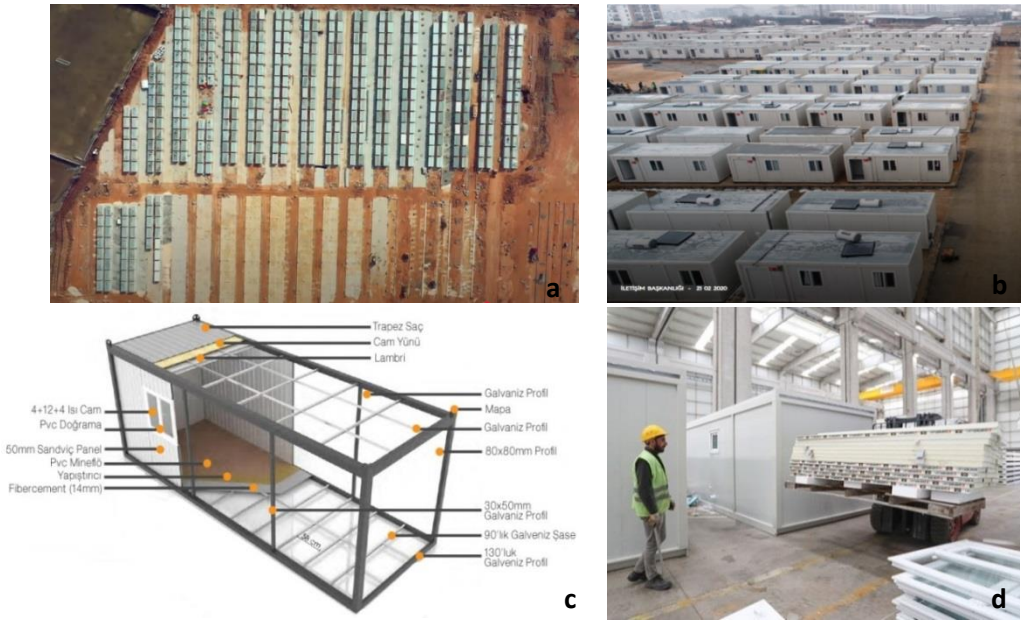
Kurma Evler, ahşap panel sistemine dayalı ön üretimli konutlardır. Duvar elemanları çift cidarlı ahşap panellerden oluşmakta, yapı 50 cm kalınlığında beton temel üzerine oturmaktadır. Yapıyı oluşturan büyük boyutlu, geçme ahşap elemanlar ile cephedeki kapı ve pencere boşluklarını tanımlayan oranlar, modüler bir biçimlenme anlayışını ortaya koymuştur. Konutların ahşaptan karkas dış cephe kaplama yüzeyleri; duvar karkasını oluşturan kirişleri sağlamlaştırmak amacıyla diyagonal biçimde, rendesiz, 2 cm kalınlıkta ve karışık ince tahtalar ile kaplanmıştır. Sonrasında dış cephe kaplama tahtaları üzerine ruberoit veya kumlu muşamba çivi veya rondelalar yoluyla sabitlenmektedir (Atabeyli Çağlık ve Say Özer, 2023). Yörede geleneksel yapı uygulamaları kerpiç dolgulu ahşap iskeletten oluşmaktadır. Erzincan, karasal iklimin etkili olduğu; kışları sert ve uzun süreli soğuk, yazları ise sıcak ve kurak geçen bir bölgedir. Fırat Vadisi'nde yaz aylarında sıcak ve kuru hava hâkimken, kış aylarında yoğun nem ve soğuk görülmektedir. Yöresel ahşap karkas sistem, bu koşullarda 'nefes alabilir' kabuk oluşturmuştur. Kurma Evler'in ahşap karkas taşıyıcı sistemi, bu iklim koşullarına oldukça uygun bir seçimdir (Şekil 1).

Şekil 1. Kurma Evler a- Dış Duvar Detayı (Özel Can, 2020) b- Çatı Montajına Geçilmiş Kurma Ev (Koyunoğlu, 1977) c- İki, üç ve dört odalı kurma evler (Atabeyli Çağlık ve Say Özer, 2023)

Ulusal Uygulama 2: Ocak 2020 Elâzığ Depremi, Konteyner Kent ve Afet Konutları

24 Ocak 2020 saat 20:55'te, merkez üssü Elâzığ ilinin Sivrice ilçesi olarak belirlenen, 6.8 (Mw) büyüklüğünde deprem meydana gelmiştir (Oyguç, 2022). Deprem sonrasında yaklaşık 5.000 ailenin barınacağı bir konteyner kentin kurulumu başlatılmıştır. Zorlu kış koşullarına rağmen depremzedelere kısa sürede güvenli yaşam alanı sağlanmış; konteyner yapılar hızlı üretim ve montaj avantajları nedeniyle öncelikli çözüm olarak tercih edilmiştir (T.C. İletişim Başkanlığı, 2020, Şubat 5). Doğukent Mahallesi'nde kurulan konteyner kent, afet sonrası dönemde oluşturulan ilk geçici yerleşim alanlarından biridir (Şekil 2). Geçici olarak tasarlanan bu konutlar, öngörülen sürenin ötesinde kullanılarak 2025'e kadar barınma ihtiyacını karşılamış ve geçici çözümlerin geçiş konutuna dönüşme potansiyelini göstermiştir.

ARAŞTIRMA MAKALESİ
Cilt 8, Sayı 2, 2025, 612-639
DOI: 10.59389/modular.1667585



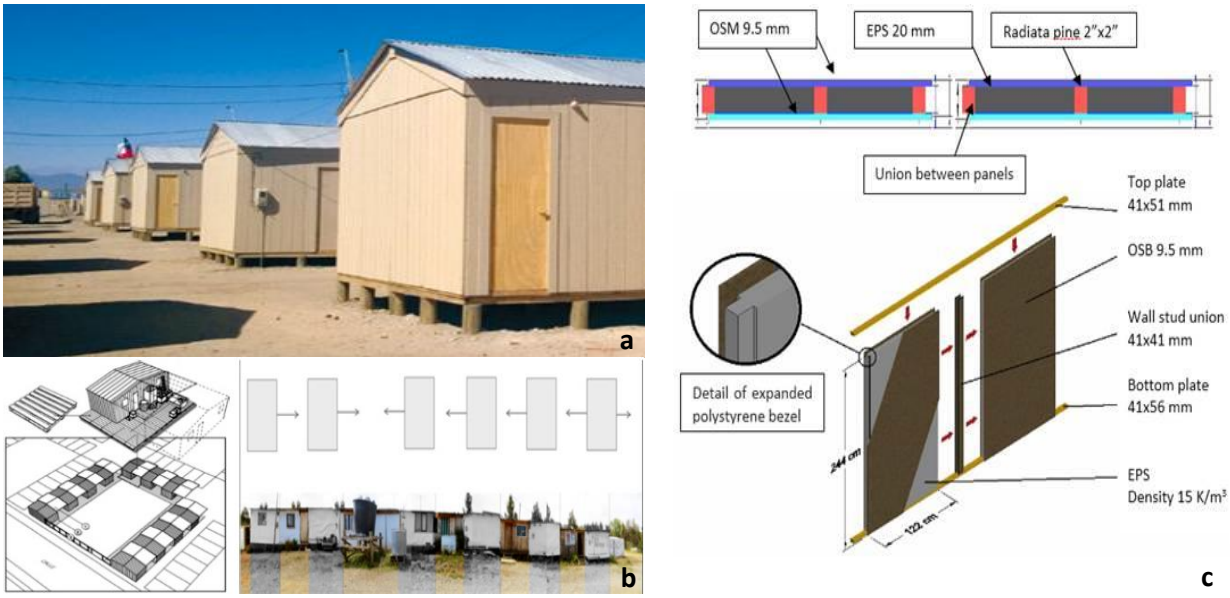
Şekil 2. Elâzığ Konteyner Kent kuruluşu a- Vaziyet planı (Nuris Prefabrik, 2020) b- Genel görünüm (T.C. İletişim Başkanlığı, 2020, Şubat 5), c- Konteyner bileşenleri detayları (Gürtes Yapı, 2023, Temmuz 1), d- Konteyner birimi (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2023)

Hafif çelik karkas esaslı taşıyıcı sistemde, galvanizli çelikten üretilen soğuk şekillendirilmiş C ve U profiller, duvar, döşeme ve çatı bileşenlerinde birlikte kullanılmıştır. Dış ve iç yüzeylerde sandviç panel sistemleri kullanılmış, dış kaplamada galvanizli boyalı sac, iç dolguda ise poliüretan veya taş yünü ile ısı yalıtımı sağlanmıştır. Zemin döşemesi, çelik karkas üzerine yerleştirilen fibercement levhalar ve plastik esaslı yüzey kaplamasından oluşmuştur. Çatılarda ise hafif eğimli veya düz trapez sac örtü ile yalıtımlı sandviç panel sistemi birlikte uygulanmıştır. Bu sayede, yapılar düşük ısı iletkenliğine sahip malzemelerle iklim koşullarına karşı koruma sağlamıştır. Konteyner birimler 3x7 m ölçülerinde tasarlanmış olup içinde iki oda, banyo, tuvalet, küçük mutfak, termosifon ve ısıtıcı mevcudiyeti ile bir ailenin temel yaşam ihtiyaçlarını karşılayabilecek donanıma sahiptir (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2023). Bu uygulama, modüler sistemlerin barınma ihtiyacını karşılamada ne kadar etkili olabileceğini göstermektedir.

Uluslararası Uygulama1: 2010 Şili Maule Depremi ve Mediagua Konutları

Şili'de, 2010 yılında yaşanan 8,8 (MW) büyüklüğündeki Maule Depremi ve deprem etkisiyle oluşan tsunami, ülke genelinde barınma, altyapı ve kamu hizmetlerini ciddi biçimde etkilemiştir (Kalkan vd., 2020). Afet sonrasında ilk aşamada çadırlar kullanılmış, kısa sürede ise ülkenin yerel yapı geleneğine dayanan Mediagua Konutları devreye alınmıştır. Ahşap panellerden oluşan bu yapılar, modüler ve sökülüp takılabilir sistemleri sayesinde hızlı üretim ve kurulum olanağı sağlamıştır. Mediagua Konutları, geçici barınma çözümünden kalıcı konut üretimine evrilmiş ve sürdürülebilir bir yeniden inşa modeli olarak değerlendirilmiştir. Bu esnek sistem, geçici barınma süreçlerini kolaylaştırmış ve aynı zamanda kullanıcı ihtiyaçlarına göre dönüşebilme olanağı tanımıştır. Yaklaşık 18-20 m² büyüklüğe sahip birimler, iki veya üç kişilik ailelerin temel yaşam gereksinimlerini karşılayacak şekilde düzenlenmiştir (Wagemann, 2017). Böylece Mediagua Konutları, mahremiyet, esneklik ve işlevsellik sağlayarak, afet sonrası toplu barınma alanlarının sosyal ve lojistik yükünü hafifletmiştir. Yapı kuruluşunda, taşıyıcı iskelet üzerine 2x3 inç boyutlarında emprenye edilmiş ahşap dikmelerle oluşturulan çerçeveler yerleştirilmiş, her iki yüzey, 8 mm kalınlığındaki kontrplak levhalarla kaplanmıştır. Bu düzenleme, yapıya hem hafiflik hem de rijitlik kazandırmış, duvar boşluklarında cam yünü veya poliüretan köpük kullanılarak ısı yalıtımı sağlanmıştır (Escorcia Oyola vd., 2013). Düşük maliyet, kolay taşınabilirlik ve hızlı kurulum avantajlarıyla bu sistem, afet sonrası barınma gereksinimlerine etkin bir çözüm oluşturmuştur (Şekil 3).

ARAŞTIRMA MAKALESİ
Cilt 8, Sayı 2, 2025, 612-639
DOI: 10.59389/modular.1667585

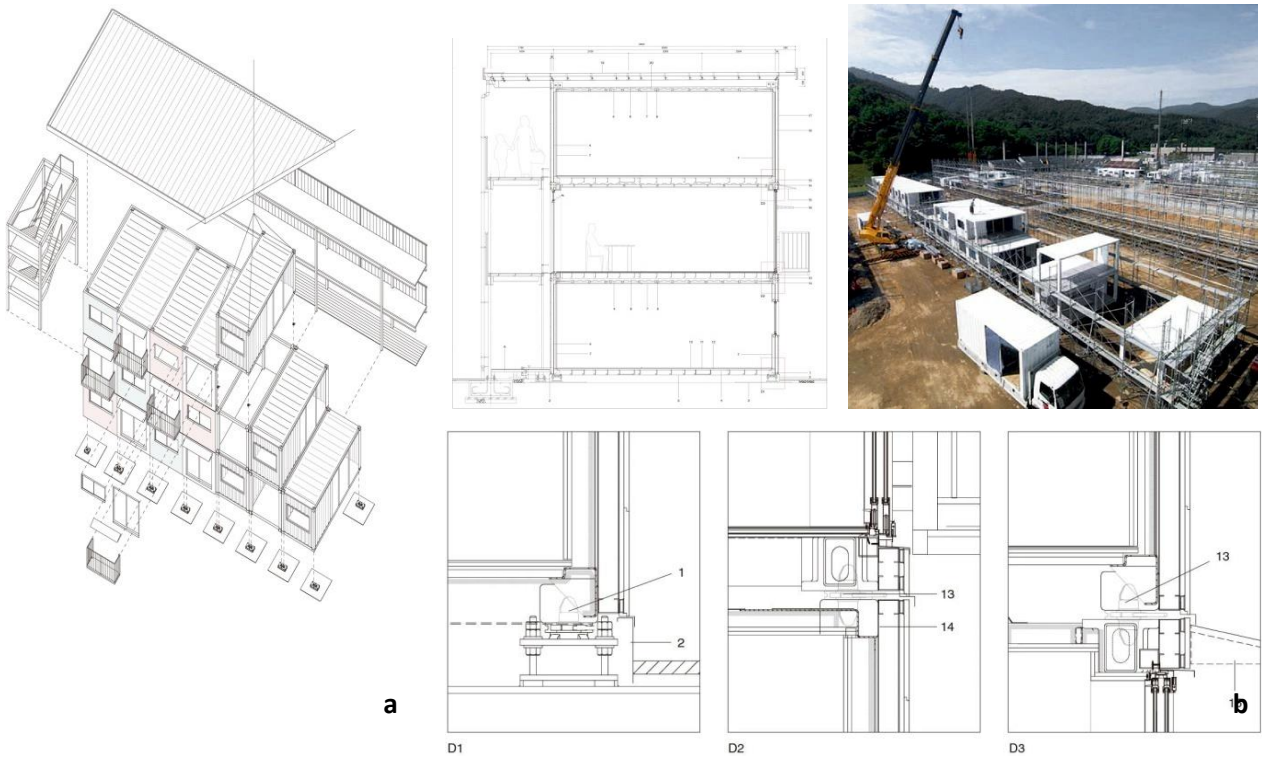


Şekil 3. Mediagua Konutları. a- Yapılara ait fotoğraf (Walker, vd., 2018), b-Yerleşim düzeni (Wagemann, 2017), c- Panel duvar detayı (Garay vd. 2017)

Uluslararası Uygulama 2: 2011 Japonya Onagawa Depremi ve Konteyner Geçici Konutları

2011 yılında Japonya'nın Tōhoku bölgesinde meydana gelen 9.0 (MW) büyüklüğündeki deprem ve ardından oluşan tsunami sonrasında Onagawa Konteyner Geçici Konutları adıyla üç katlı modüler bir yerleşim kompleksi inşa edilmiştir. Kâğıt tüpler ve standart ISO yük konteynerlerinin bir arada kullanıldığı bu sistem, minimal montaj gerektiren tasarımı sayesinde yalnızca 3-4 ay içinde 189 üniteli bir konut alanına dönüştürülmüştür (Kızılelma ve Görgülü, 2021). Konteynerler, 'satranç ızgara' düzeninde istiflenerek hem yüksek yoğunluklu yerleşim hem de ortak açık alan kullanımı sağlanmıştır. Bu çözüm, sınırlı arazi koşullarında etkin mekânsal planlama ve hızlı inşa avantajlarını bir araya getirmiştir. Geleneksel acil durum yerleşimlerinin aksine, bu sistem çok katlı yapılaşma olanağı sunarak hem arazi kullanımını optimize etmiş hem de inşaat süresini önemli ölçüde kısaltmıştır (Shigeru Ban Architects, 2025, 15 Mart). 'Plus Box' çerçeve sistemi ile konteyner modüllerine moment dirençli bir taşıyıcı yapı kazandırarak sismik ve rüzgâr yüklerinin daha dengeli dağılmasını sağlamıştır. Konteyner birimleri, twist-lock ve köprü bağlantıları ile bir araya getirilmiş; böylece hem stabilite hem de montaj kolaylığı elde edilmiştir. Başlangıçta yalıtım açısından zayıf olan konteynerler, proje kapsamında enerji ve akustik performansı yönünden iyileştirilmiştir. Duvar ve zeminlerde plywood kaplama ve depolama sistemleri kullanılmış, çatı örtüsünde ahşap kiriş destekli tekstil sistem uygulanmıştır (Şekil 4). Ayrıca, konteyner bloklarının arasına yerleştirilen Plus Box birimleri hem mekânsal açıklık hem de ısı ve ses geçişini azaltan tampon bölgeler oluşturmuştur. Çelik konteynerlerin yazın aşırı ısınma, kışın ise yüksek ısı kaybı gibi sorunlarını azaltmak amacıyla ek yalıtım katmanları, su yalıtımı detayları ve yangına dayanıklı iç paneller entegre edilmiştir. Kat birleşimlerinde ısı köprüsünü önleyen özel bağlantılar kullanılmıştır (Hikone ve Tokubuchi, 2014). Bu bütüncül yaklaşım sayesinde, yaşam konforu ve enerji verimliliği yüksek, sürdürülebilir geçici konut birimleri elde edilmiştir. Geçici bir çözüm olarak düşünülmüş olan bu alanın kalıcı konutlara dönüştürülme potansiyeli dikkat çekicidir.

ARAŞTIRMA MAKALESİ
Cilt 8, Sayı 2, 2025, 612-639
DOI: 10.59389/modular.1667585



Şekil 4. Onagawa Konteyner Geçici Konutları, a- perspektif, b- kesit ve nokta detayları (Arquitectura Viva, 2011)

BULGULAR

Bu araştırmada, dört farklı deprem sonrası ön üretimli yapı örneği üzerinden gerçekleştirilen DEMATEL analizi aracılığıyla barınma yapılarının tasarımında etkili olan kriterlerin bağlamsal öncelikleri ortaya konmuştur. Analiz bulguları, afet sonrası konut çözümlerinin aşağıda yer alan çok boyutlu kriterlerle şekillendiğini göstermektedir:

- İklimsel Uyum (C1)
- Isı ve Nem Yalıtımı (C2)
- Malzeme Uygunluğu (C3)
- Yapı Elemanlarının Hafifliği ve Taşınabilirliği (C4)
- Yapım Hızı (C5)
- Enerji Verimliliği (C6)
- Sürdürülebilirlik ve Geri Dönüştürülebilirlik (C7)
- Maliyet ve Kaynak Kullanımı (C8)
- Üretim Yaygınlığı (C9)
- Kullanıcı Konforu ve Sosyal Uyum (C10)

DEMATEL yöntemi kullanılarak, her bir yapı örneği için kriterlerin neden-sonuç gruplarındaki konumu ve göreli önem sıralaması belirlenmiştir. Böylece, her uygulamada hangi kriterlerin 'yönlendirici/neden', hangilerinin 'bağımlı/sonuç' niteliği taşıdığı ortaya konmuştur.

ARAŞTIRMA MAKALESİ
Cilt 8, Sayı 2, 2025, 612-639
DOI: 10.59389/modular.1667585

DEMATEL Analizi ile Yapıların Tasarım Ölçütlerinin Değerlendirilmesi

Bu aşama, kriterler arasındaki doğrudan ve dolaylı etkilerin matris temelli hesaplanması esasına dayanır ve sistem içindeki yönlendirici (neden) ile bağımlı (sonuç) kriterlerin nesnel olarak ayrıştırılmasını sağlar. Sayısallaştırmayı sağlayan formülasyonda karmaşık ve çok boyutlu değerlendirme arayışı içeren literatür örnekler (Chen vd, 2023; Gabus ve Fontela, 1972; Seker ve Zavadskas, 2017; Si vd., 2018) model alınmıştır. DEMATEL kriter değerlendirme sayısal çıkarımları dört ayrı eyleme dayalı olarak türetilmiştir:

- Doğrudan Etki Matrisi (0-4 Ölçeği) Kurulması: İlk aşamada, dört yapı örneğinin her biri için ortak olarak belirlenen on kriterin (C1-C10) birbirlerini ne düzeyde etkilediği değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme, uzman görüşüne dayalı olarak 0-4 aralığında yapılmıştır; burada 0 değeri 'etki yok', 4 değeri ise 'çok yüksek etki' anlamına gelmektedir. Elde edilen puanlar kullanılarak 10×10 boyutunda bir Doğrudan Etki Matrisi (A) oluşturulmuştur. Bu matriste satırlar etkileyen kriterleri, sütunlar ise etkilenen kriterleri temsil eder. Bir kriterin kendisini etkilemesi anlamlı kabul edilmediğinden, köşegen elemanlar sıfır olarak tanımlanmıştır. Bu aşama, kriterler arasındaki başlangıç etkileşim yapısını sayısal olarak tanımlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir.
- Normalizasyon Matrisinin Hesaplanması: Doğrudan etki matrisinde yer alan değerlerin farklı örnekler arasında karşılaştırılabilir hâle getirilmesi ve DEMATEL formülasyonunun matematiksel olarak uygulanabilmesi için normalizasyon işlemi yapılmıştır. Bunun için her bir doğrudan etki matrisi içinde yer alan en büyük etki değeri belirlenmiş ve matrisin tüm elemanları bu değere bölünmüştür. Normalizasyon işlemi $N=A/\max(A)$ eşitliği ile gerçekleştirilmiştir. Bu işlem sonucunda tüm etki değerleri 0-1 aralığına taşınmış ve farklı örnekler için ölçek birliği sağlanmıştır. Normalizasyonun temel amacı, kriterler arası etki şiddetlerinin göreli yapısını koruyarak hesaplamaları standartlaştırmaktır.
- Toplam Etki Matrisi (T) Oluşturulması: Normalize edilmiş doğrudan etki matrisi kullanılarak kriterler arasındaki dolaylı etkileri de içeren Toplam Etki Matrisi, $T=N(I-N)^{-1}$ formülü ile elde edilmiştir. Burada (I) birim matrisi temsil etmektedir. Bu aşama, kriterler arasındaki zincirleme ve dolaylı etkileşimlerin de modele dahil edilmesini sağlayarak sistemin bütüncül ilişki yapısını ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir.
- DEMATEL Sonuçlarının Türetilmesi: Toplam etki matrisi üzerinden her bir kriter için satır toplamları alınarak D (etki) değerleri, sütun toplamları alınarak ise R (etkililik) değerleri hesaplanmıştır. D değeri, bir kriterin sistem üzerindeki toplam etkisini; R değeri ise sistemden aldığı toplam etkiyi ifade etmektedir. Bu değerler kullanılarak türetilen D+R, kriterin sistem içindeki toplam önem düzeyini; D-R ise kriterin nedensel konumunu göstermektedir. Pozitif D-R değerleri kriterin yönlendirici (neden), negatif D-R değerleri ise bağımlı (sonuç) karakter taşıdığını ortaya koymaktadır. Bu göstergeler üzerinden her bir yapı örneği için kriterlerin göreli önemi ve sistem içindeki rolleri nesnel biçimde değerlendirilmiştir.

Elde edilen DEMATEL çıktıları, tüm örnekler için karşılaştırılabilir olacak biçimde ChiPlot web tabanlı görselleştirme aracı kullanılarak grafiksel olarak sunulmuştur.

DEMATEL Model 1 (Ulusal Uygulama 1/27 Aralık 1939 Erzincan Depremi ve Kurma Evler Projesi)

1939 Erzincan Depremi sonrasında geliştirilen Kurma Evler, Türkiye'deki erken dönem ön üretimli konut uygulamalarının ileri örneklerinden biri olup, özellikle ahşap panel sisteminin montaj hızı, hafifliği ve iklimsel uyumu açısından dikkat çekmektedir. DEMATEL analizi ile bu yapının tasarımını yönlendiren kriterlerin birbirleri üzerindeki etkileri sayısal olarak değerlendirilmiş ve kriterlerin sistem içindeki göreli ağırlıkları ortaya konmuştur. Analiz sonuçlarına göre Kurma Evler modelinde en yüksek D+R (toplam önem) ve en yüksek D-R (nedensellik etkisi) değerleri, yapım sürecine ilişkin kriterlerde yoğunlaşmıştır (Tablo 2).

ARAŞTIRMA MAKALESİ
Cilt 8, Sayı 2, 2025, 612-639
DOI: 10.59389/modular.1667585

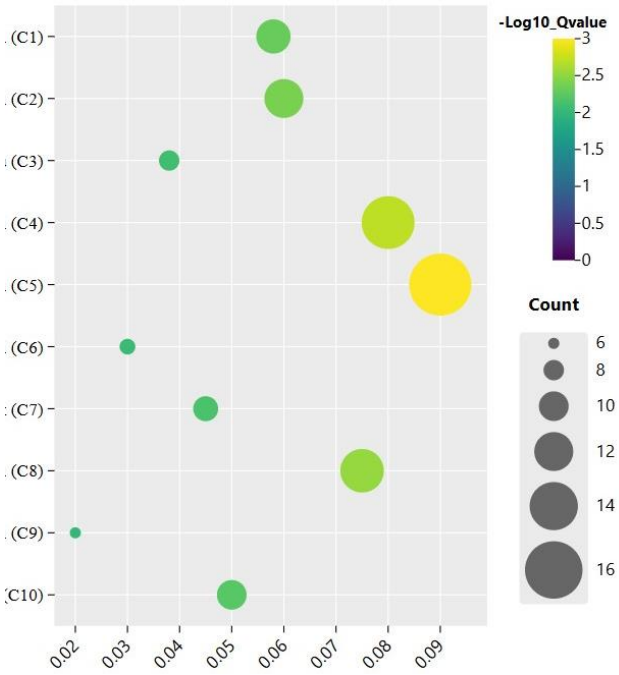
Tablo 2. Erzincan Kurma Evler-DEMATEL kriter değerlendirme çıkarımları. a- Doğrudan Etki Matrisi, b- Toplam Etki Matrisi (T), c- ChiPlot web tabanlı görselleştirme aracı ile grafikleştirilmiş DEMATEL sonuçları

Kriter	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
C1	0	3	3	2	2	3	2	2	2	3
C2	3	0	3	2	2	3	2	2	2	3
C3	3	3	0	3	2	2	3	3	2	3
C4	2	2	3	0	4	2	2	3	2	3
C5	3	3	3	4	0	3	3	4	3	3
C6	2	3	2	2	2	0	2	2	2	2
C7	2	2	3	2	3	2	0	3	2	2
C8	2	2	3	3	4	2	3	0	2	3
C9	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2
C10	3	3	3	2	3	2	2	3	2	0

a

Kriter	D (Etki)	R (Etkilenme)	D+R (Önem)	D-R (Nedensellik)
C1	3,417	3,455	6,872	–0,038
C2	3,417	3,587	7,004	–0,170
C3	3,718	3,872	7,590	–0,153
C4	3,652	3,464	7,116	+0,188
C5	4,427	3,735	8,162	+0,692
C6	2,993	3,291	6,285	–0,298
C7	3,328	3,309	6,637	+0,018
C8	3,786	3,743	7,529	+0,042
C9	2,853	3,004	5,857	–0,151
C10	3,609	3,739	7,348	–0,130

b



c

DEMATEL Modelleme çıkarımlarına göre;

Ana Yönlendirici Kriter-Yapım Hızı (C5): Kurma Evlerde kullanılan modüler panel sistemi sayesinde bir günde ortalama 5-6 birim üretilebilmesi, C5'in D+R değerini en yüksek seviyeye taşımıştır. Panellerin Avusturya'dan ithal edilmesi, nakliye süresini uzatarak lojistik açıdan sınırlamalar yaratmıştır. Buna karşın, hızlı kurulum avantajı nedeniyle bu kriter yüksek öncelikli olarak değerlendirilmiştir. Bu durum, afet sonrası acil barınma ihtiyacının karşılanmasında yapım hızının belirleyici rolünü göstermektedir. Ayrıca C5'in D-R değerinin pozitif çıkması, bu kriterin diğer kriterleri etkileyen bir 'neden' değişkeni olduğunu ancak diğerlerinden sınırlı ölçüde etkilendiğini göstermektedir.

Yapım Hızını Destekleyen Ana Etmen- Yapı Elemanlarının Hafifliği (C4): Ahşap panellerin hafifliği, montaj süresini kısaltarak C5 ile güçlü bir karşılıklı etkileşim oluşturmuştur. C4'ün D değeri yüksek olmakla birlikte, R değerinin daha düşük olması, bu kriterin sistem tarafından daha çok yönlendirilen bir konumda olduğunu göstermektedir.

Ekonomik Etkinlik Açısından Yüksek Etki-Maliyet ve Kaynak Kullanımı (C8): Standart panellerin kullanılması, iş gücü gereksiniminin düşük olması ve kurulum kolaylığı sayesinde C8, orta-yüksek bir toplam önem değeri göstermiştir. Bununla birlikte dış kaynak bağımlılığı (Avusturya'dan ithal paneller) R değerinin artmasına, yani kriterin dış etkilerden daha fazla etkilenmesine neden olmuştur.

Orta düzeyde etkiye sahip bağlam temelli kriterler- Isı ve Nem Yalıtımı (C2), İklimsel Uyum (C1), Kullanıcı Konforu (C10): Ahşap panellerle oluşturulan cephe bu iklim koşullarında ısı köprüsü oluşturmadan termal konfor sağlamaya yönelik etkili çözümler sunmuştur. Duvarların üçlü panel modüler biçimde birleştirilmesi, ısı ve nem geçişlerini kontrol altında tutmayı kolaylaştıran bir detay çözümüdür. Ahşap panellerin doğal yapısı, sert kara iklimine uyum sağlamış, esneklik ve nem dengeleme kapasitesi, kullanıcı konforunu artırmıştır. Isı ve nem yalıtımıyla doğrudan ilişkili bu özellik, yapının doğal çevreyle dengeli bir ilişki kurmasına katkı sağlamıştır. Tek katlı plan şeması, iç mekân bölümlenmeleri ve mahremiyet sağlayan çözümler, kullanıcı

ARAŞTIRMA MAKALESİ
Cilt 8, Sayı 2, 2025, 612-639
DOI: 10.59389/modular.1667585

alışkanlıklarını desteklemiş ve toplumsal uyumu kolaylaştırmıştır. C2 ve C1 birbirini destekleyen bir yapı sergilemiş, C10'un D-R değeri negatif çıktığı için bağımlı bir kriter olarak konumlanmıştır.

Alt Öncelikli Kriterler: Sürdürülebilirlik ve Geri Dönüştürülebilirlik (C7) bakımından, doğal ve yenilenebilir bir malzeme olan ahşap, karbon ayak izini azaltarak sürdürülebilirliğe önemli katkı sağlamıştır. Ancak ithal malzeme kullanımı ve geri dönüşüm altyapısının yetersizliği, bu avantajı sınırlamıştır. Malzeme Uygunluğu (C3) açısından, yerel malzeme kullanımının olmaması, tedarik zincirinde dezavantaj yaratmış ve yaşam döngüsü maliyetini (LCC) artırmıştır. Buna karşın çapraz geçmeli ahşap sistem, üretim sürecinde uygulama kolaylığı ve dayanıklılık sağlamış, bu yönüyle ekonomik verimlilik sunmuştur. Yerel üretim olmayışı R değerini artırmıştır. Enerji Verimliliği (C6), düşük öncelikli kriterlerden biri olarak değerlendirilmiştir. Yalıtım çözümleri kısa vadede fayda sağlamış olsa da uzun vadede enerji kayıpları oluşmuş, bu da yaşam döngüsü boyunca işletme maliyetlerini artırarak enerji performansını sınırlı düzeyde bırakmıştır. Üretim Yaygınlığı (C9), en düşük öncelikli kriter olmuştur. 1939 koşullarında ön üretimli ahşap yapıların yerel üretim altyapısı bulunmadığından, yapılar yalnızca devlet destekli sınırlı ölçekte uygulanabilmiştir. Yerel üretim altyapısının yokluğu nedeniyle en düşük D+R değerini almıştır.

DEMATEL Model 2 (Ulusal Uygulama 2/24 Ocak 2020 Elâzığ Depremi, Konteyner Kent ve Afet Konutları)

2020 Elâzığ Depremi sonrasında geliştirilen barınma çözümleri, afet sonrası hızlı tepki kapasitesi ve çevresel koşullara adaptasyon açısından önemli bir örnek teşkil etmektedir. DEMATEL analizi, konteyner temelli geçici barınma sistemlerinde hangi tasarım kriterlerinin baskın olduğunu ve hangilerinin sonuç niteliği taşıdığını ortaya koymuştur. Model 2 sonuçları, özellikle üretim altyapısına bağlı kriterlerin yüksek D+R değerleriyle öne çıktığını ve yapım hızının yine sistemin ana yönlendirici unsuru olduğunu göstermektedir (Tablo 3).

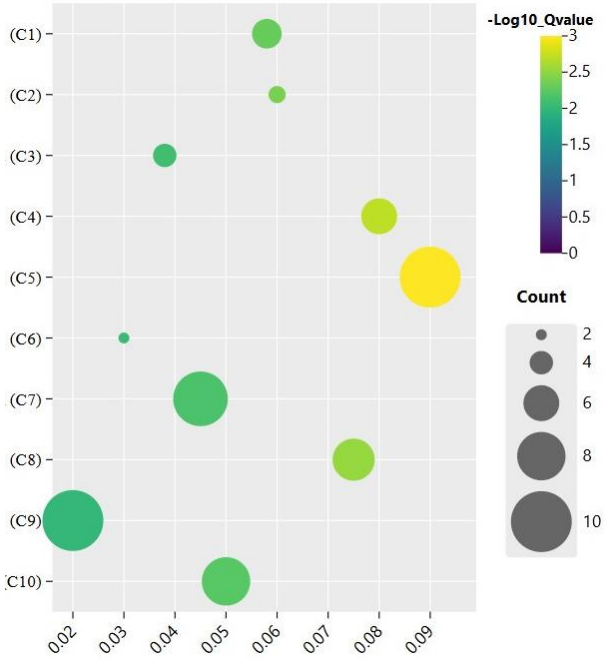
Tablo 3. Elâzığ Konteyner Kent - DEMATEL kriter değerlendirme çıkarımları. a- Doğrudan Etki Matrisi, b- Toplam Etki Matrisi (T), c- ChiPlot web tabanlı görselleştirme aracı ile grafikleştirilmiş DEMATEL sonuçları

Kriter	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
C1	0	1	1	1	1	2	1	1	1	2
C2	1	0	1	1	1	2	1	1	1	2
C3	1	1	0	1	1	2	1	1	1	2
C4	1	1	1	0	2	1	1	2	1	2
C5	2	2	2	3	0	2	2	3	3	2
C6	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
C7	1	1	1	1	1	1	0	2	1	1
C8	1	2	1	2	3	1	2	0	2	2
C9	2	2	2	2	3	1	2	2	0	2
C10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

a

Kriter	D (Etki)	R (Etkilenme)	D+R (Önem)	D-R (Nedensellik)
C1	2,18	2,84	5,02	–0,66
C2	2,24	3,03	5,27	–0,79
C3	2,24	2,92	5,16	–0,68
C4	2,63	2,57	5,20	+0,06
C5	3,51	2,67	6,18	+0,84
C6	1,99	2,72	4,71	–0,73
C7	2,28	2,37	4,65	–0,09
C8	2,91	2,71	5,62	+0,20
C9	3,24	2,33	5,57	+0,91
C10	2,14	2,65	4,79	–0,51

b



c

DEMATEL Modelleme çıkarımlarına göre;

ARAŞTIRMA MAKALESİ
Cilt 8, Sayı 2, 2025, 612-639
DOI: 10.59389/modular.1667585

Ana Yönlendirici Kriter-Yapım Hızı (C5): En yüksek öncelikli kriter yapım hızıdır. Konteyner birimlerin hızlıca üretilip bölgeye ulaştırılması, sahada hazır şekilde entegre edilmesi öncelikli avantajdır. C5'in yüksek D+R değeri, deprem sonrası acil barınma gereksiniminin sistemde yönlendirici bir değişken olduğunu göstermektedir. C5'in D-R değerinin pozitif olması, bu kriterin diğer kriterleri etkileyen bir 'neden' değişkeni olduğunu doğrulamaktadır.

Endüstriyel Kapasiteyi Temsil Eden Belirleyici Etmenler-Üretim Yaygınlığı (C9), Türkiye'de konteyner üretimi için güçlü endüstriyel altyapının mevcut olması, seri üretimi mümkün kılmıştır. C9'un yüksek D+R değeri, sistemin üretim kapasitesiyle doğrudan ilişkili olduğunu ve sürdürülebilir bir müdahale modeli geliştirilmesinde kritik rol oynadığını göstermektedir. Ayrıca C9'un nispeten yüksek R değeri, kriterin sistem içindeki diğer faktörlerden daha fazla etkilendiğini göstermektedir. Sürdürülebilirlik ve Geri Dönüştürülebilirlik (C7), konteynerlerin sökülerek farklı alanlarda yeniden kullanılabilmesini sağlayarak kaynak optimizasyonunu kolaylaştırmıştır. C7'nin toplam önem değeri yüksek olmakla birlikte D-R değerinin negatif olması, sürdürülebilirlik kriterinin yönlendirici değil, daha çok sonuç niteliği taşıyan bir kriter olduğunu göstermektedir.

Orta Düzey Etkiye Sahip Bağımlı Kriter-Kullanıcı Konforu ve Sosyal Uyum (C10): Bu kriter orta düzeyde ağırlık taşımaktadır. İç mekân düzenlemeleri ve sosyal alanların sağladığı kısmi çözümler kullanıcıların günlük yaşamını desteklese de sınırlı mekânsal kapasite uzun süreli kullanımda sorun yaratmıştır. C10'un negatif D-R değeri, bu kriterin sistemin çıktılarına bağlı olarak şekillendiğini ve bağımlı sınıfta yer aldığını göstermektedir.

Orta Düzeyde Etkili Ekonomik Kriter-Maliyet ve Kaynak Kullanımı (C8): Başlangıçta düşük üretim maliyetleri avantaj sağlasa da konteynerlerin düşük enerji performansı uzun vadede yüksek işletme giderleri doğurmuştur. C8'in orta düzeyde D+R değeri, ekonomik etkinliğin tasarım kararlarını tamamen belirlemediğini, ancak sistemi sınırlayan önemli faktörlerden biri olduğunu göstermektedir.

Yapı Elemanlarının Hafifliği ve Taşınabilirliği (C4): Konteyner üretiminde kullanılan çelik yapı elemanlarının görece hafifliği montaj sürecinde avantaj yaratmıştır. Bununla birlikte nakliye maliyetlerinin yüksekliği bu katkıyı sınırlamıştır. C4, Model 1'e kıyasla vinçler ile taşınabiliyor oluşu nedeniyle daha düşük bir D+R değeri göstermiştir. Bu da konteyner sisteminde hafifliğin yapım hızını destekleyen birincil faktör olmaktan ziyade ikincil bir etmen olduğunu ortaya koymaktadır.

Düşük Etkili Teknik Kriterler-İklimsel Uyum (C1), Malzeme Uygunluğu (C3), Isı ve Nem Yalıtımı (C2): Bu üç kriter, düşük öncelikli sınıfta yer almaktadır. Metal esaslı konteynerler Elâzığ'ın karasal ikliminde yazın aşırı ısınma, kışın ise ısı kaybı yaratmış; böylece iklimsel uyum yeterince sağlanamamıştır. C1, C2 ve C3'ün düşük D+R değerleri, teknik konfor performansının sistemde ikincil planda kaldığını göstermektedir.

En Düşük Öncelikli Kriter-Enerji Verimliliği (C6): Enerji verimliliği en düşük değerlendirmeyi almıştır. Yetersiz yalıtım ve yüksek enerji tüketimi, yaşam döngüsü maliyetlerini artırmıştır. C6'nın en düşük D+R değerine sahip olması, konteyner çözümünün kısa vadeli acil barınma işlevine odaklandığını, uzun vadeli performans kriterlerinin sistemde belirleyici olmadığını ortaya koymaktadır.

Elâzığ ön üretim uygulaması, afet sonrası barınma sistemlerinin ilk etapta yapım hızı (C5) ve üretim kapasitesi (C9) tarafından yönlendirildiğini, bunu takiben sürdürülebilirlik (C7) ve kullanıcı konforu (C10) gibi kriterlerin sisteme dâhil olduğunu göstermektedir. Teknik performans (C1-C3-C2-C6) düşük öncelikli kalmış, bu da konteyner çözümünün kısa vadeli kullanım amacıyla optimize edildiğini göstermektedir.

DEMATEL Model 3 (Uluslararası Uygulama 1/2010 Şili Maule Depremi ve Afet Sonrası İnşa Edilen Mediagua Konutları)

ARAŞTIRMA MAKALESİ
Cilt 8, Sayı 2, 2025, 612-639
DOI: 10.59389/modular.1667585

2010 yılında Şili'nin Maule bölgesinde meydana gelen deprem sonrası geliştirilen Mediagua Konutları, yerel ahşap yapı geleneğini temel alan modüler sistemi sayesinde afet sonrası hızlı üretim ve düşük maliyetli uygulama kapasitesiyle öne çıkan bir barınma modelidir. Bu yapıların kalıcı konutlara dönüşebilme potansiyeliyle değerlendirilmiş olması, sürdürülebilirlik odaklı bir yaklaşıma işaret etmektedir. DEMATEL analizi, bu yapım sisteminde hangi kriterlerin yönlendirici (D-R>0), hangilerinin sonuç/bağımlı (D-R<0) olduğunu ve kriterlerin toplam önem düzeylerini (D+R) ortaya koymuştur (Tablo 4).

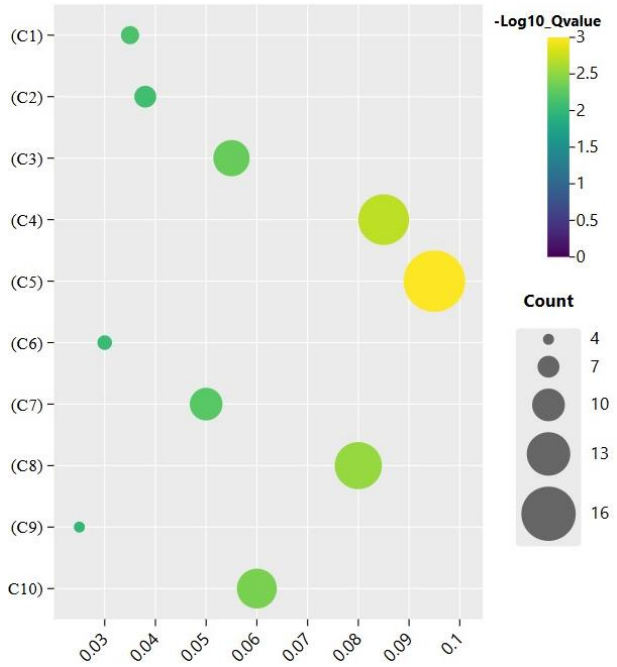
Tablo 4. Mediagua Konutları - DEMATEL kriter değerlendirme çıkarımları a- Doğrudan Etki Matrisi, b- Toplam Etki Matrisi' (T), c- ChiPlot web tabanlı görselleştirme aracı ile grafikleştirilmiş DEMATEL sonuçları

Kriter	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
C1	0	1	2	2	2	1	1	1	1	2
C2	1	0	2	2	2	1	1	1	1	2
C3	2	2	0	2	2	1	2	2	1	2
C4	2	2	2	0	3	1	2	2	1	2
C5	3	3	2	3	0	2	2	3	2	2
C6	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
C7	1	1	2	2	2	1	0	2	1	2
C8	2	2	2	2	3	1	2	0	1	2
C9	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
C10	2	2	2	1	2	1	2	2	1	0

a

Kriter	D (Etki)	R (Etkilenme)	D+R (Önem)	D-R (Nedensellik)
C1	2,33	2,82	5,15	–0,49
C2	2,41	2,94	5,35	–0,53
C3	2,87	2,71	5,58	+0,16
C4	3,10	2,54	5,64	+0,56
C5	3,46	2,60	6,06	+0,86
C6	2,04	2,69	4,73	–0,65
C7	2,57	2,66	5,23	–0,09
C8	3,02	2,76	5,78	+0,26
C9	1,88	2,28	4,16	–0,40
C10	2,84	3,05	5,89	–0,21

b



c

DEMATEL Modelleme çıkarımlarına göre;

Ana Yönlendirici Kriter-Yapım Hızı (C5): Mediagua Konutları sisteminde modüler ahşap panellerin birkaç saat içinde kurulabilmesi, bu kriterin en yüksek D+R değerine ulaşmasını sağlamıştır. Pozitif D-R değeri, C5'in diğer kriterleri etkileyen güçlü bir 'neden' kriteri olduğunu göstermektedir.

Yapım Hızını Güçlendiren Tamamlayıcı Etmen-Yapı Elemanlarının Hafifliği ve Taşınabilirliği (C4): Ahşap panellerin hafif yapısı, nakliye ve montaj süreçlerini kolaylaştırarak C5'i desteklemiştir. D değerinin R'den yüksek olması, C4'ün sistem içinde daha çok yönlendirilen değil, yönlendiren pozisyonda olduğunu göstermektedir.

Ekonomik Etkinlik Açısından Kritik Etken- Maliyet ve Kaynak Kullanımı (C8): Yerel tedarik zincirine dayalı düşük maliyet, C8'in önem düzeyini artırmıştır. Hem malzeme hem işçilik maliyetlerinin düşük olması, sistemin ekonomik sürdürülebilirliğini güçlendirmiştir.

Yüksek Öneme Sahip Bağımlı Kriter- Kullanıcı Konforu ve Sosyal Uyum (C10): Yerel halkın yapı tekniğine aşina oluşu, Mediagua Konutlarının hızla benimsenmesini kolaylaştırmıştır. C10'un D-R değerinin negatif olması, bu kriterin daha çok sonuç/bağımlı değişken olarak işlediğini göstermektedir.

ARAŞTIRMA MAKALESİ
Cilt 8, Sayı 2, 2025, 612-639
DOI: 10.59389/modular.1667585

Yerel Bağlama Uyumlu Orta Düzeyde Etki- Malzeme Uygunluğu (C3): Yerel ahşabın iklimsel koşullara dayanıklı olması, bu kriterin orta düzeyde bir D+R değeri almasını sağlamıştır.

Orta Düzeyde Etki-Sürdürülebilirlik ve Geri Dönüştürülebilirlik (C7): Ahşabın yenilenebilir ve tekrar kullanılabilir olması, sürdürülebilirliği desteklemiştir. Ancak afet sonrası aciliyet ve hızlı üretim ihtiyacı, bu kriterin önceliğini düşürmüştür.

Alt Öncelikli Kriterler- İklimsel Uyum (C1), Isı ve Nem Yalıtımı (C2), Enerji Verimliliği (C6), Üretim Yaygınlığı (C9): İnce panel duvarlar nedeniyle C1 ve C2 düşük performans göstermiş, yalıtım eksikliğine bağlı olarak C6 düşük enerji verimliliği ile sonuçlanmış, sistemin büyük ölçekte üretilememesi nedeniyle C9 en düşük D+R değerini almıştır. Alt kriterlerde D-R değerlerinin negatif olması, bunların sistemden etkilenen (bağımlı) kriterler olduğunu göstermektedir.

DEMATEL Model 4 (Uluslararası Uygulama 2/2011 Japonya Onagawa Depremi ve Konteyner Geçici Konutları)

2011 Tōhoku Depremi sonrasında Onagawa'da uygulanan konteyner temelli geçici konut yerleşimi, standart ISO modüllerinin hızlı taşınabilirliği, endüstriyel üretim zincirinin sunduğu büyük ölçekli tedarik kapasitesi ve sahada üç kata kadar istifleme yapılabilmesi gibi yapım odaklı üstünlükleriyle afet sonrası barınma sistemlerinde kritik bir örnek oluşturmaktadır. Bununla birlikte çelik konteynerlerin iklimsel performans, enerji verimliliği ve iç mekân konforu açısından önemli sınırlılıkları ortaya çıkmıştır (Tablo 5).

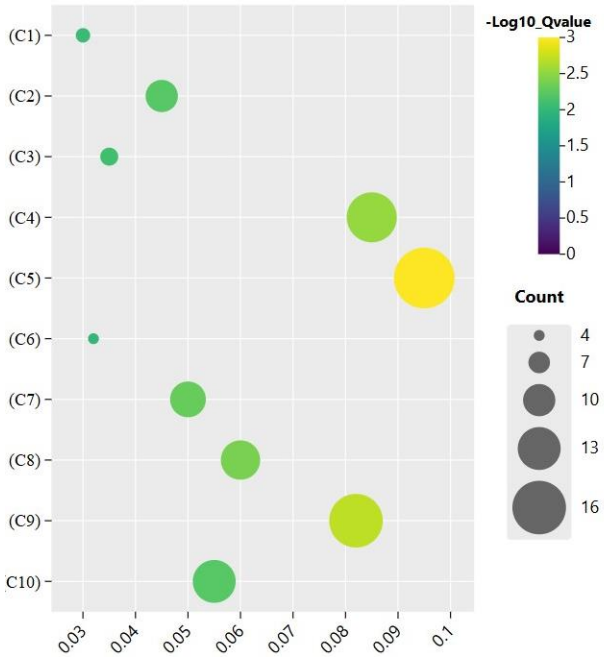
Tablo 5. Onagawa Konteyner Konutları- DEMATEL kriter değerlendirme çıkarımları. a- Doğrudan Etki Matrisi, b- Toplam Etki Matrisi' (T), c- ChiPlot web tabanlı görselleştirme aracı ile grafikleştirilmiş DEMATEL sonuçları

Kriter	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
C1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2
C2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	2
C3	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2
C4	2	2	2	0	3	1	2	2	2	2
C5	3	3	2	3	0	2	2	3	3	3
C6	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
C7	2	2	1	2	2	1	0	2	2	2
C8	2	2	1	2	3	1	2	0	2	2
C9	3	2	2	2	3	1	2	2	0	2
C10	2	2	2	1	2	1	2	2	1	0

a

Kriter	D (Etki)	R (Etkilenme)	D+R (Önem)	D-R (Nedensellik)
C1	2,48	3,13	5,61	–0,65
C2	2,56	3,28	5,84	–0,72
C3	2,53	3,02	5,55	–0,49
C4	3,28	2,64	5,92	+0,64
C5	3,79	2,70	6,49	+1,09
C6	2,17	2,95	5,12	–0,78
C7	2,95	2,74	5,69	+0,21
C8	3,18	2,80	5,98	+0,38
C9	3,54	2,62	6,16	+0,92
C10	2,87	3,14	6,01	–0,27

b



c

DEMATEL analizi, Onagawa modelinin hangi kriterler tarafından yönlendirildiğini ve hangi kriterlerin sistemden etkilenen bağımlı değişkenler olduğunu ortaya koymuştur;

ARAŞTIRMA MAKALESİ
Cilt 8, Sayı 2, 2025, 612-639
DOI: 10.59389/modular.1667585

Ana Yönlendirici Kriter-Yapım Hızı (C5): Onagawa konteyner yerleşiminde en yüksek D+R değerine sahip kriter C5 olmuştur. ISO standartlarında üretilen konteynerlerin kısa sürede sevk edilip sahada vinçle üç katlı olarak yerleştirilebilmesi, bu yapım sisteminde hızın belirleyici unsur olduğunu göstermektedir. C5'in pozitif D-R değeri, bu kriterin diğer kriterleri etkileyen güçlü bir 'neden' değişkeni olduğunu doğrulamaktadır. Afet sonrası acil barınma gereksiniminin baskınlığı, sistem tasarımının temel gerekçesini oluşturmuştur.

Yapım Hızını Destekleyen Tamamlayıcı Etmen-Yapı Elemanlarının Hafifliği ve Taşınabilirliği (C4): Çelik yapı elemanlarının görece hafifliği, konteynerlerin vinçle kolay taşınmasını ve istiflenmesini mümkün kılmıştır. C4'ün yüksek D değeri, bu kriterin C5 ile güçlü bir karşılıklı etkileşim içinde olduğunu göstermektedir. R değerinin daha düşük olması ise C4'ün sistem tarafından yönlendirilen, ancak C5'in performansını destekleyen bir nitelikte olduğunu ortaya koymaktadır.

Endüstriyel Kapasiteyi Temsil Eden Kritik Etmen-Üretim Yaygınlığı (C9): Dünya genelinde mevcut olan üretim altyapısı sayesinde kısa sürede binlerce modül tedarik edilebilmiş, afet sonrası büyük ölçekli uygulamayı mümkün kılmıştır. C9'un yüksek D+R değeri, bu kriterin sistemin ölçeklenebilirliğini ve uygulanabilirliğini belirlediğini göstermektedir. R değerinin nispeten yüksek olması ise C9'un dış faktörlerden etkilendiğini ve üretim altyapısının sisteme bağımlı nitelikte olduğunu göstermektedir.

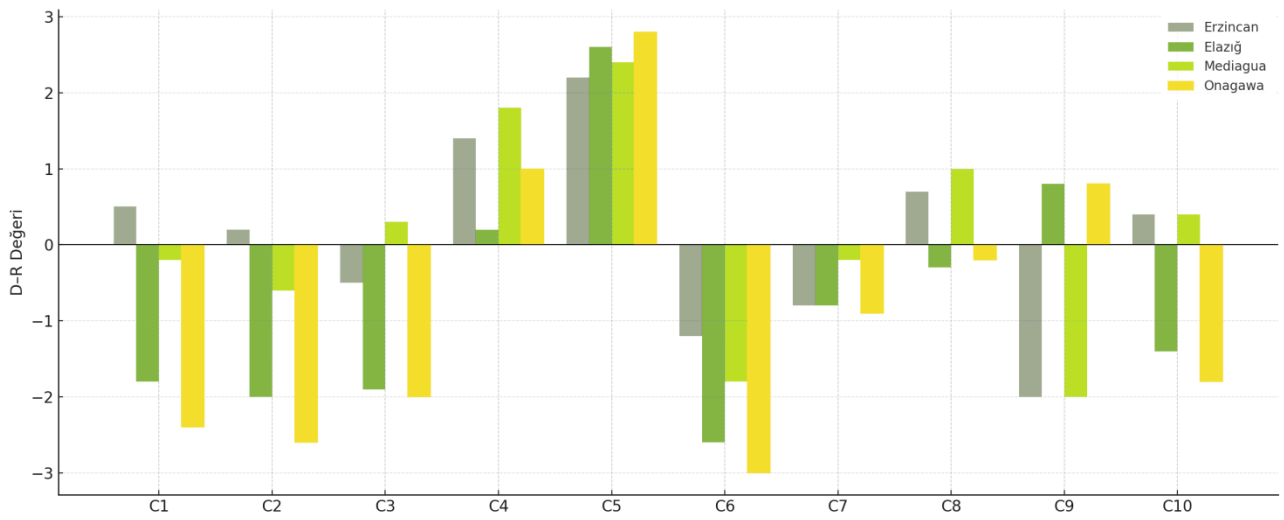
Orta Düzey Etkiye Sahip Bağlam Kriterleri- C2, C10, C8, C7: C2 (ısı-nem yalıtımı), eklenen kâğıt panellerle kısmen iyileştirilmiş olsa da çelik duvarların yüksek ısı iletimine bağlı sorunlar devam etmiştir. C10 (kullanıcı konforu), başlangıçta yetersiz koşulları, zamanla yapılan iyileştirmeler ve 'Plus Box' ek üniteleriyle kısmen dengelenmiş, mahremiyet ve sosyal yaşam alanları güçlendirilmiştir. Bu durum, sistemin kullanıcı geri bildirimleriyle evrildiğini göstermektedir. C8 (maliyet), kâğıt panellerin düşük maliyeti sayesinde orta düzeyde pozitif bir etki göstermiştir. C7 (sürdürülebilirlik), panellerin geri dönüştürülebilirliğiyle desteklenmiş, ancak çelik gövdenin yüksek enerji maliyetleri bu katkıyı sınırlamıştır.

En Düşük Öncelikli Teknik Kriterler- C6, C3, C1: Onagawa'da konteynerlerin enerji performansı en zayıf bileşenlerden biri olmuştur. C6 (enerji verimliliği), yazın aşırı ısınma, kışın yüksek ısı kaybı uzun dönem enerji tüketimini artırmıştır. C3 (malzeme uygunluğu), çeliğin nemli iklime uyumsuzluğu nedeniyle düşük değerlendirilmiştir. C1 (iklimsel uyum), nemli yazlar ve soğuk kışlar karşısında konteyner performansı zayıf kalmış, bu kriter en düşük D+R değerini almıştır. Bu üç kriter sistemden en fazla etkilenen, ancak sistemi yönlendirmeyen 'sonuç' değişkenleridir.

Afet Sonrası Konutlarda Tasarım Ölçütlerinin Stratejik Önemi

Genel bulgular, afet sonrası ön üretimli konut tasarımında öne çıkan ölçütlerin aciliyet düzeyi, iklim koşulları ve yerel/ulusal üretim olanaklarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Bu değişkenlik, tasarım kararlarının bağlamsal etmenlere duyarlı göstergeler üzerinden değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. DEMATEL ile belirlenen kriter ağırlıkları, bağlama duyarlı stratejik bir önceliklendirme çerçevesi sunmaktadır. Bu çerçeve, kriterlerin 'daha önemli / daha az önemli' biçiminde nitel olarak tanımlanmasının yanı sıra D+R değerleri üzerinden göreli önem düzeylerinin ve D-R değerleri üzerinden nedensel konumlarının sayısal olarak ifade edilmesini mümkün kılmaktadır. Dört farklı örnek üzerinden yürütülen DEMATEL analizi, tasarım kararlarını yönlendiren ölçütlerin bağlama göre değiştiğini ve aralarındaki ilişkilerin stratejik bir çerçeve sunduğunu göstermiştir. Elde edilen D+R değerleri, bir kriterin diğerine kıyasla ne ölçüde daha baskın olduğunu, D-R değerleri ise bu baskınlığın yönlendirici mi yoksa sonuç niteliğinde mi olduğunu açıkça tanımlamaktadır (Şekil 5).

ARAŞTIRMA MAKALESİ
Cilt 8, Sayı 2, 2025, 612-639
DOI: 10.59389/modular.1667585



Şekil 5. Yapıların DEMATEL D-R Dağılımı

Erzincan Kurma Evler (UU1) örneğinde, dış kaynak destekli üretimde 'Yapı Elemanlarının Hafifliği ve Taşınabilirliği' (C4) ilk sıraya yerleşmiş, bunu 'Yapım Hızı' (C5) ve 'Maliyet ve Kaynak Kullanımı' (C8) izlemiştir. Bu sıralama, UU1'de müdahale kapasitesinin DEMATEL analizinde daha yüksek toplam önem katsayısı (D+R) ile ölçülebilir biçimde baskınlaştığını göstermektedir. Ahşap panel sistemin sağladığı 'Isı ve Nem Yalıtımı' (C2) ile 'İklimsel Uyum' (C1) orta-yüksek etki bandında konumlanmış; böylece hızlı kurulum gereksinimi ile iklimsel performans arasında dengeli bir tasarım stratejisi oluşmuştur. Bu durum, C1-C2 kriterlerinin UU1 bağlamında çoğunlukla sonuç kümesinde yer almak yerine dengeye yakın değerlerle sistem kararlarına daha doğrudan eklemlendiğini göstermektedir.

Elâzığ Konteyner Kent (UU2) uygulamasında, afet sonrası hızlı müdahale gereği 'Yapım Hızı' (C5) en belirleyici ölçüt olurken, Türkiye'deki tedarik ve üretim kapasitesi sayesinde 'Üretim Yaygınlığı' (C9) ikinci sıraya yükselmiştir. Bu iki kriterin üst sıralarda yer alması, lojistik kapasitenin sistemde tanımlayan yönlendirici bir bileşen hâline geldiğini göstermektedir (D-R>0). Buna karşılık metal sistemin karasal iklimde zayıf ısıl performansı nedeniyle 'İklimsel Uyum' (C1), 'Isı ve Nem Yalıtımı' (C2) ve 'Enerji Verimliliği' (C6) daha düşük önceliklerde kalmış, bu kriterler düşük D+R ve negatif D-R değerleriyle ağırlıklı olarak sonuç kümesinde yer almıştır.

Şili Mediagua Konutları (UAU1) örneğinde, yerel malzeme ve inşa kültürüyle uyumlu modüler ahşap paneller 'Yapım Hızı' (C5) ve 'Yapı Elemanlarının Hafifliği ve Taşınabilirliği' (C4)'ü öne çıkarmıştır. 'Maliyet ve Kaynak Kullanımı' (C8) ile 'Kullanıcı Konforu ve Sosyal Uyum' (C10) üst sıralarda yer alırken, C8'in konumu üretim kararlarının yerel tedarik ve maliyet etkinliğiyle de yönlendirildiğini göstermektedir. 'Malzeme Uygunluğu' (C3) orta etkide güçlü bir ağırlık sergilerken, ince kesitler nedeniyle 'Isı ve Nem Yalıtımı' (C2) ve 'Enerji Verimliliği' (C6) düşük kalmıştır. Böylece C4-C5-C8 neden kümesini oluştururken, ısıl performans ölçütleri büyük ölçüde sonuç kümesine itilmiştir.

Japonya Onagawa Konteyner Evleri (UAU2) örneğinde ise 'Yapım Hızı' (C5), 'Yapı Elemanlarının Hafifliği ve Taşınabilirliği' (C4) ve küresel tedarik ağının etkisiyle 'Üretim Yaygınlığı' (C9) en yüksek önceliklerde toplanmıştır. Bu durum, sistemin tasarım mantığının standartlaşmış modül, ölçeklenebilir tedarik ve hızlı kurulum bileşimi üzerine kurulduğunu ve neden kümesinin ağırlıklı olarak lojistik eksen tarafından belirlendiğini göstermektedir. Bu bağlamda dört uygulamaya ait kriterler vaka temelli öncelik yapılarının nicel-nitel düzeyde izlenmesini ve yorumlanmasını sağlamıştır (Tablo 6).

ARAŞTIRMA MAKALESİ
Cilt 8, Sayı 2, 2025, 612-639
DOI: 10.59389/modular.1667585

Tablo 6. Ön üretimli barınma yapıların tasarım kriterlerinin karşılaştırmalı değerlendirmesi

Seçilen Uygulamalar		**Erzincan Kurma Evler**	**Elâzığ Konteyner Kent**	**Şili Mediagua Konutları**	**Japonya Onagawa Konteyner K.**
Yapım Yılı		1939	2020	2010	2011
Konum		Türkiye (Erzincan)	Türkiye (Elâzığ)	Şili (Maule)	Japonya (Onagawa)
İklim Tipi		Karasal	Karasal	Ilıman	Soğuk ve nemli
Ön Üretim Sistemi ve Malzemesi		Ahşap panel sistem	Çelik konteyner	Ahşap panel sistem	Çelik konteyner +ahşap destek
Kategori	**Kriter**	**UU1**	**UU2**	**UAU1**	**UAU2**
Çevresel Uyum ve Bağlam	C1-İklimsel Uyum *Sıcaklık, nem, yağış ve rüzgâra karşı direnç*	Sert kara ikliminde uyum sağlamış, yüksek performans göstermiştir.	Karasal iklimde konteynerler yazın aşırı ısınma, kışın ısı kaybı yaratmıştır.	İnce ahşap paneller soğukta ısı kaybı yaratmış, uyum sınırlı kalmıştır.	Nemli yaz ve soğuk kış koşullarına uyum sağlayamamıştır.
	C2- Isı ve Nem Yalıtımı *Termal konfor ve nem kontrolü*	Ahşap paneller ısı köprüsü oluşturmadan etkili yalıtım sağlamıştır.	Sandviç panel sistem kısa vadede fayda sağlamış, uzun vadede yetersiz kalmıştır.	İnce paneller zayıf yalıtım sağlamış, uzun vadede konfor sorunları yaratmıştır.	Kâğıt paneller eklenerek yoğuşma azaltılmış, sınırlı iyileştirme sağlanmıştır.
Teknik Performans ve Yapım	C3- Malzeme Uygunluğu *Bölgesel uyum ve performans*	Malzeme çevreye uyum göstermiş, ancak ithal edilmesi yerel üretimi sınırlamıştır.	Metal paneller hızlı üretim sağlamış, ancak iklim koşullarına uyumsuz kalmıştır.	Yerel ahşap malzeme uyumu ve dayanıklılığı güçlü avantaj sunmuştur.	Çelik konteynerler yüksek iletkenlik nedeniyle iklime uyum sağlamamıştır.
	C4- Yapı Elemanlarının Hafifliği ve Taşınabilirliği *Ağırlık ve hacim özellikleri*	Hafif paneller montajda iş gücünü azaltmış, sahada kurulum hızını artırmıştır.	Yapı elemanları kurulumda kolaylık sağlamış, nakliye maliyetleri sınırlayıcı olmuştur.	Ahşap panellerin hafifliği nakliye ve kurulumda büyük avantaj sağlamıştır.	Çeliğin görece hafifliği montaj sürecini hızlandırmış, sahaya yerleşimi kolaylaştırmıştır.
	C5- Yapım Hızı *Kurulum süresi, saha erişimi, nakliye*	Günlük 5-6 konut kurulabilmiş, hızlı müdahale olanağı sunmuştur.	Konteynerler hızla üretilip sahaya sevk edilebilmiştir.	Paneller birkaç saat içinde kurulabilmiş, en güçlü kriteri oluşturmuştur.	ISO konteynerler üç katlı istiflenerek kısa sürede kompleks alan kurulmuştur.
	C6- Enerji Verimliliği *Yaşam döngüsünde düşük enerji tüketimi*	Kısa vadede avantaj sağlanmış, uzun vadede enerji kayıpları artmıştır.	Yetersiz yalıtım nedeniyle enerji tüketimi yüksek olmuş, maliyetleri artırmıştır.	Zayıf yalıtım nedeniyle enerji kaybı oluşmuş, verimlilik düşük kalmıştır.	Ek yalıtımlara rağmen aşırı ısınma ve ısı kaybı devam etmiş, enerji verimliliği düşük kalmıştır.
Çevresel Sürdürülebilirlik	C7- Sürdürülebilirlik ve Geri D. *Karbon ayak izi, malzeme ömrü, yeniden kullanım*	Ahşap doğal ve yenilenebilir malzeme oluşu ayrıcalık oluşturmaktadır.	Konteynerler sökülüp farklı alanlarda yeniden kullanılabilmiştir.	Ahşap yenilenebilir ve tekrar kullanılabilir olduğu için avantaj sağlamıştır.	Kâğıt paneller geri dönüştürülebilir yapısıyla çevresel fayda sunmuştur.
Ekonomik ve Sosyal Boyutlar	C8- Maliyet ve Kaynak Kullanımı *Üretim, nakliye ve montaj maliyetleri*	Standartlaştırılmış paneller kısa vadede ekonomik avantaj yaratmıştır.	Başlangıç maliyeti düşük olsa da düşük enerji performansı uzun vadeli giderleri artırmıştır.	Yerel ahşap temini düşük maliyet sağlamıştır.	Kâğıt paneller düşük maliyetli ve hafif yapısıyla avantaj sunmuştur.
	C9- Üretim Yaygınlığı *Yerel/ulusal üretim altyapısının mevcudiyeti*	1939 koşullarında sınırlı sayıda üretim yapılabilmiş, yaygınlaşamamıştır.	Türkiye'de mevcut endüstriyel kapasite hızlı seri üretimi mümkün kılmıştır.	Yerel ölçekte üretim yapılabilmiş ancak ulusal ölçekte yaygınlaşamamıştır.	ISO konteyner üretiminin küresel altyapısı yaygın tedarik olanağı sağlamıştır.
	C10- Kullanıcı Konforu ve Sosyal Uyum *Yaşanabilirlik, mahremiyet, uyum*	Tek katlı plan ve bölümlenmeler sosyal uyumu kolaylaştırmıştır.	İç mekânda kısmi çözüm üretilmiş, uzun vadede kapasite sorun yaratmıştır.	Yerel kültüre uygun yapım tarzı sosyal kabulü kolaylaştırmıştır.	Plus Box üniteleri ve ek çözümlerle konfor kısmen iyileştirilmiş, başlangıçta yetersiz kalmıştır.

ARAŞTIRMA MAKALESİ
Cilt 8, Sayı 2, 2025, 612-639
DOI: 10.59389/modular.1667585

SONUÇ

Türkiye, deprem ve sel gibi doğal olayların sık yaşandığı bir coğrafyada yer almaktadır. Doğa olayları önlenemez ancak bu olayların afete dönüşmesi, doğru planlama, tasarım ve mühendislik kararlarıyla büyük ölçüde yönetilebilir. Bu çalışma, afet sonrası barınma için geliştirilen ön üretimli konut sistemlerinin bağlamsal, çevresel ve yaşamsal performans ölçütleri üzerinden bütüncül biçimde değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Dört farklı örnek üzerinden yürütülen DEMATEL analizi, tasarım kararlarını yönlendiren ölçütlerin bağlama göre değiştiğini ve bu ölçütler arasındaki ilişkilerin sayısal olarak tanımlanabilir bir öncelik yapısı oluşturduğunu göstermiştir. Bulgular, hız, taşınabilirlik, hafiflik, üretim kapasitesi ve maliyet gibi aciliyet odaklı ölçütlerin; iklimsel uyum, yalıtım, enerji verimliliği ve kullanıcı konforu gibi yaşamsal performans ölçütleri karşısında farklı ağırlıklarla öne çıktığını ortaya koymaktadır. DEMATEL yöntemi sayesinde bu farklılıklar, yalnızca nitel tanımlamalarla sınırlı kalmamış; toplam önem katsayıları (D+R) ve nedensellik indeksleri (D-R) aracılığıyla ölçülebilir hâle gelmiştir.

Genel olarak dört vaka, aciliyet ve lojistik önceliklerin belirleyici olduğu bir eksen ile iklim, konfor ve enerji performansının tanımlayıcı olduğu ikinci bir eksen arasında bağlama göre değişen bir öncelik yapısına işaret etmektedir. Bu durum, tek bir ölçütün her koşulda baskın kabul edilemeyeceğini; her uygulamada ölçütlerin göreli ağırlıklarının yeniden şekillendiğini göstermektedir. Bu nedenle karşılaştırmalı bulguların, kriterlerin neden veya sonuç konumlarını açıkça ortaya koyan D-R dağılımları temelinde değerlendirilmesi, tasarım kararlarının bilimsel temelde yorumlanabilmesini mümkün kılmaktadır.

Vaka karşılaştırmaları bu yaklaşımı doğrulamaktadır. Erzincan Kurma Evler örneğinde, hafiflik ve yapım hızının ön plana çıktığı görülürken, ahşap panel sistem sayesinde iklimsel uyum ve yalıtım performansının dengeli biçimde korunduğu saptanmıştır. Elâzığ Konteyner Kent uygulamasında, üretim kapasitesi ve hızlı kurulum belirleyici olmuş, buna karşın metal sistemin zayıf ısıl davranışı enerji performansını sınırlamıştır. Şili Mediagua Konutları, yerel malzeme kullanımı sayesinde ekonomik ve hızlı bir çözüm sunmuş ancak yalıtım ve enerji verimliliği açısından düşük performans sergilemiştir. Japonya Onagawa Konteyner Evleri örneğinde ise taşınabilirlik ve ölçeklenebilir üretim öncelik kazanmış; çeliğin yüksek ısı iletkenliği iklimsel uyumu olumsuz etkilemiştir. Bu çeşitlilik, tek tip afet konutu modelleri yerine bağlama duyarlı tasarım yaklaşımlarının gerekliliğini açık biçimde ortaya koymaktadır.

Elde edilen sonuçlar, afet sonrası ön üretimli yapıların başarısı için üç düzeyde stratejik eylem alanı tanımlamaktadır:

- Tasarım düzeyi: Modülerlik ve bileşen hafifliği üzerinden kurulum hızının artırılması, sürdürülebilir malzeme tercihleri, iklim verilerine dayalı kabuk tasarımı yoluyla enerji performansının iyileştirilmesi.
- Üretim-lojistik düzeyi: Yerel ve ulusal tedarik ağlarının güçlendirilmesi, üretim süresinin kısaltılması, farklı iklim ve yerleşim koşullarına uyarlanabilir modüler sistemlerin geliştirilmesi.
- Karar desteği düzeyi: DEMATEL gibi çok ölçütlü karar verme yöntemleri kullanılarak ölçütler arasındaki etkileşimlerin düzenli biçimde güncellenmesi, farklı senaryolara yönelik nesnel karar modellerinin oluşturulması.

Bu doğrultuda afet sonrası konut tasarımında temel ilkeler, üretim ve lojistik süreçlerin bütünleşik ele alınması, iklim verilerine duyarlı kabuk ve detay çözümlerinin geliştirilmesi, yerel malzeme kullanımının teşvik edilmesi, modüler ve esnek mekânsal kurguların benimsenmesi, kullanıcı konforunun uzun süreli

ARAŞTIRMA MAKALESİ
Cilt 8, Sayı 2, 2025, 612-639
DOI: 10.59389/modular.1667585

yaşanabilirlik perspektifiyle ele alınması ve enerji verimliliğinin tasarımın ayrılmaz bir bileşeni hâline getirilmesine dayalıdır.

Sonuç olarak bu çalışma, ön üretimli afet konutlarında hız ve erişilebilirlik hedeflerinin, iklimsel uyum, konfor ve enerji performansını kapsayan tek ve bütüncül bir karar çerçevesi içinde ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Kriterler arasındaki bu denge, ilk müdahale başarısını yansıtmanın yanı sıra yapıların yaşam döngüsü boyunca ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliğini de güçlendirmektedir. Bu nedenle afet sonrası yerleşim politikalarında modülerlik, iklime duyarlılık, yerel üretim kapasitesi ve geri dönüştürülebilir bileşenleri birlikte ele alan bir yaklaşımın benimsenmesi büyük önem taşımaktadır. Böyle bir yaklaşım, ön üretimli sistemlerin afet sonrası süreçte hem acil barınma gereksinimine yanıt veren hem de uzun vadede yaşanabilir ve nitelikli mekânlar sunan çözümler olarak değerlendirilmesine olanak vermektedir.

Yazar Katkı Beyanı

Sıra	Adı Soyadı	ORCID	Yazıya katkısı*
1	Gamze Nur CÜRE	0009-0004-5147-625X	1, 2, 3, 4, 5
2	Sevda Duygu KOLBAY	0000-0001-7558-7385	3, 4, 5
*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			

Yazar Notu

Bu çalışma; İstanbul Gedik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Mimarlık (Tezli) Programında, Gamze Nur Cüre tarafından, Dr. Öğr. Üyesi Sevda Duygu Kolbay danışmanlığındaki yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Çıkar Çatışması Beyanı

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

KAYNAKÇA

Al-Shatnawi, M. (2024). Advances in cold-climate-responsive building envelope design: A comprehensive review. *Buildings*, *14*(11), 1–24. https://doi.org/10.3390/buildings14113486

Aras, A. ve Seymen, Z. (2024). An examination of housing designs to address post-earthquake shelter needs. *Uluslararası Mühendislik, Tasarım ve Teknoloji Dergisi, 6*(1), 1–15.

Arquitectura Viva. (2011). *Container temporary housing, Onagawa*. 20 Aralık 2025 tarihinde https://arquitecturaviva.com/works/viviendas-temporales-container-3 adresinden alındı.

Atabeyli Çağlık, E. ve Say Özer, Y. (2023). 1939 Erzincan depreminin mimari bellek üzerinden okunması: "Kurma evler örneği". *Journal of Academic Social Science Studies*, *16*(94), 273–292. http://dx.doi.org/10.29228/JASSS.66598

Avlar, E., Limoncu, S. ve Tızman, D. (2023). Deprem sonrası geçici barınma birimi: CLT E-BOX. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, *38*(1), 471-482. https://doi.org/10.17341/gazimmfd.1027894

Başgöze, A. (2020). *Erzincan'da mevcut binaların bölgesel afet risk dağılımının belirlenmesi* (Yayın No. 637983), [Yüksek Lisans Tezi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

BC Housing. (2014). *Modular and prefabricated housing: Literature scan of ideas, innovations, and considerations to improve affordability, efficiency, and quality*. BC Housing Manufactured Housing Association of BC; Real Estate Institute of BC. 20 Aralık 2025 tarihinde https://www.bchousing.org adresinden alındı.

Bodig, J. ve Jayne, B. A. (1982). *Mechanics of wood and wood composites*. Van Nostrand Reinhold.

Celentano, G., Zea Escamilla, E., Göswein, V. ve Habert, G. (2019). A matter of speed: The impact of material choice in post-disaster reconstruction. *International Journal of Disaster Risk Reduction, 34*, 34–44. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.10.026

Chen, W., Li, W., Shao, L., Zhang, T. ve Wang, X. (2023). Large-scale group-hierarchical DEMATEL method for complex systems. *PLOS ONE*, *18*(12) e0288326. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0288326

Davis, I. (1978). *Shelter after disaster*. Oxford Polytechnic Press.

Detroit, R. (2019). *Disaster proof: The ephemeralization of prefabricated architecture for climate resilience* (Yayın No. 32992), [Yüksek Lisans Tezi, University of Cincinnati, College of Design, Architecture, Art and Planning]. OhioLINK Electronic Theses and Dissertations Center.

El Hage, J., Shahrour, I., Hage Chehade, F. ve Abi Farraj, F. A. (2023). A comprehensive assessment of buildings for post-disaster sustainable reconstruction: A case study of Beirut Port. *Sustainability, 15*(18), 13433. https://doi.org/10.3390/su151813433

Erdik, M. (2001). *Report on 1999 Kocaeli and Düzce (Turkey) earthquakes.* Boğaziçi University, Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute.

Escorcia Oyola, O., García Alvarado, R., Trebilcock Kelly, M., Celis, F., Echeverría, E. ve Sánchez, R. (2013). Validación del reacondicionamiento térmico de viviendas para la reconstrucción pos-terremoto 2010: Dichato, Chile. *Revista de la Construcción*, *12*(2), 54–71. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2013000200005

Eser, L. (1982). *Ön yapım endüstrileşmiş yapı*. İTÜ Matbaası.

Felix, 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

Figueiredo, K., Pierott, R., Hammad, A. W. A. ve Haddad, A. (2021). Sustainable material choice for construction projects: A life cycle sustainability assessment framework based on BIM and fuzzy-AHP. *Building and Environment*, *196*, 1–15. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107805

Gabus, A. ve Fontela, E. (1972). *World problems, an invitation to further thought within the framework of DEMATEL* (Technical Report). Battelle Geneva Research Centre. https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2013.03.006

Garay, R. M., Figueroa, W., Pfenniger, F., Tapia, R. ve Larenas, J. (2017). Project shelter, part 1: Fire resistance and thermal insulation. *Revista de la Construcción, 16*(2), 339–354. https://doi.org/10.7764/RDLC.16.2.339

Goldhill, S. ve Fitzgibbon, G. (2021). Climate, disaster and risk: Introduction. *Journal of the British Academy*, *9*, 1–4. https://doi.org/10.5871/jba/009s8.001

Grudzińska, M., Stabryła, R., Siwek, K., Bartoszek, K. ve Wankiewicz, J. (2024). Perception of summer conditions in prefabricated multifamily buildings occupied by middle-aged and elderly people based on monitoring of dwellings in warm-summer humid continental climate. App*lied Sciences*, *14*(24), 11505. https://doi.org/10.3390/app142411505

Guaygua, B., Sánchez-Garrido, A. J. ve Yepes, V. (2024). Life cycle assessment of seismic resistant prefabricated modular buildings. Heliyon, *10*(20), e39458. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39458

Güler, E., Avcı, S. ve Aladağ, Z. (2022). Dematel–SWARA yöntemleri ile geçici barınma alanlarının seçimine etki eden kriterlerin değerlendirilmesi. *Uluslararası Batı Karadeniz Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, *4*(2), 57–74.

Gürtes Yapı. (2023, Temmuz 1). Modüler konteyner parçaları ve elemanları. *Gürtes Yapı*. 20 Aralık 2025 tarihinde https://gurtes.com.tr/moduler-konteyner-parca-ve-elemanlari/ adresinden alındı.

Haçin, İ. (2014). 1939 Erzincan Büyük Depremi. *Atatürk Araştırma Merkezi Dergisi 30*(88), 37-70.

Hikone, S. ve Tokubuchi, M. (2014). Temporary multi-storey container house after earthquake and tsunami disaster on March 11, 2011. *Proceedings of the IABSE Symposium, Madrid 2014*, *102*(20), 1699–1706. https://doi.org/10.2749/222137814814067950

Hosseini, S. M. A., de la Fuente, A. ve Pons, O. (2016). Multi-criteria decision-making method for assessing the sustainability of post-disaster temporary housing unit technologies: A case study in Bam, 2003. *Sustainable Cities and Society*, *20*, 38–51. https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001

IBA Hamburg GmbH. (2013). *Smart Price House: Case Study Hamburg*. International Building Exhibition Hamburg.

Ishirugi, P. G. T. (2023). *Analysis of modular construction techniques: Advantages and disadvantages* [Yüksek lisans tezi, University of Porto]. University of Porto Open Repository.

Johnson, C. (2007). Impacts of prefabricated temporary housing after disasters: 1999 earthquakes in Turkey. Habitat International, *31*(1), 36–52.

Kalkan, M., Kaçar, A. D. ve Alptekin, O. (2020). Ülkelerin deprem sonrası yeniden yapılaşma süreçlerinin karşılaştırılması: Çin, Şili ve Türkiye örnekleri. *Tasarım Kuram*, *16*(31), 152-169. https://doi.org/10.14744/tasarimkuram.2020.41275

Kelman, I. ve Stough, L. M. (2015). *Disability and disaster*. Palgrave Macmillan.

Kısa Ovalı, P. (2019). Biyoklimatik tasarım matrisi (Türkiye). *Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 20*(2), 51-66.

Kızılelma, S. ve Görgülü, T. (2021). Afetler sonrası mimarlıkta yeni normal. *Kent Akademisi*, *14*(4), 911-949. https://doi.org/10.35674/kent.1009252

Knaack, U., Chung-Klatte, S. ve Hasselbach, R. (2012). *Prefabricated Systems: Principles of Construction*. Birkhäuser. https://doi.org/10.1515/9783034611404

Koyunoğlu, H. (1977). Erzincan'da deprem sonu yapılan evlerin inşaat sistemleri hakkında açıklamalar. *Mimarlık Dergisi*, *4*(153), 21-23.

Köppen, W. (2011). The thermal zones of the Earth according to the duration of hot, moderate and cold periods and to the impact of heat on the organic world (E. Volken & S. Brönnimann, Çev. ve Ed.). *Meteorologische Zeitschrift*, *20*(3), 351–360. https://doi.org/10.1127/0941-2948/2011/105 (Orijinal eserin yayın tarihi 1884)

Kurnalı, M. (2015). *İç mekanda prefabrikasyon ve günümüz prefabrik iç mekân ürünlerine yönelik bir inceleme* (Yayın No. 407377) [Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Limoncu, S. ve Bayülgen, C. (2005). Türkiye'de afet sonrası yaşanan barınma sorunları. *Megaron*, *1*(1), 18-27.

Limoncu, S. ve Çelebioğlu, B. (2006). Post-disaster sustainable housing system in Turkey. *Proceedings of I-Rec 2006 International Conference on Post-Disaster Reconstruction*.

Nazarian, T., Movahedi, A. ve Shahabi, S. (2024). Investigating the construction of a post-earthquake shelter using the Super Adobe method in Herat, Afghanistan. *Urban Planning and Construction, 2*, 25–37. https://doi.org/10.55121/upc.v2i2.151

Nijman, J., Shin, M. ve Muller, P. O. (2020). *Geography: Realms, regions, and concepts* (18. baskı). Wiley.

Nuris Prefabrik. (2020). *Elazığ Deprem Konteyner Kent Projesi*. 20 Aralık 2025 tarihinde https://nurisprefabrik.com.tr/elazig-deprem-konteyner-kent/ adresinden alındı.

Nyimbili, P. H., Erden, T. ve Mwanaumo, E. M. (2023). A DEMATEL-based approach of multi-criteria evaluation for urban fire and emergency facilities. *Frontiers in Environmental Economics*, *2*(1), 1–16. https://doi.org/10.3389/frevc.2023.1198541

Oyguç, R. A. (2022). 24 Ocak 2020 Elazığ depreminde hasar gören yapıların sismik davranışlarının incelenmesi. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, *11*(1), 140–155. https://doi.org/10.17798/bitlisfen.1000615

Özdamar Seitablaiev, M. ve Umaroğulları, F. (2020). Dünya'da ve Türkiye'de betonarme prefabrikasyon. *Journal of Architectural Sciences and Applications*, *5*(2), 309–320.

Özel Can, S. (2020). *Erzincan'da 1939 depremi sonrasında kurma evler örneği: Modern mirasın sürdürülebilir bir model olarak değerlendirilmesi* (Yayın No. 665167) [Yüksek lisans tezi, Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Ryder, B. (2013). *Piecemeal potential: The sky could be the limit for prefabricated modular towers*. Architect Magazine. 20 Aralık 2025 tarihinde https://www.architectmagazine.com/design/buildings/piecemeal-potential_o adresinden alındı.

Seker, S. ve Zavadskas, E. K. (2017). Application of fuzzy DEMATEL method for analyzing occupational risks on construction sites. *Sustainability, 9*(11), 2083. https://doi.org/10.3390/su9112083

Shigeru Ban Architects. (2025, 15 Mart). *Community center, Onagawa*. 20 Aralık 2025 tarihinde https://shigerubanarchitects.com/works/cultural/community-center-onagawa/ adresinden alındı.

Si, S.-L., You, X.-Y., Liu, H.-C. ve Zhang, P. (2018). DEMATEL technique: A systematic review of the state-of-the-art literature on methodologies and applications. *Mathematical Problems in Engineering*, *2018*, 1–33. https://doi.org/10.1155/2018/6924546

Sucuoğlu, H. (1999). Depreme dayanıklı yapı tasarımı. *Bilim ve Teknik*, 384, 58–62.

T.C. İletişim Başkanlığı. (2020, 5 Şubat). *Elazığ'da konteyner kent kurulum çalışmaları sürüyor*. 20 Aralık 2025 tarihinde https://www.iletisim.gov.tr/turkce/yerel_basin/detay/elazigda-konteyner-kent-kurulum-calismalari-suruyor adresinden alındı.

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2023). *Sanayicinin konteyner mesaisi devam ediyor*. 20 Aralık 2025 tarihinde https://www.sanayi.gov.tr/medya/haber/sanayicinin-konteyner-mesaisi1 adresinden alındı.

Tauber, G. (2014). *Architects and post-disaster housing: A comparative study in South India*. Transcript Verlag. https://doi.org/10.14361/transcript.9783839426333

Wagemann, E. (2017). Need for adaptation: Transformation of temporary houses. *Disasters*, *41*(4), 828–851. https://doi.org/10.1111/disa.12228

Walker V., R., Wagemann F., E., Garay Moena, R. M., Tapia Zarricueta, R. ve Domínguez G., M. (2018). *Habitabilidad transitoria en desastres en Chile: Experiencia en el período 2014–2017*. ONEMI. https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/151726

YAZAR BİYOGRAFİSİ

Gamze Nur CÜRE

Altınbaş Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı lisans mezunudur. İstanbul Gedik Üniversitesi Mimarlık tezli yüksek lisans programında eğitimine devam etmektedir. Araştırmaları, afet sonrası barınma çözümlerinde ön üretimli yapım uygulamalarının yerel iklim koşullarıyla uyumuna odaklanmaktadır. Maket ve proje çizimiyle ilgilenmekte, bir prefabrik firmasında proje sorumlusu olarak çalışmaktadır.

Sevda Duygu KOLBAY

2006 yılında Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesinde lisans eğitimine başladı, aynı üniversitede yüksek lisansını tamamladı. Doktorasını 2019'da Yıldız Teknik Üniversitesi Yapı Bilgisi Programında tamamladı. Serbest mimar ve akademisyen olarak çalıştı. 2021'den beri İstanbul Gedik Üniversitesi Mimarlık Bölümünde Dr. Öğr. Üyesidir; yöresel ve çağdaş yapı teknolojileri üzerine araştırmalar yürütmektedir.