



Afet Sonrasında Kullanılacak Geçici Barınma Birimlerinde Yapısal Kuruluş Özelliklerine Göre Isıl Performansın Değerlendirilmesi

Begüm Sude KURT ^{1*}, Caner GÖÇER ²

Öz

Büyük depremler sonrasında acil barınma ihtiyacını karşılamak amacıyla dünya ölçeğinde plan biçimi, malzeme ve yapı-yapım sistemi bakımından bugüne kadar birçok geçici barınma birimi üretilmekte ve kullanılmaktadır. Mevcut uygulamalarda yapısal kuruluş, malzeme seçimi ve yanlış detay tasarımına bağlı olarak soğutma ve ısıtma yüklerinde artışların olacağı öngörülmektedir. Bu çalışmada, dünya ölçeğinde sıkça uygulanan geçici deprem konutlarının yapısal ve malzeme özellikleri ile yanlış detay tasarımı kaynaklı ısı köprülerinin ısı performansları bilgisayar programı aracılığıyla hesaplanmış; ısıtma ve soğutma yüklerine ilişkin hesap verileri karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmiştir. Metal çerçeve konstrüksiyonlu ünitelerde oluşan ısı köprülerine bağlı olarak artan enerji tüketimi değerleri bu noktalarda önlemlerin alınması gerektiğine işaret etmektedir. Isı yalıtımlı ünitelerde ısıtma enerjisi tüketimi %79,56, soğutma enerjisi tüketimi %44,79 oranında azalmaktadır. Farklı malzeme ve yapısal kuruluşa sahip geçici barınma birimlerinde yanlış detay tasarımı kaynaklı ısı köprülerine bağlı ısıtma enerjisi tüketimi %18.18 - %41.05 arasında artmaktadır. Büyük depremler sonrasında kullanılacak geçici barınma birimi söz konusu olduğunda büyük miktardaki enerji talebi gerek ülke bütçesi gerekse enerji kaynaklarının etkin kullanımı bakımından olumsuz sonuçlar doğurmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Geçici barınma birimi, Isıl performans, Isı köprüsü, Enerji etkin yapı tasarımı, Acil barınma, Kullanıcı konforu.

Evaluation of Thermal Performance of Post-Disaster Temporary Shelter Units According to Their Constructional Features

Abstract

In order to meet the need for emergency shelter after major earthquakes, many temporary shelter units have been produced and used worldwide in terms of plan form, material and building-construction system. In current applications, it is predicted that there will be increases in cooling and heating loads due to structural organization, material selection and incorrect detail design. In this study, the thermal performances of temporary earthquake shelters, which are frequently applied worldwide, due to their structural and material properties and thermal bridges caused by incorrect detail design, are calculated by means of a computer program and the calculation data related to heating and cooling loads are evaluated comparatively. Increased energy consumption values due to thermal bridges in metal frame construction units indicate that measures should be taken at these points. In units with thermal insulation, heating energy consumption decreases by 79.56% and cooling energy consumption decreases by 44.79%. In temporary shelter units with different materials and structural organization, heating energy consumption increases between 18.18% and 41.05% due to thermal bridges caused by incorrect detail design. When it comes to temporary shelter units to be used after major earthquakes, the large amount of energy demand has negative consequences both in terms of the country's budget and the effective use of energy resources.

Keywords: Post-disaster temporary shelter units, Thermal performance, Thermal bridge, Energy efficient building design, Emergency shelter, User comfort.

¹ İstanbul Teknik Üniversitesi, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Yüksek Lisans Programı, İstanbul, Türkiye, kurt23@itu.edu.tr, b.sudekurt@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-2048-2734>

² İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye, gocercan@itu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-67674235>

1. Giriş

Türkiye, coğrafi konumu ve sahip olduğu jeolojik, meteorolojik, topoğrafik yapısına bağlı olarak aktif deprem kuşağının üzerinde yer almaktadır. Buna bağlı olarak belirli aralıklarla ülkede büyük depremler meydana gelmektedir. Depremlere ek olarak nüfusun çoğu heyelan, sel/su baskını, kaya düşmesi ve çığ gibi hem jeolojik hem de iklimsel afetlerin meydana geldiği bölgede yaşamaktadır. Türkiye’de 1950’li yıllardan bugüne kadar en fazla afetzedede sayısı depremler sonucunda meydana gelmiştir. Buna bağlı olarak en fazla barınma gereksinimi depremler sonucunda ortaya çıkmıştır (AFAD, 2018). 1800’lü yıllardan bu yana Türkiye'nin farklı bölgelerinde Richter ölçeğinde 6,0 ile 7,2 arasında değişen çok sayıda deprem kaydedilmiştir. Bu depremlerde 100.000'den fazla insan hayatını kaybetmiş, çok sayıda kişi yaralanmış, çok sayıda bina yıkılıp hasar görmüştür (Atmaca,2017).

Büyük depremlerin sonucunda oluşan acil barınma ihtiyacını karşılamak amacıyla çok sayıda geçici barınma birimlerinin temin edilmesi gerekmektedir. Türkiye’de meydana gelen büyük depremler sonrasında acil barınma ihtiyacına bağlı olarak geçici barınma birimlerinin kullanımı zorunlu hale gelmiştir. Afet sonrası barınakların doluluk süresine göre konutlar iki ana kategoriye ayrılmaktadır. Birincisi hasarlı bölgedeki acil barınma talebinin hızlı bir şekilde karşılanmasına yönelik “geçici konut” veya “geçici barınma birimi” olarak adlandırılan türdür. Diğeri "kalıcı konut" olarak adlandırılan uzun süreli yerleşim için inşa edilen barınma türüdür (Turan ve Cengizkan, 1983). İki barınma türü tasarım özellikleri bakımından farklılıklar göstermektedir. Örneğin “kalıcı konut” normal şartlarda sıradan konutlara yakın özellikler taşırken “acil barınma” hafif gövde yapısı ve sökülüp takılabilen hızlı kurulum gibi özelliklere sahiptir (Dikmen, 2005). Geçici barınma alanları, afet sonrası oluşan kaotik sürecin atlatılması sonrasında afetzedelerin geçici bir süre de olsa doğal koşullardan korunarak sağlıklı bir iç ortam konfor koşullarında barınabilmeleri için önceden planlanmış alanlardır (Maral, 2016). Geçici barınma birimleri, afetin etkilerinin giderilmesinde insanlara yaşanabilir bir çevre sağlanması açısından önemli bir rol oynamaktadır (Atmaca, A., Atmaca, N. 2016). Geçici barınma birimleri, kalıcı konutlar tamamlanana kadar barınma ihtiyacını karşılamamanın yanı sıra depremedelerin çevresel ve sosyal yaşamlarını da sürdürmelidir (Eren, 2012). Acil barınma ihtiyacının karşılanması amacıyla dünya genelinde çeşitli malzeme ve yapı özelliklerine sahip geçici barınma birimleri tasarlanmıştır. Geçici barınma birimleri hafif, nakliye edilebilir özellikte olup kalıcı konutların kullanımına kadar hizmet verecek modüllerden oluşmaktadır (Arslan, 2007).

Enerji etkin yapı tasarımının önemi günümüzde giderek artan enerji tüketimi ve kaynaklarının hızla tükenmesi bağlamında artmaktadır. Bu durum, sürdürülebilir bir gelecek için enerji verimliliği konusundaki çalışmaların önemini gündeme getirmektedir. Özellikle yapı sektöründe enerji etkin tasarımın benimsenmesi, enerji kaynaklarının daha verimli kullanılmasını sağlamakla kalmayıp aynı zamanda çevresel etkileri minimize ederek sürdürülebilir bir yaşam alanı oluşturma amacına hizmet etmektedir. İnsanoğlu için ev tanımı; fiziksel, zihinsel veya termal konfor kapsamında her türlü konforu barındıran mekândır. Deprem riski taşıyan Türkiye'de her büyük deprem sonrasında inşa edilen geçici barınma birimleri, yapım ve kullanım aşamasında önemli sorunları da beraberinde getirmiştir (Eren, 2012). Barınma birimlerinde kullanıcılar için iç ortam konfor koşullarının yeterli derecede sağlanamaması ve yapısal kuruluş ile malzeme özelliklerine bağlı oluşan ısı kayıpları önemli sorunların başında gelmektedir (Arslan ve Coşgun, 2008). Sıcaklık, kullanıcıların termal konforu için en önemli faktördür ve birçok iklim faktörü ve evlerin yerleşim planı da önemli rol oynamaktadır (Boduch ve Fincher, 2009). Ancak geçici deprem konutlarındaki yapısal kuruluş ve malzeme seçimi konusundaki yanlış ve eksik uygulamalar, mevcut geçici barınma birimlerinde iç ortam konforu ve enerji etkin tasarım açısından sorunlara neden olmaktadır. Geçici barınma birimlerinin malzeme, yapısal kuruluş ve detay tasarımı kaynaklı ısı köprülerine bağlı ısı performansının değerlendirilmesine yönelik birim bazında ve genel uygulamaların karşılaştırılmasına yönelik bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmada, öncelikle dünya genelinde sıklıkla kullanılan farklı malzeme ve yapısal özelliklere sahip geçici barınma birimlerinin malzeme ve konstrüktif yapısı incelenmiştir. Isı yalıtımının olup olmaması, ısı yalıtımını kesintiye uğratan ısı köprülerine bağlı gerçekleştirilen analizlerin sonucunda her farklı ünite için ısıtma ve soğutma yükleri hesaplanmış, hesap verileri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çalışmaya ait değerlendirme verilerinin mevcut ve gelecekte inşa edilecek geçici barınma birimlerinin iç ortam konfor koşullarının artırılması ve enerji etkin yapı tasarımının gerçekleştirilmesine yönelik katkılar sağlaması hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışma, geçici deprem barınma birimlerinde yapısal kuruluş ve malzeme özelliklerine göre ısı performansın değerlendirilmesi amaçlamaktadır. Değerlendirme dünya genelinde uygulanmış örnekler üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Öncelikle, geçici barınma birimlerinin ısı kayıp ve kazançlarının mevcut uygulamalarda nasıl değerlendirildiğine dair literatür taraması yapılmıştır. Literatür verileri, deprem yönetmelikleri ve standartlar gibi kaynaklardan elde edilen bilgilerin derlenmesiyle başlamıştır.

Bu bilgiler, geçici barınma birimleriyle ilgili kavramları, Türkiye'deki geçmiş depremleri ve uygulanan geçici barınma ünitelerinin mimari ve yapısal özelliklerini içermektedir.

Şekil 1'de çalışmanın süreci ve yöntemine ilişkin akış şeması görülmektedir. Geçici barınma birimlerinin yapısal kuruluş özelliklerini incelemek amacıyla dünya ölçeğinde örnekler seçilmiş ve bu örnekler üzerinde ısı performans analizi yapılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda DesignBuilder simülasyon programı aracılığı ile hesaplamalar yapılmış; hesap verilerine göre ısı yalıtımlı, ısı yalıtımsız ve ısı köprülü yapısal kuruluş özelliklerine sahip örneklerin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi yapılmıştır. Değerlendirmelerde ilgili standartların verileri de dikkate alınmıştır.



Şekil 1. Çalışma sürecine ve yöntemine ilişkin akış şeması

3. Geçici Barınma Kavramı

Acil bir durum sonrasında barınma sağlanması, genellikle afet sonrası inşaat faaliyetlerinin ilk adımıdır. Afetzedelerin veya göçmenlerin geçici barınma ihtiyaçları çok hızlı bir şekilde karşılanmalıdır (Atmaca, 2017). Geçici barınma şu şekilde tanımlanır: (1) hayatta kalanların geçici olarak ikamet edebilecekleri, genellikle altı aydan beş yıla kadar (ancak çoğu zaman önemli ölçüde daha uzun) planlanan yer ve (2) normal günlük aktivitelerine devam edebilecekleri yer (Felix, Franco ve Feio, 2013). Geçici barınma birimi, deprem sonrasında afetzedelerin barınma ihtiyacını karşılamak amacıyla hızlı bir şekilde inşa edilen yapılardır. Depremler gibi doğal afetler sonucunda evlerini kaybeden insanlar için acil bir çözüm sağlamak üzere tasarlanmıştır. Bu konutlar, genellikle afet bölgesinde hızlı bir şekilde kurulabilen, dayanıklı ve geçici barınma sağlayan yapılar olarak tasarlanır. Geçici barınma birimi, prefabrik yapı malzemeleri kullanılarak kolayca monte edilebilen, taşınabilir ve yeniden kullanılabilir özelliklere sahip olabilir. Bu tür yapılar, deprem riski yüksek bölgelerde önceden planlanmış acil durum planları çerçevesinde kullanılacak önemli bir çözüm olarak düşünülmektedir.

Geçici barınma alanlarına konusunda düzenlenmiş ulusal ve uluslararası birçok standart mevcuttur. “Sphere Projesi: Afetle Mücadelede Asgari Standartlar ve İnsani Yardım Sözleşmesi” Standartları (2018), Türkiye’de ise AFAD tarafından 2015 yılında “Geçici Barınma Merkezlerinin Kurulması, Yönetilmesi ve İşletilmesi Hakkında Yayınlanan Yönerge” en kapsamlı standartlardır. Uluslararası standartlar ve ulusal yönergeler yer seçimine, barınma merkezine, kapasiteye, su temini ve sağlıklı bir ortama dair esasları içermektedir (AFAD, 2018).

Geçici barınma birimlerinde karşılaşılan sorunların temel kaynakları, genellikle yanlış ve eksik yapısal kuruluş ile malzeme seçimlerine dayanmaktadır. Bu durum, iç ortam konforunu olumsuz etkileyerek enerji etkin tasarım üzerinde de olumsuz bir etki yaratmaktadır.

Yapısal kuruluşlardaki hatalar, özellikle barınma birimlerinin dayanıklılığı ve sağlamlığı açısından kritik öneme sahiptir. Yanlış yapısal kuruluşlar, deprem sonrası barınan insanların güvenliği ve iç ortam konforu üzerinde olumsuz etkiler yaratır. Bu durum, acil barınma ihtiyacının karşılanmasında temel bir hedef olan güvenli ve konforlu bir iç ortamın sağlanmasını engellemektedir. Malzeme seçimi, bir diğer kritik faktördür. Yanlış malzeme seçimleri, iç ortam konforu ve enerji etkin tasarımı üzerinde direkt olarak etkilidir. Özellikle ısı yalıtımına yönelik eksik veya hatalı malzeme kullanımı, iç ortamın istenilen sıcaklık seviyelerine ulaşamamasına ve bu nedenle sürekli çalışan ısıtıcılar ile yüksek enerji tüketimine yol açar. Bu olumsuz durumların somut örnekleri mevcuttur. İç ortam konfor koşullarının sağlanamaması, sıcaklığın istenilen seviyede tutulamaması, soğuk yüzeylerden kaynaklanan hava akımları gibi sorunlar, yanlış yapısal kuruluş ve malzeme seçimlerinin bir sonucudur. Ayrıca, enerji tüketimindeki artış, enerji kaynaklarının hızla tükenmesine neden olmakta bu durum çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasını olumsuz yönde etkilemektedir.

4. Dünyada ve Türkiye’de Uygulanan Geçici Barınma Ünitelerinin Mimari ve Yapısal Özellikleri

Türkiye’deki şehir yerleşimleri tehdit altında olduğu doğal ve beşeri etkenler nedeniyle farklı seviye ve türlerdeki afet risklerine açık yerleşimlerdir. %96’sı yıkıcı deprem etkisine açık olan ülkemizin yüzölçümünün %42’si birinci derece deprem kuşağında yer almaktadır (AİGM, 1997). Türkiye’de 1900-2023 yılları arasında can kaybına veya yıkıcı hasara sebep olan çeşitli büyüklükte 269 adet deprem meydana gelmiştir. Bu depremlerde can kaybı ve ağır hasar açısından en büyük depremler sırasıyla 2023 tarihli Kahramanmaraş, 1939 tarihli Erzincan ve 1999 tarihli Gölcük merkezli Marmara Depremleridir (2023 Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu). Türkiye tarihinde yaşanan en büyük doğal afetlerden birisi olarak tanımlanan 1999 tarihli Marmara Depreminde can kaybı 17 bin 480 kişi olurken (Meclis

Araştırma Raporu, 2010) asrın en büyük felaketi olarak tanımlanan “Kahramanmaraş Depremi’nde can kaybı AFAD’ın yapmış olduğu basın açıklamasına göre elli binin üzerindedir (AFAD 2023a).

Türkiye’de acil barınma ihtiyacını karşılamak amacıyla öncelikle çadır veya sökülür takılır özellikteki tekstil esaslı üniteler kullanılmaktadır. Bu ünitelerin taşınabilir ve kolayca kurulup sökülebilir özellikte olması, acil durum sonrası geçici barınma ihtiyacının sağlanmasını kolaylaştırmaktadır. Sökülür takılır (demontabl) üniteler acil durumların iyileştirme aşamasında, kolay uygulanabilirliği ve defalarca kullanılabilirliği ağır tip barınaklara nazaran çok daha kullanışlıdır. Ancak bu tür barınaklar geçici iskâna sahip olduğundan kullanım süresi sınırlıdır. (Ervan, 1995). 1999 Marmara depremi felaketinden sonra geçici barınma yerleşimleri kurulmuştur. Yapılan gözlem ve araştırmalara göre bu barınaklarda mekânsal performans kriterleri değişen koşullar nedeniyle karşılanamamıştır (Şener ve Şener, 2003). 2023 Kahramanmaraş depremleri ardından, bölgede meydana gelen acil barınma ihtiyacını karşılamak üzere çeşitli barınma birimleri kullanılmıştır. Bu barınma birimleri arasında özellikle çadırlar ve konteynerler dikkat çekmektedir. Konteynerler, ısıl performansları açısından farklı uygulamalara tabi tutulmuş ve bu uygulamaların sonuçları gözlemlenmiştir. Konteynerlerin içinde ısı yalıtımı sağlama amacıyla gerçekleştirilen çeşitli uygulamalar, depremedelerin iç ortam konforunu etkilemiştir. İlgili uygulamalar arasında, bazı konteynerlerin ısı yalıtımına yönelik tedbirler almışken diğerlerinin ise bu önlemleri almadığı gözlemlenmiştir. Isı yalıtımlı konteynerlerde, iç ortam daha etkin bir şekilde ısınmış ve konforlu bir atmosfer sağlanmıştır. Ancak ısı yalıtımsız konteynerlerde iç ortam yeterince ısınmamış ve soğuk yüzeylerden kaynaklanan hava akımları nedeniyle konfor koşulları olumsuz etkilenmiştir. Bu durum, iç mekânın sürekli ısıtılmasını gerektirmiş ve yüksek enerji tüketimine neden olmuştur. Isı yalıtımının olumlu etkileri, konforlu iç mekânlar sağlayarak enerji tasarrufuna katkıda bulunmuştur. Ancak ısı yalıtımı eksik veya yanlış yapıldığında, enerji tüketimi artmış ve iç ortam konforu olumsuz yönde etkilenmiştir. Bu bağlamda, gelecekteki acil durum barınma planlamalarında ısı yalıtımına yönelik daha dikkatli ve etkili stratejilerin benimsenmesi gerekliliği vurgulanmalıdır.

Mimarlar ve mühendisler tarafından geçici barınma birimlerindeki sorunları çözmeye amaçlı çeşitli tasarımlar oluşturulmuştur. Bu tasarımların birçoğu, deprem sonrası hızlı bir şekilde kullanıma geçilebilen, güvenli ve geçici barınma sağlayabilen yapılar üzerine odaklanmıştır. En yaygın kullanılan tasarımlardan bazıları Şekil 2-3-4-5’de görülmektedir:

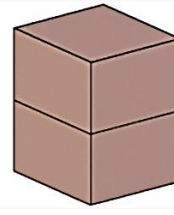
Konteyner



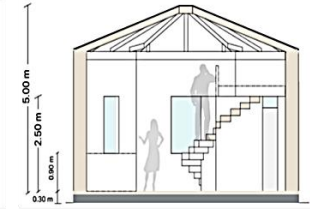
CLT E- BOX



THU

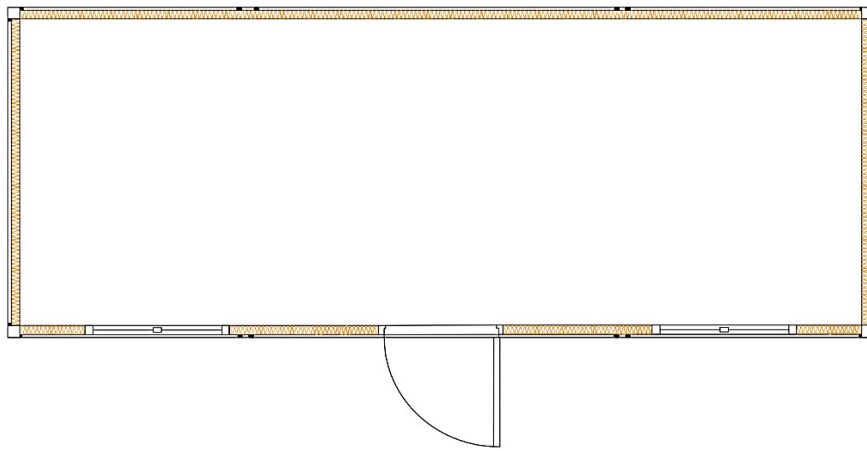


Pasif Ev



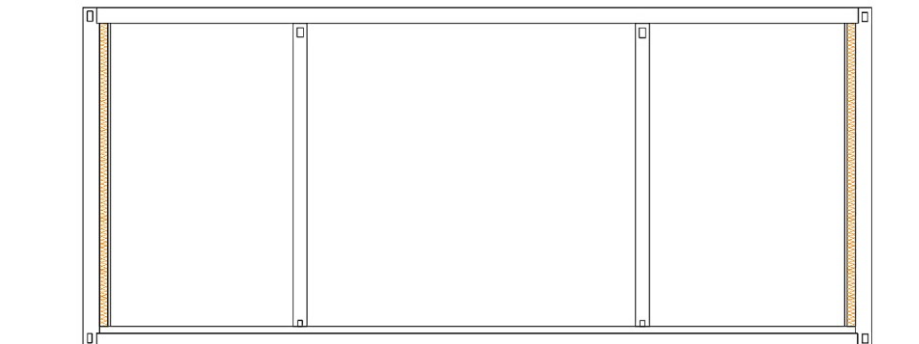
Şekil 2. Konteyner (URL 1) Şekil 3. CLT E BOX (URL 2) Şekil 4. THU (URL 3) Şekil 5. Pasif Ev (URL 4)

Geçici barınma ihtiyacının sağlanmasında konteyner kullanımı hızlı temin edilmesinin yanı sıra pratik, güvenli ve ekonomik bir çözümdür. Şekil 6'da konteyner planı görülmektedir.



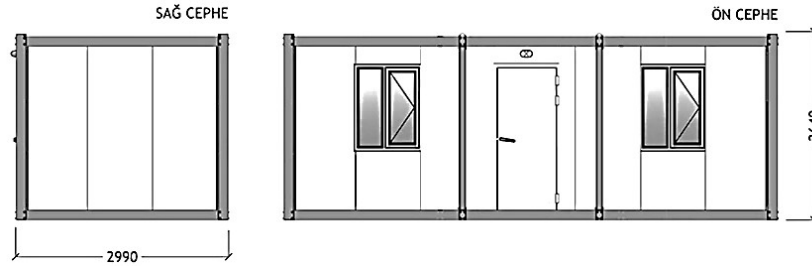
Şekil 6. Konteyner planı

Konteynerlerin duvarları özel şekillendirilmiş EPS (genleştirilmiş polistiren sert köpük) dolgulu sandviç panellerden oluşmaktadır. Bu panellerin dış yüzeyleri elektrostatik boyalı sac ile kaplanmıştır. İç yüzeylerde de aynı kaplama yöntemi kullanılmıştır. Duvarların kalınlığı 50 mm ve içerisinde 12 kg/m³ polistren köpük (EPS) bulunmaktadır. Tabanlar uzay profilli ve bulonlu birleşimli bir konstrüksiyon kullanılarak oluşturulmuştur. 14 mm kalınlığında betopan levhalar üzerine 2 mm kalınlığında PVC mineflo kaplama yapılmıştır. Şekil 7'de konteyner kesiti görülmektedir.



Şekil 7. Konteyner kesiti

Çatılar ise özel şekillendirilmiş kenetli EPS dolgulu sandviç panellerden oluşmaktadır. Çatı panellerinin dış yüzeyleri elektrostatik boyalı sac ile kaplanmıştır. İç yüzeylerde de aynı kaplama yöntemi kullanılmıştır. Çatıların kalınlığı 125 mm ve içerisinde 16 kg/m³ polistren köpük (EPS) bulunmaktadır. Yağmur suları, özel kenet sistemi sayesinde tahliye edilmektedir. Şekil 8’ de konteyner cepheleri görülmektedir.



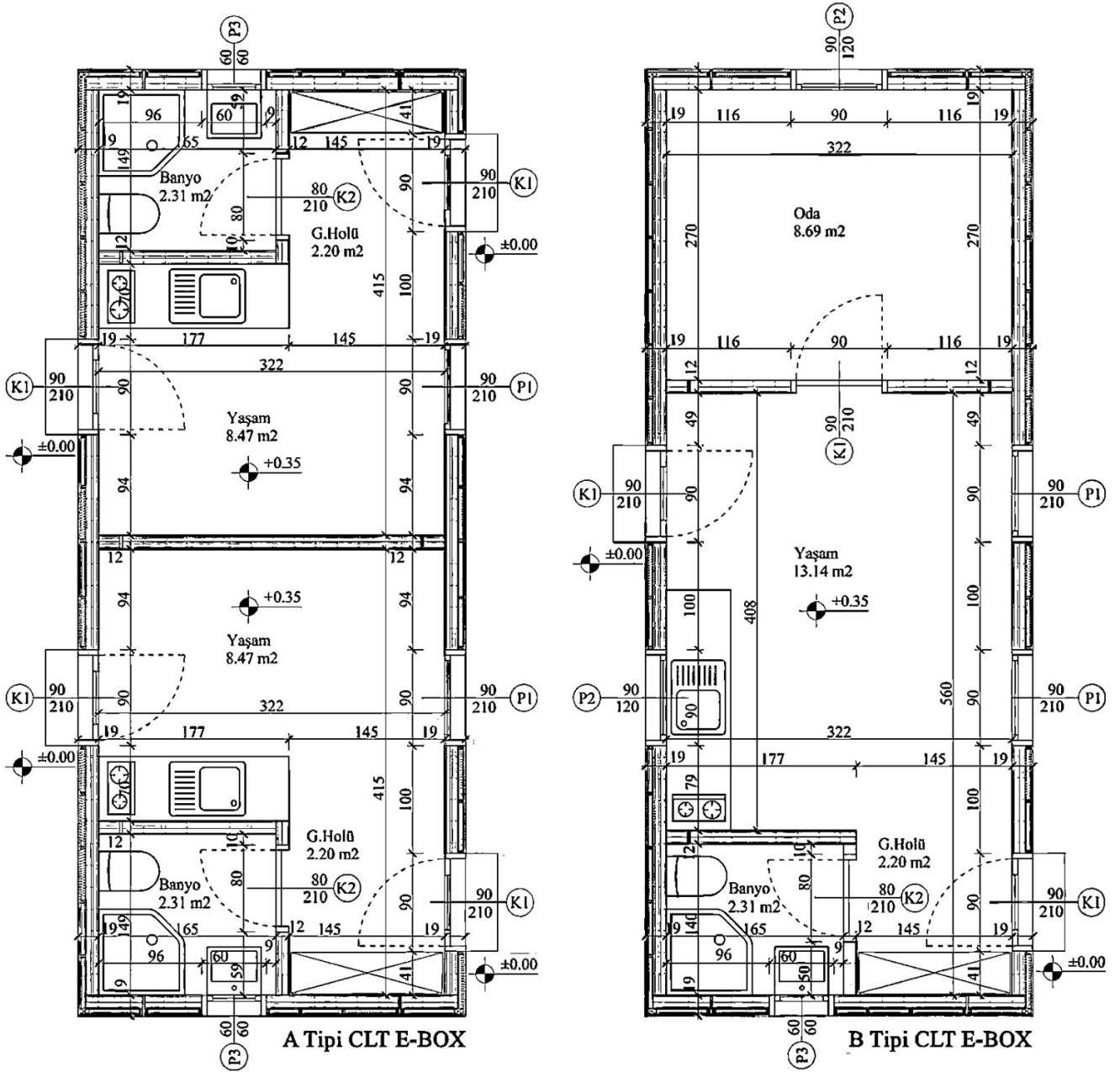
Şekil 8. Konteyner cepheleri (URL 1)

CLT E-BOX, deprem sonrası geçici barınma birimi ihtiyacını karşılamak üzere tasarlanmış bir yapı birimidir. A ve B tipi olmak üzere iki farklı birimden oluşur. Bu birimler Şekil 10’da görülmektedir.

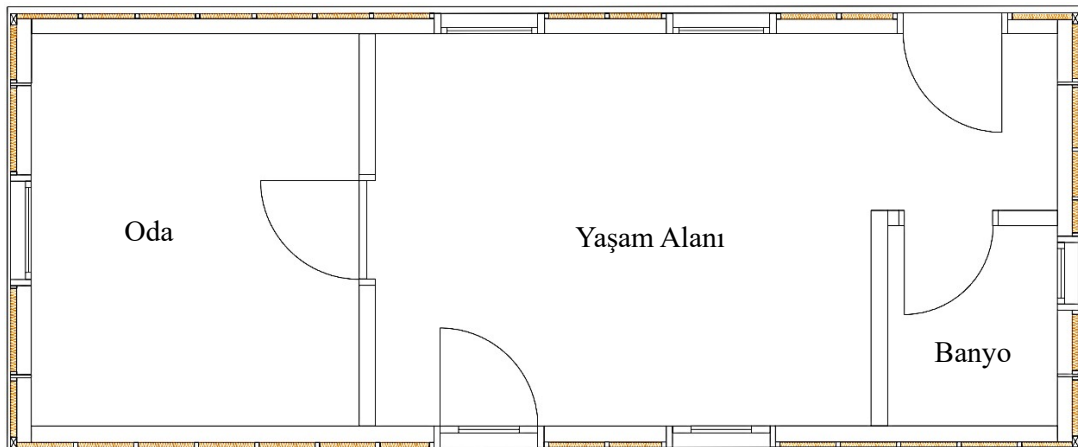
A tipi birim, yalnız yaşayan veya çocuksuz aileler için tasarlanmıştır. Bu birimde oturma, yatma, yemek hazırlama ve yeme ile tuvalet ve yıkanma eylemlerini karşılayacak iki mekân bulunmaktadır.

B tipi birim ise 1-4 çocuklu aileler için düşünülmüştür. Bu birimde çalışma, oturma ve yatma, oturma, yatma, yemek hazırlama ve yeme ile tuvalet ve yıkanma eylemlerini karşılayacak mekânlar yer almaktadır.

Her iki birim de kullanım açısından esnek donatılarla tasarlanmıştır, böylece mekânlar farklı işlevler için çoklu kullanıma uygun hale getirilmiştir. Ayrıca, mekân düzenlemeleri kullanıcı sayısına göre ayarlanabilir.

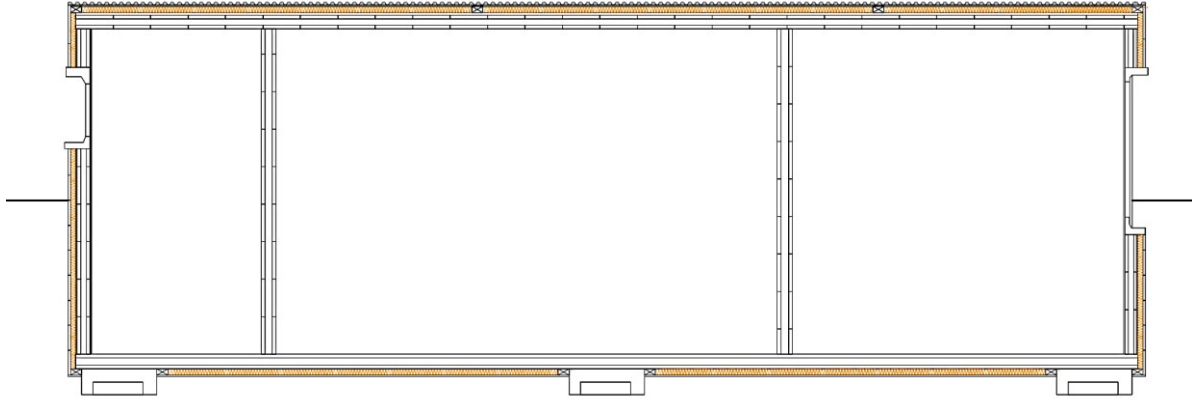


Şekil 9. CLT E-BOX plan tipleri (Avlar vd,2023)



Şekil 10. CLT E-BOX planı

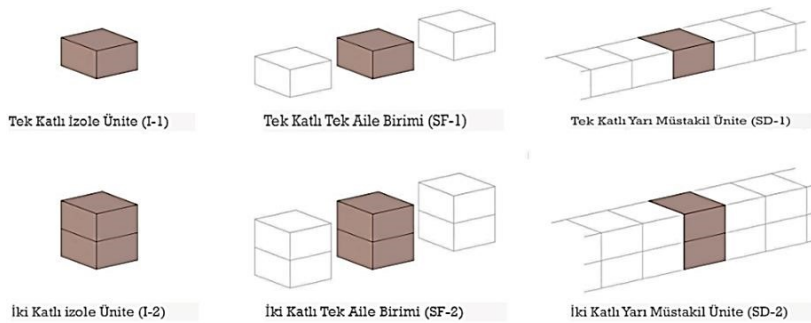
CLT E-BOX'un boyutları 3,60 x 8,80 m, yüksekliği ise 3,16 m'dir. Brüt alanı 31,68 m²'dir. Üretiminde kapanabilir modüler sistem kullanılmıştır, bu sayede birimin boyutları depremedelerin gereksinimlerine uygun olarak belirlenmiştir. Hızlı ve kolay kurulum sağlayan bu birim saha dışında üretilir ve taşınabilir özelliktedir. Şekil 11'de CLT E-BOX planı ve Şekil 12'de CLT E-BOX kesiti görülmektedir.



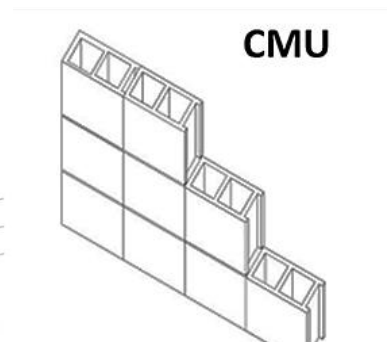
Şekil 11. CLT E-BOX kesiti

Ahşap modüler sistem tercih edilmiş ve döşeme, çatı, dış duvar ve iç duvar panelleri birimin içinde toplanmıştır. Bu sayede taşıma ve depolama aşamalarında birimin genişliği önemli ölçüde azalmıştır. Taşıyıcı sisteminde CLT masif paneller kullanılarak birimin tasarımında basit bir form seçilmiştir. Bu özellikler, birimin hafif olmasını, kolay kurulumunu, çevre dostu ve sürdürülebilir olmasını sağlamaktadır.

THU (Temporary Housing Units), İran'daki Bam bölgesindeki depremin ardından tasarlanmış geçici konut birimleridir. HFIR uzmanları tarafından dört dış bölme ve iki çatı kaplama teknolojisine ilişkin sekiz farklı alternatif tasarlanmıştır. Şekil 13'te THU sistem farklı modül birimleri görülmektedir. Her bir birim, yaşam alanı olarak kullanılacak olan aynı zamanda yatak odası, açık mutfak ve banyo işlevlerini yerine getirmektedir. Tüm birimlerde 20 m² kullanılabilir taban alanı bulunmakta olup, bir giriş kapısı ve kuzey ve güney yönlerinde iki sıra pencere bulunmaktadır.

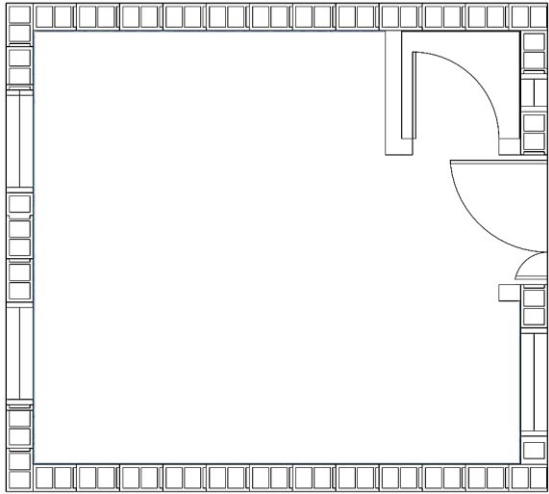


Şekil 12. THU sistem modül birimleri (Hosseini vd, 2021)



Şekil 13. CMU (Hosseini vd, 2021)

İki katlı ünite alternatiflerinde, ikinci kata erişim için metal dış merdivenler bulunmaktadır. Şekil 14'te THU duvar sistemi CMU görülmektedir. Beton kagir birimler (CMU'lar) seçilmiş ve polistirenli oluklu galvanizli metal çatı kaplaması tercih edilmiştir. Tüm alternatiflerin son çatısı oluklu galvanizli saclardan oluşmaktadır. İki katlı ünite alternatiflerinde ise ikinci katlarda asmolen döşeme teknolojisine sahip kompozit çelik-beton prekast kiriş uygulanmıştır. Şekil 15'te THU planı ve Şekil 16'da THU kesiti görülmektedir.



Şekil 14. THU planı

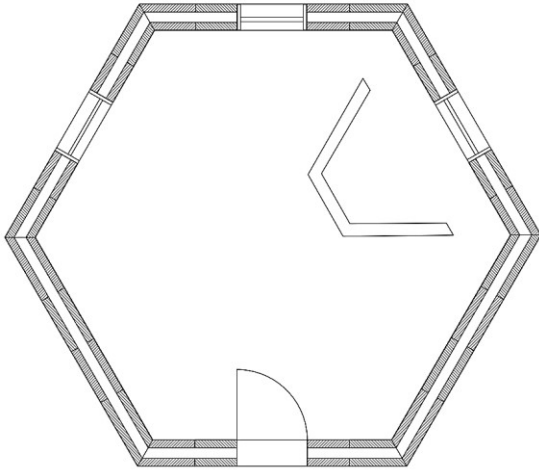


Şekil 15. THU kesiti

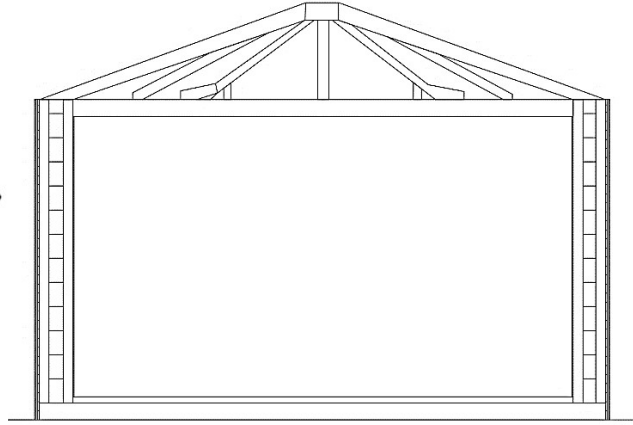
Pasif Ev, özellikle deprem sonrası acil barınma ihtiyacını karşılamak amacıyla tasarlanmış, enerji verimli ve sürdürülebilir bir barınma birimidir. Bu ev modeli, CLT (Çapraz Lamine Ahşap) teknolojiyle inşa edilmiştir. CLT, birbirine yapıştırılmış kereste levhalarından oluşan büyük, çok katmanlı paneller kullanılarak yapılmıştır. Panellerin çapraz lamine yapısı, her yöndeki kuvvetleri karşılayabilmesine olanak tanır ve duvar, döşeme veya çatı olarak geniş bir uygulama yelpazesi sunar. Ayrıca, CLT teknolojisi mükemmel hava sızdırmazlığı ve yüksek ısı yalıtımı sağlayarak basit ve hızlı yerinde inşaat sürecini kolaylaştırır.

Bu barınma biriminde, iç ve dış tarafta yerleştirilen yalıtım katmanları ile kendini taşıyan bir dikey zarf yapı bulunmaktadır. Yalıtım malzemeleri olarak doğal bitkisel malzemelerden olan saman, mantar, mısır lifi gibi malzemeler tercih edilmiştir. Dış sıva olarak ise koçan sıva kullanılmıştır.

Ayrıca, Pasif Ev'in dış boyutları altıgen şeklinde olup, 4,00 m uzunluğa ve 3,44 m kısa kısmına sahiptir. Toplam ısıtılabilir zemin alanı 37,74 m² ve toplam ısıtılabilir hacim 173,54 m³'tür. Bu özelliklerle Pasif Ev, hem acil barınma ihtiyacını karşılamak hem de enerji verimli ve sürdürülebilir bir yaşam alanı sunmak için ideal bir seçenektir. Şekil 17'de Pasif Ev planı ve Şekil 18'de Pasif Ev kesiti görülmektedir.



Şekil 16. Pasif Ev planı



Şekil 17. Pasif Ev kesiti

5. Isıl Kayıp ve Kazançların Mevcut Uygulamalarda Değerlendirilmesi

Dünya ölçeğinde geniş bir coğrafyada sıklıkla uygulanan çeşitli malzeme ve yapısal özelliklere sahip geçici barınma birimlerinin ısı performansının değerlendirilmesi, iç ortam konfor koşullarının istenen düzeyde sağlanabilmesi ve enerji kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılabilmesi bakımından önemlidir. Çalışma kapsamında yapılan değerlendirmeler farklı coğrafi bölgelerde ve deprem şartlarında kullanılan yapıların ısı yalıtımlı, ısı yalıtımsız ve ısı köprülü çözümleri çerçevesinde ısıtma ve soğutma yüklerine ilişkin hesap verileri üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Isı köprüleri, yapı içinde veya dışında ısı yalıtımının eksik veya zayıf olduğu bölgelerdir. Bu bölgelerde ısı kaçağına ve enerji kaybına neden olan noktalardır. Ayrıca yapı kabuğuna ait toplam ısı geçirimi de ısı performans analizinde önemli bir parametredir. Yapı kabuğu, konutun dış yüzeyini oluşturan duvarlar, çatı ve zemin gibi bileşenleri içerir. Bu analiz, yapı kabuğundan kaynaklanan ısı kayıplarını belirleyerek enerji tasarrufu sağlamak amacıyla yapısal iyileştirmeler ve ilave yalıtım çözümleri geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Sonuç olarak bu ısı performans analizi geçici barınma birimlerinin tasarımında ve uygulanmasında karşılaşılan potansiyel sorunları ortaya koymak ve gelecekteki projelerde daha etkili ve enerji dostu çözümler geliştirmek için temel bilgiler sunmayı amaçlamaktadır.

En yaygın uygulanan geçici barınma birimlerinde ısı köprüleri Tablo 1’de ok simgesi ile gösterilmiştir.

Tablo 1. Geçici barınma birimlerinde ısı köprüleri

	PLAN	KESİT
	→ : ısı geçişleri	□ : ısı köprüleri oluşturan yapı bileşenleri
Konteyner		
CLT E-BOX		
THU		
PASİF EV		

Geçici barınma birimlerinin yapısal kuruluşuna bağlı ısı köprüsü oluşabilecek noktaları tespit edilmiştir. Isı köprüleri, yapısal birleşim noktalarında veya yapı elemanlarının bir araya geldiği noktalarda meydana gelen, ısı transferinin istenmeyen bir şekilde gerçekleştiği alanlardır.

Geçici barınma birimlerinde konfor koşullarının sağlanmasında ısı performans ısı performans kriterleri farklı iklimlerde değişiklik gösterdiğinden dolayı çok önemli bir rol oynamaktadır. Bölgenin yerel koşulları dikkate alındığında, kullanılacak birimler çevredeki iklim koşullarıyla uyumlu olmalı ve ev sakinlerinin refahını sağlamalıdır (Potangaroa ve Hynds, 2008). Türkiye’de binalarda ısı yalıtımı için belirlenen kuralları içeren TS 825 standartları kullanılmaktadır. Bu standartlar, binaların enerji verimliliğini artırmak, ısı kayıplarını minimize etmek ve konfor seviyesini yükseltmek amacıyla geliştirilmiştir. Standartlar, binaların dış cepheleri, çatıları, zeminleri ve diğer yapı elemanları için minimum izolasyon gereksinimlerini belirlemektedir. U değeri (ısı geçirgenlik katsayısı), bir malzemenin ısı iletkenliğini ölçen bir birimdir. TS 825'e göre, farklı yapı elemanları için belirli U değerleri tavsiye edilir. Bu değerler, malzeme cinsine, bina tipine ve kullanım amacına göre değişebilir. Genellikle, düşük U değerleri daha iyi bir ısı yalıtımı sağlar. Bu standartlara göre binalarda uygulanması tavsiye edilen U değerleri, yapı elemanlarının ısı yalıtım özelliklerine ve bina enerji performansı hedeflerine bağlı olarak belirlenir. Türkiye'deki farklı iklim bölgelerinde farklı U değerleri uygulanmasının amacı, binaların enerji verimliliğini artırmak ve iç mekân konforunu sağlamaktır. Bölgelere göre en fazla değer olarak kabul edilmesi tavsiye edilen U değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Ts Standard Tablosu Bölgelere göre önerilen U değerleri (TS 825 Yönetmeliği)

	U_D (W/m ² K)	U_R (W/m ² K)	U_t (W/m ² K)	U_P (W/m ² K)
1. Bölge	0,66	0,43	0,66	1,8
2. Bölge	0,57	0,38	0,57	1,8
3. Bölge	0,50	0,30	0,43	1,8
4. Bölge	0,38	0,23	0,38	1,8
5. Bölge	0,36	0,21	0,36	1,8

Bu çalışma kapsamında Kahramanmaraş iklim özellikleri referans alınarak yapısal kuruluşa bağlı ısı performans değerlendirmesi yapılacaktır. Kahramanmaraş, TS Standart tablosunda 2. İklim bölgesinde yer almaktadır. Bu bölgeye özgü olarak belirlenen pak bileşenlerin U değerleri şu şekildedir:

- Duvar Katmanları: U değeri 0,57
- Çatı Katmanları: U değeri 0,38

- Döşeme Katmanları: U değeri 0,57
- Saydam Bileşen (Pencere): U değeri 1,8

Bu U değerleri, yapı elemanlarının ısı geçirgenliğini ifade eder. Düşük U değerleri, daha iyi ısı yalıtımı sağlayan yapı elemanlarını temsil eder. Bu özellikle enerji tasarrufu ve konfor açısından önemlidir. Geçici barınma birimlerinin ısı performansını Kahramanmaraş 2. Bölge U değerlerine göre değerlendirilmiştir. U değeri ve mevcut enerji tüketimlerinin hesaplanmasında DesignBuilder simülasyon programı kullanılmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Örnek Geçici barınma birimlerinin Duvarlarının Termal Özellikleri

	Katman	S (m)	K (W m⁻² K⁻¹)
Pasif Ev Duvar Katmanları	Dış Sıva	0,02	0,05
	Mantar Paneli	0,025	0,04
	MDF	0,015	0,05
	Saman Paneller	0,3	0,062
	MDF	0,015	0,05
	Elyaf	0,025	0,035
	İç Sıva	0,01	0,05
	Toplam kalınlık	0,409 m	
	U-Değeri	0,369 W m ⁻¹ K ⁻¹	
THU Duvar Katmanları	Çimento Sıvası	0,02	0,40
	CMU	0,2	0,20
	Fayans	0,008	0,30
	Alçı Sıvası	0,03	0,72
	Toplam Kalınlık	0,258 m	
	U-Değeri	0,776 W m ⁻¹ K ⁻¹	
CLT E- BOX Duvar Katmanları	Ahşap Dış Cephe Kaplaması	0,02	0,15
	Su Yalıtımı	0,006	0,038
	Taş Yünü	0,05	0,04
	CLT Duvar Paneli	0,12	0,20
	Toplam Kalınlık	0,196 m	
	U-Değeri	0,433 W m ⁻¹ K ⁻¹	
Konteyner Duvar Katmanları	Boyalı galvaniz sac kombinasyonlu Sandviç Panel	0,12	50
	Polistren köpük (EPS)	0,05	0,04
	İç sıva	0,002	0,04
	Toplam Kalınlık	0,172 m	
	U-Değeri	0,701 W m ⁻¹ K ⁻¹	

Isıtma ve soğutma enerji tüketiminin hesaplanması amacıyla Design Builder simülasyon programı aracılığı ile simülasyon yapılmış geçici barınma birimlerinin ısı köprülü ve ısı köprüsüz U değerleri hesaplanmıştır (Tablo 4).

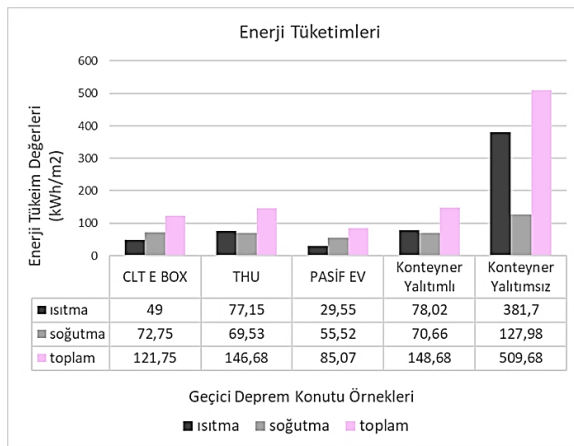
Tablo 4. Geçici barınma birimlerinin ısı köprülü ve ısı köprüsüz U değerleri

Geçici Barınma Birimleri	Isı Köprülü U Değerleri / Isı Köprüsüz U Değerleri	
	● Duvar Katmanları U değeri	● Çatı Katmanları: U değeri
CLT E-BOX	UD (W/m ² K):0,433W/m ² k UT (W/m ² K):0,413W/m ² K	UD (W/m ² K):0,316 W/m ² k UT (W/m ² K):0,321 W/m ² K
THU	UD (W/m ² K):0,776W/m ² k UT (W/m ² K):0,379W/m ² K	UD (W/m ² K):0,311W/m ² k UT (W/m ² K):0,337W/m ² K
PASİF EV	UD (W/m ² K):0,369W/m ² k UT (W/m ² K):0,326W/m ² K	UD (W/m ² K):0,252 W/m ² k UT (W/m ² K):0,266W/m ² K
KONTEYNER (Isı Yalıtımlı)	UD (W/m ² K):0,701W/m ² k UT (W/m ² K):0,306W/m ² K	UD (W/m ² K): 0,516W/m ² k UT (W/m ² K):0,280W/m ² K

Verilen bilgilere dayanarak, Kahramanmaraş ili 2. Bölge için belirlenen u değerlerinin sağlanıp sağlanmadığını değerlendiren bir karşılaştırma yapılmıştır. Isı köprüsü bulunan (ısı yalıtımlı uygulamalarda) THU ve konteyner uygulamasının 2. Bölge UD değeri olan 0,57'yi sağlayamadığı, ayrıca CLT E-BOX uygulamasının da UT değeri olan 0,38'i karşılayamadığı belirlenmiştir.

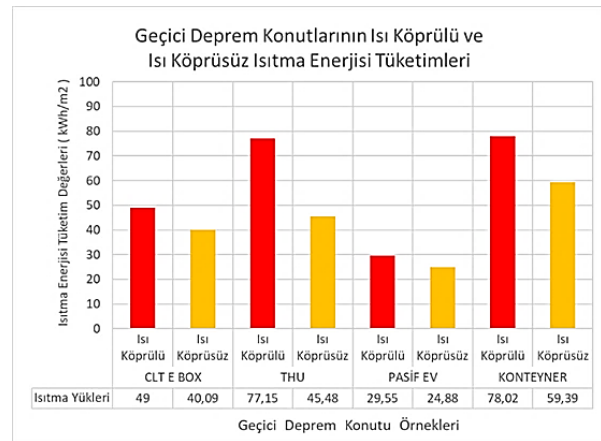
Grafik 1.

Geçici barınma birimlerinin ısı köprülü enerji tüketimi



Grafik 2.

Isı yalıtımlı geçici barınma birimlerinin ısı köprülü ve ısı köprüsüz enerji tüketimi



Grafik 1'de DesignBuilder simülasyon programı kullanılarak geçici barınma birimlerinin ısı köprülü enerji tüketim değerleri hesaplanmıştır. Mevcut durumda, en az enerji tüketimi Pasif

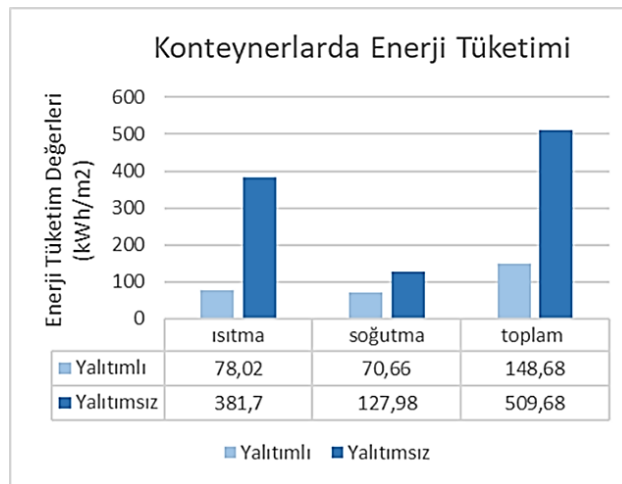
Ev Uygulamasında görülürken, en çok enerji tüketimi ise Yalıtımsız Konteyner uygulamasında gözlemlenmiştir.

Grafik 2’de DesignBuilder simülasyon programı kullanılarak ısı yalıtımlı geçici barınma birimlerinin ısı köprülü ve ısı köprüsüz enerji tüketim değerleri hesaplanmıştır. Mevcut durumda, en az enerji tüketimi Isı yalıtımlı (ısı köprüsüz) bPasif Ev Uygulamasında görülürken en çok enerji tüketimi ise Isı yalıtımlı (ısı köprülü) Konteyner uygulamasında gözlemlenmiştir. Isı köprüsüz uygulamalarda, ısı köprülü uygulamalara göre enerji verimliliği artmıştır.

Bu durum şu şekilde ifade edilebilir:

- Isı yalıtımlı (ısı köprüsüz) CLT E BOX uygulamada %18.18 azalma gözlemlenirken,
- Isı yalıtımlı (ısı köprüsüz) THU uygulamasında %41.05,
- Isı yalıtımlı (ısı köprüsüz) Pasif Ev uygulamasında %15.8,
- Isı yalıtımlı (ısı köprüsüz) Konteyner uygulamasında ise %23.88 azalma meydana gelmektedir.

Grafik 3. Konteynerlarda ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız enerji tüketimi



Grafik 3’te DesignBuilder simülasyon programı kullanılarak konteynerlerin ısı yalıtımlı ve yalıtımsız durumları için enerji tüketim değerleri hesaplanmıştır.

- Isıtma enerjisi tüketim değerinde %79.56 azalma,
- Soğutma enerjisi tüketim değerinde %44.79 azalma ve
- Isı yalıtımı uygulamasıyla toplam enerji tüketiminde %70.83 azalma görülmüştür.

Bu sonuçlar, ısı yalıtımının konteynerlerin enerji verimliliğini önemli ölçüde artırabileceğini göstermektedir.

6. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışma kapsamında elde edilen değerlendirme verileri, mevcut ve gelecekte inşa edilecek geçici barınma birimlerinin tasarımında önemli bir rol oynamaktadır. Farklı malzeme

ve yapı özelliklerine sahip barınma birimleri arasında belirgin farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıkların iç ortam konforu ile enerji etkinliği üzerinde önemli etkileri söz konusudur. Genel olarak çalışmanın temel bulguları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- İncelenen geçici barınma birimlerinin önemli bir kısmında ısı köprüleri tespit edilmiş; buna bağlı olarak yapı kabuğuna ait toplam ısı geçirimi değerlerinin kabul edilemez düzeyde arttığı belirlenmiştir. Bu noktadaki enerji kayıpları, iç ortam konforunu olumsuz etkilemiş ve enerji tüketimini arttırmaktadır.
- DesignBuilder simülasyon programı kullanılarak yapılan simülasyonlar, farklı malzeme ve yapı özelliklerinin iç ortam konforu ve enerji etkinliği üzerindeki etkilerini belirgin şekilde ortaya koymuştur.
- Simülasyon sonuçlarına göre ısı yalıtımlı ve yalıtımsız geçici barınma birimlerinin enerji tüketim değerleri karşılaştırmıştır. Isı yalıtımı uygulamalarında önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlandığı gözlemlenmiştir. Isı yalıtımıyla toplam enerji tüketiminde %70.83'e varan azalmanın olduğu görülmektedir.
- Enerji etkin yapı tasarımının acil barınma ihtiyaçlarında kritik öneme sahip olduğunu vurgulamaktadır.

Enerji kaynaklarının hızla tükenmekte olduğu günümüzde, enerji etkin yapı tasarımının ne kadar kritik olduğu bir kez daha gözler önüne serilmiştir. Gelecek depremler sonrasında kullanılacak geçici barınma birimleri için daha etkili ve sürdürülebilir çözümlerin geliştirilmesine yönelik öneriler aşağıda sıralanmaktadır:

- Geçici barınma birimlerinde gelişmiş ısı yalıtım malzemelerinin kullanılmasıyla iç ortam konfor koşulları ve enerji etkinlik düzeyi artırılmalıdır.
- Geçici barınma birimlerinin yapısal tasarımda ısı köprüsünü önleyecek çözümler geliştirilmelidir. Böylece yapı kabuğundan kaynaklanan enerji kayıplarını minimize etmek için daha etkin stratejiler sağlanmış olacaktır.
- Geçici barınma birimlerinin malzeme seçimi ve yapısal özelliklerine bağlı olarak ısı performansını belirlerken hizmet vereceği her bölgenin iklimsel özelliklerine yönelik farklılıklar da dikkate alınmalıdır.
- Farklı yapısal özelliklere sahip konteyner gibi mevcut geçici barınma birimlerinin yapısal ve malzeme özellikleri analiz edilerek yetersiz ısı yalıtımı ve ısı köprülerinin iyileştirilmesine yönelik çözüm önerileri geliştirilmelidir. Bu yaklaşım mevcut stokun etkin kullanımı ve ülke ekonomisine katkı anlamında önemli kazançlar sağlayacaktır.

Sonuç olarak, ısı yalıtımı eksikliği ve yapı kabuğundan kaynaklanan ısı köprüleri, enerji tüketimini artırmış ve iç ortam konforunu olumsuz etkilemiştir. Isı köprüsünü ortadan kaldıracak ve yeterli, kesintisiz ısı yalıtımlı tasarım seçenekleriyle enerji tasarrufu sağlanarak sürdürülebilir ve konforlu bir barınma çözümü elde edilebilir. Bu öneriler, gelecekte daha dayanıklı, konforlu ve enerji etkin geçici deprem konutlarının uygulanmasına yönelik yaklaşımlara katkı sağlayacaktır.

Yazarların Katkısı

1. Yazar : %50
2. Yazar: %50

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

AİGM (1997) Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Deprem Bölgelerinin İncelenmesi, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afer İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
<https://deprem.gazi.edu.tr/posts/download?id=43390>

AFAD. (2023, Haziran 15). Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. Resmi Kurum, .
 Geliş tarihi Haziran 15, 2023, gönderen www.afad.gov.tr.

Afetlerin Genel Hayata Etkililiğine İlişkin Temel Kurallar Hakkında Yönetmelik. (1968).
 22.09.1968 tarih ve 13007 sayılı Resmî Gazete
<https://mevzuat.gov.tr/anasayfa/MevzuatFihristDetayIframe?MevzuatTur=7&MevzuatNo=4903&MevzuatTertip=5>

AFAD. (2018). Türkiye’de Afet Yönetimi ve Doğa Kaynaklı Afet İstatistikleri/Disaster Management and Natural Disaster Statistics in Turkey. H. Benli, M. Bacanlı, Ş.T. Gündoğdu ve M.M. Yaman (Haz.) AFAD.

AFAD (14 Ocak 2021). Çadırkentler/Konteynerkentler. AFAD web adresinden 14 Ocak 2021 tarihinde erişildi: <https://www.afad.gov.tr/cadirkentler-konteynerkentler>, (Erişim Tarihi: 28 Ocak 2021).

Avlar vd,(2023), Post-earthquake temporary housing unit: CLT E-BOX, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University 38:1 (2023) 471-482
<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2097673>

Arslan, H., Coşgun, N. (2008) “Reuse and recycle potentials of the temporary houses after occupancy: Example of Duzce, Turkey”, *Building and Environment*, 43(5), 702–709.

Arslan, H. (2007) “Re-design, re-use and recycle of temporary houses”, *Building and Environment*, 42(1), 400–406.

Atmaca, A., Atmaca, N. (2016) “Comparative life cycle energy and cost analysis of postdisaster temporary housings”, *Applied Energy*, 171(March 2011), 429–443.

Atmaca, N. (2017) “Life-cycle assessment of post-disaster temporary housing”, *Building Research and Information*, 45(5), 524–538.

Boduch, M. ve Fincher, W. (2009). İnsan Konforu Standartları (Göreceli ve Mutlak).UTSoA – Sürdürülebilir Mimarlık Semineri(s. 1-9). Teksas: Austin Mimarlık Okulu'ndaki Teksas Üniversitesi

Can, İ & Saka, A. E., (2022) “Deprem Sonrası Geçici Barınma Birimleri için Alternatif Bir Çözüm Önerisi: WikiGEB ”, *Online Journal of Art and Design* volume 10

Dikmen, N. (2005).Çankırı'daki Yeniden Yapılanma Projelerinin Analizine Dayalı Türkiye'nin Kırsal Alanlarında Afet Sonrası Kalıcı Konutlar İçin Bir Tedarik Modeli ve Tasarım Rehberi.Ankara: Bir Tez

Eren, O. (2012) “A proposal for sustainable temporary housing applications in earthquake zones in Turkey: Modular box system applications”, *Gazi University Journal of Science*, 25(1), 269–287.

Ervan, M. K., (1995) “Acil Durumlarda Kullanılabilecek Demontabl Yapıların Tasarım Kriterlerinin Belirlenmesine Yönelik Kavramsal Bir Model”, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Ankara

Felix, D., Franco, J.M. ve Feio, A. (2013). Afetlerden sonra geçici barınma: Son teknoloji ürünü bir araştırma.Habitat Uluslararası,40

Hosseini vd, (2021), Assessing the sustainability index of different post-disaster temporary housing unit configuration types, *Journal of Building Engineering* 42 (2021) 102806 https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710221006641?casa_token

Kızılay. (2011). Van Depremi İnsani Yardım Operasyonu. Türk Kızılayı Genel Müdürlüğü (Haz.). Ankara.

Kahramanmaraş iklim verileri <https://climate.onebuilding.org/>

Konteyner mimari teknik özellikleri <https://www.konteyner.com/mimari-konteynerplanlari/> <https://www.konteyner.com/konteyner-teknik-ozellikleri/>

Maral, H. (2016). Afet Sonrası Geçici Yerleşim Yerlerinin Planlanmasında Üst Ölçekli Planlama: Karşıyaka Örneği. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gediz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara. Web adresinden 12 Ekim 2020 tarihinde erişildi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>

Nocera, F., Castagneto, F., Gagliano, A. (2020) Passive house as temporary housing after disasters, *Renewable Energy and Power Quality Journal (RE&PQJ)*, 18, 42-47, <https://www.icrepq.com/icrepq20/210-20-nocera.pdf>

Potangaroa, R. ve Hynds, M. (2008). Büyük Afetlerde Acil Barınma İçin Termal Konfor Araçları. Uluslararası İnşaat ve Araştırma Konferansı (BEAR) Bildirileri(s. 1457-1472).

Salford: Yapılı Çevre Okulu, Salford Üniversitesi, Birleşik Krallık.

Peker vd.,(2021) Mekânsal Planlamada Deprem Riski ve İklim Krizini Birlikte Ele Almak. *Planlama Dergisi*. <https://planlamadergisi.org/jvi.aspx?pdire=planlama&plng=tur&un=PLAN-41713>

Şener, S.M., Özçevik-Güngör, Ö., Şener, E., Altun, M.C., (2003a), İstanbul Afet Sonrası Geçici Barınma Yerleşim Modeli ve Ünite Geliştirme Projesi,Avrupa Komisyonu / Gelişmekte Olan Ülkeler Operasyonları, Kentsel Dönüşüm ve Yeni Yerleşimler Müdürlüğü, İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve İ.T.Ü. Şehir ve Çevre Planlama ve Araştırma Merkezi, Proje Raporu (Türkçe).

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. (2018). 18.03.2018 tarih ve 30364 (Mükerrer) sayılı Resmî Gazete <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/03/20180318M1-2.htm>

Turan, M. ve Cengizkan,, A. (1983). Afete eğilimli bir kırsal ortamda üç konut tipinin ekolojik olarak incelenmesi.Türkiye'nin Deprem Riskli Bölgelerinde Konutun Sosyo-Mimari Yönleri, 64-65

Ts 825 Binalarda ısı yalıtım kuralları <https://intweb.tse.org.tr/>
<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/08/20080826-7-1.doc>

2023 Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu. (2023, Mart 17). T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. Geliş tarihi Temmuz 13, 2023, gönderen <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/03/2023-Kahramanmaras-ve-Hatay-Depremleri-Raporu.pdf>

2023 Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu. (2023, Mart 17). T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. Geliş tarihi Temmuz 13, 2023, gönderen <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/03/2023-Kahramanmaras-ve-Hatay-Depremleri-Raporu.pdf>

DesignBuilder simülasyon programı <https://designbuilder.co.uk/>

CLT apraz Lamine Ahşap <https://yapidergisi.com/capraz-lamine-ahsap-clt-yapimalzemesinin-strukturel-acidan-degerlendirilmesi/>

URL 1: <https://www.konteyner.com/konteyner-teknik-ozellikleri/>

URL 2: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2097673>

URL3:https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710221006641?casa_token

URL 4: <https://www.icrepq.com/icrepq20/210-20-nocera.pdf>