



Kerpicing Çağdaş Kullanımını Deneyimleme Çabası: Modül Kedi Evi

A Mockup to Experimental Usage of Earth Material in Contemporary Architectural Language: Modular Cat House

Durduşen ÖZTÜRK¹, Hicran Hanım HALAÇ²

Gönderim Tarihi: 22.10.2024

Araştırma Makalesi

Kabul Tarihi: 01.06.2025

Öz

Yapı üretiminde her türlü verimliliği esas alan ve atık oluşumunu seyrelten sürdürülebilir tasarım anlayışı son yıllarda daha da çok tercih edilmektedir. Sürdürülebilir bir malzeme olan kerpiç doğal, sağlıklı ve ekonomiktir ayrıca basit aletler kullanılarak nitelikli elemana ihtiyaç duyulmadan bulunduğu bölgede rahatlıkla üretilebilir. Bu çalışmada kerpicing çağdaş kullanımının deneyimlenmesi amacı ile tasarlanan kerpiç kedi evinin uygulaması yapılmıştır. Kerpiç malzemenin termal konfor sağlama özelliğinden dolayı uygulama denemesi için barınak fonksiyonu seçilmiştir. Kavramsal bölümde, kerpiç sürdürülebilirlik bağlamında irdelenmiş, sıkıştırılmış toprak tekniği ve kullanılan toprak karışım (Alker) hakkında bilgi verilmiştir. Belediyelerin sokak hayvanları için ürettikleri kulübe örnekleri incelenmiştir. Uygulaması yapılan kerpiç kedi evinin yapım aşamaları fotoğraflarla desteklenerek anlatılmıştır. Değerlendirme, sonuç ve öneriler bölümünde uygulamada karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerilerine değinilmiştir. Çalışma uygulama deneyiminin paylaşılması ve sürdürülebilir yapılaşma farkındalığı adına önemlidir. Ayrıca belediyelerin kamusal alanlarda uygulayabileceği alternatif sürdürülebilir barınak önerisi yapmaktadır.

Anahtar Kelime: Kerpiç, Alker, Sıkıştırılmış toprak, Barınak, Sürdürülebilir mimarlık.

Abstract

The sustainable design approach, which is based on all kinds of efficiency in building production and dilutes waste generation, has become more and more preferred in recent years. As a sustainable material, adobe is natural, healthy and economical, and can be easily produced by simple tools without qualified craftsman. In this study, the application of the adobe used cat house designed with the aim of experiencing the contemporary use of adobe was made. The shelter function was chosen for the application trial due to the thermal comfort of the adobe material. In the conceptual section, adobe is analyzed in the context of sustainability and information about the rammed earth technique and the soil mixture (Alker) used is given. Examples of kennels produced by municipalities for stray animals were examined. The construction stages of the adobe cat house were explained with photographs. In the evaluation, conclusion and recommendations section, the problems encountered in practice and solution suggestions are mentioned. The study is important for the sharing of practical experience and awareness of sustainable construction. It also suggests alternative sustainable shelters that municipalities can implement in public spaces.

Keywords: Adobe, Alker, Rammed earth, Shelter, Sustainable architecture.

¹ Sorumlu Yazar: Doktora Öğrencisi, Durduşen ÖZTÜRK, Eskişehir Teknik Üniversitesi, durdusen@gmail.com, 0000-0003-0831-6133

² Prof. Dr. Hicran Hanım HALAÇ, Eskişehir Teknik Üniversitesi, hhhalac@eskisehir.edu.tr, 0000-0001-8046-9914

Giriş

Birleşmiş Milletler Nüfus Fonunun (UNFPA, 2022) yayımladığı rapora göre, dünyanın 2030'da 8,5 milyar, 2050'de 9,7 milyar, 2100'de 10,4 milyar nüfusa ulaşacağı tahmin ediliyor (Url-1). Nüfus artışının bir gerekliliği olarak yapılaşmanın da artması dünya kaynaklarının bilinçsiz kullanımıyla canlı yaşamlarını tehdit eder küresel ölçekte çevre sorunlarına sebep olan önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. İnşaat sektörü, inşaattan yıkıma kadar yaşam döngüsü boyunca doğal kaynak tüketimi ve enerji kullanımı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Cabeza vd., 2013: 394-416). İnşaat sektörü, dünya çapındaki enerji tüketiminin %34'ünden fazlasını oluşturmakta ve CO 2 emisyonlarının %37'sine katkıda bulunmaktadır (Birleşmiş Milletler Çevre Programı, 2022). Küresel ölçekte ve hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde oldukça aktif olan inşaat sektörü, çevresel etkilerini ve atık oluşumunu azaltmaya özellikle odaklanarak, yenilikçi yaklaşımlar ve sürdürülebilir malzemeler yoluyla gömülü enerji tüketimini en aza indirmek için aktif olarak çalışmaktadır (Cabeza vd., 2013; Ramezannia vd., 2024). Bu kapsamda yapı üretiminde her türlü verimliliği esas alan ve atık oluşumunu seyrelten sürdürülebilir tasarım anlayışı son yıllarda daha da çok tercih edilmektedir.

Çalışma kapsamında uygulaması denenen sıkıştırılmış toprak yöntemi, toprak karışımının sökülebilir kalıplar içerisinde sıkıştırılması ile yapılan çevre dostu bir inşaat yöntemidir. Diğer modern inşaat malzemelerinin çoğunun aksine, toprak malzemeler ve toprak inşaat yöntemleri minimum düzeyde işlenmiş, doğası gereği düşük karbonlu ve çevresel olarak sürdürülebilirdir. İklim değişikliğine yanıt olarak sürdürülebilir inşaatlara olan ilginin artmasıyla birlikte, toprak inşaat yöntemlerinin kullanılmasına yönelik artan bir ilgi de vardır (Thompson vd., 2022). Uygulama çalışmasında kullanılan toprak karışımı Prof. Ruhi Kafesçioğlu'nun geliştirdiği alçı ve kireç katkılı toprak malzeme olan "Alker" dir. Bu çalışma için konu ile ilgili literatür taraması yapılmış ve uygulama çalışmasının yapılma amacı sürdürülebilirlik bağlamında anlatılmış, uygulamada kullanılan malzeme ve teknik ile ilgili bilgi verilmiştir. Belediyelerin sokak hayvanları için yaptıkları kulübe örnekleri incelenmiştir. 18.02.2023 tarihinde Prof. Dr. Bilge Işık'ın İstanbul Teknik Üniversitesi'nde düzenlediği "Geleceği Gelenekselin Işıyla Oluşturmak" adlı uygulamalı kerpiç atölyesine katılım sağlanmıştır. Literatürden edinilen bilgiler ve atölyedeki uygulamalı eğitim bilgileri doğrultusunda sıkıştırılmış toprak yöntemi kullanılarak 20-22 Temmuz 2023 tarihleri arasında kedi evi uygulaması yapılmıştır. Kerpiç malzemenin termal konfor sağlama özelliğinden dolayı uygulama denemesi için barınak fonksiyonu seçilmiştir. Uygulama süreci fotoğraflarla desteklenerek anlatılmış, sonuç bölümünde karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerilerine değinilmiştir.

Yapılar canlıların barınma ihtiyacını karşılarken aynı zamanda inşalarında kullanılan malzemelerin temini, işlenmesi, nakliyesi düşünüldüğünde ve kullanım sürecince konfor şartlarının sağlanmasındaki kaynak ve enerji tüketimiyle, atık oluşumuna katkısıyla küresel sorunlara neden olmaktadır. Doğal bir yapı malzemesi olan kerpiciğin üretiminde enerji kullanılmaması, ekonomik olması, herkes tarafından kolaylıkla üretilmesi, termal konfor sağlama, üretilirken ve ömrünü tamamladığında çevreye atık bırakmaması yukarıda

bahsedilen sorunların çözümüne katkı sağlayabilmesi adına önem taşımaktadır. Bu çalışmada amaç sürdürülebilir bir malzeme olan kerpicing çağdaş kullanımının deneyimlenmesi ve sokak hayvanları için sürdürülebilir malzeme ve teknikle alternatif barınak önerisi yapılmasıdır. Kerpiç malzemenin termal konfor sağlama özelliğinden dolayı uygulama denemesi için barınak fonksiyonu seçilmiştir. Ayrıca sokak hayvanları için belediyelerin kent içinde uygulayabileceği bir öneri yapılmak istenmiştir. Halkın yoğun kullandığı kamusal alanlara modül kerpiç barınakların yerleştirilmesi kent için daha estetik çözümler, hayvanlar için daha konforlu yaşam alanları sunabilir. Ayrıca halkın kerpicing çağdaş kullanımıyla temasına ve malzemeye olan farkındalığına katkı sağlayacağı ön görülmektedir.

Yöntem

Çalışmada literatür taraması yöntemi kullanılarak sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir mimarlık kavramları araştırılmıştır. Kerpiç malzemenin ve sıkıştırılmış torak yapı inşa yönteminin sürdürülebilir mimarlık kavramındaki yeri tartışılmıştır. Uygulamada kullanılan yöntem ile ilgili literatür taraması yapılmış, uygulamalı atölye çalışmasına katılım sağlanmış ve elde edilen bilgiler veri analiz yöntemiyle analiz edilmiştir.

Kerpiç malzemenin çağdaş kullanımının kamuya açık alanlarda görünürlüğünü sağlamak ve kerpicing ısı performans sağlayan bir malzeme olması sebebiyle karar verilen uygulama yöntemini deneyimlemek için kedi evi fonksiyonu seçilmiştir. Sahipsiz hayvanların bakımının yerel yönetimlerin sorumluluğunda olması sebebiyle birçok belediye sokak hayvanlarının barınması için projeler üretmekte ve çalışmalar yapmaktadır. Arama motoruna “belediyelerin yaptığı sokak hayvanları kulübe örnekleri” yazılmış ve ilk 150 görsel incelenmiştir. İçerikler haber görselleri üzerinden incelenmiş ve geri dönüşüm yöntemi kullanılan veya sosyal sorumluluk projesi kapsamında üretilen kulübelerden bazıları incelenmiştir.

Uygulama çalışması için ilk olarak Revit Architecture programı kullanılarak modül kedi evi tasarımı yapılmıştır. Kerpicing çağdaş kullanımını deneyimlemek adına yapılan bu uygulama çalışmasında, nitelikli iş gücü gerektirmemek ve ekonomik çözümler sunabilmek temel tasarım kriterleri olmuştur. İkinci aşamada uygulama için çalışma planı yapılmış ve gerekli malzemelerin metrajı çıkarılmıştır. Bu planlama yapılırken yaşam döngüsü değerlendirmesi göz önünde bulundurulmuş, tüm malzemelerin geri dönüşümlü malzemeler olması ve uygulama alanına mesafesi belirleyici kriter olmuştur. Üçüncü aşamada; gerekli tüm malzemeler uygulama alanına toplanmış ve Modül Kerpiç Kedi Evi başlığında tüm sürecin detaylarıyla anlatıldığı uygulama çalışması yapılmıştır. Uygulama çalışmasının benzer ölçekte ve aynı teknikle yapılmış örneklerle karşılaştırması yapılmış ve sonuç olarak uygulamada karşılaşılan sorunlar, uygulama sonrası gözlem yöntemiyle yapının değerlendirilmesi sonuç ve tartışma bölümünde anlatılmıştır.

Sürdürülebilirlik ve Kerpiç

Günümüzde sürdürülebilirlik kavramı “ekolojik, ekonomik, sosyal” açıdan ele alınmaktadır. İnsanlığın yaşam kalitesi artarken eko sisteme zarar vermemesi sürdürülebilirlik olarak tanımlanabilir (Barton, 1996: 115-130). En az kaynağı kullanarak en çok işi yapma çabasının ise

sürdürülebilir mimarlığın temeli olduğu söylenebilir (Foster, 2007). Sürdürülebilir mimarlık terminolojisinde; “yeşil mimari”, “sürdürülebilir enerji”, “ekolojik tasarım”, “akıllı yapılar”, “çevreye duyarlı mimari”, “geri dönüşümlü malzeme kullanımı”, “atık miktarlarının azaltılması”, “su korunumu”, “doğal malzeme ile üretim”, “koruma amaçlı planlama”, vb. gibi farklı terimsel ifadeler yer almaktadır. 1970’lerden buyana farklı terminolojilerle anılan 1990’lardan sonra ise ‘sürdürülebilirlik’ olarak tanımlanan kavramın son yıllarda iinin boşaltıldığı hatta çarpıtıldığı bunun sonucu olarak da kavramın uygulamadaki karşılığının net olmadığı görölmektedir (Akıncıtürk, 2015; Cengizkan, 2007). Gay ve Farmer, sürdürülebilir mimarlığın stratejik çeşitliliğini anlamının daha uygun bir yolunun, sürdürülebilir binaların gerçek veya tartışılmaz bir tanımını aramaktan vazgeçmek ve bunun yerine kavramı mutlak değil göreceli bir anlamda, "dikkate alınabilecek tüm konular hakkında farkındalık yaratmanın bir aracı" olarak ele almak olduğunu önermiştir. Bu bakış açısıyla, sürdürülebilir tasarımı “Bir eylem planının uygulanması olarak görmek yerine, farklı aktör çıkarlarının ve mücadelelerinin yer aldığı devam eden dönüşümsel bir süreç” olarak tanımlamışlardır (Gay & Farmer, 2001: 140-148).

Bu karışıklığın yanı sıra mimarlıkta sürdürülebilirliğin kavramsal çerçevesine bakıldığında; kaynakların ekonomik kullanımı, yaşam döngüsü tasarımı ve insancıl tasarım olarak üç prensipten oluştuğundan söz edilmektedir. Kaynakların ekonomik kullanımı bina yapımına girdi oluşturan doğal kaynakların indirgenmesi, yeniden kullanımı ve geri dönüşümü ile ilişkilidir. Enerji, su ve malzeme korunumu, kaynakların ekonomik kullanımında temel stratejidir. Yaşam döngüsü tasarımı, yapının yapımından ömrünü tamamlama sürecine kadar olan evresinin çevre üzerindeki etkisini analiz etmek için kullanılan bir yöntemdir. Yaşam döngüsü tasarımında yapım öncesi, yapım aşaması ve yaşam sonrası aşamalarda yapılarda kullanılan malzemelerin doğaya zarar vermeden çıkarılması, geri dönüştürülebilir olması, uzun ömürlü ve az bakım ihtiyacının olması önemlidir (Akıncıtürk, 2015; Kim & Rigdon, 1998). Yapıların yaşam döngüsü boyunca sürdürülebilirliğini değerlendirmek için yaşam döngüsü değerlendirmesi genellikle çevresel etkilerin değerlendirilmesinde “beşikten mezara” bir yaklaşım olarak kabul edilir (Cabeza vd., 2013; Jossi, 1999: 95-120). Yapı malzeme ve tekniklerini tercih ederken, hammaddenin çıkarılması, üretilmesi, nakliyesi, kullanımı, kullanım ömrü sonu imhası ve geri dönüşümü de dâhil olmak üzere tüm sürecin farkındalığında bir tutum önemlidir. İnsancıl tasarım ise kullanıcı ve doğal çevre arasındaki etkileşimi esas almaktadır.

Toprak insanlık tarihinde kullanılmaya başlanmış ilk yapı malzemelerinden birisidir. Temin edilmesi ve şekillendirilmesi kolay olduğundan tarih boyunca sıkça kullanılan bir yapı malzemesi olmuştur. Kerpiç ise ana malzemesi toprak olan bir tür ilkel tuğla olarak tanımlanmaktadır. Kerpiç doğal, sürdürülebilir, sağlıklı, ekonomik ve basit aletler kullanılarak enerji harcanmadan kolayca üretilebilen, atmosfere zararlı gaz salınımı yapmayan bir malzemedir. Herhangi bir tesis veya kalifiye elemana ihtiyaç duymadan bulunduğu bölgede rahatlıkla üretilebilir ve üretimi sırasında atık oluşturmaz ayrıca kerpiç yapı ömrünü tamamladığında ortaya çıkan atıklar çevreye zarar vermez (Çiçek, 2014). Toprak malzeme iyi

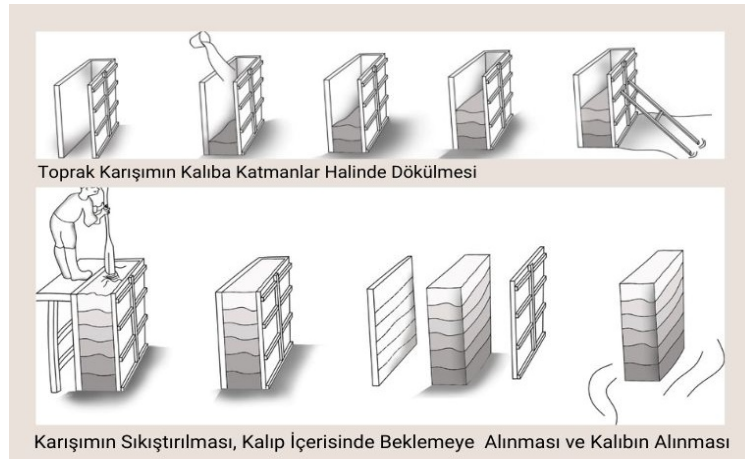
bir nem dengeleyicidir, havadaki nemi diğer malzemelere oranla daha çok içine çeker ve sönümler. Bu özelliğiyle iç mekânda iklimin dengelenmesinde fayda sağlar. Yapılan bir çalışmada pişmemiş toprak tuğlaların pişmiş toprak tuğlalara göre 30 kat daha fazla nem emebildiği belirlenmiştir (Minke, 2009). Kerpiç çevreci bir yapı malzemesi olmasının yanında, insan sağlığına en uygun mekanların kurulmasında önemli yere sahiptir. Sağlıklı olan mekânda ve mekânı oluşturan yapı elemanlarında büyük sıcaklık farklarının olmamasıdır. Su ve toprak en iyi enerji depolayan malzemelerdendir. Toprak duvarla çevrili mekânda duvarlar ısınma enerjisini bünyesinde toplar, daha sonra depoladığı enerjiyi mekâna vererek sıcaklığın dengede kalmasını sağlar. Ayrıca izolasyon kapasitesi yüksek olduğundan, yapı dışındaki istenmeyen sıcak veya soğuktan mekânı korur (Işık, 2000). Sahip olduğu bu özellikleriyle sürdürülebilir bir malzeme olarak tanımlanabilir.

Günümüze yaşanabilir bir dünya için sürdürülebilirlik kavramlarından kaynakların verimi kullanılması en temel alışkanlık biçimi olmalıdır. Kerpiç yapılar gerekli konfor şartlarını diğer yapılara göre daha az enerji harcayarak sağlamaktadırlar. Mishra ve Usmani çalışmalarında “Enerji tüketiminin 100 m² inşaat alanına sahip pişmiş tuğladan üretilmiş bir yapıda 581 GJ, içi boş beton duvarlı bir yapıda 509 GJ ve kerpiç bir yapıda 370 GJ olduğunu ayrıca pişmiş tuğla yerine betonla üretim yapılması durumunda enerji tüketimi %12.30, kerpiçle üretim yapıldığında ise enerji tüketiminin %36.22 oranında azaldığını ve yapı üretiminde bölgedeki malzemelerin kullanılması ile bir yapının gömülü enerjisini yaklaşık %37 azaltmanın mümkün olduğunu” belirtmişlerdir (Mishra & Usman, 2013: 90-92). Torgal ve Jalali ise “İngiltere’de her yıl toprak yapı inşaatı için 24 milyon ton toprağın yeniden kullanılarak değerlendirildiğini ve İngiltere’deki beton yapıların sadece %5’inin toprak yapılarla değiştirilmesi durumunda CO₂ salımının 100.000 ton düşeceğini” yazmışlardır (Torgal & Jalali, 2011: 512-519). Araştırmalar göstermektedir ki toprağın yapı üretiminde yeniden kullanılması ile enerji ve kaynak verimliliğinin sağlanabildiği ve atık oranının azaltılabildiği görülmektedir. Ayrıca yukarıda bahsedilen ve önemli bir kavram olan yaşam döngüsü tasarımı bağlamında malzemelerin inşaat sahasına gelene kadar harcadıkları kaynak, enerji ve çıkardıkları atık miktarları dikkate alınmalıdır. Yapı üretiminde bölgede bulunan malzemelerin kullanılması; betonarme binalara kıyasla enerji kullanımını %215, ulaşımın yarattığı etkileri ise %453 oranında azaltmaktadır (Koç ve Akbulut, 2017: 647-657; Morel vd., 2001: 119-126). Toprak yapı malzemesinin uygulamaya hazır hale gelmesi için (hazırlanması, taşınması ve işlenmesi) gereken enerji, pişmiş tuğlaların veya betonun uygulamaya hazır hale gelmesi için gereken enerjinin %1’i kadardır (Minke, 2009). Bu nedenle toprak yapı malzemesi olan kerpicing enerji tasarrufuna katkı sağladığı ve çevreyi kirletmediği dolayısıyla sürdürülebilir dünya söyleminde kendi alanında önemli katkılar sunabilecek potansiyelde bir malzeme olduğu söylenebilir.

Sıkıştırılmış Toprak Yöntemi ve Alçılı Kerpiç (Alker)

Uygulama çalışmasında kullanılan yapım yöntemi olan sıkıştırılmış toprak tekniği; İngilizce Rammed Earth, ülkemizde dövme kerpiç yapı olarak adlandırılmaktadır (Pevsner vd., 1966). Sıkıştırılmış toprak tekniği binlerce yıl önce kullanılmaya başlanmış bir yığma yapım sistemi türüdür. Genellikle sıcak ve orta sıcak sayılabilecek bölgelerde örneklerine rastlanmaktadır

(Alibeyoğlu ve Ökten, 2021: 1036-1057; Jaquin vd., 2009: 487-490). Birinci Dünya Savaşı'ndan sonra Almanya'da ortaya çıkan barınma sorunları, maliyeti düşük, işçiliği basit ve temini kolay olan toprak malzemeye duyulan ilgiyi yeniden canlandırmıştır. Toprak yapıların geliştirilmesi için 19.yy'da enstitüler kurulmuş, halk eğitime çalışılmıştır (Kafesçioğlu, 1980). Sıkıştırılmış toprak yöntemi, pişmemiş nemli toprağın kalıplar içerisinde gerekli ekipmanla sıkıştırılması ve daha sonra kullanılması prensiplerine dayanmaktadır (Görsel 1). Malzemenin temini ve işlenmesi kolaydır dolayısıyla pratik deneysel çalışmalara uygundur. Bu uygunluk malzemenin gelişimini kolaylaştırmış, özellikle son 20 yıl içinde yapı mühendisliği ve yapı fiziği açısından günümüz şartlarına uyum sağlayan kullanım alanı genişlemiştir. Bu teknik günümüzde iklim ve yer farkı gözetmeksizin uygulanabilmektedir (Burroughs, 2008: 264-273).



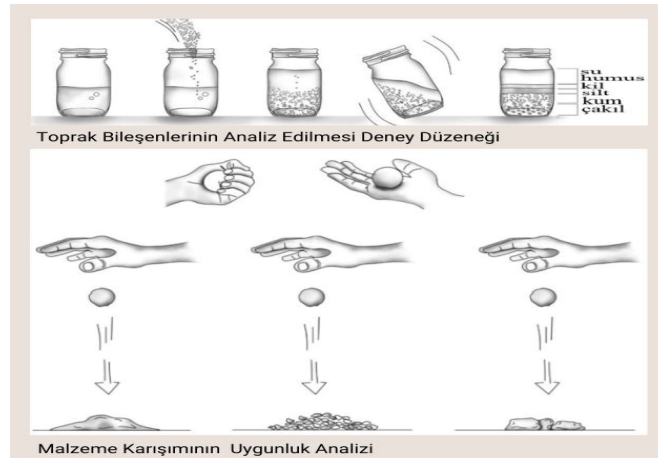
Görsel 1. Sıkıştırılmış toprak yöntemi uygulaması.

Kerpiç malzemenin güçlü özelliklerinin yanında iyileştirilmesi gereken tarafları da vardır. Geleneksel kerpicing basınç dayanımının zayıf olması ve suya karşı duyarlılık göstermesi çağdaş yapı malzemelerinin karşısında tercih edilirliliğinin azalmasına sebep olmuştur. Kerpiç malzemenin diğer yapı malzemelerine göre kullanımının sürdürülebilmesi için zayıf özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla çalışmalar yapılmaktadır. Kerpicing iyileştirilmesinde mekanik, fiziksel ve kimyasal iyileştirme yöntemleri kullanılmaktadır. Mekanik iyileştirme toprağın sıkıştırılmasıyla, yoğunluk, geçirgenlik ve madde arası boşlukların değiştirilmesine dayanır. Fiziksel iyileştirme, toprağın niteliklerinin ısıtma, kurutma yapılarak veya granülometri eğrisinin değiştirilerek geliştirilmesidir. Kimyasal iyileştirme, toprağa katkı maddeleri veya çeşitli kimyasal malzemeler eklenerek yapılan iyileştirmedir (Helvacı, 2011). Kerpiç malzemenin özelliklerinin iyileştirilmesine yönelik ulusal ve uluslararası yapılmış deneysel çalışmalar vardır. Bu çalışmalarda toprak karışıma katkı malzemesi olarak; kireç, alçı, geopolimer katkı, plastik elyaf, uçucu kül + NaOH, fosfoalçı + uçucu kül, fiber + strafor, fiber + polyester + saman, çeşitli lifler (hibiskus, yöresel ve organik lifler), puzolan + kireç + NaOH, silis dumanı, cam elyaf, mermer tozu + polipropilen lif, pamuk tohumu, palmiye yaprakları gibi çok çeşitli malzemelerdir (Güneri, 2023). Bu katkı malzemeleriyle karışımın su etkisi ile dağılmasına karşı önlem alınırken basınç dayanımı artırılmaya çalışılmıştır.

Yapılan uygulama çalışmasında kullanılan toprak karışımı, Prof. Ruhi Kafesçioğlu' nun alçı ve kireç katkısı ile oluşturduğu bir toprak malzeme olan Alker dir. Bu karışım, toprağa belirlenen

oranlarda “kireç, alçı, su ve gerektiğinde priz geciktirici” katılarak oluşturulur. Geciktirici katılmamış karışım 20 dakikada yeterli rijitliği kazanacağından uygulama alanında bu süre içerisinde hazırlanmalı, kalıba dökülmeli ve sıkıştırılmalıdır. Karışım kalıba dökülüp sıkıştırıldıktan sonra kullanıma hazırdır, kurutma işlemine ihtiyaç duymaz. Bu özelliğiyle üretim süreci kısa ve ekonomiktir. Karışım malzemesinin miktarları yapılacak laboratuvar çalışması ile belirlenebileceği gibi, küçük şantiyelerde belirli oranlarda karıştırılarak da uygulanabilir. Alker karışımı blok veya yerinde döküm yöntemiyle duvar yapımında kullanılacaksa, “tane dağılım oranları düzeltilmiş toprağa kuru birim ağırlığının %8-10 alçı, %2,5-5 kireç ve %20 su” katarak örnekler üretilebilir ve yapılacak birkaç denemede uygun oranlar bulunabilir (Çiçek, 2014; Kafescioğlu, 2017).

Farklı yerlerden alınan topraklar farklı miktarlarda ve tipte kil, silt, kum, agrega ve minerallerden oluştuğundan, toprak standart özellikler taşıyan bir yapı malzemesi değildir. Karışım için kullanılacak toprak alınırken; organik bileşenlerce zengin, mineral bakımından eksik ilk toprak katmanını sıyrılmalı, zamanla yağışlarla birikmiş kahverengi ve kırmızı renkli, mineralli topraklar kullanılmalıdır (Alibeyoğlu ve Ökten, 2021: 1036-1057; Bilge Işık, Kerpiç Atölyesi, İTÜ, 2023; Çepel, 1988). Toprakta bulunan bileşen miktarı profesyonel yöntemler ile ölçülemediği koşullarda basit bir deney düzeneğiyle ölçülebilmektedir. Yarısına kadar su ile doldurulmuş şeffaf bir kavanozun diğer yarısı kullanılacak olan topraktan alınan örneklerle doldurulur. Oluşan karışım kuvvetli şekilde karıştırılır ve bir gün hareket ettirmeden bekletilir. Bekleyen karışımın katmanlara ayrıldığı ve içerisindeki bileşenlerin ağırlıklarına göre çökeceği görülecektir. Hafiften ağıra yani üstten alta doğru humus, su, kil, silt, kum ve çakıl şeklinde bir yerleşim görülecektir (Görsel 2). Bu deney ile alker karışım için kullanılacak toprağın kil yüzdesi hesaplanabilir (Alibeyoğlu ve Ökten, 2021; Sammis, t.y.). Küçük gözeneklere sahip olan killi toprak içinde su ve havanın hareket etmesi zor olduğundan killi toprak su geçirimsizdir. Ayrıca ısı iletimi düşük ve kohezyon kabiliyeti yüksektir. Topraktaki kil miktarının oranı, toprağın sıkışma özelliğini de doğrudan etkiler. Toprağın yapı malzemesi olarak işlenebilmesi ve şekil verilebilmesi için su kullanılır. Toprak karışımındaki suyun buharlaşması toprak yapı malzemesinde rötre çatlakları oluşturabilir. Bu çatlaklara engel olmak için topraktaki kil ve su içeriği azaltılabilir. Ayrıca tane boyutu dağılımı uygun hale getirilen ve “çorak” ya da “trim” denilen tuz içeriği yüksek özel killi toprak katkı maddeleri kullanılarak rötre çatlakları azaltılabilir (Minke, 2009). Geleneksel kerpiç karışım toprağı karışımının kil oranı %25-30 olurken, alker karışımında kil oranı %10 olmaktadır. Topraktaki kil oranının seyreltilmesi için toprağa kum eklemesi yapılabilir (Bilge Işık, Kerpiç Atölyesi, İTÜ, 2023).



Görsel 2. Toprağın ve toprak karışımın analiz edilmesi yöntemi.

Toprak, kum, alçı ve kireç gerekli oranlarda karıştırıldıktan sonra su eklemesi yapılmaktadır. Su damlama ile kontrollü olarak yavaş yavaş eklenmelidir. Ekleniecek su miktarı toprağın cinsine göre değişkenlik görmektedir. Bu miktarın belirlenmesi için yapılacak laboratuvar deneylerinin yanı sıra sahada uygulanabilecek pratik bir yöntem mevcuttur. Hazırlanan karışım avuç içerisinde sıkıştırılır ve bir metre kadar yükseklikten bırakılır. Yere düşen karışım balçık olarak duruyorsa çok nemli, ufalanıyorsa çok kuru ancak dört ya da beş parçaya ayrılıyorsa uygun nemlilik oranında değerlendirilmektedir (Görsel 2). Toprak karışımında bulunan fazla su miktarı, toprak içerisinde bulunan organik bileşenlerin farklılaşmasına, çiçeklenmesine neden olurken basınç dayanımını da düşürmektedir (Jaquin vd., 2009: 487-490). Suyu katmaya başladığımız andan tokmaklamayı bitirmeye kadar geçen süre max 20 dk olmalıdır. Süre aşarsa alçı priz yaptığı için sonraki tokmaklama priz bağına koparır ve artık taşımaz hale gelir. Dolayısıyla priz süresi içerisinde tokmaklama bitmiş olmalıdır (Bilge Işık, Kerpiç Atölyesi, İTÜ, 2023). Bugün bu yöntemle çok çeşitli yapı türleri ve yapı elemanları yapılmaktadır.

Belediyelerin Sokak Hayvanları İçin Yaptıkları Kulübe Örnekleri

Sahipsiz hayvanların korunması, bakılması ve gözetimi yerel yönetimlerin yetki ve sorumluluğundadır (Url-2). Dolayısıyla birçok belediye sokak hayvanlarının barınması ve beslenmesi için projeler üretmekte ve çalışmalar yapmaktadır. Arama motoruna “belediyelerin yaptığı sokak hayvanları kulübe örnekleri” yazıldığında 726 bin sonuçla karşılaşmış ve ilk 150 görsel incelenmiştir. İçerikler haber görselleri üzerinden incelenmiş ve geri dönüşüm yöntemi kullanılan veya sosyal sorumluluk projesi kapsamında üretilen kulübelere bazıları örneklenmiştir (Görsel 3). Örneğin, Pamukkale Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğü ekiplerinin çöpe atılan atıklardan topladıkları ahşaplar Park Bahçeler Müdürlüğü ekiplerince atölyede işlenerek kedi evine dönüştürülmüştür (Url-3). Gaziantep Büyükşehir Belediyesi Doğal Hayatı Koruma ve Hayvanat Bahçesi Daire Başkanlığı, daha önce âtıl durumda olan tahta sandıkları ve eski seçim sandıklarını sokak hayvanları için yuva haline dönüştürdü (Url-4). Merkezefendi Belediyesi Pet Kafe ve Sokak Hayvanları Mama Üretim Tesisinde kullanım ömrü tamamlanmış eski mobilya ve paletlerden de kedi, köpek ve kuş yuvaları üretimi yapılmıştır (Url-5). Kayseri Büyükşehir Belediyesi’nde, yıl içerisinde belediye birimleri tarafından kullanılan malzemelerden arta kalanlar değerlendirilerek, atölyede sokak

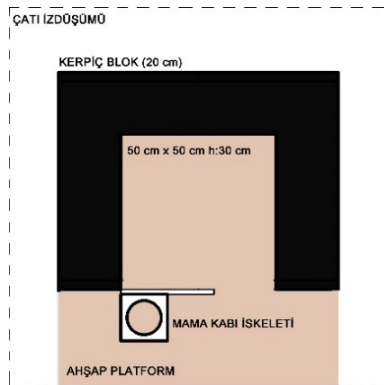
hayvanları için yuvalar yapılmıştır (Url-6). Elâzığ Belediyesi ise sosyal sorumluluk projesi kapsamında 'Her Okul Bir Hayvan Sahipleniyor Projesi' için belediyenin Park Bahçeler Müdürlüğünce üretilen kulübeleri talepte bulunan okullara yerleştirmiştir (Url-7). Sadece kent merkezlerindeki hayvanların değil kırsal bölgelerdeki hayvanların bakımı ve beslenmesi için de belediyeler ve gönüllü hayvan sever vatandaşlar çalışmaktadır. Van Büyükşehir Belediyesi Sağlık İşleri Dairesi Başkanlığı, gönüllü hayvan severlerinde yer aldığı çalışmayla Çaldıran ilçesinin belirli noktalarına sokak hayvanları için kulübeler yapmıştır (Url-8). Ankara Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı, Ankara Kent Konseyi ve TED Üniversitesi Endüstriyel Tasarım bölümü öğrencileri, yenilenen AŞTi'nin çatısından çıkan malzemeleri kullanarak sokak hayvanlarının barınmaları için kulübe yaptı. Yapılan kulübeler sokak hayvanları için kurulan dernek ve vakıflara ulaştırıldı (Url-9). Karesi Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğü ekipleri de Atık Getirme Merkezi'nde kurulan atölyede çöplere bırakılan evsel atıkları kullanarak kedi ve köpekler için barınaklara dönüştürmüştür (Url-10). Örneklenen uygulamalarda seçilen ana geri dönüşüm malzemesi çoğunlukla ahşaptır. Ahşap malzeme geri dönüşümde ulaşılabilir ve çevre dostu olmakla birlikte hafif bir malzemedir. Kerpiç termal konforun sağlanmasında daha güçlü bir malzemedir ve dış hava koşullarında daha kalıcı kulübe çözümleri sunabilir.



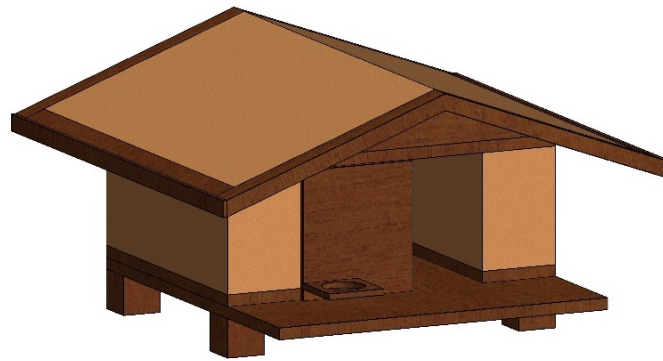
Görsel 3. Belediyelerin sokak hayvanları için yaptıkları kulübe örnekleri.

Modül Kerpiç Kedi Evi Uygulaması

Uygulama çalışması için ilk olarak modül kedi evi tasarımı yapılmıştır. Kerpiciin çağdaş kullanımını deneyimlemek adına yapılan bu uygulama çalışmasında, nitelikli iş gücü gerektirmemek ve ekonomik çözümler sunabilmek temel tasarım kriterleri olmuştur. Modüler üretimde uygulama kolaylığı sağlaması düşünülerek, barınağın duvarlarını oluşturacak tek parça kerpiç bir blok tasarlanmıştır. Plan düzleminde 50cm X 50cm bir mekânda hem kedi hem de köpeğin barınabileceği düşünülmüştür. Kedi için 30 cm, köpek için 60 cm yüksekliğinde mekânın yeterliliği düşünülerek 50cm X 50cm X 30cm, “U” şeklinde bir kerpiç bloğun yapılması planlanmıştır (Görsel 4.a). Tek bir kalıbın, kalıp sisteminin üst üste kaydırılmasıyla hem kedilerin hem de köpeklerin kulübeleri için modüler üretime imkân tanıyacağı düşünülmüştür. Kerpiç malzemenin en zayıf noktalarından birisi suya ve neme karşı olan hassasiyetidir. Kerpiç bloğun suya karşı korunumunu sağlamak için geniş saçaklı, yapımında kalifiye ahşap ustalığı istemeyen yalın ve tipik bir çatı tasarlanmıştır. Aynı zamanda kerpiç bloğun zemine oturan alt yüzeyinde ve çatının oturduğu üst yüzeyinde blokla aynı kalınlıkta olması planlanan ahşap elamanlar yine bloğun su ile temasını önlemek için düşünülmüştür (Görsel 4.b). Çatının üst örtüsü içinde toprak sıva düşünülmüştür. Tasarlanan bu kulübe genişçe bir platform üzerine oturtularak ya da ayaklar üzerinde toprak zeminle ilişkisi kesilerek kullanılabilir.



Görsel 4.a Kedi evi planı.



Görsel 4.b Kedi evi üç boyutlu görseli.

İkinci aşamada; çizilen proje üzerinden kullanılacak malzemelerin neler olduğu ve nereden temin edileceği planlanmıştır. Bu planlama yapılırken yaşam döngüsü değerlendirmesi göz önünde bulundurulmuş, tüm malzemelerin geri dönüşümlü malzemeler olması ve uygulama alanına mesafesi belirleyici kriter olmuştur. Kullanılacak malzemeler; kalıp, toprak, kum, kireç, alçı, ahşap ve hırdavat ekipmanları olarak listelenmiştir. Malzemelerin nakliyesi sırasında çevreye verdikleri zarar düşünülerek, kalıp hariç diğer malzemeler uygulama sahasına en yakın noktalardan tek seferde temin edilmiştir (Görsel 5). Kalıp sisteminin kurulmasında ise bu kritere uyulamamış ve değerlendirme bölümünde eleştirisi yapılmıştır.



Görsel 5. Gerekli malzemelerin uygulama alanına olan mesafelerini gösterir harita.

Gerekli ahşap malzemelerin tümü kullanılmış atık ahşap parçalardan kestirilmiştir, tokmaklamada kullanılacak alet uygulama alanında ahşaptan yapılmıştır (Görsel 6.a). Kerpiç bloğun kalıbı çoklu kullanıma imkân tanınması ve uygulama kolaylığı sağlaması düşünülerek metal saçtan, menteşeli, yan kapakları açılır düzenekte yapılmıştır (Görsel 6.b). Uygulama yapılırken bu kalıp sisteminin çeşitli deavantajları olmuştur. Bu olumsuzluklar değerlendirme bölümünde aktarılmıştır.



Görsel 6.a Kullanılan ahşap malzemeler.



Görsel 6.b Kullanılan metal saç kalıp.

Uygulama alanına en yakın boş araziden makalenin ikinci bölümünde anlatılan yöntemler doğrultusunda toprak numunesi alınmış ve toprak bileşenlerinin analizi yapılmıştır. Kavanozun çeyreği oranına kadar toprak numunesi doldurulmuş, üstüne bir o kadarda su ilave edilmiş ve çalkalanmıştır. Karışım bir gün hareket ettirilmeden bekletilmiştir. Kavanozun dibine çöken toprak karışımının en üst katmanında biriken kil miktarı tüm toprak karışımının miktarına oranlanmış ve toprak numunesinin kil oranının %11 olduğu tespit edilmiştir (Görsel 7).



Görsel 7. Toprak bileşenlerinin analizi.

Üçüncü aşamada; gerekli tüm malzemeler uygulama alanına toplanmıştır. Araziden getirilen toprağın iri parçaları çekiçle dövülmüş ve toprak elenmiştir. Alker karışım için kullanılan malzemelerin oranları (Bilge Işık, Kerpiç Atölyesi, 2023);

- 100 kg toprak (kil oranı %10) / 2 el arabası
- 10 kg alçı (%10 oranında) / 4 dolu kürek
- 5 kg kireç (hidrasyon artırıcı) / 2 dolu kürek.

Kullanılan toprağın kil oranı %10 a düşürmek için kum ilavesi de yapılarak önce kuru karışım hazırlanmıştır (Görsel 7). Daha sonra damlama yöntemiyle kontrollü olarak su ilavesi yapılmış ve üçüncü bölümde anlatılan yöntemle toprak karışımın uygunluk analizi yapılmıştır. Hazırlanan nemli toprak karışım avuç içinde sıkıldığında (Görsel 7) dağılmadan bir arada duruyor ve yere atıldığında çok ufalanmadan iri parçalara ayrılıyorsa uygun nemlilik oranına kavuşmuş demektir (Bilge Işık Kerpiç Atölyesi, 2023).



Görsel 8. Toprak karışımın hazırlanması aşaması ve kıvam testi.

Karışım uygun kıvama gelince önceden evsel atık yağ ile yağlanan kalıba kürekle doldurulmuştur (Görsel 9). Suyu katmaya başladığımız andan tokmaklamayı bitirmeye kadar geçen sürenin max 20 dk olması gerekliliğinden, yukarıda verilen malzeme oranlarınca karışım kademeli yapılmıştır. İlk karışımın tokmaklaması bitince ikinci toprak karışımı hazırlanmış, bu işlem dört kez tekrarlanmıştır.



Görsel 9. Toprak karışımın kalıba dökülmesi ve sıkıştırılması aşaması.

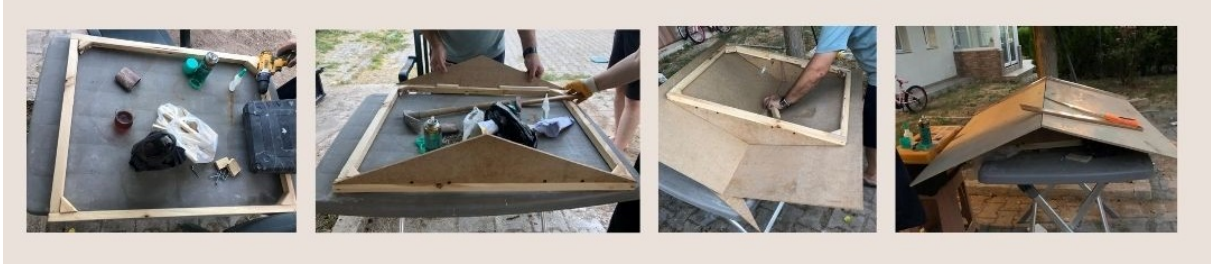
Tokmaklama bittikten dört saat sonra kalıp açılmış ve sabaha kadar kurumaya bırakılmıştır. Ertesi gün kuruyan toprağın üst katmanı iyi sıkıştırılmadığı için dökülmüştür. Dökülen katman tamamen sıyırılmış (Görsel 9), kalıbın yan kapakları tekrar kapatılmış yeni karışım hazırlanmış, dökülen alan yeni karışımla doldurulmuş ve yeniden tokmaklanmıştır. Kalıp kapakları açılan kerpiç blok çatı işleri yapılanaya kadar bekletilmiş, ertesi gün kalıptan kaydırılarak ahşap platform

(kullanılmış mdf parça) üzerine oturtulmuştur (Görsel 10). Kalıptan kaynaklı bu aktarmada sorunlar yaşanmış bu sorunlara değerlendirme bölümünde değinilmiştir. Aktarma sırasında oluşan çatlak ve kırıklar çamur sıva ile tadile edilmiştir.



Görsel 10. Kerpiç bloğun kalıptan çıkarılması aşaması.

Kullanılmış sunta, çıta ve süpürgelik ahşapları uygulama alanında basit aletlerle kesilmiş Görsel 11'de görülen çatı yapılmıştır. 3 cm x 3 cm x 3cm çıtalarla çerçeve yapılmış ve beşik çatı bu çerçeveye oturtulmuştur. Tasarım aşamasında bu çerçevenin 5 cm x 15cm x 5cm ahşapla yapılması planlanmış ancak ikinci el malzeme temini yapılamadığından ve kullanılmamış ahşap maliyetli olduğundan vazgeçilmiştir.



Görsel 11. Ahşap çatının yapım aşaması.

Kerpiç bloktan bağımsız yapılan çatı çamur sıva desteğiyle kerpiç bloğun üzerine oturtulmuştur. Kerpiç bloğun açık cephesi kedinin geçebileceği kadar boşluk bırakılarak Görsel 12'deki gibi sunta ile kapatılmış, bu bölüme mama kabı iskeleti montelenmiştir. Proje aşamasında ahşap çatının üstü yalıtım amaçlı çamur sıva olarak tasarlanmıştır. Ancak kedi evi korunumlu bir saçak altına yerleştirildiğinden ve daha sonra taşınması düşünüldüğünden ağırlık yapmaması gerekçesiyle uygulamada çatısı sıvasız bırakılmıştır.



Görsel 12. Kedi evinin son aşama fotoğrafları.

Tartışma

Tarihi geçmişi çok eskilere dayanan sıkıştırılmış toprak yapım tekniği günümüzde çok çeşitli coğrafi şartlarda uygulanmaktadır. Kerpiç malzeme ve sıkıştırılmış toprak yapım tekniği ile yapılmış yapıların termal performansı, yerel malzeme kullanımı, ekonomik ve çevresel koruma gibi sebeplerle son yıllarda ilgi görmeye devam etmektedir. Bu teknikle yapılan yapılar ile ilgili literatürde çok sayıda araştırma mevcuttur. Kerpiç malzemenin özelliklerinin iyileştirilmesine yönelik yapılmış çalışmaların (Calatan, 2016; Ige & Danso, 2021; Letelier vd., 2018; Millogo, 2015; Yetgin ve Çavdar, 2008) yanı sıra, sıkıştırılmış toprak yöntemi ile yapılan yapıların sismik hareketler karşısındaki performansı (Kianfar & Toufigh, 2016; Nguyen vd., 2021; Reyes vd., 2020; Zhang vd., 2024) ve termal kütle etkisini (Beckett vd., 2018; Goodhew vd., 2021; Jiang vd., 2024) konu alan çok sayıda çalışma vardır.

Yapısal ölçekte çok çeşitli binalarda kullanılan sıkıştırılmış toprak yöntemi ayrıca peyzaj tasarımı, kent mobilyaları, dekorasyon ürünleri gibi küçük ölçekli çalışmalarda da kullanılmaktadır. Ayrıca yöntemin ve toprak numunenin test edilmesi amacıyla test üretimler yapılmaktadır. Tartışma bölümünde seçilen örnekler, bu çalışmada yapılan uygulama örneği ile benzer ölçekte olduğundan; kent mobilyaları, peyzaj tasarımları, dekorasyon ürünleri ve mobilyaları olmuştur (Görsel 13).

GÖRSEL	KULLANIMI AMACI	YAPIM AMACI	ÜLKE	GÖRSEL	KULLANIMI AMACI	YAPIM AMACI	ÜLKE
 Url-11	ÇÖL SİĞİNAĞI	Mimarlık Okulu'ndaki (TSOA) tez projesi için yapıldı	AMERİKA	 Url-14	RESTORAN TEZGAH	Yenilikçi ve sürdürülebilir tasarım	AVUSTRALYA
 Url-12	BANK	Kulübe yapımı öncesi yapım tekniği denemesi	GÜNEY AFRIKA	 Url-15	PEYZAJ TASARIMI	Park alanında peyzaj tasarımının inşası	AMERİKA
 Url-13	BANK	Alışılmadık kamusal oturma alanı yaratmak	İNGİLTERE	 Url-16	DUVAR	Zarif ve kavisli formda erezyon duvarı inşa etmek	AMERİKA
 Url-14	RESTORAN YEMEK MASASI	Çevresel etkiyi ve maliyeti en aza indirmek	ESTONYA	 Url-14	MAĞAZA DEKORASYONU	İzlanda ruhunu yansıtmaya konsenpti ile sürdürülebilir malzeme kullanımı	İNGİLTERE

Görsel 13. Sıkıştırılmış toprak yönteminin denendiği uygulama örnekleri.

TSOA (The School Of Architecture) Mimarlık programındaki öğrencilerin bitirme tezi projeleri için ürettikleri barınak örneklerinden birisi olan ve 'Cinders' olarak adlandırılan bir yapı Arizona çölünde insanların yanı sıra bitki ve hayvanlar içine bir sığınak olarak tasarlanmış ve çeşitli

toprak türleri ile çimento karışımından oluşan sıkıştırılmış toprak yöntemi ile yapılmıştır (Url-11). Güney Amerika'da bir mimar sıkıştırılmış toprak yöntemiyle kendisine bir kulübe tasarlamak istemiş ve öncesinde deney amaçlı bank uygulaması yapmıştır. Uygulamasında toprak, %2 oranında kum ve %2 oranına kireçten oluşan karışım kullanmıştır (Url-12). Bir diğer bank örneği Londra Mimarlık Festivali için tasarlanmıştır. İklim değişikliğine yanıt olarak Londra kilinde oturmak yüzyıllardır uygulanan inşaat teknikleri ve malzemeleri hakkında yeniden düşünmeyi teşvik ediyor düşüncesi ile kamusal enstalasyon yapılmıştır (Url-13). Sıkıştırılmış toprak tekniğinin iç mekân dekorasyonu ve mobilyası yapımında da kullanıldığı görülmektedir. Kerpiç ve sıkıştırılmış toprak yöntemi; Estonya'da en az çevresel etki bırakmak amaçlanarak pop-up bir restoran için yapılmış yemek masasında ve Avustralya'da Michelin yıldızlı bir restoran için yapılmış tezgâhta sürdürülebilir özellikleri sebebiyle tercih edilmiştir (Url-14). Park alanlarında peyzaj tasarımında da son zamanlara sıkça kullanılmaktadır (Url-15). Princeton Üniversitesi'nde deneysel amaçlı yapılan erozyon duvarı da İspanya'da ortaya çıkan ve "kireç kabuğu" olarak çevrilebilen "*calicascado*" olarak adlandırılan geleneksel bir sıkıştırılmış toprak inşaat tekniğinin denemesidir (Url-16).

Yukarıda örneklerine yer verilen sıkıştırılmış toprak tekniği ile yapılmış çok çeşitli küçük ölçekli deneysel uygulamalarda ve bu çalışma kapsamında uygulaması yapılan kedi evi çalışmasında ortak temel amaç sürdürülebilir malzeme ve inşaa yöntemi arayışıdır. Kerpiciin çağdaş kullanımını deneyimlemek, nitelikli iş gücü gerektirmemek, ekonomik çözümler sunabilmek, kamusal alanlarda sürdürülebilir malzeme ve inşaa teknikleri ile ilgili farkındalık yaratmak diğer ortak amaçları arasında sayılabilir.

Değerlendirme, Sonuç ve Öneriler

Yapılan literatür araştırmasına göre hızla artan dünya nüfusunun barınma ihtiyacını karşılamak için çok fazla enerji ve kaynak tüketilmekte, bu durum küresel sorunlara sebep olmaktadır. Çok çeşitli sorunlara çare olarak sürdürülebilirlik kavramının çok daha fazla sorgulandığı günümüzde doğal ve sürdürülebilir bir malzeme olan kerpiciin çağdaş kullanımı deneyimlenmiş ve yapılan uygulama sınırlılığında uygulama deneyiminden edinilen tecrübeler aktarılmıştır.

Uygulamada kullanılan sıkıştırılmış toprak tekniğinin sunduğu avantajlar; yerel kaynakların kullanılması ve inşaat malzemelerinin taşınmasıyla ilgili çevresel ve ekonomik maliyetin azaltılması, hammaddenin endüstriyel olarak işlenmesinin azaltılması, termal konforun sağlanmasında ve sürdürülmesindeki performansı ve yüksek mimari kalite sunması sayılabilir. Bu tekniğin zayıf yönleri ise; duvar-döşeme bağlantıları zayıf noktalardır dolayısıyla artan nemin yapısal hasara neden olabilmesi, birleşim noktalarının bağlı kalmasını sağlamada yaşanan zorluklar, çirkin ayrıntılardan kaçınmak için inşaatın dikkatli bir şekilde detaylandırılmasını ve yerinde kontrol yapılmasını gerektirmesi, diğer yapı elemanlarının entegrasyonu ile ilgili teknik sorunlar yaşanması, bütünlüğü sağlamak için daha fazla tasarım çabası gerektirmesidir (Strazzeri & Karreç, 2023). Kerpiç malzemenin güçlü özellikleri; doğal ve çevreye zarar vermeyen bir yapı malzemesi olması, termal konforun sağlanmasında yüksek performans sağlaması ve canlılar için sağlıklı mekân oluşuma katkı sağlaması sayılabilir. İyileştirilmesi gereken tarafları ise basınç dayanımının zayıf olması ve suya karşı duyarlılık

göstermesidir. Hem sıkıştırılmış tekniğinin hem de kerpiç malzemenin zayıf özelliklerinin geliştirilmesi için çok çeşitli uzmanlık alanlarında çalışmalar yapılmaktadır.

Bu çalışmada kerpiciin çağdaş kullanımının deneyimlenmesinin yanı sıra sokak hayvanları için alternatif barınak üretiminde bu tekniğin kullanımı önerilmiştir. Sahipsiz sokak hayvanlarının bakımı yerel yönetimlerin sorumluluğundadır dolayısıyla belediyeler sokak hayvanları için barınma kulübeleri temin etmektedirler. Çok çeşitli iklim koşullarında yerleştirilen bu kulübelerin hayvanları soğuk ve sıcak havadan koruması, geri dönüşebilir olması, ileri dönüşüm üretimi olması gibi özelliklerde olması bugünün dünya şartlarında önem taşımaktadır. Yapılan araştırma sonucu seçilen örneklerde görüldüğü gibi yerel yönetimler bu konuda hassasiyet göstermektedir. Dolayısıyla uygulaması yapılan kerpiç kedi evi belediyeler için alternatif bir barınak önerisi olabilir.

Uygulama için seçilen tüm malzemelerin dönüşümlü, çevreye zarar vermeyen ve uygulama sahasına en yakın noktadan temin edilebilecek malzemeler olmasına özen gösterilmiştir. Ahşap yapı elamanlarının tümü geri dönüştürülmüş malzemeden yapılmıştır. Dolayısıyla yapılan tasarım ve uygulama arasında kısmen malzeme, renk ve boyut farklılıkları olmuştur. Yapılan uygulama deneyimi sonucuna göre performanslı bir kalıp sisteminin kullanılması sonuç için önemlidir. Kerpiç bloğun kalıbının çoklu kullanıma imkân tanınması ve uygulama kolaylığı sağlaması düşünülerek metal saçtan, menteşeli, yan kapakları açılır düzenekte yapılmıştır. Uygulama yapılırken bu kalıp sisteminin altının ve bir yüzeyinin sabit olması toprak bloğun kalıptan çıkarılmasında zorluk yaratmıştır. Ayrıca kalıp malzemesinin tamamının metal saçtan yapılması kalıbın çok ağır olmasına sebep olmuştur. Kalıbın ahşap olması ve bütün yüzeylerin sökülür olması uygulama kolaylığı sağlayacaktır. Bunun yanı sıra kalıp yapımında kullanılan metal saç malzeme ve demirci atölyesinin uygulama alanına mesafesi yaşam döngüsü tasarımı dikkate alındığında çalışmayı kurgusal olarak zayıflatan bir seçim olmuştur. Kalıbında uygulama alanında geri dönüştürülmüş ahşap malzemeden yapılması sürdürülebilirlik açısından daha doğru ve destekleyici bir yaklaşımdır.

Kerpiç bloğun ağır olması kalıptan çıkarırken ve taşırken sorun teşkil etmiş, köşelerinde çatlama olmuştur. Kerpiç yapılarda olduğu gibi bloğun sabit kalacağı konumda sıkıştırma işleminin yapılması ve kalıpların sökülerek alınması bu tip sorunlarla karşılaşmamak için bir çözüm önerisi olabilir. Teknolojik gelişmelerden veya profesyonel firmalardan destek alınarak modüler ve taşınabilir kerpiç bloğun veya sadece toprak malzemeden kedi evinin yapılması da mümkündür ve başka bir çalışmanın konusu olabilir. Bu çalışmada profesyonel firma desteğinin olmadığı, nitelikli iş gücü gerektirmeyen ekonomik ve ulaşılabilir bir yöntem denemesi tercih edilmiştir. Uygulama bu tekniği ilk defa deneyimleyen bir ekip tarafından yapılmıştır, kalifiye eleman ihtiyacı olmamıştır.

Deneyimle tecrübe edilen diğer önemli husus, toprak karışımın tokmaklama işleminin çok iyi yapılması gerekliliğidir. Karışım yeterince sıkıştırılmadığında yüzeylerde dökülme ve kırılma olmaktadır. Uygulama sırasında son katman iyi tokmaklanmadığı için dökülmeler olmuş, sıkışmayan katman sıyrılmış ve yeni karışım ilave edilerek yeniden sıkıştırılmıştır. Yöntemin ve malzemenin yapım sırasında tadilata imkân vermesi sıkıştırılmış toprak yapım sisteminin

avantajlı özelliklerinden birisidir. Ayrıca sıyrılan toprak karışımın tekrar toprağa karışabilmesi ve atık oluşturmaması önem teşkil etmektedir.

Yapılan kedi evi Temmuz 2023- Mart 2024 tarihleri arasında kullanılmıştır. Sokak hayvanları için yapıldığından sokak da ki kedilerin zaman içerisinde bu kulübeyi tercih edip etmedikleri ve kulübede görülen yapısal değişiklikler gözlenmiştir. Yazın sıcak havalarda önüne mama ve su koyulan bu barınak sokak kedileri tarafından kullanılmıştır. Nicel bir ölçüm yapılmamış fakat kedilerin özellikle öğle saatlerinde kedi evini kullandıkları gözlenmiştir. Kış aylarında da eğer önüne mama koyulduysa kedilerin kulübeyi kullandıkları görülmüştür. Yapısal olarak, ahşap yapı elemanlarında herhangi bir deformasyon olmamıştır (Görsel 14.a). Kerpiç blok ara geçiş elemanı olmadan ahşap platformun üzerine oturtulduğu için zaman içerisinde birleşim noktalarında dökülmeler olmuştur. Tasarım görselinde olduğu gibi blok kalınlığında ahşap bir çerçevenin kalıbın içerisine yerleştirilmesi ve toprağın onun üzerinde sıkıştırılması daha dayanıklı bir çözüm sunabilir. Kedilerin girip çıkarken sürtündükleri köşede deformasyon olmuştur (Görsel 14.b). Tokmaklama işleminin özellikle köşe noktalarında çok daha itinalı yapılması gerekmektedir. Bloğun sıkıştırma işlemi bittikten sonra çamur sıva ile sıvanan bölümleri (Görsel 14 c'de kırmızı daire ile gösterilen alan) zaman içerisinde çatlamış ve kısmi dökülmeler olmuştur. Tokmaklama işleminin iyi yapıldığı ve sıvanmamış yüzeylerde (Görsel 14 c'de yeşil daire ile gösterilen alan) deformasyon olmamıştır.



Görsel 14. Kedi evinin kullanım sonrası durumu.

Dünyanın geleceği ile ilgili yapılan araştırmalar şunu göstermektedir ki canlı yaşamının sürdürülebilirliği yaşamsal ihtiyacımız olan kaynakların doğru kullanımını gerektirmektedir. Kaynakların korunması sürdürülebilir mimarlık içinde benimsenmesi gereken temel tasarım stratejilerinden birisidir. Susan Maxman'ın "Sürdürülebilir mimarlık bir reçete değildir. Bir yaklaşım, bir tutumdur. Aslında bir etiketi bile olmamalıdır. Sadece mimarlık olmalıdır." söylemi şunu düşündürmektedir, bugün sürdürülebilirlik içi boşaltılmış ya da fazlasıyla doldurulmuş bir reklam malzemesi değil bir yaşam şekli, tutumu olmalıdır. Söylemden daha fazlasını yani uygulama çabasını gerektirmektedir. Bu çaba bazen farkına varmaktır bazen tüketim alışkanlıklarımızı değiştirmektir. Bazen en azla en doğruyu oldurmaya çalışmaktır. Bu uygulama çalışması mimari yapılaşma ölçeğinde küçük bir deneyimleme çabası olsa da sürdürülebilir tutumun farkındalığı adına önemlidir. Ayrıca yerel yönetimlere kamusal

alanlardaki sokak hayvanları için barınak (kulübe) yapımında kerpicing kullanımı alternatif çözüm olarak sunması açısından önemlidir.

Kaynaklar

- Akincitürk, M. (2015). *Sürdürülebilirlik ve Ekoloji Açısından Sertifikalı Konutların Analizi: İstanbul Örneği*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Kültür Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Alibeyoğlu, R. N. ve Ökten, M. S. (2021). Sıkıştırılmış toprak yapılar üzerine bir inceleme. *The Turkish Online Journal of Design Art and Communication*, 11(3), 1036-1057.
- Barton, H. (1996). Planning For Sustainable Development, C.Greed(ed.). Investing Town Planning, Longman, Harlow, 115-130.
- Beckett, C. T. S., Cardell-Oliver, R., Ciancio, D., & Huebner, C. (2018). Measured and simulated thermal behaviour in rammed earth houses in a hot-arid climate. Part A: Structural behaviour. *Journal of Building Engineering*, 15, 243–251. <https://doi.org/10.1016/j.job.2017.11.013>.
- Burroughs, S. (2008). Soil Property Criteria for Rammed Earth Stabilization. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 20(3), 264-273.
- Cabeza, L. F.; Rincón, L.; Vilariño, V.; Pérez, G.; & Castell, A. (2014). Life cycle assessment (LCA) and life cycle energy analysis (LCEA) of buildings and the building sector: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29, 394–416. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.037>
- Calatan G., Hegyi A., Dico C. & Mircea C. (2016). Determining the Optimum Addition of Vegetable Materials in Adobe Bricks. *Procedia Technology*, 22, 259 – 265.
- Cengizkan, N, M. (2007). Mimarlıkta Sürdürülebilirlik, Önsöz, *Mimarlık Dergisi*, 340, 5.
- Çepel, N. (1988). *Toprak İlmî*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi.
- Çiçek, B. (2014, May 16–18). Çağdaş bir yapı malzemesi olarak toprak. Sürdürülebilir Mimari Tasarımda Kerpiç Malzeme Kullanımı Paneli, Selçuk Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Konya.
- Foster, N. (2007). Mimarlık ve Sürdürülebilirlik. Çeviren. Tuncer, B. *Yapı Dergisi-Yapıda Ekoloji: Ekolojik Tasarım ve Sürdürülebilirlik eki*.
- Goodhew, S., Boutouil, M., Streiff, F., Guern, M., Carfrae, J. & Fox, M. (2021). Improving the thermal performance of earthen walls to satisfy current building regulations, *Energy and Buildings*, 240.
- Guy S. & Farmer G. (2001). Reinterpreting Sustainable Architecture: The Place of Technology. *Journal of Architectural Education*, 54(3), 140-148.
- Güneri, M. (2023). *Ayçiçeği Sapı İlavesi ile Kerpiç Malzemenin Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Araştırılması*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Helvacı G. (2001). *Gap Bölgesinde İnsan Yerleşmelerinin İyileştirilmesi Amacıyla Alçı Katkılı Kerpiç ve Tuğla Duvarın Şanlıurfa Toplu Konut Projesi Üzerinde Karşılaştırılması*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ige, O., Danso, H. (2021). Physico-Mechanical and Thermal Gravimetric Analysis of Adobe Masonry Units Reinforced with Plantain Pseudo-Stem Fibres for Sustainable Construction. *Construction and Building Materials*, 273.
- Işık, B. (2000, Kasım 1-2). Türkiye’de Kerpiç Yapı Kültürü ve Alçı ile Stabilize Edilen Kerpiç-Alker Yapılar. III. Ulusal Alçı Kongresi, Ankara, Türkiye.
- Işık, B. (2023). "Geleceği Gelenekselin Işıyla Oluşturmak" adlı uygulamalı kerpiç atölyesi, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Jaquin, P. A., Augarde, C. E., Gallipoli, D. & Toll, D. G. (2009). The strength of unstabilised rammed earth materials. *Geotechnique*, 59(5), 487-490.
- Jiang, B., Lu, R., Jiang, M., Wang, L., Chun, L. & Wan, L. (2024). Experimental study on thermal and humidity properties of modified rammed earth buildings in winter, *Building and Environment*, 258.
- Joshi S. (1999). Product Environmental Life-Cycle Assessment Using Input–Output Techniques. *Journal of Industrial Ecology*, 2(3), 95–120.

- Kafesçioğlu, R. (1980). Yapı Malzemesi Olarak Kerpicin Alçı ile Stabilizasyonu. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Mühendislik Araştırma Grubu, Proje no:505, İstanbul.
- Kafesçioğlu, R. (2017). *Çağdaş Yapı Malzemesi Toprak ve Alçı*, İTÜ Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Kianfar, E. & Toufigh, V. (2016). Reliability analysis of rammed earth structures, *Construction and Building Materials*, 127, 884-895.
- Kim, J.J & Rigdon, B. (1998). Sustainable Architecture Module: Introduction to Sustainable Design. National Pollution Prevention Center for Higher Education.
- Koç, Z.G. ve Akbulut E., D. (2017). Ekolojik Tasarım Kapsamında Dünyada ve Türkiye’de Toprak Yapı Standart ve Yönetmeliklerinin Değerlendirilmesi. *Megaron*, 12(4), 647-657.
- Letelier, G.A., Riedel, J.C., Antico, F.C., Valdes, C. & Caceres, G. (2018). Influence of Natural Fiber Dosage and Length on Adobe Mixes Damage-Mechanical Behavior. *Construction and Building Materials*, 174, 645-655.
- Millogo, Y., Aubert, J. E., Hamard, E. & Morel, J. C. (2015). How Properties of Kenaf Fibers from Burkina Faso Contribute to the Reinforcement of Earth Blocks. *Materials*, 8.
- Minke, G. (2009). Building with Earth: Design and Technology of Sustainable Architecture. 1st Edition, Birkhäuser, Basel-Berlin-Boston.
- Mishra, S. & Usmani, J.A. (2013). Comparison of Embodied Energy in Different Masonry Wall Materials. *International Journal of Advanced Engineering Technology*, 3945, 90-92.
- Morel, J. C., Mesbah, A., Oggero, M. & Walker, P. (2001). Building Houses with Local Materials: Means to Drastically Reduce the Environmental Impact of Construction. *Building and Environment*, 36,119-126.
- Nguyen,T., Bui,T., Limam,A., Bui,T. & Bui,Q. (2021). Evaluation of seismic performance of rammed earth building and improvement solutions, *Journal of Building Engineering*, 43.
- Pevsner, N., Fleming, J.& Honour, H. (1966). *The Penguin Dictionary of Architecture*. Penguin Books.
- Ramezannia A., Gocer, Ö.& Tabrizi T.B. (2024). The life cycle assessment of stabilized rammed earth reinforced with natural fibers in the context of Australia. *Construction and Building Materials*, 416.
- Reyes, J., Rincon ,R., Yamin ,L., Correal, J., Martinez, J., Sandoval ,J., Gonzalez, C. & Angel, C. (2020). Seismic retrofitting of existing earthen structures using steel plates, *Construction and Building Materials*, 230.
- Sammis, T. (n.d.). *Soil texture analysis* [Educational handout]. New Mexico State University; University of California Division of Agriculture and Natural Resources.
- Strazzeri, V., & Karrech, A. (2023). Qualitative and quantitative study to assess the use of rammed earth construction technology in Perth and the south-west of Western Australia. *Cleaner Materials*, 7, Article 100169. <https://doi.org/10.1016/j.clema.2023.100169>
- Thompson D., Augarde C. & Osorio J.P. (2022). A review of current construction guidelines to inform the design of rammed earth houses in seismically active zones. *Journal of Building Engineering*, 54.
- Torgal, P.& Jalali, S. (2011). Earth Construction: Lessons From The Past for Future Eco-Efficient Construction. *Construction and Building Materials*, 29, 512-519.
- Yetgin Ş., Çavdar Ö. ve Çavdar A. (2008).The Effects of The Fiber Contents on The Mechanic Properties of The Adobes. *Construction and Building Materials*, 22, 222-227.
- Zhang,L., Zhou,T.,Lu,J. Tan,W. & Liang, Z. (2024). Flexural capacity and failure trend of fiber and steel reinforcement reinforced cement stabilized rammed earth beams, *Structures*, 68.

İnternet Kaynakları

- Url-1: <https://www.undp.org/tr/turkiye/publications/undp-2022-yillik-raporu> (Erişim tarihi: 02.06.2024).
- Url-2: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=5199&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5> (Erişim tarihi: 02.06.2024).
- Url-3: <https://www.pamukkale.bel.tr/h-1726-pamukkale-de-ahsap-atiklar-kedilere-ev-oluyor> (Erişim tarihi: 02.06.2024).
- Url-4: <https://www.gaziantep.bel.tr/tr/haberler/buyuksehir-hayri-tutunculer-parkina-yeni-kedi-evleri-kurdu#images-2> (Erişim tarihi: 02.06.2024).

- Url-5: <https://merkezeefendi.bel.tr/haber.aspx?haber=merkezeefendi-belediyesi-can-dostlara-sahip-cikiyor> (Erişim tarihi: 02.06.2024).
- Url-6: <https://www.aa.com.tr/tr/yasam/geri-donum-malzemeleri-sokak-hayvanlarına-sicak-yuva-oldu/2458316> (Erişim tarihi:02.06.2024).
- Url-7: <https://www.kanal23.com/haber/elazig/baskan-serifogullarından-ornek-olacak-proje-sokak-hayvanlarını-okullar-sahiplenecek-NTf1w69B> (Erişim tarihi: 02.06.2024).
- Url-8: <https://hbrcaldiran.com/haber/6507976/sokak-hayvanları-icin-caldirana-kulube-birakildi> (Erişim tarihi: 02.06.2024).
- Url-9: <https://gazetekalem.com.tr/ankara-buyuksehir-belediyesi-geri-donum-atolyelerinde-uretilen-kopek-kulubeleri-dagitildi/> (Erişim tarihi: 02.06.2024).
- Url-10: <https://www.karesi.bel.tr/yazi/karesi-belediyesi-atiklardan-sokak-hayvanlarına-kulube-yapiyor> (Erişim tarihi: 02.06.2024).
- Url-11: <https://www.dezeen.com/2022/09/27/jessica-martin-cinders-tsoa-shelter/> (Erişim tarihi:18.01.2025).
- Url-12: https://www.reddit.com/r/DIY/comments/1691c0j/we_built_a_rammed_earth_bench_out_of_earth_stones/?rdt=50047 (Erişim Tarihi:18.01.2025).
- Url-13: <https://clay-works.com/london-festival-of-architecture-2020/> (Erişim Tarihi:18.01.2025).
- Url-14: <https://www.hiveearth.com/post/rammed-earth-a-sustainable-solution-for-interior-design> (Erişim Tarihi:18.01.2025).
- Url-15: <http://www.earthwallbuilders.com/projects.html> (Erişim Tarihi:18.01.2025).
- Url-16: <https://formfindinglab.wordpress.com/2016/07/20/our-summer-rammed-earth-experiments-23-construction/> (Erişim Tarihi:18.01.2025).

Görsel Kaynaklar

- Görsel 1. Alibeyoğlu, R. N. ve Ökten, M. S. (2021). Sıkıştırılmış toprak yapılar üzerine bir inceleme. *The Turkish Online Journal of Design Art and Communication*, 11(3), 1036-1057, (Haziran, 2024).
- Görsel 2. Alibeyoğlu, R. N. ve Ökten, M. S. (2021). Sıkıştırılmış toprak yapılar üzerine bir inceleme. *The Turkish Online Journal of Design Art and Communication*, 11(3), 1036-1057, (Haziran, 2024).
- Görsel 3. Url-3, Url-4, Url-5, Url-6, Url-7, Url-8, Url-9, Url-10 kullanılarak Durduşen ÖZTÜRK tarafından oluşturulmuştur (Haziran, 2024).
- Görsel 4a. -4b. Durduşen ÖZTÜRK tarafından Revit çizim programı kullanılarak oluşturulmuştur (Haziran, 2024).
- Görsel 5. Google Earth Pro kullanılarak Durduşen ÖZTÜRK tarafından oluşturulmuştur (Haziran, 2024).
- Görsel 6a.-6b. Fotoğraflayan: Durduşen ÖZTÜRK (Temmuz, 2023).
- Görsel 7. Fotoğraflayan: Durduşen ÖZTÜRK (Temmuz, 2023).
- Görsel 8. Fotoğraflayan: Durduşen ÖZTÜRK (Temmuz, 2023).
- Görsel 9. Fotoğraflayan: Durduşen ÖZTÜRK (Temmuz, 2023).
- Görsel 10. Fotoğraflayan: Durduşen ÖZTÜRK (Temmuz, 2023).
- Görsel 11. Fotoğraflayan: Durduşen ÖZTÜRK (Temmuz, 2023).
- Görsel 12. Fotoğraflayan: Durduşen ÖZTÜRK (Temmuz, 2023).
- Görsel 13. Url-11, Url-12, Url-13, Url-14, Url-15, Url-16 kullanılarak Durduşen ÖZTÜRK tarafından oluşturulmuştur (Ocak, 2025).
- Görsel 14. Fotoğraflayan: Durduşen ÖZTÜRK (Temmuz, 2023).