



Geri Dönüştürülmüş Yapı Malzemelerinin Mimaride Kullanımının İncelenmesi

Aslı ÇÜÇEN^{a*} Yusuf Tahir ALTUNCI^b

^aBurdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Burdur 15030, Türkiye.

^bIsparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Isparta 32200, Türkiye.

Makale Bilgileri

Makale geçmişi:

Alındı 03 Ekim 2022

Kabul edildi 01 Kasım 2022

Anahtar Kelimeler:

Geri dönüşüm

Geri dönüştürülmüş yapı malzemesi



Mimari

Yapı malzemesi

Özet

Dünya üzerinde artan nüfus oranlarıyla birlikte ihtiyaç duyulan yapılaşma oranlarında da artış görülmektedir. Yapılaşma miktarındaki artış, doğal kaynakların her geçen gün azalmasına neden olmaktadır. Enerji ve doğal kaynak tüketiminin artarak kaynakların hızla azaldığı dünyada; özellikle son yıllarda malzemelerin geri dönüştürülerek çeşitli sektörlerde yeniden kullanılabilirliğine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bu sektörlerden biri olan yapı sektöründe de geri dönüştürülmüş malzemelerinin kullanımı mümkündür. Yapı sektöründe geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı, yapıların üretimi sırasında gerekli olan hammadde ve enerji tüketimini sınırlandırarak ülke ekonomisi ve çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır. Geri dönüştürülmüş malzemelerin mimaride kullanımının incelenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada; yapı malzemelerinin geri dönüşümü ve geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinin mimaride kullanım olanakları örnek yapılar üzerinden incelenmiştir. Yapılan inceleme sonucunda; geri dönüştürülmüş malzemelerin yapıların inşasında da kullanılabilir olduğu, bu malzemelerin yapılarda kullanılmasıyla birlikte, oluşan atık miktarının sınırlandırılarak çevre kirliliğinin azaltıldığı, geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinin modern mimari uygulamalarda da tercih edilen malzemeler olduğu ve geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı ile sürdürülebilir yapı tasarımının yanında estetik görünüme sahip yapıların inşasının da olanaklı hale geldiği anlaşılmıştır.

Investigation of the Use of Recycled Building Materials in Architecture

Aslı ÇÜÇEN ^{a*}  Yusuf Tahir ALTUNCI ^b 

^aBurdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Engineering and Architecture, Burdur 15030 Türkiye.

^bIsparta University of Applied Sciences, Vocational School of Technical Sciences, Isparta 32200, Türkiye.

Article Info

Article history:

Received 03 October 2022

Accepted 01 November 2022

Keywords:

Recycling

Recycled building material

Architecture

Building material

Abstract

With the increasing population rates in the world, there is an increase in the construction rates needed. The increase in the amount of construction causes the decrease of natural resources day by day. In a world where energy and natural resource consumption is increasing and resources are rapidly decreasing; Especially in recent years, studies have been carried out for the recycling of materials and their reusability in various sectors. It is possible to use recycled materials in the building sector, which is one of these sectors. The use of recycled materials in the building sector contributes to the national economy and environmental sustainability by limiting the consumption of raw materials and energy required during the production of buildings. In this study, which was conducted to examine the use of recycled materials in architecture; the recycling of building materials and the possibilities of using recycled building materials in architecture were examined through sample buildings. As a result of the examination; that recycled materials can also be used in the construction of buildings, that environmental pollution is reduced by limiting the amount of waste generated by the use of these materials in buildings, that recycled building materials are also preferred materials in modern architectural applications, and that the use of recycled materials helps to design sustainable buildings as well as construct structures with aesthetic appearance. Has also been found to be possible.

* Sorumlu yazar E-posta adresi: aslicucen@gmail.com

1. Giriş

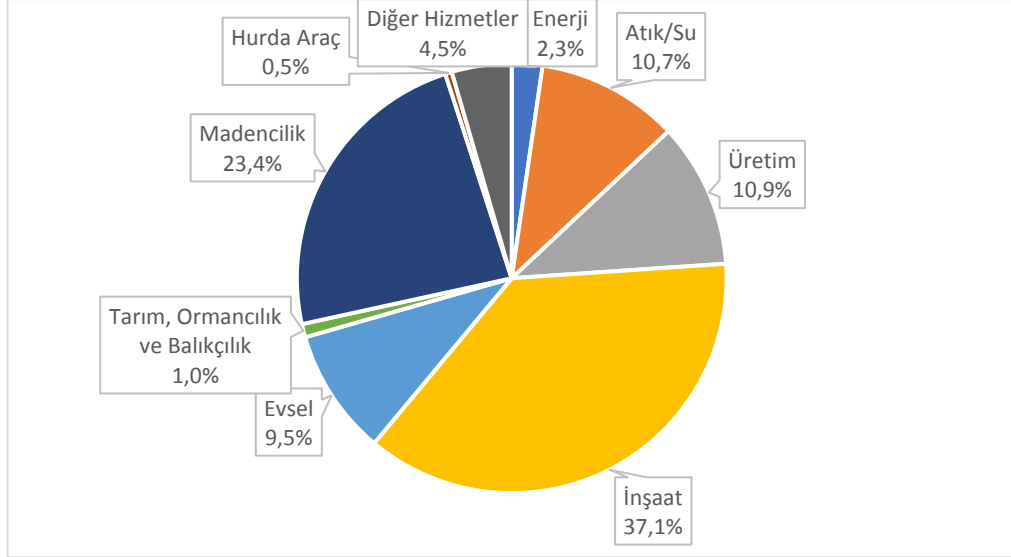
Günümüzde artmakta olan yapılaşma oranlarına bağlı olarak yapıların üretim, kullanma ve yıkım aşamalarında birçok atık malzeme elde edilmektedir. Bu atık malzemelerin çevre kirliliğine neden olmasından dolayı günümüzde gelişim gösteren teknoloji kullanımı ile atıkların neden olduğu çevre kirliliğinin azaltılması amacıyla birçok yöntem geliştirilmektedir [1]. Enerji ve doğal kaynakların korunması ve atık ürünlerin azaltılması sürdürülebilir ve çağdaş mimari kapsamında da ele alınan konulardan biri haline gelmiştir [2]. Artmakta olan nüfus oranlarına bağlı olarak yeni yapıların inşa edilmesi gerekli hale geldiğinden yapı inşaat oranlarındaki artışta kaçınılmazdır [3]. Yapı sektöründe meydana gelen bu üretim miktarındaki artıştan kaynaklı yapısal atık miktarında da artış görülmektedir. Yapısal atıklar; yapıların inşa, yenileme-onarım ve yıkım süreçleri sonucu ortaya çıkmış olan; beton, cam, pvc esaslı malzemeler, metal malzemeler ve ahşap malzemeler gibi atık yapı malzemeleri anlamına gelmektedir. Bu yapısal atıklar diğer sektörlerde üretilen atıklar içerisinde önemli bir yere sahiptir. Yapısal süreçler sonunda tekrar kullanılabilir niteliğe sahip olan yapı malzemelerinin çeşitli alanlarda yeniden kullanımı mümkündür. Atık yapı malzemelerinin yeniden kullanımı herhangi bir enerji tüketimi gerektirmemesinden dolayı kaynak ve çevre korunumu en yüksek olan geri kazanım yöntemidir. Tekrar kullanıma uygun olmayan yapısal atıklar da birtakım geri dönüşüm işlemlerine tabi tutularak sektörel uygulamalara geri kazandırılmaktadır [4]. Bu malzemeler kullanılarak inşa edilmiş olan yapılar, ülke ekonomisine ve sürdürülebilirliği olumlu etkilemektedirler.

Bu çalışmada yapıların üretim, kullanım ve yıkım uygulamaları sonucunda elde edilmiş olan yapı malzemelerinin mimari uygulamalarda kullanımının incelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda inşa süreçlerinde yapısal atık olarak nitelendirilen malzemeler kullanılmış olan yapılar örnek mimari tasarımlar üzerinden incelenmiştir.

2. Yapı Sektöründe Atık Malzemeler

Yapıların inşa aşamasında, kullanım aşamasında ve yapının ömrünü tamamlaması sonucu olmak üzere yapısal süreçlerin tümünde ortaya çıkabilen yapısal atıklar küresel bağlamda çevresel kirliliğe sebebiyet veren önemli atıklardandır. Bu atıkların miktarının tespit edilmesi ve atıkların çevre kirliliğine neden olmayacak şekilde geri kazandırılması yeşil alan varlığını koruyan bir uygulama olmasının yanında ülke ekonomisine de katkısı olan bir yaklaşımdır.

Yapısal atıkların Avrupa Birliği ülkelerindeki durumu incelendiğinde Avrupa İstatistik Ofisi'nin 2020 yılı verilerine göre [5]; atık üretim miktarında, inşaat faaliyeti sonucu meydana gelen atıklar tüm atıkların %37,1'ini oluşturmaktadır (Şekil 1). Bu oran diğer sektörlerde ortaya çıkan atık miktarına göre en fazla atık üretiminin inşaat sektörüne ait olduğunu göstermektedir.



Şekil 1. Avrupa Birliği Ülkelerinin 2020 yılı verilerine göre evsel ve sektörel faaliyetler sonucu atık üretim miktarının dağılımı

Ülkemizdeki bazı illerin 2021 yılı çevresel durum raporlarına göre [6]; illerde üretilen inşaat ve yıkıntı atık miktarları Tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo 1. Bazı illerin 2021 yılı inşaat ve yıkıntı atık miktarları

İl	İnşaat/Yıkıntı Atık Miktarı (m ³)
Batman	87.381
Eskişehir	50.408,75
İzmir	355.388,17
Isparta	34.535
Sinop	2.300
Niğde	162.000
Kahramanmaraş	9.490

Tabloda yer alan veriler incelendiğinde illerde oluşan yapısal atık miktarlarının illerin ekonomik ve demografik büyüklüğü ile orantılı olduğu görülmektedir. Bu atıkların çevresel kirlilik yarattığı göz önüne alındığında çevresel sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için bu atıkların geri dönüştürülerek atık niteliğinden çıkarılması önem taşımaktadır.

3. Yapımında Geri Dönüştürülmüş Yapı Malzemeleri Kullanılmış Olan Mimari Uygulama Örnekleri

3.1. Çin Akademisi Halk Sanatları Müzesi

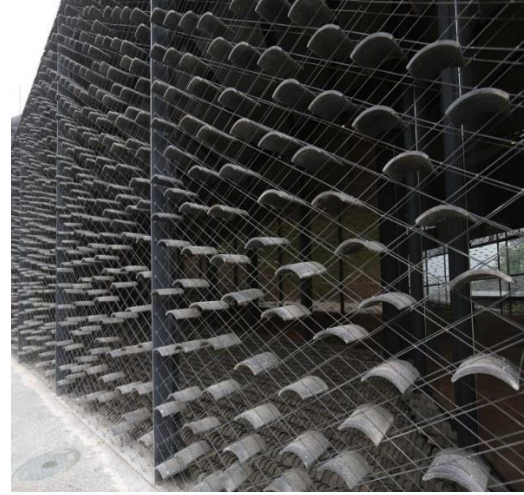
2015 yılında Çin'in doğu bölgesinde yer alan Hangzhou şehrinde inşa edilmiş olan Çin Sanat Akademisi Halk Sanatları Müzesi Kengo Kuma ve Associates Mimarlık tarafından tasarlanmıştır. Yapının bulunduğu bölge, yapı inşa edilmeden önce çay tarlası olarak kullanılırken yapının inşasından sonra sıklıkla

ziyaret edilen kültürel bir alan haline gelmiştir [7]. Yapının yerleşim planlaması arazi eğiminden faydalanarak parçalı mimari anlayışıyla gerçekleştirilmiştir. Parçalı mimari anlayışla tasarlanan kütleler, paralelkenar forma ve beşik çatıya sahiptirler. Kütlelerin cepheleri çelik teller ile ağ şeklinde çevrelenmiştir. Bu çelik teller üzerine bölgeden temin edilen atık kiremitler yerleştirilmiştir. Bu sayede cephelerde ikincil bir örtü oluşturulmuştur. Bu örtü iç mekanlara giren doğal ışığın kontrolünün sağlanarak kullanıcı konforunun artırılmasında etkili olmaktadır. Ayrıca yapının cephelerinde kullanılan kiremitlerin farklı boyutlarda olması gün ışığına bağlı olarak iç mekânlarda çeşitli gölgeler oluşturmaktadır.

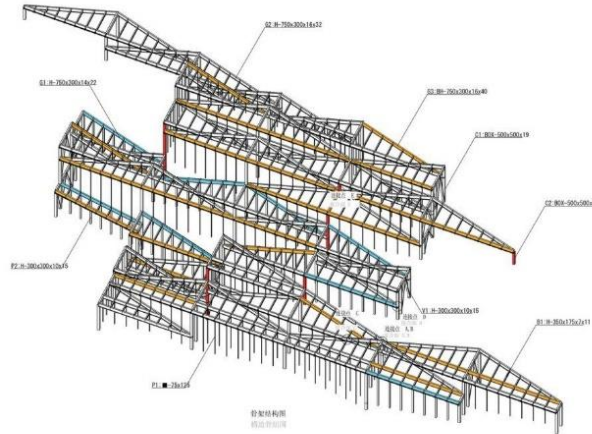
Çin Sanat Akademisi Halk Sanatları Müzesi genel görünümü, yapıda kullanılan atık kiremitler ve yapının strüktür diyagramı Şekil 2 [8] ve Şekil 3 [9] ve Şekil 4'te [10] verilmiştir.



Şekil 2. Çin Sanat Akademisi Halk Sanatları Müzesi



Şekil 3. Atık kiremitlerden elde edilen cephede örtü



Şekil 4. Strüktür diyagramı

3.2. Vegan House

Vietnam'da bulunan yapı 1965 yılında inşa edilmiş olan bir konut yapısı iken; yapı, 2015 yılında Block Architect tarafından yeniden işlevlendirilerek bölgeyi ziyaret eden kişiler için tasarlanmış bir konaklama mekânı haline getirilmiştir. Yapının diğer yapılardan farklılaşarak dikkat çekici özelliğe sahip olabilmesi için yapının cephede ve çatı kaplama malzemesi olarak bölgeden temin edilen atık pencereler kullanılmıştır [11]. Bu pencereler yapının doğal havalandırılmasında etkili olmasının yanında bölgenin

geleneksek mimari dokusuna da uyum sağlamasında etkilidirler. Yapının restorasyon sürecinde yeni ve eski uyumuna önem verilmiştir. Bu sayede yeni ve eskinin uyum içerisinde olduğu özgün bir ortam yaratılmıştır. Vegan House genel görünümü ve perspektif çizimi Şekil 5 [12] ve Şekil 6'da [13] verilmiştir.



Şekil 5. Vegan House

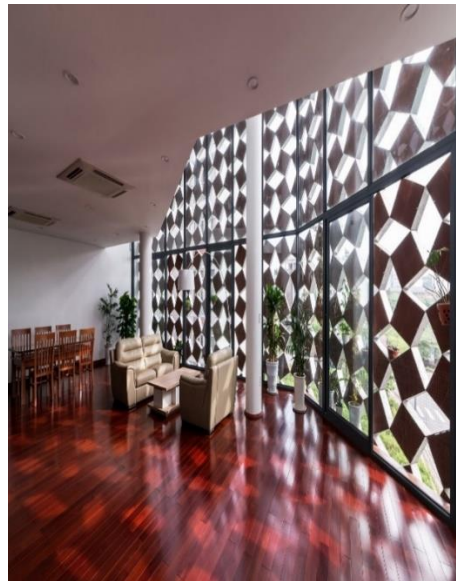


Şekil 6. Vegan House perspektif çizimi

3.3. Properly Breathing House

H&P Architects tarafından tasarlanan yapı, 2015 yılında Vietnam'da inşa edilmiştir. Yapının cephesinde bölgeden temin edilen atık seramikler kullanılmıştır. Yapının cephesinde atık seramiklerin kullanımı ile cephede fiziksel hava filtresi oluşturularak iç mekânın doğal havalandırılması sağlanmaktadır [14]. Ayrıca seramikler güneş ışığının geliş açısını iyileştirmesiyle birlikte nem dengesini de sağlayarak yapıda yer alan mekanlarda kullanıcı konforunun artırılmasında etkili olmaktadır.

Properly Breathing House genel görünümü ve yapının iç mekân görseli Şekil 7 [15] ve Şekil 8'de [16] gösterilmiştir.



Şekil 7. Properly Breathing House

Şekil 8. Properly Breathing House iç mekân görseli

3.4. Döngüsel Yapı

Encore Heureux Mimarlık tarafından tasarlanan ve 2016 yılına kadar sergi ve atölye merkezi şeklinde kullanılan yapı, 2016 yılından sonra sökülerek Paris'in 14. bölgesinde bir spor derneğinin lokali olarak kullanılmaya başlamıştır. Yapının inşasında sadece inşaat alanlarında fazla olarak ayrılan veya stoklarda hurda değerine düşmüş malzemeler kullanılmıştır. Atık niteliğine sahip olan 180 adet kapı kullanılarak yapının cepheleri oluşturulmuştur [17]. Yapıda kullanılan atık kapılar ahşap malzemeden elde edilmesinden dolayı yapı depreme dayanıklı, ekonomik ve sürdürülebilir yapı olma özelliğine sahiptir. Döngüsel yapı görseli Şekil 9'da [18] gösterilmiştir.



Şekil 9. Döngüsel Yapı

3.5. Carroll House

LOT-EK Mimarlık tarafından tasarlanan yapının inşa süreci 2016 yılında ABD'de tamamlanmıştır. Yapı tek aileye hizmet edebilecek büyüklükte bir konut yapısıdır. 21 konteynerin üst ve alt kısım boyunca diyagonal şekilde yerleştirilmesiyle kent dokusu içerisinde monolitik ve özel bir hacim oluşturulmuştur [19]. Atık konteynerlar kullanılarak inşa edilmiş olan yapı hafif ve istenildiğinde geri sökülebilir niteliktedir. Yapıda atık konteynerların kullanılmasıyla birlikte kent içerisinde yüksek hacimli atıkların oluşumu da engellenmiştir. Atık konteynerlar kullanılarak inşa edilmiş olan Carroll House görseli Şekil 10'da [20] verilmiştir.



Şekil 10. Carroll House

3.6. The Beehive

Avustralya'da bulunan yapının cephesinde bölgeden temin edilen atık kiremitler kullanılmıştır. Cephede kullanılan kiremitler üçgen formlarda birleştirilerek yapının cephesi elde edilmiştir. Ofis olarak kullanılan yapının atık kiremitler kullanılarak elde edilmiş olan cephesinde yapıya etkiyen güneş ışınları filtrelenmekte ve iç mekanların ışıktan en iyi şekilde yararlanması sağlanmaktadır [21]. Ayrıca cephe tasarımında atık ürünlerin yeniden kullanılmasından dolayı yapı, sürdürülebilir yapı niteliği taşımaktadır.

Yapımında atık kiremitler kullanılan The Beehive yapısına ait görsel ve atık kiremitlerin birleşimi Şekil 11 [22] ve Şekil 12'de [23] gösterilmiştir.



Şekil 11. The Beehive



Şekil 12. Atık kiremitlerin birleşim şekli

4. Sonuç

Geri dönüştürülmüş malzemelerin mimaride kullanımının incelenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada; yapısal atık malzemeler kullanılarak inşa edilmiş olan yapılar örnek uygulamalar üzerinden incelenmiştir.

Yapılan inceleme sonucunda;

- Küresel bağlamda ekonomik faaliyetlerin önemli bir bölümünü oluşturan yapı sektöründe geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinin kullanılması enerji ve doğal kaynak korunumuna katkı sağladığı,
- Yapı uygulama süreçleri ile ortaya çıkan çevre kirliliğinin azaltılmasında yapıların inşa sürecinde geri dönüştürülmüş malzeme kullanımının tercih edilmesinin etkili olduğu,
- Geri dönüştürülmüş yapı malzemeleri kullanılarak inşa edilmiş olan yapıların sürdürülebilir, ekolojik, ekonomik ve modüler birimler oluşturularak küresel atık miktarının azaltılmasına katkı sağladığı,
- Geri dönüştürülmüş malzeme kullanılarak inşa edilmiş olan yapıların yaygınlaşmasıyla birlikte atık dönüşümü konusundaki toplumsal farkındalığın arttırılmasında etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

İlerleyen dönemlerde gerçekleştirilecek olan çalışmalarda inşaat sektöründe ortaya çıkan atık malzemelerin mevcut yapı malzemeleri ile birlikte kullanımını inceleyen deneysel çalışmalar yapılarak yeni malzemelerin üretilmesinin ülke ekonomisine katkı sağlamada ve çevresel sorunların azaltılmasında etkili bir yaklaşım olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- [1] Aydın İpekçi, C., Coşgun, N. & Tıkansak Karadayı, T. (2017). "İnşaat Sektöründe Geri Kazanılmış Malzeme Kullanımının Sürdürülebilirlik Açısından Önemi". *TÜBAV Bilim Dergisi*, 10 (2), 43-50.
- [2] Fırat, F. K., & Akbaş, M. F. (2015). "İnşaat Endüstrisinde Geri Dönüşüm Çalışmalarının Geliştirilmesi ve Ekonomi Üzerine Etkileri" *International Conference on Eurasian Economie*, 637-644.
- [3] Çüçen, A. & Altuncı, Y. T. (2022). "Yüksek Yapıların Yapım Tekniklerinin İncelenmesi". *Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi*, 5 (1) , 20-32. DOI: 10.51764/smutgd.1039161
- [4] Gürer, C., Akbulut, H., & Kürklü, G. (2004). İnşaat Endüstrisinde Geri Dönüşüm ve Bir Hammadde Kaynağı Olarak Farklı Yapı Malzemelerinin Yeniden Değerlendirilmesi. *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*, İzmir, 28-36.
- [5] Avrupa Birliği Ülkelerine Ait Atık Üretim Miktarları
Waste_generation_by_economic_activities_and_households,_EU,_2020_(%_share_of_total_waste).png (525×516) (europa.eu)
- [6] İl Çevre Durum Raporları <https://ced.csb.gov.tr/2021-yili-il-cevre-durum-raporlari-i-104268>
- [7] Çin Sanat Akademisi Halk Sanatları Müzesi <https://www.arkitektuel.com/cin-sanat-akademisi-halk-sanatlari-muzesi/>
- [8] Çin Sanat Akademisi Halk Sanatları Müzesi görseli https://www.arkitera.com/wp-content/uploads/2016/06/02_Eiichi-Kano.jpg-1-1024x767.jpeg
- [9] Atık Kiremitlerden Elde Edilen Cephe Örtüsü https://www.arkitera.com/wp-content/uploads/2016/06/708B1519_china-academy-of-art.jpg-1024x682.jpeg
- [10] Strüktür Diyagramı <https://www.arkitektuel.com/cin-sanat-akademisi-halk-sanatlari-muzesi/3-13/>
- [11] Vegan House <https://www.archdaily.com/641621/vegan-house-block-architects>
- [12] Vegan House Görseli
<https://images.adsttc.com/media/images/557a/59a7/e58e/ced6/2800/01ec/slideshow/1.jpg?1434081697>
- [13] Vegan House Perspektif Çizimi
<https://images.adsttc.com/media/images/557a/5c12/e58e/cedc/e500/0217/slideshow/27.jpg?1434082306>
- [14] Properly Breathing House <https://www.archdaily.com/798824/properly-breathing-house-h-and-p-architects>
- [15] Properly Breathing House görseli
[https://images.adsttc.com/media/images/581d/48d5/e58e/ce92/3000/0049/medium_jpg/\(c\)_Nguyen_Tien_Thanh_-_3.jpg?1478314190](https://images.adsttc.com/media/images/581d/48d5/e58e/ce92/3000/0049/medium_jpg/(c)_Nguyen_Tien_Thanh_-_3.jpg?1478314190)
- [16] Properly Breathing House iç mekan görseli
[https://images.adsttc.com/media/images/581d/4973/e58e/ce92/3000/0050/slideshow/\(c\)_Nguyen_Tien_Thanh_-_13.jpg?1478314349](https://images.adsttc.com/media/images/581d/4973/e58e/ce92/3000/0050/slideshow/(c)_Nguyen_Tien_Thanh_-_13.jpg?1478314349)
- [17] Döngüsel Yapı <https://bigumigu.com/haber/tamamen-geri-donusturulmus-malzemelerden-insa-edilen-dongusel-yapi/>
- [18] Döngüsel Yapı görseli
https://bigumigu.com/wp-content/uploads/2015/12/1400068841567a87130fabd5.57414913_n.jpg
- [19] Carroll House <https://www.archdaily.com/881396/carroll-house-lot-ek>
- [20] Carroll House görseli
https://images.adsttc.com/media/images/59dd/fe2e/b22e/3829/2f00/057e/newsletter/LOT-EK_CH_04.jpg?1507720745
- [21] Tandoğan, O. (2018). Atık Malzemelerinin Mimaride Kullanımı. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(4), 189-202.
- [22] The Beehive https://images.adsttc.com/media/images/5af0/a40e/f197/cce6/1700/0075/medium_jpg/-_Featured_Image.jpg?1525720070
- [23] Atık Kiremitlerin Birleşim Şekli
https://images.adsttc.com/media/images/5af0/a2d6/f197/cce6/1700/0068/slideshow/Rosselli_Architects_17_The_Beehive_Ben_Hosking.jpg?1525719758