



Doğal-Ekolojik Üç Yapı Malzemesi Taş Kerpiç ve Ahşabın Sürdürülebilirlik Analizi

İdris Oğurlu

İstanbul Ticaret Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, İstanbul, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-2677-9513),
iogurlu@ticaret.edu.tr

(İlk Geliş Tarihi 17 Mayıs 2023 ve Kabul Tarihi 31 Ocak 2024)

(DOI: 10.5281/zenodo.10646951)

ATIF/REFERENCE: Oğurlu, İ., (2024). Doğal-Ekolojik Üç Yapı Malzemesi Taş-Kerpiç-Ahşabın Sürdürülebilirlik Analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (53), 150-167.

Öz

Çevre sorunlarını oluşturan faktörlerden biri de yapı inşaat sektörünün faaliyetidir. Bu faaliyetin olumsuz etkilerinin azaltma ihtiyacı bizi yapılarda ekolojik tasarıma ve ekolojik malzeme kullanmaya yönlendirmektedir. Bu çalışmada ekolojik yapı malzemelerinden taş, kerpiç ve ahşap ele alınmıştır. Bu malzemelerin sürdürülebilirliğini değerlendirmede kullanılacak ölçütler, kategori ve göstergeler geliştirilmiş ve bunların ışığında bu üç malzemenin sürdürülebilirlikleri analiz edilmiştir.

Taş, toprak ve ahşabın sürdürülebilirliğinin yüksek olduğu, enerji korunumuna, kullanıcının sağlığının ve doğal çevrenin korunmasına olumlu katkılar sağladığı, bu malzemelerin yapılarda kullanımının yaygınlaşmasının Ülkemizin çevresel performansına olumlu katkı sağlayacağı sonucuna varılmıştır. Bu malzemelerinin üretim ve kullanımını arttırmaya yönelik stratejiler belirlenmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir mimarlık, Ekolojik yapı malzemesi, Taş, Kerpiç, Ahşap.

Sustainability Analysis for Natural-Ecological Three Construction Materials: Stone-Adobe and Wood

Abstract

One of the factors that create environmental problems is the activity of the building construction sector. The need to reduce the negative effects of this activity directs us to use ecological design and ecological materials in buildings. In this study, stone, adobe, and wood, which are ecological building materials are discussed. The criteria, categories, and indicators to be used in evaluating the sustainability of these materials were developed and the sustainability of these three materials was analyzed in the light of these.

It has been concluded that the sustainability of stone, soil and wood is high. They contribute positively to energy conservation, the protection of the user's health and the natural environment, and the widespread use of these materials in buildings will contribute positively to the environmental performance of our country. Strategies to increase the production and use of these materials should be determined.

Keywords: Sustainable architecture, Natural ecological building material, Stone, Adobe, Wood.

1. Giriş

Yeryüzü çevresel bağlamda endişe verici gelişmelere sahne olmaktadır. Özellikle küresel ısınma sorunu ekosferi zorlamakta ve uzmanları hayli düşündürmektedir (Suhamad ve Martana, 2020, s.1). Doğanın rejenerasyon kabiliyetine rağmen ekosistemlerin maruz kaldığı benzeri görülmemiş yoğun baskı ekosferin dengesini bozmuştur (Aytis ve Polatkan, 2010, s.1). Yapı üretimde kullanılan kaynaklar doğada hızla tükenirken; hızla kullanımı artan yapay kaynaklar da tabiata zarar vermektedir (Olğun ve ark, 2019, s.711). Günümüzde ekosistemin hızla bozulmasında en büyük etken, doğal olmayan malzemelerin üretilmeye-kullanılmaya başlanması ve bu esnada çevreye verilen zararlarıdır (Aytis ve Polatkan, 2010, s.1). Bu durum her alanda olduğu gibi mimarlıkta da ekolojik yaklaşımlı çözüm yollarının araştırılması ve geliştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur. Yapılarda doğal malzemelerin kullanılması bu ihtiyacı karşılamının yollarından da birini oluşturmaktadır.

İnsanın çevreye hâkimiyeti arttıkça evvelce tamamen doğal haliyle ve şekliyle kullandığı taş, ağaç, bitki gibi malzemeleri gitgide daha fazla şekillendirerek kullanmaya başlamış, ancak bu arada hem doğal olandan belli ölçüde uzaklaşmış hem de doğal kaynaklar üzerindeki yükü artmıştır. Bugün, Dünyada doğal kaynakların gittikçe azalmakta olduğu bilinmekte ve hatta bazılarının gelecek yüzyıla kalmadan tükeneceği tahmin edilmektedir (Sayar ve ark 2009, s. 2067). Ancak ağaç ve toprak gibi yenilenebilen kaynaklar bunun dışında kalacağı için mimari yapılarda malzeme kaynağı olarak varlığını sürdürebilecektir. Dolayısıyla ağaç kaynaklı ahşabın ve yine toprak menşeli kerpicin ve taşın yapı malzemesi olarak sürdürülebilir ve gelecekteki taleplere cevap verebilecek potansiyele sahip oluşları üzerinde durulması gerekmektedir. Bu sebeple bu çalışmada ekolojik yapı malzemesi olarak kabul edilen ve diğer ekolojik malzemelerden çelik cam gibi imalatında yüksek enerji gerektirmeyen, doğrudan doğadan doğrudan elde edilip olduğu gibi veya oldukça basit işlem gördükten sonra kullanılan doğal-ekolojik yapı malzemelerinden taş, toprak ve ağaç malzeme konu edilmiştir. Bunlardan taş, doğadan kayalardan-ocaklardan elde edilen ve doğal karakterde olan materyaldir. Bu malzemeye doğal taş denilmesinin gereksiz olup sadece taş demenin, buna karşılık taşın hammadde olarak kullanıldığı ve taş yerine ikame edilen sınavi ürünlere yapay taş demenin daha doğru olacağı düşünülmektedir. Bu sebeple makaleye konu olan malzeme taş-kerpiç- ahşap şeklinde ifade edilmiştir.

İnsan ihtiyaçlarının doğal çevreye uyumlu olarak, ona zarar vermeden karşılanması, insanın çevreyle uyum içinde yaşaması gerekmektedir. Bu ise bize mimaride ekolojinin prensiplerine uymamızı, ekolojik karakterde tasarımlar geliştirmemizi ve yapılar için ekolojik malzemeler seçmemiz gerektiği mesajını vermektedir. Yapı ürünü seçimini etkileyen kullanıcıyla, doğal ve yapma çevreyle ve idari sistemle ilgili faktörler bulunmaktadır (Balanlı, 1997, s. 35). Bugün için ürün seçiminde çevre sağlığı ve kullanıcı sağlığını koruma ihtiyacını karşılanması önemli derecede öncelik kazanmıştır.

Ekolojik yapı malzemeleri çevreyi ve insan sağlığını koruyan mimari ürünler vermenin en pratik araçlarıdır. Mesela ekolojik yapı malzemesiyle inşa edilen bir ev; Doğayla uyumlu, enerjiden tasarruf sağlayan, inşası oldukça kısa sürede tamamlanabilen, duvarları nefes alan, ısı ve ses yalıtımının sağlandığı, içinde oturanın sağlığını tehdit eden zehirli bileşenlerden korunmuş evdir.

Ekolojik ve sürdürülebilir tasarımın temelini yapıda ekolojik ve sürdürülebilir malzemelerin tercih edilip etkin bir şekilde kullanılması oluşturur. Bina inşaatında yenilenebilir kaynakların ve dönüşebilir malzemelerin kullanılması, sürdürülebilir mimarinin prensiplerindedir (Üstün, 2008, s.3). Yapılarda tabiatla uyumlu malzeme kullanmak, ekolojik mimarlığın prensiplerinden olup buna uygun hareket edilmesi halinde önemli ekolojik kazançlar elde edilebilmektedir. Diğer taraftan, modern mimari, sürdürülebilir bir ortam oluşturan çözümlere gün geçtikçe daha fazla ihtiyaç duymaktadır.

Yapılarda doğal malzemeleri kullanmanın ekolojik, ekonomik ve hatta stratejik önemi vardır.

Sürdürülebilirlik; En kısa tarifi ile bir toplumun ekosistemin ana kaynaklarını tüketmeden, gelecekte de görevini yerine getirebilmesini sağlayacak şekilde ilerlemesidir (Özmehmet, 2008, s. 6).

Sürdürülebilir mimarlık; Kullanmakta olduğumuz kaynaklardan gelecek nesillerin de faydalanması sağlayacak ve onları bu kaynaklardan mahrum etmeyecek tasarımlar yapmamızı gerektirmektedir. Sürdürülebilir yapı; doğal kaynakların ekonomik, sosyal ve kültürel ihtiyaçları karşılayacak şekilde kullanılması, ancak bu kaynakların gelecek nesiller için bu ihtiyaçları karşılayamayacak ölçüde tüketilmemesi veya bozulmaması ile sağlanır (Revuelta-Acosta ve ark. 2010, s.2211). Sürdürülebilir yapı için sürdürülebilir malzeme kullanma ihtiyacı buradan ileri gelmektedir.

Sürdürülebilir malzemenin; zehirli unsurlar ihtiva etmeyip insan sağlığını tehdit etmemesi, geri dönüştürülebilir veya tekrar kullanılabilir karakterde olması, kullanım sonrası ekosistemde hasar veya zararlı bir etki bırakmadan tabiata dönmesi gerekmektedir. Sürdürülebilir malzemenin önemli bir özelliği -ve aynı zamanda avantajı- yerel kaynaklardan (yöreden-yerinden) elde edilebilmesidir (Tufan ve Özel, 2018, s.9).

Diğer yandan ekolojik mimari tasarımın; enerji, kaynak ve malzeme kullanımı noktalarına odaklandığı ve geri dönüşümlü malzeme kullanmak, mümkün olduğunca az enerji tüketmek ve daha çok yenilenebilir enerji kullanmak gibi tasarım ilkeleri çerçevesinde hareket ettiği bilinmektedir (Olğun ve ark. 2017, s 62; Sağdıçoğlu, 2020, s.9; Tavşan ve ark. 2022, s 293). Ekolojik yapı malzemeleri ise yapıdaki diğer görevleri yanında yalıtım görevi de yapan malzemelerdir (Tavşan ve ark. 2022, s. 294). Bu malzemeler iyi yalıtım özellikleri sayesinde yapının ısı kaybını düşük seviyede tutabilmesi, - nefes alması sayesinde - havalandırma ve nemlendirme için gereken enerji sarfiyatını azaltmaları yönüyle aynı zamanda ekonomik sürdürülebilirliğe uygun malzemelerdir.

Sürdürülebilirliği ele alan çalışmalar göz önüne alındığında sürdürülebilir malzeme için net bir tarifi yapılması ve bu doğrultuda malzemenin belirli kriterler bazında irdelenmesinin gerektiği anlaşılmaktadır (Berber, 2012, s.36).

Ekolojik yapı malzemelerini değerlendiren kriterler üç grupta toplanmaktadır. Birincisi malzemenin imal edildiği hammaddenin ve mamulün fiziki ve kimyevi özelliklerini ortaya koymaya yaramaktadır ki bu aynı zamanda malzemenin ekolojik ve ekonomik sürdürülebilirliğine dair ilk planda genel bir fikir vermektedir. İkincisi malzemenin sağlığa, çevreye, topluma ve ekonomiye etkilerini irdelemeyi mümkün kılmaktadır. Üçüncüsü ise malzemenin yapıda kullanılmasıyla ilgili olup kullanım kolaylığı ve dayanıklılığı değerlendirmeye yaramaktadır.

Mimari yapılarda sürdürülebilirlik için yapının ekolojik karakteri yanında ve kullanıcı konforu ve sağlığı ile ilgili özelliklerinin de ölçülmesi gerektirmektedir. Bu ölçütler de üç gruba ayrılabilir. Bunlardan ilki olan ekolojik ölçütler, çevreye saygının gereği olup aynı zamanda tabiat uyumu sağlamaya yöneliktir. Temiz enerji kullanımı, enerji etkileşimi ve geri dönüşümün sağlanması bu gruba girer. İkincisi kullanıcı sağlığı ve konforuna ilişkin kriterlerdir. Bunlar da termal, görsel ve akustik şartlara uygunluğu, malzeme uygunluğunu, hava kalitesi ve elektromanyetik alanlar konularını kapsamaktadır. Üçüncüsü ise yapılabirlik kriterleridir ki bunlar da ekonomik yapılabirlik, teknolojik yapılabirlik ve kullanıcıya kaliteli ortam sağlamaktır. Bu kriterler esasen birbirleri ile etkileşim içerisindeyler.

Doğal malzeme; malzemenin iç yapısına (bünyesine) müdahale etmeden sadece dış yüzünde yapılan işlemler ile elde edilir. Bu tarife uyan yüzlerce malzeme bulunmaktadır. Ancak önde gelenleri; doğal taş, kil ve bunun yanı sıra bitki kökenli olan ahşap saman, hasır, keten, saz, gibi tamamen yeniden dönüşebilir malzemelerdir.

Doğal malzemeler organik kökenlidirler. Doğal yapıda olup doğadan doğrudan alınıp kullanılabilen malzemelerdir. Çoğunlukla işlenmeye hazır veya yarı mamul halde bulunurlar. Genellikle bitki, toprak ve taştan elde edilmektedirler. Bunlarda, ortam şartlarına uymalarını sağlayan vasıfları sayesinde bozulma olmamaktadır. Dolayısıyla, dış mekânda veya dış cephede taş, iç mekânlarda ise daha ziyade ahşap malzemelerin tercih edildiği görülmektedir (Berber, 2012, s. 54).

Geleneksel mimaride yaygın olarak kullanılan ve doğal-ekolojik-sürdürülebilir yapı malzemeleri denildiğinde ilk akla gelen malzemelerden olan taş, kerpiç ve ahşabın bugün modern mimaride ve yapı sektöründe yerini alabilmesi için ekolojik sürdürülebilirliğinin yanı sıra ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliğinin de ele alınıp değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada taş kerpiç ve ahşap, sürdürülebilirlik parametreleri ve sürdürülebilir mimarlık kriterlerine göre değerlendirilmektedir. Araştırmanın amacı bu üç malzemenin mimarlıktaki yerinin sürdürülebilirlik parametreleri ışığında tespit edilmesidir.

2. Materyal ve Metot

Çalışma için -belirlenen amaca yönelik olarak- mimarlık alanında kullanılan yapı malzemelerinden doğal- ekolojik özelliğe sahip üç ayrı malzeme olan taş-kerpiç ve ahşabın araştırılması hedeflenmiştir. Bu amaçla mimaride doğal-ekolojik malzemelerin kullanılması ile bu üç malzemenin sürdürülebilirliği konusunda yayınlanmış bilimsel çalışmalar taranmıştır. İlk etapta internet ortamında, içinde; mimarlık, taş, kerpiç, ahşap kelimelerinin geçtiği erişilebilir kaynaklar araştırılmıştır. Ulaşılan kitap makale, bildiri ve araştırma tezleri gözden geçirilerek daha sonra yapılacak veri tabanı taramasında kullanılacak terimler belirlenmiştir.

İkinci etapta, veri tabanları üzerinden tarama yapılmış ve konu hakkında yayınlanmış literatüre ulaşılmaya çalışılmıştır. Veri tabanı tararken kullanılan araştırma terimleri Tablo 1’de gösterilmektedir. Veri tabanı isabetleri başlangıçta başlığa göre, ardından özet ve son olarak tam metin uygunluğuna göre sınıflandırılarak işe yarayanlar değerlendirilip ayrılmış, yaramayanlar ayıklanmıştır.

Tablo 1. Taranan veri tabanları ve aranan terimler (Table 1. Used databases and searched terms)

Veritabanı	Aranan Terimler	Sonuç sayısı***
	Sürdürülebilir mimarlık VE doğal yapı malzemesi VEYA Ahşap VEYA taş VEYA kerpiç [Tüm Alanlarda]	458
	Sürdürülebilir mimarlık VE doğal yapı malzemesi VEYA Ahşap VEYA taş VEYA kerpiç [Tüm Metinde]	739
EKUAL*	Sürdürülebilir mimarlık VE doğal yapı malzemesi VEYA Ahşap VEYA taş VEYA kerpiç [Başlıkta]	74
	Sürdürülebilir mimarlık VE doğal yapı malzemesi VEYA Ahşap VEYA taş VEYA kerpiç [Konu Terimlerinde]	196
	Sürdürülebilir mimarlık VE doğal yapı malzemesi** VEYA Ahşap VEYA taş VEYA kerpiç [Özette]	249

* URL- 1: <https://kutuphane.ticaret.edu.tr/ekual-veritabanlari/>

** Doğal yapı malzemesi" terimini "doğal ekolojik yapı malzemesi" veya "ekolojik yapı malzemesi" olarak değiştirdiğimizde sonuç sayısında anlamlı/kaydadeğer bir değişme olmamaktadır.

*** Sadece "architecture; mimari, mimarlık" konularında kaydedilen sayı

Yapılan tarama sonucu elde edilen kaynakların incelenmesi ile yapılarda taş-toprak-aşşap malzemenin kullanımı sürdürülebilir mimarlık ile ilişkilendirilerek başlıca aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

1. Taş-kerpiç ve ahşabın yapı malzemesi olarak genel karakteri nedir?
2. Taş-kerpiç ve ahşap hangi teknik özellikleri dolayısıyla yapılarda tercih edilmektedir?
3. Taşın, toprağın ve ahşabın ekolojik özellikleri ve sürdürülebilir mimarlığa uygunluğu nedir?
4. Taş-kerpiç ve ahşap malzemenin ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliği nedir? Bunun artması için neler yapılabilir?
5. Taş-kerpiç ve ahşabın sürdürülebilirliğine ilişkin parametreler hangileridir?
6. Taş-ahşap ve ahşabın sürdürülebilirliği hangi kategorilerde ele alınıp hangi göstergeler ile ölçülebilir?

Bu hususları ortaya çıkarmak üzere önce, İrdelenmeye esas olmak üzere, ulaşılan veriler organize edilmiş, sonra da elde edilen literatür analitik tarzda irdelenmiştir. Yale Üniversitesi tarafından yayınlanan Çevresel performans raporlarına esas olan indekslerin amaç, politika kategorileri ve göstergelerinden ve bunu konu alan araştırma raporları (Baykan, 2011, s. 3) ile sürdürülebilirlik ölçütleri öneren yazarların (Sayar ve ark. 2009, s.2069; Castanheria ve Bragança, 2014 s. 4) ile Tufan ve Özel (2018, s.11) çalışmalarından yararlanılarak taş- toprak ve ahşap malzemenin sürdürülebilirliğini değerlendirmede kullanılacak ölçütler ve bununla ilgili kategori ve göstergeler geliştirilmiştir. Geliştirilen ölçütler Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2’de malzemenin göstergeye tepkisi basit olarak Var (+), Yok (-) Kısmen(+/-) ve Nötr etki (0) şeklinde belirtilmiş ve bu tepkinin malzeme sürdürülebilirliğiyle ilişkisi irdelenmiştir.

3. Araştırma Bulguları

Taranan veri tabanı adı ve tarama sonucunda ulaşılan bilimsel yayınların sayısı Tablo 1’de gösterilmektedir. Tarama sonuçlarına göre ayrılan literatürün incelenme ve değerlendirmesiyle ulaşılan bulgulara dayanarak geliştirilen malzeme sürdürülebilirlik kategorilerinin adları hemen aşağıda, alt kategori ve göstergeleri ise Tablo 2’de gösterilmiştir. Sürdürülebilirliğin ekolojik, ekonomik ve sosyal boyutlarında belirlenen ve doğal ekolojik yapı malzemeleri için geliştirilen değerlendirme kriterleri ve ana kategoriler şunlardır:

EKOLOJİK BOYUT (Tabiata uyum- doğayı ve doğal kaynakları koruma)

1. Tabiata uyum
2. Atmosfere ve hava kalitesine etki
3. İç mekân hava kalitesine katkı
4. Yenilenemez doğal kaynakları koruma, enerji tasarrufu ve küresel ısınmayı önleme
5. Peyzaj-topografya- toprak ve su kaynaklarına etki
6. Çevreye zararlı atık- gaz ve partikül yayma
7. Hammadde tedariki ve malzemenin dönüşüm kapasitesi
8. Biyoçeşitlilik ve bitki örtüsü
9. Kirlilik kaynakları ve kirleticiler

SOSYAL BOYUT (Toplum ve Kullanıcı sağlık -güvenlik -konforu)

10. Sosyolojik uygunluk
11. Yapı güvenliği- dayanım- konfor

EKONOMİK BOYUT (Teknik yapılabilirlik, kitle üretimine /kullanıma uygunluk ve dayanım)

12. Hammadde tedarik malzeme üretim ve uygulama potansiyeli
13. Yapı yaşam döngüsü

Doğal ekolojik yapı malzemesi olarak ele alınan taş-kerpiç ve ahşabın sürdürülebilir mimaride yerini alması, sürdürülebilirliğin tüm boyutları ile örtüşmesi ile olabileceğinden, her üç malzemenin tek tek ekolojik, ekonomik ve sosyal boyutlarıyla her bir kategoride –geliştirilen kriter ve göstergeler ışığında- ele alınması ve analiz edilmesi yoluna gidilmiştir. Her bir kategoride her bir malzemenin göstergeye cevabını kestirmek için literatürden de yararlanmak suretiyle yapılan toplu değerlendirme Tablo 2’ de gösterilmiş; Analiz bulguları 4. Bölümde tartışılmış, 5. Bölümde ise ulaşılan sonuçlar ve kanaate dayalı öneriler verilmiştir.

3.1. Taş Yapı Malzemelerinin Sürdürülebilirlik Analizine Ait Bulgular

Taş insanlık tarihi boyunca malzeme olarak kullanılmıştır. Bilhassa antik çağ kentlerinin çevreye duvarları gibi gösterişli yapıların vaz geçilmez malzemesi olmuştur. Dolayısıyla daha o dönemlerden itibaren, bu malzemenin temini için taş ocakları açılmaya başlanmıştır (Oğurlu ve ark, 2014, s.228). Ancak sürdürülebilir mimarlıkta yapı malzemesi olarak taşı kullanırken, taşın elde edildiği taş ocağının çevresine yaptığı etkileri bilmek ve ocağın yer aldığı sahadaki jeolojii, fizyografii, toprak -bitki örtüsü - fauna gibi unsurları dikkate almak gerekmektedir (Oğurlu ve ark, 2014 s. 230).

Taş ocaklarının çevresel etkilerinin, üretim faaliyetine başlamadan evvel bilinmesi doğal yapıdaki bozulmayı en aza indirerek alanın onarımında avantaj sağlar. Bu, aynı zamanda -çevre kalitesinin ve ekosistemin korunması dolayısıyla sürdürülebilir kullanıma da hizmet edecektir (Oğurlu ve ark 2014, s.231).

Sürdürülebilirlik kapsamında ele alındığında, tabiata uyum- doğayı ve doğal kaynakları koruma bağlamında şablon kriterlere göre değerlendirilen taş için sırasıyla şu tespitler yapılabilmektedir.

3.1.1. Tabiata uyum

Taş, yer kabuğunu meydana getiren kayaların jeolojik etkiler altında kalması sonucu vücuda gelen doğal, kristal içyapılı ve inorganik esaslı bir malzemedir. Taş ocaklarından elde edilir (Berber 2012, s.55). Doğadan elde edildiği için de mimari tasarımda kullanıldığında da genel olarak doğaya uyumludur. Yöreden elde edilen taş malzeme ise o arazinin jeolojik ürünü olduğu için o taş ile yapılan bina, norm itibarıyla arazinin jeomorfolojisine tam uyum göstermektedir. Uygun bina tasarımları ile vücuda getirilen yapıları çevredeki taş binaların pasif güneşlenme ve hava akımlarına yol vermesi önünde bir engel yoktur.

3.1.2. Atmosfere ve hava kalitesine etki

Taş malzeme çevresine herhangi bir gaz yaymadığından atmosfere hava kalitesine zarar verecek herhangi bir etkide bulunmaz. Bu yönüyle yerleşimi hava kirliliğinden koruma ve kirliliği engelleme potansiyeli olan bir malzemedir. Üretim sırasında -iş makinası kullanıldıysa bunlardan çıkan egzoz gazları dışında- havadaki CO₂ ve SO₂ gibi zararlı gazların miktarını artırma potansiyeli yoktur. Bu sebeple, alternatiflerine göre hava kalitesini koruma yönünde olumlu bir pozisyonda bulunmaktadır.

3.1.3. İç mekân hava kalitesine katkı

Yapay taş genelde inorganik uçucu bileşikler veya beton gibi radon gazı yaymadığından taş malzemeyle inşa edilmiş bir yapıda iç mekânda hava kalitesi oldukça iyidir. Ancak taşlardan granitte radon yoğunluğu fazladır olup ortaya çıkan radyoaktif izotopları solumak insan için kanser riski doğurur (Balanlı ve ark. 2004, s. 86; Ergenç 2007, s 45).

3.1.4. Yenilenemez doğal kaynakları koruma, enerji tasarrufu ve küresel ısınmayı önleme

Yakın bir kaynaktan elde edilmiş olmak kaydıyla taş malzemenin gömülü enerji miktarı, kabaca ocaktan çıkarma, nakliye ve şantiyede şekil verme ve duvar örme işlemleri için gereken enerji kadardır. Komplike teknikler ve teknoloji gerekmediği için taşın, doğal olmayan her çeşit yapı malzemesinden çok daha az gömülü enerji barındırdığı söylenebilir.

Taşın yalıtım özelliği iyidir. Binada ısıtma, serinletmede kullanılan enerjiden tasarruf sağlar. Böylece yenilenemez doğal kaynakların koruma ve iklim değişikliğine karşı koyma kapasitesi bakımından avantajlı konumdadır.

3.1.5. Peyzaj-topografya- toprak ve su kaynaklarına etki

Taşın, üretildiği ocakların buldukları arazinin topografyasında iz bıraktığı ve belli ölçüde değişiklikler meydana getirdiği bilinmektedir (Oğurlu ve ark, 2014, s. 228). Çünkü taş ocaklarından hammadde elde edilirken doğa ve peyzaja müdahale edilmektedir. Bu müdahale bir taraftan yaşama ortamlarına bir taraftan da peyzajın görselliğine olumsuz etkide bulunmaktadır (Oğurlu ve ark, 2014, s 228).

Taş ocakları yüzünden değişen rölyefin ve üzerindeki bitki örtüsünün rehabilitasyonu mümkün olduğu gibi, işletme faaliyetinden önce alınacak tedbirlerle olumsuz etkileri azaltmak, işletme faaliyetinden sonra ise mitigasyon işlemleriyle araziye doğal görünüm kazandırmak, doğal dengenin güçlendirmek ve ekolojik yapıyı onarmak mümkündür (Oğurlu ve ark, 2014, s. 235). Ne var ki işletilip faaliyeti sona eren taş ocaklarının bozduğu çevrenin rehabilitasyonu yapılmadan alanın terk edilmesi gibi bir sorunla sıkça karşılaşmaktadır. Özellikle taş materyali çıkarmak için patlatmanın yapıldığı ocakların rölyefi değiştirmesi söz konusudur (Oğurlu ve ark, 2014, s. 227).

Taş ocağı işletmelerinde taş rezervine ulaşmak için üstteki örtü tabakasını kaldırma işlemine dekapaj denilmektedir. Bu tabakada; toprak, toprağın üzerinde yer alan bitkisel ölü materyal ve bu ikisi üzerinde gelişen canlı bitki örtüsü bulunmakta olup bu tabaka flora ve faunaya hayat veren bir kaynak olarak biyolojik/ekolojik potansiyele sahiptir. Ne var ki dekapaj esnasında bitkisel toprak flora ve fauna da belirgin ölçüde zarar görmektedir (Oğurlu ve ark, 2014. S. 228).

Bununla beraber faaliyeti sona eren ocağın ardında nihayet yine taş-toprak gibi doğal bir materyal bıraktığını, ocaktan geriye kalan yapının ise insan ve diğer canlıların hayatını doğrudan tehdit edecek toksik maddeler üretmediği de göz önünde tutulmalıdır. Ocakların arkalarında kimyasal kirlilik bırakmayışları onarımdan sadece fiziki müdahaleyle sonuç alabilmeyi mümkün kılmaktadır (Oğurlu ve ark, 2014, 234).

3.1.6. Çevreye zararlı atık- gaz ve partikül yayma

Taş malzeme –granit hariç tutulacak olursa- sağlığa zararlı uçucu bileşik, ağır metal ve radyoaktif madde içermediği için çevreye verdiği bir zarar söz konusu bulunmamaktadır. Katı atık üretmemekte, çünkü en küçük bir parçası bile malzeme olarak değerlendirilebilmektedir. Dolayısıyla yapay malzeme alternatiflerine göre atık üretmeme konusunda son derece avantajlıdır.

3.1.7. Hammadde tedariki ve malzemenin dönüşüm kapasitesi

Uzun ömürlü bir malzeme olması dolayısıyla çok uzun yıllar sonra da başka bir yapıda, başka bir amaçla kullanılabilmesi, yüksek geri dönüşüm ve yeniden kullanım kapasitesi bakımından taşı emsalsiz kılmaktadır. Hammaddenin yerel kaynaklardan tedarik edilmesi kaydıyla bu avantaj onu diğer ekolojik malzemelerin de önüne geçirmektedir. Yerel kaynaklardan elde edilmesi önünde ise

ülkemizde taş ocaklarının yaygın oluşu ve taşın gerektiğinde araziden toplanabileceği birçok yer ve yörenin bulunması dolayısıyla engel yoktur.

3.1.8. Biyoçeşitlilik ve bitki örtüsüne etki

Taş ocağı işletmelerinde yapılan dekapaj, alanın bitki örtüsünü tahrip edebilir ve bu arada faunayı da etkileyebilir. Ancak bu bazen de alanda önceden olmayan yeni bitkilerin gelişmesine uygun ve buna bağlı olarak yeni fauna elemanlarının barınabileceği bir takım yaşama alanlarının (biyotop ve habitatların) ortaya çıkmasına da yol açabilir. Terk edilmiş taş ocakları ise; kesim kenarı, şev aynası, geçici veya kalıcı su bulunduran ocak tabanı, moloz yığınları, taşıntı materyali gibi dar alanda bitki ve hayvan türlerine hitap eden çok çeşitli yaşama ortamının birbiri içinde yer aldığı bir ekosistem tipi meydana getirirler. Bu ise fauna için yeni habitat ve biyotopların oluşması demektir. Buralara önceden orada bulunmayan birçok yeni fauna elemanı gelebilir (Oğurlu ve ark, 2014, 230).

3.1.9. Kirlilik kaynakları ve kirleticiler

Taş bir bina veya taştan yapılmış yapılar bir hayvanların kuş, sürüngen ve omurgasız gruplarından kısım fauna türleri için barınak ve yuva yerleri gibi habitatlar oluşturur. Sözgelimi serçe gibi bir kuş, betonarme bir binanın duvarında bulamayacağı yuva yapma imkânını taş binada bulabilir. Taştan örülmüş bir bahçe duvarı, kertenkele-salyangoz-kelebek gibi birçok tür için elverişli barınma veya yumurtlama yerleri olur.

3.1.10. Sosyolojik uyum

Taşın yapılarda sağlıklı ortamlar oluşturma kapasitesi yeterlidir. Özellikle ortamda termal konforu sağlaması, sağlığa zararlı mikroorganizmaların çoğalmasına izin vermemesi yönüyle kullanıcıya sağlıklı mekânlar sunar. Keza işçi sağlığını tehdit eden bileşikler içermez.

Taş malzemenin eski devirlerden beri her toplumda, her nevi yapıda kullanılmış olması onun insanların yapı ihtiyacını kolaylıkla karşılayacak kapasitede olduğunu gösterir. Bugün de ev, işyeri, eğitim veya kültürel amaçlı taş binaların inşası önünde engel yoktur. Mesele, sanayi ürünü yapay taşların piyasaya hâkim olması ve doğal taşın o ürünlerle ekonomik yönden rekabet edememesidir.

3.1.11. İşçi sağlığı, yapı güvenliği, dayanım ve konfor

Taşın insan sağlığı ve dolayısıyla kullanıcı sağlığı üzerinde olumsuz hiçbir etkisi bulunmamaktadır. Taş yanmadığı için taş yapılar yangına dayanıklıdır. Keza taş sel önünde de sıkı durur. Alternatiflerine göre suya karşı da son derece dayanıklıdır. Ancak temelin oturduğu zeminin suya hassasiyeti ve taşın ağırlığı dolayısıyla temele binecek yük dikkate alınarak heyelan bölgelerinde veya heyelan riski olan yerlerde hafif yapıların ve yapı malzemesinin taş tercih edilmesi gerekmektedir. Yığma taş yapı şeklinde inşa edilen yapılar deprem gibi yatay yükler altında zayıf dayanım göstermektedir. Bunun sebebi şudur: Yığma yapılarda yük aktarımı, kullanılan malzeme ve harç arasında olmaktadır. Kırsal bölgelerimizde gördüğümüz yığma taş yapılar taşın ile harç bir araya getirilerek yapıldıklarından, taşıyıcı sistem itibariyle süreklilik oluşturmazlar (Koç, 2016, s.38) Doğu Anadolu'da depremden zarar gören yapıların büyük çoğunluğunun civardaki dere yataklarında toplanan, yüzeyleri aşınarak yuvarlanmış taşların çamurla birbirine bağlanmasıyla yapılar olduğu bildirilmektedir. Yapıda moloz taşların kullanılması halinde ise, taşların arasındaki çamurlar – ıslak iken bağlayıcı özellik göstermesine mukabil- kuruyunca bağlayıcılığını kaybeder (Koç, 2016, s. 48).

Binalarda taş malzeme yığma yapının bodrum ve temel duvarlarında kullanılmalı ve topraktan su çekebileceğinden bodrum kat dış duvarları taştan yapılmalıdır (Koç, 2016, s. 48). Taş malzeme, bodrumun serin kalmasını sağlar. Taş malzemenin binaların günlük kullanım mekânlarında sağladığı yazın serin-kışın ılık ortam ile yeterli termal konfor sağladığı, taş binada ikamet edenler tarafından bilinen ve ifade edilen bir husustur.

3.1.12. Hammaddenin tedarik edilebilirlik, malzemenin üretim ve uygulama potansiyeli

Taşın kırsal bölgelerde doğadan-yöreden masrafsız veya çok düşük bir masrafla toplanabilmesi dolayısıyla binayı inşa edenin malzeme temin etmesini kolaylaştırır. Taş ocaklarında ise ocaktan çıkarılan taşın görece basit tekniklerle kırılmasıyla elde edilen farklı boyutlardaki taş malzemenin teknik-seri üretime imkân verdiği söylenebilir. Üretim esnasında ortaya çıkan daha küçük boyutlu taşlar da değerlendirilebildiği için taş neredeyse hiç fire vermeden kullanılabilen bir malzeme olmaktadır. Taşın tam kapasite kullanımı, yapay taş benzeri malzemelerin daha az kullanılmasını sağlayacak ve dolayısıyla doğa ve çevreyi korumada etkili olacaktır. Taşın şantiyede veya inşaat alanında binadaki yerine konulmasına kadar kol gücü yeterli olmakla birlikte motorlu makine gücünden de yararlanılabilir. Fakat her halükârda aplikasyon konusunda önemli bir kısıtlayıcı faktör veya zorlukla karşılaşılmaz.

3.1.13. Yapı yaşam döngüsü

Taşın, ocaktan hammadde olarak çıkarılması, yapı malzemesi haline getirilmesi, inşaat alanına nakledilmesi, yapıdaki yerine konmasına kadar geçen süreçte harcanan enerjinin (gömülü enerji) alternatiflerine (kerpiç ve ahşap) göre daha fazla olduğu söylenebilir. Taşın, alternatiflerini etkileyen yağış, yangın ve biyotik etmenlerden zarar görmediği için kullanım ömrü de onlarla mukayese edilmeyecek kadar uzun olabilmektedir. Uzun ömrü dolayısıyla kullanım sonu yıkım ve enkaz kaldırma konusu ihmal edilebilir veya dikkate alınmayabilir.

Bakım- onarım- yenileme kolaylığı vardır, ancak alternatiflerine göre daha masraflıdır.

3.2. Toprak Yapı Malzemelerinin Sürdürülebilirlik Analizine Ait Bulgular

Bu başlık altında toprak menşeli bir malzeme olan kerpiç ile “Alker”adı verilen alçı katkılı kerpiç (Kafescioğlu, 2017, s.190) birlikte ele alınmıştır.

Geçmişte yapı inşa etmede kullanılan malzemelere baktığımızda, tedarik etme kolaylığı ve doğaya uyumda öne çıkan malzemelerin başında toprağın geldiği görülmektedir (Olğun ve ark, 2019, s.711). Toprak, ucuz, çevre dostu ve bol bulunan bir yapı malzemesi olarak dünya genelinde inşaatlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Revuelta-Acosta ve ark. 2010, s. 2212). Toprak ve kerpicin yaygın bir yapı malzemesi olarak kullanılışı, bugün bile ayakta kalan oldukça yaşlı çok sayıda eski toprak binada kendini ispatlamış bulunan dayanıklılığına bağlanabilir (Revuelta-Acosta ve ark. 2010, s. 2213).

3.2.1. Tabiata uyum

Yerel kaynaklardan temin edilen toprak ve kerpiç ile topografya, jeomorfolojiye ve arazi normuna ve geleneksel yerleşimlerin yakınlarında yapılacaksa mimari normuna uyumlu yapılar inşa etmek mümkündür.

3.2.2. Atmosfere ve hava kalitesine etki

Toprak doğal bir unsur olduğu için doğayı kirletmez. İç mekânda insan sağlığına verdiği yaygın bir zararı kaydedilmemiştir. Ancak kullanmaya karar vermeden önce, kerpicin hammaddesi olan kilin içerisinde radyasyona sebep olacak maddelerin olmadığından emin olunmalıdır.

3.2.3. İç mekân hava kalitesine katkı

Nefes alan bir malzeme olduğu için iç mekânda havanın ağırlaşmasına yol açmaz. Mekânda nem arttığı zaman nemi bünyesine çekerek, hava kuruduğu zaman da ortam nem salarak ortamın nemini dengeler.

3.2.4. Yenilenemez doğal kaynakları koruma, enerjiden tasarruf ve küresel ısınmayı önleme

Toprak yapı inşa etmede kullanılan birçok yapı tekniği olduğu gibi hiçbir dış enerji gerektirmeden, elektriğe dahi ihtiyaç duyulmadan inşa edilebilecek kerpiç yapı teknikleri de bulunmaktadır (Bozyel, 2021, s. 112). Bilimsel çalışmalar, kerpicin beton binaya kıyasla binada termal kararlılık sağlayan düşük ısı iletkenliğine ve yüksek ısı kapasitesine sahip olduğunu göstermiştir (Revuelta-Acosta ve ark. 2010, s. 2213). Kerpiç yalıtım görevi de üstlendiği için mekânın ısıtılması için gereken enerji sarfiyatı düşüktür. Kerpiç bloklarla yapılan binalar, malzemenin bu yüksek yalıtım kapasitesi sayesinde kuru sıcak ve soğuk bölgelerde ısınma için gereken enerjinin miktarı düşük tutulabilmektedir. Bu sebeple kerpiç evde yakıt masrafı azdır.

Yapılarda kullanılan toprak ve kerpiç karbon emisyonunun azalmasına ve küresel ısınmanın önlenmesine katkıda bulunur. Bu yönüyle, ikimi değişikliğine karşı koyuma potansiyeli olan bir malzeme sayılmaktadır.

3.2.5. Peyzaj-topografya- toprak ve su kaynaklarına etki

Kerpiç üretiminin toprak ve su kaynaklarına zarar verici veya kirletici etkisi yoktur. Kerpiç, üretim aşamasında arazi fizyografisini değiştiren, toprak tabakasına ve toprağın niteliğine zarar veren herhangi bir etkide bulunmaz.

3.2.6. Çevreye zararlı atık- gaz ve partikül yayma

Kerpiç katı atık üretmez. Eskiyen-dökülen-görevini tamamlayan kerpiç yine alındığı yere temiz olarak dönebilecek saflıktadır. Yapısında sözgelimi SO₂ gibi zararlı bir gazın oluşumuna ve atmosferde kirlenmeye yol açacak bir gaz bulunmaz. Sera gazı oluşumuna negatif, karbon emisyonunun azalmasına pozitif katkıda bulunur. Kerpicin hammaddesi olan killi toprak eğer kirlenmediyse ağır metal ihtiva etmez. Ancak oluştuğu kayacın cinsine bağlı olarak radyoaktivite gösterebilir. Buna rağmen bu risk oldukça düşük ve radyoaktif etkisinin gözlemlendiği vakalar son derece az sayıdadır.

3.2.7. Hammaddede tedariki ve malzemenin dönüşüm kapasitesi

Toprak her yerde bulunabilen bir kaynak olduğu ve yeterince kil ihtiva eden her toprak kerpiç yapımında kullanılabilirliği ve için hammadde kaynağı konusunda sıkıntısı çekilmez. Kerpiç Anadolu’da ve tüm dünyada binlerce yıldır kullanılmaktadır. Konya’da Çatalhöyük kazılarında 7700 yıllık kerpiç evler bulunmuştur (URL-2) Kerpiç, Ülkemizde geleneksel bir malzeme olarak binalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Olğun ve ark, 2019, s. 708). Hâlihazırda dünya nüfusunun 1/3’ i kerpiç evlerde yaşamaktadır. Ülkemizin kırsal bölgelerinde ise yapıların ¼’i kerpiçtendir. Kerpicin geri dönüşüm kabiliyeti emsalsizdir. Yeniden defalarca kullanılabilir olması ona ekonomik sürdürülebilirlik kazandırmaktadır. Yapı malzemesi olarak kullanılmadığı zaman yeniden tarla ve bahçeye serilip toprak olarak kullanılır. Yıkılan 60-70 yıllık kerpiç duvarlardan çıkan kerpiçleri çiftçilerin –tarım ilaçlarıyla kirlenmiş- tarlalarına kirlenmemiş /saf toprak katma niyetiyle taşıyıp döktükleri gözlenmiştir. Bu ise geri dönüşüm ve ekolojik sürdürülebilirliğin mükemmel bir örneğini teşkil etmektedir.

3.2.8. Biyoçeşitlilik ve bitki örtüsüne etki

Kerpiç ve toprak malzemenin biyoçeşitliliği, habitat çeşitliliğini ve bitki örtüsünü koruması doğrudan bir etki değil, ancak kerpicin doğal dengenin devamına katkısı dolayısıyla ortaya çıkan bir etkidir. Esasen, kurutulmuş, balçıktan ibaret olan kerpiç, killi toprağa bir miktar saman veya diğer katkı maddeleri karıştırıldıktan sonra su ile yoğrulmuş kalıplara dökülüp açık havada kurutulmasıyla elde edilen (URL-2) topraktan ibarettir. Toprak ise karasal bütün bitki ve hayvan türlerinin yaşama ortamı unsurlarının başında gelir. Bu yönüyle kerpicin doğaya uyumu tam, bitki örtüsü ve faunaya verdiği destek yerli yerince, yani tabiatta olduğu gibidir. Bitki ve hayvan, kerpicin toprak olarak algılar, ona toprağa davrandığı gibi davranır. Karşılığında da zararlı herhangi bir tepki

görmez. Kerpiç ve toprak malzemeye rağbetin artması orman kaynakları üzerindeki baskıyı azaltacağı için orman örtüsünün artması lehinde etkide bulunur.

3.2.9. Kirlilik kaynakları ve kirleticiler

Kerpiç; herhangi bir kirlilik kaynağı oluşturmadığı gibi, bilakis iç mekânda gürültü ve koku kirliliğini önleyici veya etkisini azaltıcı rol oynar. Yapılı çevrede planlı olarak inşa edilmiş kerpiç yapı topluluğu görsel kirliliğe yol açmadığı gibi yerleşime görsel anlamda avantaj sağlar. Çünkü kerpiç yapılar bazı betonarme yapılarda görüldüğü gibi insan üzerinde psikolojik -görsel olumsuz etki yapmaz. Hatta kerpicingin ve kerpiç sıvası ile sıvanmış binaların kendilerine has estetiği olan güzel bir görünüşleri vardır (Olğun ve ark, 2019, s.718).

3.2.10. Sosyolojik uyum

Kerpiç, ülkemizde ve Dünya genelinde insanların barınma ihtiyaçlarını neredeyse ekonomik sistemden bağımsız olarak karşılayabildikleri bir malzemedir. Her ülke ve her kültüre göre şekil alan ve farklı bölgelerin sosyokültürel ihtiyaçlarına cevap veren uyum kabiliyeti olan malzemedir. Malzemenin sağlıklı ortam oluşturma kapasitesi ve kullanıcı sağlığını koruma özelliği vardır.

3.2.11. İşçi sağlığı, yapı güvenliği, dayanım ve konfor

Kerpiç evler yazın serin, kışın ılık bir ortam sağlayarak ekonomiye ve insan sağlığına hizmet eden ve keza üretimi diğer yapı malzemelerine oranla daha az masrafla gerçekleşen ve ülkemizin çoğu bölgesi ve iklim şartlarına uygun (Yakup 2002), toplumdan her kesimin barınma ihtiyacını karşılayabilecek ekolojik yapılardır. Düzenli geliri olmayanlar veya dar gelirliler kerpici kendileri üretebileceği için ekonomik sürdürülebilirliği vardır. Hatta ekonomik sistemin dışında yürütülecek bir aktivite karakterinde görülen ve ekonomik kısıtlardan bağımsız olarak bile inşa edilebileceği için kerpiç sosyal sürdürülebilirlik kriterine uygun düşmektedir. Bu durum, toprak esaslı diğer bir malzeme olan Alker için de aynen geçerlidir. Alker ısı depolama, nem alıp verme ve yalıtım özellikleri ile insan sağlığına elverişli bir ortam oluşturur.

Kerpiç yapılar sadece konut ihtiyacını karşılamak için değil, işyeri, sosyal tesis benzeri ihtiyaçlar için de yapılabilir. Özellikle yöresel toplu konut yapımına elverişlidir. Arzu edilen form verilebildiği için toplumda her kesiminden insanın zevkine hitap eden estetik tasarımlara imkân verebilir.

3.2.12. Hammaddenin tedarik edilebilirlik, malzemenin üretim ve uygulama potansiyeli

Kerpiç malzemenin hazırlanma aşaması, çalışan için herhangi bir sağlık-güvenlik sorunu içermez. Uygulama aşaması da böyledir. Kerpicingin yangına dayanımı nispeten iyi olmakla birlikte, yangın geçiren kerpiç bir yapının -kerpice eşlik eden ahşap malzeme dolayısıyla- zarar görmesi halinde kerpiç elemanlarının de elden geçirilmesi gerekebilir.

Kerpiç, suya dayanmayan bir malzemedir (Tuztaş ve Çobanoğlu, 2006, s. 103). Yağışa karşı koruyacak dıştan sıvama gibi tedbirleri almak gerekmektedir (Yakup, 2002, s.14) Olğun ve ark, 2019, s. 218). Geleneksel usullerle inşa edilmiş kerpiç yapıların uzun ömürlü olmamasında yağış sularının etkisi fazladır. Yağışa karşı korunmayan kerpicingin zamanla formu da bozulmaktadır. Kerpiç yapıların ömrünü uzatmak amacıyla geliştirilen ve "Alker" adı verilen alçı katkılı kerpicingin tercih sebeplerinden biri de budur (Kafescioğlu, 2017, s. 190) . Alker, geleneksel kerpice göre suya dayanıklılığı daha fazla ve dolayısıyla ömrü daha uzun olan bir malzemedir. (Yakup 2002, s.22).

Ülkemizin heyelan riski olan bölgeleri aynı zamanda yağışın da bol olduğu bölgelerdir. Bu bölgelerde kerpiç tercih edilemez. Bu sebeple kerpiç binanın sel ve heyelana dayanıklı bina oluşturma kapasitesi değerlendirmek anlamlı değildir. Hem iktisadi bakımından ucuz, hem de kışın sıcak tuttuğu için tercih edilen kerpiç evlerde kışlar gayet sıcak ve buna karşın yazlar tam da arzu edildiği gibi serin geçer. İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi tarafından 1995 yılında bir örnek olmak üzere inşa edilmiş olan kerpiç ev, 1999 Marmara depremini ve irili ufaklı birçok depremi geçirmesine rağmen hala sapsağlam ayakta. Çünkü kerpicingin bilgisi ve kaidesine riayet edilerek inşa edilmiştir (URL-2). Esasen basınca dayanıklı bir malzeme olan kerpiç yapıda doğru mimari tasarım ve mühendislik hesaplarıyla kullanıldığı takdirde, yapı, depreme karşı, betonarme yapılara göre daha dayanıklı olmaktadır (URL-2). Ne var ki kerpiç ve toprak binanın tavan ve çatısı için uygun bir malzeme değildir. Mesela Doğu Anadolu' da çatı yerine toprak dam örtünün tercih edildiği yerlerde damın, üzerine her yıl eklenip sıkıştırılan toprağın ağırlığını taşıyamayıp depremde yıkıldığı görülmüştür Buna karşılık depremde hasar gördüğü halde çatısı sökülüp yenilenen, çatış sisteminde hafif çelik ve ahşap kullanılan kerpiç binaların ise ayakta kaldığı gözlenmektedir(URL-3).

Alkerle inşa edilmiş binalar, kullanım boyunca kerpice nazaran çok daha az zarar görürler. Üretimi çok kolay olup killi toprak bulunan her yörede açık alanlarda üretilebilir. Çok ucuza mal edilir. Esas itibariyle kerpicingin maliyeti işçilik maliyetidir. İşletme maliyeti ise çok ucuzdur (URL-2).

Kerpiç veya sıva yapımında kullanılacak toprak yakın çevreden masrafsız veya cüzi bir masrafla çevreden tedarik edilebildiği için kullanıcıya ekonomik kolaylık sağlamaktadır. İsteyen herkesin uygulayabileceği bir malzeme üretme yöntemi olduğundan kerpiç yapmak birçok bölgemizde kırsal toplum için değerli bir yapı inşa imkânı sunmaktadır. Kerpice talebin artması halinde yapı sektörü tarafından seri olarak üretilmesi imkânı vardır.

Yapımında saman veya benzeri bitkisel maddeler katkı olarak kullanıldığında, kerpiç, az katlı yapılar için uygun bir malzeme olmaktadır. Kerpiçle yapılan binalar, malzemenin özellikleri sayesinde iyi bir yalıtım ve insan ölçeğinde sıcak mekânlar sunabilir. Toprak yapı malzemeleri, yapıların inşasında yalnız ana duvarların yapımında değil; duvarların sıvasında, taş malzeme örgüsünün sağlamlaştırılmasında ve doğrudan harç malzemesi ve bazen de tek başına bir yapı elemanı olarak kullanılmaktadır (Şimşek Tolacı ve Hümmüzlü, 2020, s. 42).

3.2.13. Yapı yaşam döngüsü

Yapılırken diğer malzemelere göre çok az enerji tüketmesi, yerinde üretildiği için nakliye masrafının olmaması dolayısıyla gömülü enerjisi çok düşüktür. Bu özelliği yanı sıra iyi bir yalıtkan olup ısıtma ve soğutmada az enerjiye ihtiyaç duyması, ahşapla kombine kullanıldığında ahşabı koruması, kerpicing ekonomik avantajlarından (URL-2).

Kerpicing yapılacağı toprağın kazılıp alınması, yapı yerine taşınması ve kullanımı sırasında harcanan enerji ahşaba ve taşa göre daha azdır. Buna göre ekolojik yapı malzemeleri kategorisinde gömülü enerji bakımından orta seviyede olduğu söylenebilir Malzeme olarak biyotik zararlılara dayanıklı, suya dayanıksızdır. Suya dayanım, alçı katılarak (Alker) artırılabilir. Bakım-onarım-yenilenme kolaylığı vardır. Kullanım sonu yıkımı kolaydır. Enkaz kaldırma konusunda zorluk arz etmez. Kaldırılan enkaz, bulunduğu yerde ayrışıp doğaya döner. Bu sayılan özellikler yapı yaşam döngüsü bakımından kerpicing yapı malzemesi olarak uygunluğunu ifade eder.

3.3 Ahşabın Sürdürülebilirlik Analizine Ait Bulgular

Bu başlık altında ahşap; yapı malzemesi olarak ele alınıp irdelenmiş, ahşabın önemi ve önemli kullanım özelliklerine dikkat çekildikten sonra sürdürülebilirliği analiz edilmiştir. Bu bölümde ahşap malzeme ile masif ahşap kastedilmiştir. Sanayi ürünü olan ve bünyesine kimyasal maddeler giren yapay ahşap malzemelerin ise ürünün cinsine göre ayrı ayrı, ürün bazında ele alınması gerekmektedir.

Ahşap, kadim bir yapı malzemesidir. Doğal olması, kolaylıkla elde edilebilmesi, çekme gerilmelerini karşılayabilmesi, taşıma gücünün ağırlığına göre yüksek olması gibi çeşitli avantajları ile ahşap emsallerinden ayrılmaktadır. Ahşap, doğadaki organik karakterde olup da kendisini yenileyebilen tek yapı malzemesidir. Masif ahşabın insan sağlığına herhangi bir zararlı etkisi olmadığı halde odun kaynaklı sınai ürünlerin imalinde kullanılan kimyasal katkı maddeleri sebebiyle yapay ahşap sağlığa zararlı olabilir. Mesela ahşap yonga levha insanda deri alerjilerine, böbrek hastalıklarına sebebiyet veren formaldehit gazı açığa çıkarmaktadır (Ergenç, 2007, s. 45) Doğal- organik -geri kazanımlı- yenilenebilir olması, çevre üzerinde olumsuz etkide bulunmaması, ahşabın avantajlarından (Berber, 2012, s.57). Ekoloji ve malzeme birlikte düşünülecek olursa, ekolojik tasarım kriterleri ile birebir uyuşan malzemelerin başında ahşap gelir. Mesela geleneksel yapım teknikleriyle bina edilen konutlarda ahşap bir konstrüksiyon ile desteklenip üzeri örtü malzemesi ile kaplanan ahşap çatıların, çevre şartlarına karşı performans kriterlerini karşıladığı görülmüştür (Kutlu ve Ergün, 2020, s.107).

3.3.1.Tabiata uyum

Ahşabın kaynağı orman ağaçlarıdır ve ahşap bu hammadde kaynağının karakteri itibarıyla üstün bir yapı malzemesidir. Zira ahşabın kaynağı olan ormanlar, yetiştirilip kesilerek devamlı olarak yapı malzemesi sağlayabilen ve bu zaman zarfında kendini yenileyen yegâne doğal kaynaktır. İnsanlar her dönemde -bu kaynağa ulaşabildikleri sürece- orman ağaçlarından ahşap elde etmeye çalışmış ve bu malzemeyi evlerinde veya diğer ihtiyaçlarını karşılamada kullanagelmiştir (Sayar ve ark 2009, s. 2068). Mesela, ağaç gövdelerinin üst üste getirilmesiyle oluşturulmuş ahşap yığma sistemler, ahşabın kolayca ve ucuza bulunduğu her coğrafyada kullanılmıştır. Ahşap yapı görünüm itibarıyla doğal ve tabiat ile uyumlu bir malzemedir. Hangi formda ve büyüklükte yapılmış olursa olsun gözü rahatsız edici bir tablo sergilemez. Ahşap, taştan sonra doğadaki haline en yakın kullanılan malzemedir.

3.3.2. Atmosfere ve hava kalitesine etki

Ağaç yaşadığı sürece karbon depolayıp oksijen ürettiği için ahşap malzemenin kaynağı olan ormanların hava kalitesine katkısı dolayısıyla hiçbir malzeme bu konuda ahşapla yarışamaz. Kullanılan her parça ahşap, karbon emisyonunun düşmesine kendi çapında katkıda bulunmaktadır.

3.3.3. İç mekân hava kalitesine katkı

Ahşap yapı elemanları hiçbir zararlı gaz içermez buna karşılık binanın nefes almasına imkân verdiği için yoğunlaşmayı önler (Gezer, 2013, s. 24). Bu, mekânda bir çeşit doğal havalandırma etkisi yapmaktadır. Bu sebeple ahşap bir binada iç mekân, kullanıcıya ferahlık verir.

Ağacın karbonu depolaması, ahşap kullanıldığında yerleşimlerde karbon ayak izinin küçük, iklim değişikliğine karşı koruyucu bir kalkanın oluşması demektir.

3.3.4. Yenilenemez doğal kaynakları koruma, enerjiden tasarruf ve küresel ısınmayı önleme

Ahşap, alternatiflerine göre, imali için en az enerji harcanan yapı malzemesidir Yapımında az enerji tüketilir. Ağacın kesilip işlenmesine harcanan enerji, alternatif malzemelerin üretimi imalinde harcanandan çok daha azdır (Gezer, 2013, s.25). Nakliye ve aplikasyon/montajı da kolaydır. Dolayısıyla gömülü enerjisi düşüktür. Yalıtımı iyi olduğu için enerji verimi de yüksektir. Isıtma ve havalandırmaya harcanan enerjiden tasarruf sağlar. Binalarda karbon ayak izini düşürmeye hizmet ederek iklim değişikliğine karşı korumaktadır.

3.3.5. Peyzaj-topografya- toprak ve su kaynaklarına etki

Ahşap kullanımının arazinin peyzaj, topografya toprak ve su kaynakları üzerinde olumsuz herhangi bir etkisi yoktur. Bilakis ahşaba kaynaklık eden orman, toprağın ve su kaynaklarının da korunmasına hizmet eder. Orman ağaçlarının peyzaj değeri yüksek alanlar oluşturduğu gibi ağaç malzemedeki yapılmış yapılar da kendilerine özgü görünüşleriyle estetik değer sunarlar.

3.3.6. Çevreye zararlı atık- gaz ve partikül yayma

Ahşap zararlı bir katı atık oluşturmaz. Üretim sırasında çıkan talaş, yonga gibi atıkları, yonga levha gibi yapay ahşap ürünlerin imalatında kullanılır. Üretim sırasında atmosferi kirletecek bir gaz çıkışı yoktur. Gerek üretim ve gerekse kullanım sırasında uçucu organik bileşik gibi herhangi bir zararlı gaz ve radyasyon yaymaz. Bu durumda ahşabın çevreye zararlı herhangi bir atık gaz veya katı zerre (partikül) yayma özelliği yoktur. Bu özellikleri dolayısıyla sera gazlarının azaltılmasını sağlayacak en kullanışla yapı malzemesi olarak öne çıkar.

3.3.7. Hammadde tedariki ve malzemenin dönüşüm kapasitesi

Ahşap, orman örtüsünün olduğu her yerde ve Ülkemizde ise Devlet Orman İşletmelerinin kesilen orman emvalini (odun ve tomrukları) depoladıkları her yörede yerel kaynaklardan tedarik edilebilir. Ahşap geri dönüşümü kolay bir malzemedir. Yeniden kullanım kapasitesi çok yüksektir. Tekrar- tekrar kullanılabilir. Eskiyen-kırılan-düşen bir ahşap eleman boyutları biraz küçültülerek veya birbirine eklenerek büyütme suretiyle yapının bir başka yerinde veya başka bir yapıda kolayca kullanılabilir. Bu kullanım şekli ahşap çürüyüncüye kadar sürdürülebilir. Nihayet yakacak olarak kullanılan ve açığa çürümeye terk edilip toprağa karışması sağlanan ahşap böylece sonuna kadar dönüşüm kabiliyeti arz eder.

3.3.8. Biyoçeşitlilik ve bitki örtüsüne etki

Ahşabın bitki örtüsünü koruma etkisi, daha ziyade dolaylı yoldan olmaktadır. Yapı malzemesi olarak ahşaba talebin artması, orman kaynakları üzerin belli bir yük getirir. Anacak sanılanın aksine bu durum ormanların azalmasına değil artmasına yol açar. Çünkü ormanın pek çok ürünlerinden biri olan odun hammaddesine olan talep, bu hammaddenin piyasa değerini artırır. Artan talep, bunu karşılamak üzere arzın da artmasını gerektirdiğinden, kazandıran orman ürünlerini üreten ormanlara daha çok yatırım yapılır. Bu ise mevcut ormanların daha bakımlı bulundurulması, artan ürün ihtiyacını karşılamak üzere yeni ormanların kurulması yani mevcut orman alanlarının artması sonucunu doğurur. Böylece mevcut orman örtüsü de gelişmiş olur. Orman sadece orman ağaçlarından ibaret olmadığı, farklı pek çok türden bitkiye ve hayvan türüne de ev sahipliği yaptığı için ahşap kullanmanın orman örtüsü miktar ve yoğunluğunu artırma ve bu arada biyolojik çeşitliliği (flora-fauna çeşitliliğini) ve canlıların yaşama alanlarını (habitatlari) koruma ve geliştirme potansiyeli bulunmaktadır.

Ahşap kullanmanın canlılar üzerindeki doğrudan etkisi, yuvalanmak için ahşap binaların cephe ve çatı elemanları arasındaki boşlukları kullanan bazı kuş türlerine yuva yeri sağlamak şeklindedir. Yani ahşap yapı bazı türler için özel habitatlar sunmaktadır, denilebilir.

3.3.9. Kirlilik kaynakları ve kirleticiler

Masif ahşap ne üretimi ve ne de ve kullanımı sırasında çevreyi kirletmez. Lif levha ve yonga levha benzeri ürünlerin imalatı sanayi tesislerinde olduğundan hava kirliliğine sebep olabilir. Bu konuda en vahim tehlike, bu ürünlerin imalatı sırasında çıkan parçaların yine aynı tesisin fırınlarında ısıtma- presleme işlemi sırasında yakılmasıdır. Çünkü bu mamullerde tutkal görevi yapan formaldehit gibi sağlığa zararlı maddeler yandığında daha tehlikeli bileşikler haline gelerek gaz olup havaya karışır. Ahşap binanın radyoaktif kirliliği yoktur. Bina yıkım ve enkaz kaldırma sırasında çevreye zararlı atık- gaz ve partikül yaymamaktadır.

3.3.10. Sosyolojik uyum

Orman kaynaklarının bulunduğu her bölgede, ahşap yapı, maliyet olarak alternatifleriyle rekabet edebilir ve insanların barınma ihtiyacını ekonomik olarak karşılayabilir. Ancak ahşabın hangi uygulama şartlarında ekonomik sonuçlar verdiğine dair net bilgi bulunmamaktadır. Literatürde çeşitli çalışmalar olsa da bu çalışmalar köprüler üzerine odaklı olup kısıtlıdır (Çelik ve Şakar, 2022, s. 303). Ahşabın farklı bölgelerin sosyal dokusuna uyum kabiliyeti vardır. Eğitim-kültürel etkinlik gibi sosyal ihtiyaçlara uygun yapılar oluşturma potansiyeli mevcuttur. Sağlıklı ortamlar oluşturarak kullanıcı sağlığını korur.

3.3.11. İşçi sağlığı, yapı güvenliği, dayanım ve konfor

Ahşap yapı sistemleri genel itibariyle depreme dayanıklıdır. (Berber, 2012, s. 57). Ahşap; karma sistemler için de uygundur (Gezer, 2013, s. 25). Ahşap yapıların sağlamlık, hafiflik ve esneklik özellikleri ile deprem bölgeleri için en uygun çözümler olduğu ve depreme en dayanıklı konut tipinin kalın kontrplak ile kaplanmış alçak ahşap yapılarıdır bildirilmektedir (Brancaccio, 2017, s. 61) Bilindiği gibi bir bina ne kadar hafifse üzerinde yayılan deprem kuvvetinin etkisi o kadar azdır Ahşap ise hafiftir. Ayrıca yapı iskeletine çok sayıda eleman ve çivili birleşme yeri ile bağlandığından kuvvetleri emen çok sayıda yük yolu vardır. Mesela ahşap yapıda kullanılan çivili birleşme yerleri depremin enerjisini dağıtmaya yardım ederler. Böylece ahşap şok şeklinde gelen deprem yükünü emer sönümler, bir kısmını da iletir savuşturur. Mühendislik hesabı yapılmış çatı makasları, Ülkemiz için deprem bölgelerindeki yapılarda depreme karşı son derece önemli bir koruyucu tedbir olarak görülmektedir.

Masif ahşap yanabilen bir malzemedir. Ancak yanma sırasında gelişen ve belli çaptaki ahşap elemanların yangına dayanıklılığını sağlayan cazlama özelliği sayesinde binayı uzun süre yıkılmaktan koruyarak içindekileri kaçış ve eşya tahliye fırsatı sunar. Ayrıca asit ve duman, gaz etkilerine karşı da son derece dayanıklıdır (Berber, 2012, s. 57).

Ahşap, heyelan mntıklarında heyelanın tesirini ve hızını arttıran ağır binaya karşılık binaya hafiflik kazandırarak heyelana dayanıklı bina oluşturmaya hizmet eder. Ahşap kerpiç kadar olmasa da sudan ve selden zarar görebilir. Ahşap, nefes alıp yoğunlaşmayı önlediği ve nemli iklimlerde yapının nem dengesini kontrolde tutabildiği için kullanıcıya ferahlık sağlar (Gezer, 2013, s.25). Ses ve ısı yalıtımı iyidir (Berber, 2012, s. 57). Özellikle ısıl iletkenlik katsayısı çok düşüktür. Bu sebeple yapıda ısı yalıtım elemanı olarak da kullanılır). Ahşabın bu ısı yalıtkan karakteri ve görünümü itibariyle de insan sıcak gelen bir malzeme olması kullanıcıya termal konforu olan sıcak mekânlar sağlamaya yetmektedir.

3.3.12. Hammaddenin tedarik edilebilirlik, malzemenin üretim ve uygulama potansiyeli

Ahşap, Doğadan kolayca elde edilebilen biyolojik bir malzemedir. Kolay imal edilir; el işçiliğine elverişli; kolay onarılabilir. Ahşap, kullanımı bakımından da esnek olup çok çeşitli uygulamalara imkân vermektedir. Her kullanım için boyutu ayarlanabildiği için her kullanıma adaptasyonu uygundur (Gezer, 2013). Hızlı yapım tekniği sağlar. Günümüzün teknolojik imkânları ile homojen bir malzeme haline getirilebilmektedir. Böylece yapıda kullanmaya uygun ölçülerde imal edilen ahşap ürünler masif ahşaptan daha geniş kullanım esnekliği sahip ekonomik malzemeler olarak sektördeki yeri almıştır (Berber, 2012, s. 58). Ahşap uygun teknikte elde edilir ve uygun tarza kullanılırsa imalatından son kullanım yerine kadar çok az fireyle, hatta hiç fire vermeden gider. İşlenirken çıkan talaş, yonga gibi materyal, yine ahşap levha üretiminde kullanılır. Böylece suni materyale fazla ihtiyaç bırakmadığı için üründe sentetik katkı oranını ve piyasada yapma ürün kullanımı azaltır.

Ahşap yığma duvarlardan kütük yığma duvar, en basit yığma duvar olup ormandan kesilen ağaçları birbiri üzerine yığmak suretiyle yapılır (Ergenç, 2017, s. 33). Bu sayılanların hepsi ekonomik sürdürülebilir kullanımlardır. Bunlarda ahşap yığma duvarlar malzemenin bolca kullanılması dolayısıyla ilk bakışta ekonomik değilmiş gibi görünse de binanın uzun kullanım ömrü dikkate alındığında bu sistemin de ekonomik olduğu görülür. Montaj işçiliğinin kolay ve ekonomik olması da tercih edilme sebebidir. Ülkemizde daha yaygın olan ahşap karkas sistemler ise (Berber, 2012, s. 58) yığma sistemlere göre ahşabın daha ekonomik olarak kullanılmasını sağlamaktadır.

3.3.13. Yapı yaşam döngüsü

Ahşap gömülü enerjini düşüklüğü bakımından da tercih edilebilecek bir malzemedir. Çünkü malzemenin üretim-nakil ve aplikasyonu alternatiflerine göre hayli az enerjiyle yapılabilmektedir İşçiliği kolay olup ileri teknoloji ve fazla enerji gerektirmez. Ahşap doğal haliyle dış hava hallerine taş gibi dayanıklı değildir. Açık hava şartlarında çok uzun süre dayanamaz (Berber, 2012, s. 57).

Ahşap malzeme, dış yüzü su geçirmediği sürece yağıştan etkilenmez. Yangına ve mantar-böcek gibi biyotik zararlılar karşı dayanıklı olmaması ahşabın dezavantajıdır. Ancak, suda bekletme, kurutma, fırınlama boyama ve emprenye gibi koruyucu tekniklerle biyotik zararlar önlenerek ahşabın kullanım ömrü en az 10 kat daha uzatılmaktadır. Doğal yoldan da dayanıklılığına arttırmak mümkündür. Tarihi yapılarda gördüğümüz 700 yaşını geçmiş ahşap elemanlar, yılın hasada uygun özel günlerinde kesilen ağaçlardan ve suda bekletme gibi doğal tekniklerle dayanıklı hale getirilen tomruklarda elde edildikleri için dayanımları yüksek, ömürleri uzun olmuştur.

Ahşap bakım- onarım-yenileme kolaylığına sahip bir malzemedir. Hasarlı elemanların yenilenmesi, tamir ve bakımı kolaydır (Gezer, 2013, s. 24). Ekolojik mimarinin temel yaklaşımlarından biri olan eski yapıların yenilenerek kullanılmasına çok elverişli bir malzemedir. Kullanımı sona erip yıkım aşamasına gelen ahşap yapının yıkımı ve kaldırılması alternatiflerin göre çok daha kolaydır.

Tablo 2. Taş kerpiç ve ahşabın sürdürülebilirlik parametreleri ve sürdürülebilir mimarlık kriterlerine göre değerlendirilmesi (Table 2. Evaluation of stone- adobe and wood according to sustainability parameters and sustainable architecture criteria)

Mimari Sürdürülebilirliğin Boyut- Kategori ve Göstergeleri					Malzemenin göstergeye cevabı		
Boyut	Kategori	Kat no	Alt kategori	Gösterge	Taş	Toprak	Ahşap
EKOLOJİK (Tabiata uyum- doğal kaynakları koruma)	Tabiata uyum	1	Topografya ve jeomorfolojiye uyum	Arazi normuna uyum	+	+	+
			Yapılı çevredeki davranışı	Pasif güneşlenmeye uygunluğu	-	+/-	+
				Hava akımlarına yol vermesi	0	+	+
	Atmosfere ve hava kalitesine etki	2	Havada kirliliğinden koruma	Hava kirliliğinden koruma ve kirliliği engelleme potansiyeli	+	+	+
			Hava Kirlenici gazları azaltma	SO2 partikül miktarını azaltma potansiyeli			
				CO2 emisyonunu/ partikül miktarını azaltma potansiyeli	+	+	+
	İç mekân hava kalitesine katkı	3	Havadar iç mekân	Yapı eleman ve bileşenlerinin yapının nefes almasına katkısı		+	+
				Doğal havalandırma sağlaması		0	0
			Radon korunaklı iç mekân	Radon gazı yayılımı önleme ve azalmasına katkı		+	+
	Yenilenemez doğal kaynakları koruma, enerji tasarrufu ve küresel ısınmayı önleme	4	Enerji sarfiyatını azaltma	Gömülü enerji miktarının az oluşu	+/-	+	+
				Isıtma havalandırma için harcanan enerjiden tasarruf	+	+	+
			İklim değişikliği	İklim değişikliğine karşı koyma potansiyeli	+	+	+
Peyzaj-topografa- toprak	5	Arazi yapısını koruma	Arazi yüzü şeklini koruma	+	+	+	

	ve su kaynaklarına etki		Toprağı koruma	Toprak stoklarını koruması	0	+/-	0				
				Toprak kitlesinde /miktarında kayba yol açmayışı	+	+	+				
				Toprağı kirletmeyişi	+	+	+				
	Su kaynaklarını koruma				Malzeme imalinde minimum su tüketimi ve su kaynaklarını kirletmeyişi	+	+	+			
					Çevreye zararlı atık- gaz ve partikül yayma	6	Katı atık	Malzemenin zararlı katı atık üretmeme veya potansiyel atıklarda azalma sağlaması	+	+	+
							Gaz atık	Malzemenin 0 veya minimum uçucu organik bileşik içermesi, sera gazı oluşturmaması	+	+	+
	Hammadde tedariki ve malzemenin dönüşüm kapasitesi	7			Radyoaktivite	Malzemenin ağır metal ve radyoaktif element içermemesi	+/-	+/-	+		
					Hammadde kaynağı	Hammaddenin yerel kaynaklardan tedarik edilebilirliği	+	+	+		
							Geri dönüşüm ve yeniden kullanım	Malzemenin yüksek geri dönüşüm kapasitesi	+	+	+
	Biyçeşitlilik ve bitki örtüsüne etki	8			Bitki örtüsünü ve bitki tür çeşitliliğini korumaya katkı	+		+	+		
						Fauna çeşitliliğini koruma	+	+	+		
					Orman örtüsündeki değişim		Orman örtüsü miktar ve yoğunluğunu artırma potansiyel	0	0	+	
	Kirlilik kaynakları ve kirleticiler	9				Hava kirliliği		Hava kirliliğinden koruma	+/-	+/-	+/-
					Görsel kirlilik	Görsel kirlilikten koruması					
					Gürültü kirliliği	Gürültü kirliliğini önleme kapasitesi	+	+	+		
					Koku kirliliği	Ortamdaki kokuların emilimini sağlaması	0	+	+		
					Radyoaktif kirlilik	Radyasyondan korunma	+/-	+/-	0		
					Bina kullanımı sonu/yıkım aşaması	Bina yıkım ve enkaz kaldırma sırasında çevreye zararlı atık- gaz ve partikül yaymaması	+	+	+		
	SOSYAL (Toplum ve Kullanıcı sağlık -güvenlik -konforu)	Sosyolojik uyum	10			Sosyoekonomi	Malzemenin, insan toplumunun barınma ihtiyacını ekonomik olarak karşılama potansiyeli	+	+	+	
						Sosyokültür	Malzemenin farklı bölgelerin sosyal dokusuna uyum kabiliyeti	+	+	+	
Eğitim-kültürel etkinlik gibi sosyal ihtiyaçlara uygun yapılar oluşturma potansiyeli							+	+	+		
İnsan sağlığı						Malzemenin sağlıklı ortam oluşturma kapasitesi	+	+	+		
		Kullanıcı sağlığını koruma									
İşçi sağlığı, yapı güvenliği dayanım ve konfor		11			İşçi sağlığı ve güvenliği	İşçi sağlığını koruması	0	+	+		
						İşçi güvenliğine elverişlilik	+/-	+	+		
		Yapı güvenliği ve dayanım	Malzemenin depreme dayanıklı yapı oluşturma kapasitesi	+	+/-	+					
				Malzemenin yangına dayanıklılığı	+	+	-				
Malzemenin heyelana dayanıklı bina		-	-	+							

Boyut	Kategori	Kat no	Alt kategori	Gösterge	Taş	Toprak	Ahşap	
EKONOMİK (Teknik yapılabirlik, kitle üretimine/kullanıma uygunluk ve kullanım ömrü)				oluşturma kapasitesi				
				Malzemenin suya ve sele dayanıklı bina oluşturma kapasitesi	+	-	+	
			Konfor	Malzemenin yapılarda konfor sağlama kapasitesi				
	Hammadenin tedarik edilebilirlik, malzemenin üretim ve uygulama potansiyeli	12		Malzeme hammaddesinin tedarik imkânı	Malzemenin doğadan-yöreden-ücretsiz veya ucuza tedarik imkânı	+/-	+	+/-
				Malzemenin üretilme potansiyeli	Malzemenin teknik-seri üretime elverişliliği			
				Malzemenin tasarruf	Malzemenin az fire vermesi ve daha az suni materyal kullanımını sağlama?	+	+	+
				Malzeme Uygulama	Malzemenin yapıya aplikasyon/uygulanma kolaylığı	+/-	+	+
	Yapı yaşam döngüsü	13		Gömülü enerji miktarı veya enerjiden tasarruf	Hammadenin çıkarılması, Malzemenin üretim-nakil ve aplikasyonun az enerjiyle yapılabilmesi	-	+	+
				Malzemenin dayanımı ve kullanım ömrü	Malzemenin yağışa dayanıklılığı	+	-	+
					Malzemenin yangına dayanıklılığı	+	+	+
					Malzemenin biyotik zararlara dayanıklılığı	+	+	-
					Kullanım ömrünün uzun olması	+	+	+
				Bakım- onarım- yenileme	Bakım- onarım-yenileme kolaylığı ve eski yapıların yenilenmesinde kullanışlılığı	+/-	+	+
Yıkım ve enkaz kaldırma	Kullanım sonu yıkım ve enkaz kaldırma kolaylığı	-	+/-	+				

- (+) Var, evet
 (-) Yok; hayır
 (+/-) Kısmen-şartlı evet veya duruma göre değişmekte
 (0) Nötr, etkisiz

Tablonun ilk sütununda mimari sürdürülebilirlik kriterinin karakteri verilmektedir.

4. Tartışma

Tablo 2'nin son üç sütunu, bulgular doğrultusunda doldurulduğunda taş, kerpiç ve ahşabın yine aynı tablodaki göstergeler göre sürdürülebilirlik kapasiteleri ortaya çıkmaktadır. Tablo 2 bu üç malzemenin hem bütün göstergeler karşısındaki durumun karşılaştırmalı olarak gösterdiği gibi birbirine göre ne durumda olduklarını da ortaya koymaktadır.

Karabetça (2018, s. 109)'nın, yaşamın temel prensiplerine (Baumeister, 2013, s. 125) uygun olarak geliştirip önerdiği mimari tasarım ölçütlerine göre, yapılarda enerji tasarrufunun, mekânların ekolojik verimliliğinin ve iç mekânda özellikle iklimsel ortam konforunun sağlanması gerekmektedir. Keza, yapılar çevreleri ile bir uyum içinde olmalı ve değişen şartlara adapte olabilmelidir. Bulgularımız, taş-toprak ve ahşap malzemenin kullanıldığı takdirde bir yapıda ortamın iklimik konforunun, sürdürülebilir- verimli- etkin enerji kullanımının ve sağlıklı şartların sağlanabileceğini göstermektedir. Bu malzemeler, doğal oldukları için doğaya uyum konusundaki performansları da mükemmeldir.

Ekolojik mimarlığın tasarım ilkeleri arasında yer alan; doğayla uyumlu tasarım yapmak, geri dönüşümlü malzeme kullanmak, esnek tasarım, çok amaçlı kullanılacak mekânlar tasarlamak, minimum enerji sarfiyatını sağlamak ve yenilenebilir enerji kullanmak gibi kriterlerin bu üç malzeme tarafından karşılandığı görülmektedir. Her üç malzemenin de doğal karakteri dolayısıyla doğayla uyumlu tasarımlar geliştirmeye elverişli olduğu, geri dönüşüm kapasitelerinin alternatiflerine göre çok daha fazla olduğu görülmektedir. Bu üç malzemenin ekolojik yönü ve sürdürülebilirliğinin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

Ekolojik tasarım ve malzeme birlikte düşünüldüğünde, ahşap emsallerine göre daha önde yer almaktadır. Ahşap; Doğadan kolay elde edilebilen biyolojik bir malzemedir. Yapımında az enerji tüketilir ve imalat sırasında çevreyi kirletmemektedir. İşlenmesi için harcanan enerji, alternatifleri olan malzemeler imal edilirken harcanandan çok daha azdır. Ahşap, alternatiflerine göre, imalat aşamasında enerji sarfiyatı düşük olan ve kerpiçten sonra ikinci sırada gelen malzemedir. Kolay üretildiği gibi tekrar- tekrar kullanılabilir. Geri

dönüşümü kolaydır. Atığı yapay ahşap imalatında kullanılır, Ahşap yapıda hasarlı elemanların yenilenmesi, tamir ve bakımı kolay olup az enerjiyle yapılabilir (Gezer, 2013. S 24). Ahşap ayrıca nefes alır, mekânda yoğunlaşmayı önler. Bütün bu özellikleri ile de mekânın ekolojik karakter kazanmasına hizmet eder. İşlenerek şekillendirilmesi kolay olduğu için (Tavşan ve ark. 2022) modüler bir malzeme olarak tasarımda ve kullanımda neredeyse istenen her değişikliğin yapılmasına elveren esnek bir malzeme olarak bilinir. Bu sayede, ahşap bir yapıda ahşap malzemeye mekândan beklenen fonksiyona uygun şekil vermek ve kullanmak mümkündür. Bu ise tasarımcıya tasarımını ekolojik tasarım prensiplerinin gerektirdiği yönde geliştirme imkânı verir.

Malzeme hammaddesi ile ilgili çok önemli bir husus da taş ve kerpicingin hammaddesi olan taş ve toprağın yeniden üretilmemesine karşılık ahşabın hammaddesi olan ağaçların üretilmesidir. Bu hususiyet ahşabı hem ekolojik hem de ekonomik sürdürülebilir bir malzeme haline getirmektedir.

Toprak ve kerpiç bütün dünyada geleneksel mimarlıkta yaygın ve önemli bir yer tutan yapı malzemesidir. Asya, Afrika'da ve Amerika'da kullanılmakta olan kerpiçe Avrupa'da da gün geçtikçe rağbet artmaktadır. Fransa'da kerpiçten ev yapımı çok yaygınlaşmıştır (URL-2). Teknolojideki son gelişmeler, konvansiyonel anlayışın aksine, toprak yapı malzemesinin mimaride hatırı sayılır bir malzeme olarak yeniden öne çıkabileceğini göstermektedir (Akbaş ve ark 2022, s.88).

Yapı malzemeleri; üretilirken, kullanımları boyunca ve kullanım ömrü sona erip atık haline geldiğinde belirli birtakım etkilerde bulunurlar. Malzemenin hammaddesi elde edilirken doğaya verdiği zararı, inşaat başladığında çevre üzerindeki gürültü, duman ve toz vb birçok olumsuz etkileri azalmak ve nihayet kullanılıp işi biten malzemenin atık haline gelmesi sonucu ortaya çıkan durumu yönetebilmek önemlidir. Bunlardan doğal ekolojik malzemeler kullanım ömürleri bitince çevre kirliliğine sebebiyet vermez, insan sağlığına zarar vermezler. Toprağa, suya, havaya ve faunaya olumsuz etkisi yoktur. Bu bakımlardan sürdürülebilirlikleri yüksektir (Karahana, 2017, s. 508). Keza, enerji tasarrufu sağlarlar, dayanıklıdırlar, yenilenebilirler, geri dönüştürülebilirler (Kıstır ve Kurdoğlu, 2018, s. 89).

Başta küresel ısınma olmak üzere çevre ve doğanın dengesini zorlayan birçok faktörün etkisini azaltmak için yapılarda sürdürülebilir tasarım ve çevreye zarar vermeyen malzemelerin kullanımı önem kazanmıştır. Yapılarda taş-kerpiç-ahşap gibi ekolojik malzemeleri kullanarak karbon emisyonunun azaltmak ve böylece küresel ısınmanın önlenmesine katkıda bulunmak mümkündür. Modern mimarideki sürdürülebilirlik ihtiyacını karşılamaya hizmet edecek stratejilerden biri de yapılarda ahşap kerpiç taş gibi doğal - ekolojik malzemelerin kullanılmasıdır. Doğal yapı malzemelerinin enerji verimliliği, çevre dostu olması ve kullanım kolaylığı sürdürülebilir mimari için önemli avantajlar sağlamaktadır (Ilvitskaya ve ark, 2019, s.3) . Malzeme çeşitliliği hem fiziksel hem de dekoratif özellikler açısından benzersizliği de buna ilave edildiğinde avantaj boyutu daha artmaktadır. Bu avantajların hepsini taş-toprak ve ahşap malzemede görebilmekteyiz.

Bilindiği gibi yapı malzemesi; çevreyi, bünyesine giren enerji miktarı yani gömülü enerji ölçüsünde olumsuz etkilemektedir. Bu enerji; üretimin her aşamasında o aşamanın gerçekleşmesi için gerekli olan enerjiyi ifade etmektedir. Yani, ham maddenin çıkartılması, fabrikaya taşınması, işlenmesi ve kullanılacağı noktaya gelinceye kadar kullanılan enerjinin toplam miktarına tekabül etmektedir. Dolayısıyla, üretim ve inşaat alanları arasında harcanacak enerjiden tasarruf etmek için yapıda kullanılacak malzemelerin olabildiğince yakın çevreden seçilmesi gerekmektedir. Bu sebeple, sözgelimi hızlı büyüyen bir bitki ve çevreye dost bir malzeme olan bambu kamışı yetiştiği çevrede kullanılması halinde ekolojik bir malzeme olurken Türkiye'de kullanılması -bambu Türkiye'de yetişmediği için - ekolojik bir tasarruf olmamaktadır. Bu bakımdan bir yapıya "yerinden- tedarik" malzemeler ne kadar fazla dahil edilirlse yapının ekolojik değeri de o kadar artar. Bu durum yapının bulunduğu topoğrafyanın sunduğu malzeme taş ise o taşı kullanarak, killi toprak ise kerpiç kullanarak, ormanlık ise de ahşap kullanmayı gerektirmektedir (URL-4). Bu kriterleri uyguladığımızda karşımıza taşın, kerpicingin ve ahşap yapı malzemelerin çıktığını görmekteyiz.

Ahşabın kaynağı olan ormanların; yenilenebilir kaynak olması ve Ülkemizde sürdürülebilir orman yönetimi anlayışıyla işletilen (T.C. Kalkınma Bakanlığı 2014, s.1-89; s 15; Hakverdi, 2020, s. 332-335) ormanlardan yapı malzemesi olacak yeterli ürünün alınmakta olması, taş ve toprağın ise hem ekolojik karakterde olmaları hem de bir çok yörede yeterince bulunması bu üç malzemeyi ekolojik anlamda sürdürülebilir bir malzeme kılmakta ve bize sürdürülebilir tasarımlar yapma imkânı vermektedir.

Taş, yer kabuğunu meydana getiren kayaların jeolojik etkiler altında kalması sonucu vücuda gelen doğal, kristal içyapılı ve inorganik esaslı malzeme olan ve taş ocaklarından çıkarılan (Berber 2012, s. 55) taş, doğadan elde edildiği için mimari tasarımda kullanıldığı zaman da doğaya uyum arz eder. Üretim aşamasında toprak ve su kaynaklarına zarar verici bir etkide bulunmaz. Ancak arazi yüzü üzerinde taş ocaklarının olumsuz etkiler meydana getirdiği gözlenmektedir. Açılıp işletildikleri yerde topografyayı ve peyzajı değiştiren, flora ve faunayı etkileyen taş ve mermer ocakları doğal yapıda gedikler açarak görsel kirliliğe sebebiyet vermesi mümkündür. Buna rağmen önceden planlandıkları takdirde, işletme faaliyeti sona erdikten sonra sunabilecekleri rekreatif ve biyotop potansiyelleri de bulunmaktadır (Oğurlu ve ark, 2014, 230).

Taşın üretilmesi ve kullanılması sırasında atmosferi kirleten zararlı gaz yaymadığı bilinmektedir. Taş, gömülü enerji miktarının az olması yanında iç mekân ısısını koruması dolayısıyla enerjiden tasarruf sağlamaktadır. Yalıtım özelliği sayesinde yapıyı kışın sıcak, yazın serin tutabildiği için gibi termal konfor da sağlayabilir. Bu aynı zamanda yapının ısıtma- serinletme-havalandırma maliyetlerini düşürmektedir.

Taş kullanım ömrü en uzun olan ekolojik malzemedir. Dayanıklılığının yanı sıra ısı kapasitesinin de yüksek olması dolayısıyla ekonomik bir malzemedir. Çünkü yapıda enerji tasarrufu sağladığı gibi aynı zamanda yenilenebilir, geri dönüştürülebilir. Muhtelif yapılarda yapıya temel malzeme olan taşın renk, sertlik ve doku yelpazesi çok geniştir. Bu ise kullanım alanını genişleterek piyasadaki sürümünün ve dolayısıyla ekonomik sürdürülebilirliğinin artması yönünde etkide bulunmaktadır. Taş duvarların termal konfora hizmet etmesi, yığma yapı tekniğinin elverdiği ölçülerde oluşturulan iç mekânların doğal aydınlanma ve havalandırmaya da elvermesi

dolayısıyla taş yapıların enerji etkin yapılar olduğu söylenebilir. (Kıstır ve Kurdoğlu, 2018, s.80-89). Bu durum keza ekonomik sürdürülebilirlik açısından da önemlidir

Taş malzeme; doğal görünüşü, özel doku ve desenleri, yüksek dayanıklılığı dış etkilere dayanımı sebebiyle yeğlenmektedir. Buna karşılık yapay taşlar ise sağlamış oldukları çok çeşitli görsel etki, ebat ve detay çeşitleri dolayısıyla tercih edilebilmektedir. Doğal taş işleniminin zahmetli oluşu yanında yapıya belli bir ağırlık da getirmektedir. Günümüzde yapay taş mamullerin çeşitlenmesi ve yaygınlaşması dolayısıyla doğal taş ancak özele amaçlarla kullanılır hale gelmiştir (Berber 2012, s. 54). Bu ise binalarda doğal taş kullanımının azalması doğal taşın ekonomik sürdürülebilirliğin düşmesi yönünde etkide bulunan negatif bir faktördür. Hâlbuki Akdeniz bölgemiz gibi taşların arazi yüzeyinde açıkta yer aldığı ve araziden toplanılarak kullanma imkânı bulunan yerlerde kullanımı teşvik edilebilir.

Ahşabın malzeme olarak taş ve toprak malzemeye üstünlüğü; hafifliği, çekme ve eğilmeye dayanmasıdır. Bu özellik dolayısıyla büyük açıklıkları geçmekte taşta tercih edilir (Berber, 2012, s.57). Bu sebeple, eski devirlerin basit barınaklarında, sonraları basit açıklık geçme ihtiyacını karşılamada kullanılmış ve nihayet kullanım, günümüzün kompleks yapıları olan köprüler ve çok katlı binalara kadar gelmiştir. Teknolojinin gelişmesine paralel olarak ahşap ve kullanım teknikleri de gelişmiştir. Doğadan kolaylıkla temin edilebilen ahşabın alternatif yapı malzemelerine üstünlüğü, yapısından ileri gelmektedir. Hiçbir işlem yapılmadan bile kullanılabilir. İhtiyaca göre çeşitli sınıai ürünler haline getirilerek arzu edilen ebat ve kalitede çeşitli malzemeler imal edilebilir (Çelik ve Şakar, 2022, s 303).

Ahşap; kolay işlenmesi ve hafifliğine karşılık yüksek mukavemeti ile de önemli bir yapı malzemesidir. Lifler doğrultusunda büyük bir mukavemete sahip, buna karşılık liflere dik doğrultuda ise büyük bir esnekliğe sahiptir. Bu da aynı cins ahşabın yapının farklı yerlerinde farklı işlevler görmesini sağlar (Anonim, 2009, s. 20-47). Ahşap kökenli malzemelerin çeşitli avantajları bulunmakla birlikte kusursuz değildir. Ancak, ahşap, yapısı gereği kompozit bir malzemedir. Dolayısıyla, ahşap-beton, ahşap-çelik veya ahşap-lifli polimer kompozit malzemeler üzerine yapılan çalışmalar arttıkça ahşabın gelecekte daha verimli kullanılmasının önü açılacaktır (Çelik ve Şakar, 2022, s. 303).

Ahşabın dezavantajı olarak sayılan hususlardan bir kısmı; ahşabın sıcak ortamda büzülmesi/ çekmesi, rutubetli yerde şişmesi, rutubet şartlarında dayanımın azalması gibi (Berber, 2012., s 57) yapısal niteliktedir. Diğer bir kısmı; büyük kesit temin imkânının darlığı, tasarım ve hesap konusundaki kısıtlar ile birleşimlerin yetersiz kalması gibi teknik mahiyettedir (Çelik ve Şakar, 2022, s. 303). Bir kısmı ise ahşabın mantar-böcek gibi dış etkilere karşı gösterdiği zafiyet gibi korumayla ilgili dezavantajlardır. Ancak, sınıai ahşap mamullerin çeşitlenmesi ve kimyasal koruma tekniklerinin devreye girmesiyle bu dezavantajlar hızla ortadan kalkmaktadır. Bu gelişim de ahşabın ekonomik sürdürülebilirliğini hızla arttırmıştır. Ahşaba kaynaklık eden ağaç türlerinin ve hatta her bir ağacın kendine has bir renk ve desene sahip olması sayesinde ortaya çıkan çeşitlilik, tasarımlara zenginlik kazandırdığı ve ayrıca her ihtiyaç için uygun bir ahşap malzeme bulmak mümkün olduğu için, bu yönü ahşaba rağbeti arttırarak onun piyasadaki yerini genişletmektedir. Ancak şu da var ki ahşabın malzeme ve sonlu eleman modellerinde olumlu birçok gelişme olmakla beraber, ahşap hâlâ yönetmelik ve standartlardaki yerini alamamıştır. Bunun başlıca sebebi, hangi modelin hangi şartlarda güvenilir ve ekonomik sonuçlar vereceğine dair bazı soru işaretlerinin bulunmasıdır (Çelik ve Şakar, 2022, s. 303). Bu durum ahşabın teknik-seri üretim imkânlarını ve ekonomik sürdürülebilirliğini azaltmaktadır.

Toprağın çeşitli katkılarla karıştırılmasıyla elde edilen bir yapı malzemesi olan kerpiç, sürdürülebilirliğin hemen bütün parametrelerine cevap vermektedir. Sürdürülebilir yapılar üretme ve gelecek nesle aktarma konusunda en uygun malzemelerden biri olan kerpiç, maalesef ülkemizde adı genellikle kırsal alanlarla birlikte anılan kentsel alanlarda ise pek tercih edilmeyen bir malzemedir (Olğun ve ark, 2019, s. 711). Geleneksel konut mimarisinde kullanılıp bugün de binlerce örneği ayakta olan bu, malzemenin günümüzde tercih edilebilen bir malzeme olması yani ekonomik sürdürülebilirliği sağlanmalıdır (URL-3) Avantajlarına rağmen kerpiç suya dayanımı olmayan bir malzemedir (Tuzaşı ve Çobanoğlu, 2006, s. 103; Olğun ve ark, 2019, s 218). Bu zafiyeti gidermek için alçı katılarak imal edilen bir kerpiç çeşidi olan Alker çağdaş bir malzeme olarak mimari kullanımda ve piyasadaki yerini kolayca oluşturabilir (ekonomik sürdürülebilirlik) Özellikle yöresel toplu konut üretiminin gelişimine katkı sağlama potansiyeli yüksektir (Yakup 2002, s.49). Bu yönüyle de sosyal sürdürülebilirlik potansiyeli göstermektedir. Alker ısı depolama, nem alıp verme ve yalıtım özellikleri ile insan sağlığına uygun bir ortamı yaratır (ekolojik sürdürülebilirlik) .

Kerpiç, alternatiflerine göre, imalat aşamasında en az enerji sarfiyatı olan yapı malzemesidir. Bunu ahşap, ahşabı da taş takip etmektedir. Her üçü de yalıtım görevi de üstlendikleri için mekânın ısıtılması için gereken enerji sarfiyatı düşüktür. Böylece hem yalıtım sayesinde yapının ısı kaybını düşük seviyede tutabildikleri hem nefes alması sayesinde hem havalandırma ve nemlendirme için enerji gerektirmedikleri için ahşap, taş ve toprak ile inşa edilmiş mekânların ekolojik mekânlar olmaktadır. Basit bir ifade ile kerpiç bina; ekonomik, fonksiyonel, sağlıklı ve termal konforludur (Olğun ve ark, 2019, s. 708).

Olumlu özelliklerinin sağladığı birçok avantaja rağmen kerpicin suya dayanıksız bir malzeme olması, bu malzemenin ekonomik sürdürülebilirliği üzerinde negatif bir faktör olarak etkide bulunmaktadır. Bu faktörün etkisi azaltılabildiği ölçüde kerpicin ekonomik sürdürülebilirlik kapasitesi de artacaktır. Keza geleneksel kerpiç yapıların uzun ömürlü olmayıp, bir de bir süre sonra bakımsız bir görünüş alması kullanıcı nazarında itibar kaybetmesine ve tüketicinin sanayi ürünü malzemelere yönelmesine sebep olmaktadır. Bu da yine olumsuz başka bir faktördür. Bu olumsuz faktörlerin etkisini gidermek ve kerpiç yapıların ömrünü uzatmak amacıyla geliştirilen Alker, geleneksel kerpice göre daha dayanıklı ve dolayısıyla daha yüksek ekonomik sürdürülebilirliğe sahip bir nitelik kazandırmıştır (Yakup 2002, s.19). Alkerin malzeme olarak geliştirime süreci (Kafescioğlu, 2017, 290) bir yapı malzemesinin sürdürülebilirliğinin nasıl artırılabilirliği konusunda gösterilecek en iyi örneklerden biridir.

Anadolu' yaygın olan geleneksel kerpiç üretme tekniklerinde önce seçilen toprağın kerpiç yapmaya elverişli uygun olup olmadığı, sonra toprağa ilave edilecek bitkisel malzeme usta-çırak ilişkisi ile yetişmiş ustalar tarafından kontrol edilmekte sonra yine

usta gözetimi altında harç karılmaktadır (Olğun ve ark, 2019, s. 708). Keza harcın kalıplara konup kurutulması, elde edilen kerpiç blokların duvar yapımında kullanılması hep usta nezaretiyle olmaktadır. Ancak bu ustaların sayısı gün geçtikçe ve artan bir ivmeyle azalmaktadır. Yapı üretme konusundaki bu bilgi ve kültüre ait birikim kıymetli bir miras mahiyetinde olup bu mirası akademisyenlerin devralma zamanı gelmiş ve belki de geçmektedir.

5. Kanaat ve Öneriler

Yakın zamana kadar, yapılarda inşaat malzemeleri saf hallerinde kullanıldıkları için çevre dostuydu. İnşaat süreciyle ilgili bugünkü çevresel sorunlar da yoktu. Bugün ise betonarme yapılar ve bu yapılarda kullanılan -neredeyse sayısı bilinmeyen- sentetik malzemenin çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkileri yalın gözle görünür hale gelmiştir.

Doğal kaynaklı ve ekolojik karakterdeki yapı malzemeleri olarak taş, kerpiç ve ahşap enerji korunumuna, kullanıcının sağlığının ve doğal çevrenin korunmasına genel olarak büyük ölçüde olumlu katkılar sağlamaktadır. Bu üç malzemenin kendi içlerinde kıyaslandığında birbirlerine üstün geldikleri veya birbirinden geri kaldıkları durumlar vardır. Bu durum malzemelerin farklı özelliklere sahip olmalarından ileri gelmektedir. Ancak bu farklılık, onların yapıda farklı amaçlarla ve farklı yerlerde kullanılmasına da imkân vermektedir. Yerinde kullanıldığı takdirde hem üstün özellikleri hem de sürdürülebilir karakterleri ortaya çıkmaktadır.

Geleneksel yapı malzemelerinden olan ve bir ölçüde kullanımı günümüzde de hala devam eden bu üç malzemenin yapı sektöründe bugünkü kullanımını, olması gerekenden çok daha düşüktür. Bunun politik, idari, sosyoekonomik, sosyokültürel ve hatta psikolojik sebepleri vardır. Bu sebepler aynı zamanda bu üç malzemenin mimarlık alanında sürdürülebilir bir malzeme olarak yerini alması önündeki engelleri oluşturmaktadır. En başta toplumu bu konuda bilinçlendirecek ve ekolojik malzeme kullanmaya teşvik edecek çalışmaların ve idari düzenlemenin yapılması ve buna yönelik politikaların belirlenmesi lazımdır. Yenilenebilir enerji sağlayan ekipmanların imalatında vergi indirimi, ekolojik özelliklere sahip yapılardan daha düşük ruhsat- emlak- çöp vergisi alınması, ekolojik yapı malzemesi üreticilerine teşvik verilmesi akla gelen tedbirler arasındadır (Esin ve Yüksek, 2019, s.6).

Sınai yapı malzemeleri imalatı doğal dengeyi ekosistemler aleyhine bozmaya zorlamaktadır. Özellikle kullanılan hammaddenin miktarı ve cinsine ve çıkarıldığı ocağın büyüklüğüne bağlı olarak bu etkinin boyutu ve şiddeti de artmaktadır (Tufan ve Özel 2018, s.10). Taş ocaklarında bu etki belirgin olarak gözlenebilmektedir. Bu etkiler sonucunda toprak ve ekosistemde kayıplar ve yapılarında bozulmalara ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple, toprak yapı malzemesinin yaygınlaşmış imalat sektörü tarafından üretilmeye başlaması arzu edilmekle birlikte, bu hususa çok ihtiyatlı yaklaşılması da gerekmektedir. Şöyle ki; toprağı yapı hammaddesi olarak yoğun bir şekilde kullanılması, inşaat sektöründe hammadde talebini yükseltecek, bu da -aynı zamanda tarım, ormancılık, hayvancılık sektörünün ana zeminini oluşturan alanlarda- toprağın bozulmasına, azalmasına, istismarına ve hatta yağmalanmasına yol açabilecektir. Böyle bir risk vardır ve dikkate alınmalıdır.

Her üç malzemenin çevresel boyuttaki bütün kategorilerde ve göstergelere olumlu cevap vermesine (verdiği olumlu tepki/yanıt) bakıldığında bu malzemelerin yapılarda kullanımının yaygınlaşması Ülkemizin çevresel performansına olumlu etki ve katkı sağlama potansiyellerin hayli yüksek olduğu görülmektedir. Bu potansiyel, bunların çevre sağlığı ve insan sağlığını koruma fonksiyonundan, biyoçeşitliliği sağlama ve iklim değişikliğine karşı koymaya kadar muhtelif birçok kategoride kendini göstermektedir.

Kerpiç ucuz, kolay elde edilir ve hızlı üretilen bir malzemedir (URL-2).

Alçı katkılı bir kerpiç cinsi olan Alker; toprağın yalıtımını arttırarak yaşam döngüsü boyunca tasarruf sağladığı gibi, duvarların homojen yüzeylerin düzgün olmasını da sağlamaktadır. Alker, kullanıldığı yapıda, yapıya yapı fiziği açısından da dengeli hale getirir. Yapı içinde yoğunlaşma azalır. Böylece duvar, kimyasal ve fiziksel eskimeden korunurken duvar yüzünde küf ve mikro organizmaların gelişmesi önlenmiş olur. Alçı takviye edilen kerpiç, işlenebilirlik açısından zaman kazandırdığı gibi kalite açısından da daha iyi sonuç verir (Yakup, 2002, s 19).

Kerpiç, -Alker örneğindeki alçı gibi- sınai üretim imkânı olan başka doğal katkılardan destek olarak sosyoekonomik sürdürülebilirliğini arttırabilir. Yalın kerpicein ekonomik sektörün işgal sahasına girmesi ve geniş çaplı kullanılması halinde toprak kaynaklarının istismarını önleyecek çare ve tedbirlerin düşünülmesi gerekecektir. Bu tedbirler arasında kullanım sonu geri dönüşümün güvence altına alınması da yer almalıdır.

Binada ekolojik malzeme kullanmanın, yaygın kullanıma sahip malzemeler göre daha maliyetli olduğu, bunların ancak uzun vadede kazanç sağlanacağı için tercih edilmesi gerektiği şeklindeki görüş (Ayıtis ve Polatkan, 2010, s.2) cam, çelik gibi teknoloji yoğun ürünler için geçerlidir. Taş, ahşap ve kerpiç ise ekolojik tasarımlarda ekonomik biçimde yer verilecek malzemeler arasındadır (Ayıtis ve Polatkan, 2010, s.5).

Ahşap, doğada, kendini yenileyebilen tek yapı malzemesidir. Ağaçların yenilenebilir kaynak, bu kaynaktan çevreye zarar vermeden elde edilebilen ahşabın da sürdürülebilir doğal bir yapı malzemesi oluşu sürdürülebilir mimarlığa çok değerli bir potansiyel ve önemli hareket alanı sunmaktadır.

Binada yerel malzemeye yer verildiği ölçüde yapının ekolojik değeri de artmaktadır. Buna göre ekolojik tasarım için yapının bulunduğu çevrenin sunduğu doğal malzemeyi kullanarak yol almak gerekmektedir. Binanın inşa edileceği yerde taş, toprak ve ahşaptan en az birini bulmak ise her zaman için mümkün olduğundan, bu üç malzeme her zaman için ekolojiktir.

Ekolojik doğal yapı malzemelerinin üretim ve kullanımıyla ilgili olumsuz faktörler ise şöyle sıralanabilir: Bu malzemelerin yangına - depreme - yağışa dayanıksızlığı, çağdaş görünmemesi vb gibi iddialarla gözden düşürülmesi ve dolayısıyla sektör tarafından rağbet görmemesi/sahiplenilmemesi, sektörün bir kesimi tarafında ekolojik olmayana özendirme, kullanıcıların farkında ve bilinçli

olmaması ve dolayısıyla talebin düşük olması ahşap/taş/kerpiç ustalarının iyice azalması ve hatta bulunamaması, en önemlisi de plansızlıktır.

Kullanımı Türkiye çapında boy gösteren kerpicing, dayanıklılığıyla ilgili tereddütlerin giderilmesi çağdaş normlara uygun sürdürülebilir bir malzeme olabilmesi için, kerpiç yapıları yapısal sistem taşıyıcıları açısından da (Tuztaş ve Çobanoğlu, 2006, s. 103) ele alan çalışmaların yoğunlaştırılmasına de ihtiyaç vardır

Yapılar için ekolojik tasarım yöntemlerini ve ekolojik malzeme kullanmak kayda değer bir maliyet artışına yol açmamakta, buna mukabil kullanım ömrü boyunca değerli çevresel kazanç ve keza hatırı sayılır ekonomik kazanç elde edilmesini sağlamaktadır. Mesela günümüzde böyle bir konutun yapımı maliyeti, konvansiyonel binanın en fazla %10'u kadar artmaktadır. Diğer taraftan insan sağlığı ve can güvenliği söz konusu olduğunda konuya sadece fayda/maliyet açısından bakmak da doğru değildir. Ancak bu konuda yol almanın ancak toplumun konuya çevre merkezli bir bakış ile bakması halinde mümkün olacağı da unutulmamalıdır. Şu hâlde istenen gelişmeyi sağlamak için mimari bir yapının tasarımcısından kullanıcıya kadar toplumun her kesiminin konu hakkında bilinçlendirilmesi ve uygulamacıyı teşvik eden düzenlemelerin yapılması, bunun için de bunu sağlayacak devlet politikalarının belirlenmiş olmasına ihtiyaç vardır.

Ekolojik doğal yapı malzemelerinin üretim ve kullanımıyla ilgili olumsuz faktörlerin etkisini gidermeye yönelik stratejiler belirlenmesi ve bu stratejiler doğrultusunda planlama yapılarak bölge bazında bölgeye en uygun ekolojik yapı malzemesinin o bölgede üretimi ve kullanılması teşvik edilmelidir. Kullanıcıların farkındalık ve bilincin artırılması ise temel ihtiyaçtır. Talep oluşturma potansiyeline sahip olduğu için bu yönelik eylem planları da ihmal edilmemelidir.

Ülke genelinde taş-kerpiç-ahşap imalatında uygulanacak vergi indirimi, bunların kullanıldığı yapılardan daha düşük ruhsat- emlak-çöp vergisi alınması, üreticilerine teşvik sağlanması gibi tedbirlerle bu malzemelerin kullanımı ve yayınlamasına destek verilmelidir. Bu konuda ekolojik yapılaşma konusunda belli seviyeye gelmiş ülkelerdeki standart, yasa, yönetmelik uygulamalar örnek alınabilir.

Teknik eleman ve usta ihtiyacını karşılamak için ilk aşamada kerpiç üretme ve kullanım tekniklerine ait bilgi birikiminin akademisyenler tarafından devralınması ikinci aşamada ise bu bilginin eğitim yoluyla ülke çapında yaygınlaştırılmasına ihtiyaç vardır. Aynı ihtiyaç taş ve ahşap yapım ve kullanımı alanında kendini açıkça göstermektedir. Evvela bölge bazında bölgeye uygun ekolojik yapı malzemesinin belirlenip o bölgede üretiminin ve kullanılmasının teşvik edilmesi ve buna yönelik planlama yapılması gerekmektedir.

Akdeniz bölgesi gibi taşın arazi yüzünden veya sığ bir derinlikten tedarik etme imkânı olan yerlerde taş kullanımı teşvik edilmelidir.

Ülkemizde yer yer devam eden geleneksel kerpiç yapımı günümüz mekânlarını oluşturmada yetersiz kalabilir. Ülkemizde henüz dikkate alınmadığı halde bazı ülkelerde sektör olarak gelişen kerpiç veya toprak esaslı yapı malzemesine ait teknolojinin takip edilmesi, kerpiç yapım tekniklerine ait standartların ve kerpiç mekân tasarımına ait ilkelerin ortaya konulması gereklidir.

Anadolu'da geleneksel kullanım şekliyle kerpiç üretimi kerpiç ustaları nezaretinde yapılmakta olup binlerce yılın birikimine dayanmaktadır. Yapı üretme konusundaki bu gelenek bilgi birikimi akademisyenler tarafından devralınmalı ve teknik kerpiç yapımı devam ettirilmelidir.

Ekolojik yapı malzemelerin kullanımını yaygınlaştırmak için ilk yapılacak iş planlamadır. Kullanıcının bilinçlendirilmesi ve farkındalığının artırılması, bölge bazında -bölgeye uygun- ekolojik yapı malzeme çeşidinin belirlenip o bölgede üretiminin ve kullanılmasının teşvik edilmesi gibi tedbirler planlı bir şekilde hayata geçirmelidir.

Kaynakça

- Akbaş, M. F., Aslan, M. ve Arpacıoğlu, Ü. (2022). Yeşil malzeme bağlamında kerpiç. Eksen Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Dergisi, 3(2), 72-88. ISSN: 2757-5640 Doi: <https://doi.org/10.58317/eksen.888676>
- Anonim. (2009). KUDEB Ahşap Eğitim Atölyesi, Geleneksel Ahşap Yapı Uygulamaları, İstanbul, Özgün Ofset
- Aytis, S. ve Polatkan, I. (2010). Beton Malzemenin Kamusal Alanlarda Ekolojik Olarak Kullanımı Uluslararası Sürdürülebilir Yapılar Sempozyumu (ISBS), 26- 28 Mayıs 2010, Ankara, Türkiye
- Balanlı, A. (1997). Yapıda Ürün Seçimi, İstanbul, Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Eğitim ve Kültür Hizmetleri Derneği Yayını No 4,
- Baumeister, D. (2013). Biomimicry Resource Handbook. A Seed Bank of Best Practices.USA Missoula, Montana.
- Baykan, B. G. (2011). Dünya Çevre Liginde Türkiye Nerede, BETAM Araştırma Notu (11/116), İstanbul, Bahçeşehir Üniversitesi, 5s. (<https://betam.bahcesehir.edu.tr/wp-content/uploads/2011/05/ArastirmaNotu116.pdf>)
- Berber, F., 2012, Ekolojik Malzemenin Tasarımdaki Yeri ve Ekolojik Malzemeyle Mimari Konut Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Haliç Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul, 203 s.
- Bozyel, M.E. (2021). Betonarme Kullanıcılarının Kerpiç Yapılar Hakkındaki Görüşlerinin Bilimsel Veriler Doğrultusunda İncelenmesi, Yüksek Lisans tezi, Fatih Sultan Mehmet Üniversitesi Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.
- Brancaccio, F. (2017). Timber and Earthquake: The Same Old Story, Ahşap Yapılarda Koruma ve Onarım Sempozyumu 5, 24-26 Nisan 2017, Beşiktaş-İstanbul.
- Castanheira, G and L. Bragança, 2014, The Evolution of the Sustainability Assessment Tool SBToolPT: From Buildings to the Built Environment, Hindawi Publishing Corporation, The Scientific World Journal Volume 2014, Article ID 491791, 10 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/491791>

- Çelik, H. K. & Şakar, G. (2022). Geçmişin ve Geleceğin Yapı Malzemesi Olarak Ahşap: Yapı Mühendisliği Çerçevesinde Bir İnceleme. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (36), 298-304. DOI: 10.29048/makufebd.382966
- Ergenç, S. (2007). İç Duvar Kaplamalarında Ürün Seçimi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Esin, T., ve Yüksek İ. (2009). Çevre Dostu Ekolojik Yapılar 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), 13-15 Mayıs 2009, Karabük-Türkiye
- Gezer, H. (2013). Geleneksel Safranbolu Evlerinin Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Yıl: 12 Sayı: 23 Bahar 2013 s. 13-31.
- Hakverdi, A. E. (2020). Türkiye’de Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter Ve Göstergelerinin Değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 21(3): 332-343. DOI: 10.18182/tjf.691776
- Ilvitskaya, S. V., Lobkov, V. A. and T. V. Lobkova (2019) Natural Materials in Sustainable Architecture Building System, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 687 (2019) 055030 doi:10.1088/1757-899X/687/5/055030
- Kafescioğlu, R. (2017), Çağdaş Yapı Malzemesi Toprak ve Alker, İstanbul, İTÜ Vakfı Yayınları,
- Karabetça, A. R. (2018). Biyomimikri Destekli Tasarım Ölçütleri İle Yenilikçi Mekânlar Yaratılması, *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication - TOJDAC* ISSN: 2146-5193, 2018 (8) 1, p.104-111 DOI NO: 10.7456/10801100/010
- Karahan, E. (2017). Geleneksel ve Günümüz Konutunda Sürdürülebilirlik ve Yaşam Aışkanlıkları: Osmaneli Örneği, *MEGARON*;12(3):497-510 DOI: 10.5505/megaron.2017.27037
- Kıstır, M. R., Kurtoğlu, D. (2018). Geleneksel Konut Mimarisinin Sürdürülebilirlik Bağlamında İncelenmesi: Ayvalık ve Oxford Evleri Örneği, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 9 (1): 83-90 ISSN Online: 1309-2243
- Koç, V. (2016) Depreme Maruz Kalmış Yığma ve Kırsal Yapı Davranışlarının İncelenerek Yığma Yapı Yapımında Dikkat Edilmesi Gereken Kuralların Derlenmesi, *Çanakkale, Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2016:2, 1, 36-57.
- Kutlu, İ. ve Ergün, R. (2020). Geleneksel Anadolu Yapılarında Ahşap Üst Örtü Gelişiminin Değerlendirilmesi. *International Journal of Mardin Studies*, 1(1), 93-109.
- Oğurlu, İ., Aksu, G.A., Sözgen, Ö. T. (2014). İşleyen ve İş Bitmiş Taş ve Mermer Ocaklarının Peyzaj Rekreasyon ve Biyotop Tasarım Potansiyeli, *Ulusal Mermer ve Taş Ocakları Onarım Sempozyumu*, 18-20 Eylül 2014-Isparta, Bildiriler Kitabı s. 227-241. http://ormanweb.sdu.edu.tr/mermerteknik/belgeler/BildirilerKitabi_v2.pdf
- Olgun, İ., Büken Cantimur, B., Haşgöl, E., Turgut, E., Ergün M., (2017). Kastamonu- Küre: Kırsal Yerleşimden Yeni Yapıya, İstanbul, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Yayınları 856, ISBN: 978-605-5005-67-2, İncekara Matbaacılık
- Olğun T. N., Akyıldız N., A., Gülten A, Ekici B., Açıkgenç B., Ulaş M. (2019). Doğal Yapı Malzemelerinin Sürdürülebilirlik Bağlamında Değerlendirilmesi- Kerpiç Malzeme Örneği, 3. Anadolu Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, Diyarbakır 28-29 Aralık 2019, Uygulamalı Bilimler Kongresi Kitabı, SBN: 978-605-80174-3-6, s 707- 712.
- Özmehmet, D. E. (2008). Dünyada ve Türkiye Sürdürülebilir Kalkınma Yaklaşımları. *Journal of Yaşar University*, 3(12), 1853-1876.
- Reuelta-Acosta J. D., Garcia-Diaz A., Soto-Zarazua G.M. and Rico-Garcia E., (2010). Adobe as a Sustainable Material: A Thermal Performance, *J of Applied Science* 10 (19): 2211-2216, 2010
- Sağdıçoğlu, M. S. (2020). Geleneksel Mimarideki Ekolojik Ölçütlerin Değerlendirilmesi: İzmir-Şirince örneği. Yüksek lisans tezi, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır.
- Sayar, Z., Gültekin A. B ve Dikmen Ç. B. (2009) Sürdürülebilir Mimarlık Kapsamında Ahşap Ve PVC Doğramaların Değerlendirilmesi, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), 13-15 Mayıs 2009, Karabük-Türkiye
- Suhamad D A and Martana, S. P. (2020) Sustainable Building Materials, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 2020, 879 012146
- Şimşek Tolacı, S & Hüzmüzlü B (2020). Isparta'da Kerpiç ve Yaşam. Isparta, Desen Ofset.
- T.C. Kalkınma Bakanlığı, Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018) Sürdürülebilir Orman Yönetimi Özel İhtisas komisyonu raporu, Ankara,
- Tavşan C., Şahiner Tufan A., Tavşan F. (2022). Ekolojik Malzeme Olan Ahşapla Yapılan Çok Katlı Yapılar, *Mimarlık ve Yaşam Dergisi*, cilt.7, 291-309
- Tufan, M., Z., Özel C. (2018). Sürdürülebilirlik Kavramı Ve Yapı Malzemeleri İçin Sürdürülebilirlik Kriterleri, *Uluslararası Sürdürülebilir Mühendislik ve Teknoloji Dergisi*, 2, (1) 2018, 9-13.
- Tuztaşı ve Çobanoğlu (2006), Anadolu'da Kerpicin Kullanım Geleneği Ve Kerpiç Konut Yapım Sistemlerinin Karşılaştırılması, *Tasarım+Kuram*, Sayı 5, Aralık 2006, s. 103.
- Üstün, B. (2008). Sürdürülebilir Mimarlık Kapsamında Kağıtın Çatı Ve Cephe Sistemlerinde Kullanımı: Shigeru Ban'ın Tasarımları 4. Ulusal Çatı & Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler” Sempozyumu, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul-Taşkışla- 13-14 Ekim 2008.
- Yakup N., (2002). Plan Tipolojisi ve Üretim Teknolojisi Bakımından Gönyeli'de Kerpiç Konutlar, Master Tezi, Kıbrıs, akın Doğu Üniversitesi Fen ve Sosyal Bilimler Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı.

İnternet Kaynakları

URL-1: <https://kutuphane.ticaret.edu.tr/ekual-veritabanlari/> Erişim Tarihi: 09.01.2024

URL-2:<http://semihakseker.blogspot.com/2011/11/kerpic-ev.html?zx=b55e2e87d246b200> Erişim Tarihi: 09.01.2024

URL-3:<http://www.arkitera.com/etkinlik/2109/surdurebilir-mimari-tasariminda-kerpic-malzeme-kullanimi> Erişim Tarihi: 09.01.2024

URL-4:<https://www.arkitera.com/soylesi/yapida-ekoloji-kavrami-butunsel-olarak-ele-alinmiyor/> Erişim Tarihi: 09.01.2024.