

## **Sürdürülebilir Kalkınma Modeli için Çevre Duyarlı Yapılarda Malzeme Seçiminin İncelenmesi**

Cansu GÜNER<sup>\*</sup>, Fulya GÖKŞEN<sup>2</sup>, Ahmet KOÇHAN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi / Mimarlık Bölümü, Nevşehir, Türkiye

<sup>2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi / Mimarlık Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

<sup>3</sup>Çukurova Üniversitesi / Mimarlık Bölümü, Adana, Türkiye

\*cansu.guner@outlook.com

**ÖZET:** 20. yy sonlarından itibaren yaşamın her alanında önem kazanmaya başlayan "sürdürülebilirlik" kavramının kapsadığı çevre, ekonomik ve sosyal alanlar mimarinin de önemle yaklaştığı konulardandır. Bu doğrultuda gelişen sürdürülebilir ve enerji duyarlı yapıların, hem yapım sistemleri hem tasarım kriterleri hem de malzeme seçimi konuları üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Çevre duyarlı yapıların temel bileşenlerinden biri olan yapı malzemeleri, hammaddesinin kaynaktan elde edilışinden başlayıp yapı ömrünün sona ermesine kadar geçen yaşam döngüsü boyunca hem çevre ile olan ilişkisi hem enerji tasarrufundaki rolü hem de yapının çevresiyle kurduğu fiziksel ilişkisi ile sürdürülebilirliğin gelişimine katkı sağlamaktadır. Bu bilgiler ışığında bu çalışma kapsamında, sürdürülebilir mimarlığın en etkin unsuru olan çevre duyarlı, enerji kullanımını azaltan, kullanıcı konforunu ön planda tutan malzemelerin tercih edildiği yirmi örnek yapı incelenmiştir. Yapılan literatür taramaları ve incelenen örneklerin analizi sonucunda ekolojik ve sürdürülebilir yapılarda malzeme seçiminde ön plana çıkan başlıklar ve bu başlıkların analizi sonucunda alt gruplar oluşturularak bir çizelge elde edilmiştir. Çizelge üzerinde seçilen yirmi örnek projenin analizi yapılarak çizelgede yer alan parametrelerin etki dereceleri tespit edilmiş ve elde edilen veriler, alt parametreleri ile birlikte yorumlanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Sürdürülebilir kalkınma, Çevre duyarlı mimarlık, Sürdürülebilir malzeme

## **Investigation of Material Selection on Environmentally Sensitive Buildings for Sustainable Development Model**

**ABSTRACT:** The environment, financial and social ranges secured by the concept of "sustainability" which has begun to pick up significantly in each range of life since the conclusion of the 20th century, are the points that planners have come close to. In this direction, studies on both construction systems, design criteria and material selection issues of sustainable and energy sensitive structures are carried out. Building materials, one of the basic components of environmentally sensitive structures, contribute to the development of sustainability through the process of production, the site, the use and the recycling process after use, both in relation to the environment and in the role of energy saving as well as in the physical relationship established by the environment. In the light of this information, twenty sample structures in which environmentally conscious, energy-saving, user comfort prefabricated materials, which are the most effective elements of sustainable architecture, are preferred within the scope of this study. As a result of the literature reviews and the analysis of the examined samples, subheadings emerging in the selection of materials in ecological and sustainable structures and subscale were obtained as a result of analysis of these headings. By analyzing the selected twenty sample projects on the chart, the effect ratings of

*the parameters included in the chart were determined and the obtained data was interpreted together with the subparameters.*

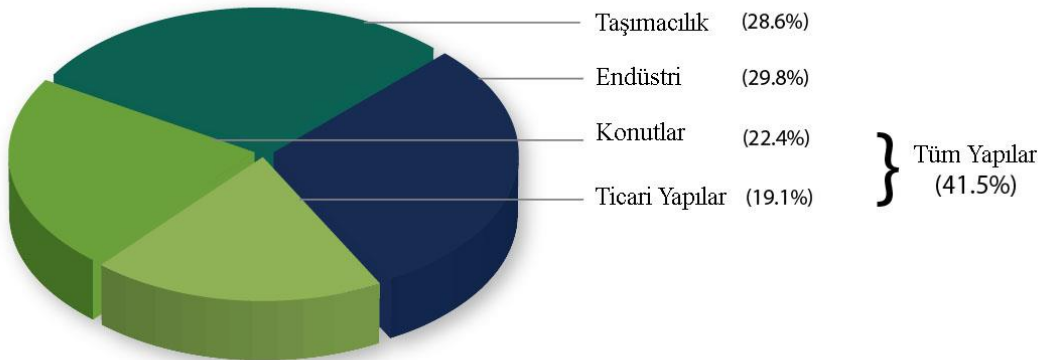
**Key words: Sustainable development, Environment-friendly architecture, Sustainable material**

## GİRİŞ

Enerji kavramı insan yaşamının temel gereksinimlerinden biridir. Ülkelerin sanayi devrimiyle ekonomik kalkınma yarışına girmeleri, teknolojik gelişmelerin hızla ilerlemesi ve artan nüfusla beraber enerjiye duyulan ihtiyaç da orantılı şekilde artmaktadır. Sanayi, konut, ulaştırma ve tarım sektörü gibi pek çok sektörde kullanılan enerji, yaşamın sürdürülebilirliği açısından da önem taşımaktadır.

Gelişmişliğin göstergesi olarak kabul edilen enerjinin; üretim, çevrim, taşınım ve kullanım aşamalarında doğal çevre üzerinde oluşturduğu etki, değerlendirilmesi gereken önemli bir konudur. Nüfus artışına, sanayileşmenin gelişimine paralel olarak kurulan büyük ölçekli enerji üretim ve çevrim stratejileri ekolojik dengeyi önemli ölçüde etkilemektedir. Bunun sonucunda oluşan çevre sorunları hem ulusal hem de uluslararası düzeyde tartışılmaktadır.

Binalar, yaşam döngüleri boyunca harcadıkları enerji ile oluşan kirlenmelerde ve enerji kaynaklarının tükenmesinde oldukça etkilidir. Tüketilmekte olan enerjinin %41,5'lik payının (Şekil 1) yapı sektörüne ait olması, sürdürülebilir kalkınmanın ve sürdürülebilir mimarlığın gelişiminin gelecek nesiller için nedenli önemli olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 1. Enerji tüketiminin sektörlere göre dağılımı (URL-1)

Ekolojik mimarlığın yapının enerji gereksinimini en aza indirme çabası, tasarım ölçütlerinin doğru uygulanması ve doğru malzeme seçimi ile sağlanmaktadır. Yapılarda, dayanıklılık ve diğer performanslardan ödün vermemek koşulu ile düşük enerjili malzemelerin tercih edilmesi çevresel bir yaklaşımdır. Yapı malzemelerinin enerji etkin olabilmesi için yaşam döngüsünün her aşamasında enerjiyi az ve verimli kullanması gerekmektedir. Hammaddesinin doğadan elde edilmişinden başlayıp üretilmesi, taşınması, kullanılması ve geri dönüşüm aşamasına kadarki süreçte enerjiyi etkin kullanan yapı malzemelerinin tercih edilmesi, yapılarda enerji verimliliğini arttırdığı gibi sürdürülebilir kalkınmaya da önemli katkılar sağlamaktadır.

Nüfus artışı ve ekonomik büyüme ile artan enerji gereksinimi; yaşam standartlarını iyileştirme, ekonomik ve üretime dayalı etkinlikleri gerçekleştirebilme noktasında

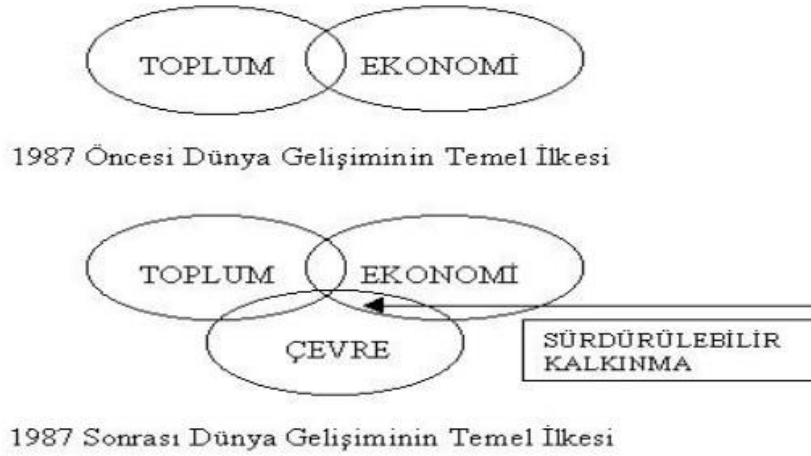
sürdürülebilir kalkınmanın temel girdisi olarak kabul edilmektedir. Enerji, sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik, sosyal ve çevresel boyutunun tümü ile yakından ilgili bir unsurdur.

Bu noktada bir disiplin olarak mimarinin sürdürülebilir kalkınma modeli için önemi, enerji etkin yapı malzemelerini kullanarak sağladığı enerji verimliliği ile ekonomiye, insan-insan ve insan-çevre ilişkisi ile de sosyal ve çevresel boyutuna sunduğu katkıdır.

Yapılan bu çalışmada, mimari literatürde yer alan ekolojik ve sürdürülebilir yapılar araştırılıp, bu yapılarda kullanılan malzemeler yatay strüktür, düşey strüktür ve detay malzemeleri olarak gruplandırılmıştır. Gruplandırılan malzemelerin ekolojik ve sürdürülebilir yapı tasarımında tercih edilme nedenleri dikkate alınarak oluşturulan sonuç tablosunda etki dereceleri incelenmektedir. Çalışma sonucunda çevre duyarlı mimarinin sürdürülebilir kalkınma modeli için önemi elde edilen verilerle ortaya konmaktadır.

## SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE ÇEVRE DUYARLI YAPILARDA MALZEME SEÇİMİ

Sürdürülebilirlik, günümüzde birçok disiplinin odaklandığı bir araştırma alanıdır. İlk defa 1972 yılında Stockholm 'İnsan ve Çevre' bildirgesinde yayınlanmıştır. Bunu 1976 Barcelona sözleşmesi ve 1987 Dünya Çevre ve Kalkınma komisyonu tarafından yayınlanan 'Ortak Geleceğimiz' raporu (Brundtland raporu) sürdürülebilirliğin günümüzde de kullanılan tanımını ortaya koymuştur: 'Sürdürülebilir kalkınma, günümüzün ihtiyaçlarını karşılarken gelecek nesillerin de kendi ihtiyaçlarını karşılama olanaklarını tehlikeye atmadan yapılan kalkınmadır (Brundtland, 1987).' Sürdürülebilirliği; çevre, sosyal, ekonomik olmak üzere birbiri ile etkileşim içinde olan bu üç ana alan oluşturur.



Şekil 2 Sürdürülebilir Kalkınmanın Değişen Gündemi (Koçhan, 2002)




Sürdürülebilir gelişme, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme becerisini kısıtlamaksızın, günümüzün ihtiyaçlarının karşılandığı gelişme olarak tanımlanmakta (Brundtland, 1987) ve anahtar bir kavram olarak birçok disiplini etkilemektedir. Mimarlık disiplinine sürdürülebilirliğin yansımaları olarak ortaya çıkan 'yapıda sürdürülebilirlik / sürdürülebilir mimari' kavramlarının pek çok ülke tarafından kabul görmesi, bu doğrultuda alınacak önlemlerin ve yapılacak çalışmaların dikkatle ele alınmasını gerektirmiştir. Bu noktada öne çıkmaya başlayan çevre duyarlı yapılar alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarını verimli bir şekilde kullanması, çevreye uyumlu olması, çevre kirliliğinin azalmasına katkıda bulunması ve kullanılan malzemelerin sürdürülebilir nitelik taşıması gibi özellikleri ile ülkelerin politikalarında yer almaya başlamıştır.

Binaların çevresel etkilerinin azaltılması ekonomik, çevresel ve sosyal açıdan sürdürülebilirliğin geliştirilmesi ile sağlanır. Binaların doğal çevre üzerinde oluşturduğu




olumsuz etkilerin önemli bir kısmını, yapılı çevre oluşumunda etkin olan yapı malzemeleri oluşturmaktadır.

Malzemelerin; kaynaktan çıkarılmasından son işleme kadar ki süreçte oluşturduğu atıkların; hava, su ve toprak kirliliğine neden olması çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedendir ki; çevresel etkileri açısından yapı malzemelerin değerlendirilmesi ve bu etkilerin azaltılması ile ilgili yapılan ve yapılacak olan çalışmalar önemlidir. Bu amaç doğrultusunda ulusal ve uluslararası literatürde yer alan yapı örnekleri araştırılarak çevre duyarlı yapıların bina kabuğunda, yatay ve düşey strüktürlerinde, detay kısımlarında ve yalıtımında kullanılan malzemeler Tablo 1 de verilmiştir.




Tablo 1: İncelenen çevre duyarlı yapılarda malzemelerin kullanıldıkları yere göre sınıflanması

Çevre Duyarlı Yapı Örnekleri Künyesi	Görseli				
	Adı		Education Center Nyanza	Sustainable House	Senegal kültür Merkezi
	Kullanım Tipi		Eğitim Binası	Konut	Kültür Merkezi
	Bölgenin İklim Tipi		Çöl İklimi	Ilıman Okyanus İklim	Ilıman İklim
Yapıda Kullanıldığı Yere Göre Malzemeler	<b>Bina Kabuğu Malzemesi</b>		Kerpiç, Çelik, Papiürs, Hasır, Galvaniz sac	Yüzeyi yakılmış sedir ahşap, Güneş paneli, Meşe, Cam, Ahşap doğrama	Tuğla, Beton, Saz hasır çatı, Bambu
	<b>Strüktür Malzemeleri</b>	<b>Duvar</b>	Kerpiç tuğla	LVL Ahşap (KERTO)	Tuğla
		<b>Kolon</b>	Çelik	Meşe Kütükler	Beton
		<b>Kiriş</b>	Çelik	LVL Ahşap (KERTO)	Beton
		<b>Döşeme</b>	Döşeme	LVL Ahşap (KERTO)	Beton
		<b>Çatı İskeleti</b>	Çelik	LVL Ahşap (KERTO)	Bambu
	<b>Detay Malzemeleri</b>	<b>Doğrama</b>	Siyah metal çerçeve	Ahşap görünümlü metal çerçeve	Doğrama ve cam kullanılmamış
		<b>Zemin Kaplama</b>	Kerpiç Tuğla	Meşe kaplama	Geri dönüş. kırık fayans
		<b>Duvar Kaplama</b>	Kerpiç Tuğla	Yüzeyi yanmış sedir ahşap panel, Meşe	Kerpiç Tuğla
		<b>Çatı Kaplama</b>	Galveniz çatı kaplama	Ahşap (Meşe), Güneş Paneli	Saz hasır çatı
		<b>Tavan Kaplama</b>	papiürs	Ahşap (Meşe)	Bambu çatı iskelet
	<b>Koruyucu Malzemeler</b>	<b>Isı Yalıtım Yardımcı</b>	Kerpiç Tuğla, Hasır Kapı	Selüloz izolasyonu, üç cam, yanmış ahşap kaplama	Kerpiç Tuğla
		<b>Su Yalıtım Yardımcı</b>	Galvaniz Çatı Kaplama, Saz Hasır	Yanmış rubinia ahşap kaplama	Saz hasır çatı, Kerpiç Tuğla
		<b>Ses Yalıtım Yardımcı</b>	Kerpiç Tuğla, Saz Hasır	Selüloz izolasyonu, Yanmış rubinia ahşap kaplama	Kerpiç Tuğla

Tablo 1 Devamı: İncelenen çevre duyarlı yapılarda malzemelerin kullanıldıkları yere göre sınıflanması

Çevre Duyarlı Yapı Örnekleri Künyesi	Görseli				
	Adı		Barretts Grove Apartmanı	Doğa ve Çevre Öğrenme Merkezi	Senegal kültür Merkezi
	Kullanım Tipi		Yüksek katlı konut	Kültür Binası	Kültür Merkezi
	Bölgenin İklim Tipi		Yağışlı ılıman iklim	İlman Okyanus	İlman İklim
Yapıda Kullanıldığı Yere Göre Malzemeler	<b>Bina Kabuğu Malzemesi</b>		Delikli tuğla, bronz çelik çerçeve, cam, hasır	Pv panel, Cam, Beton, Metal doğrama, Ahşap	Yün ağ içinde yosun, OSB 3, ahşap doğrama
	<b>Strüktür Malzemeleri</b>	<b>Duvar</b>	Çapraz lamine ahşap	Ahşap Kontrplak	İçi yosun doldurulmuş ahşap çerçeve
		<b>Kolon</b>	Çapraz lamine ahşap	Beton	OSB 3
		<b>Kiriş</b>	Çapraz lamine ahşap	Beton	OSB 3
		<b>Döşeme</b>	Çapraz lamine ahşap, Beton	Beton	Zemin Kat: Beton Ara Kat: OSB 3
		<b>Çatı İskeleti</b>	Çapraz lamine ahşap	Ahşap	OSB 3
	<b>Detay Malzemeleri</b>	<b>Doğrama</b>	Bronz metal çerçeve	Alüminyum Doğrama	Karaçam ağaç kaplama
		<b>Zemin Kaplama</b>	Çapraz lamine ahşap	Parke	Ladin ağaç kaplama
		<b>Duvar Kaplama</b>	Çapraz lamine ahşap	Alçı Panel, Sıfır VOC Boya	Karaçam ağaç kaplama
		<b>Çatı Kaplama</b>	Kırmızı delikli tuğla	Ahşap Cephe Kaplaması, Pv Panel	Yün ile örülü ağlara doldurulmuş yosun
		<b>Tavan Kaplama</b>	Çapraz lamine ahşap	Ahşap, Beton	İçi kurutulmuş yosun dolu keten bez
	<b>Koruyucu Malzemeler</b>	<b>Isı Yalıtım Yardımcı</b>	Kırmızı delikli tuğla, Çapraz lamine ahşap	Beton Trombe Duvar	Yosun, OSB3, PE film, Vindpap, Ahşap Lif Levha
		<b>Su Yalıtım Yardımcı</b>	Tuğla, Ahşap	Buhar Bariyer macunu	Yosun, OSB3, PE film
		<b>Ses Yalıtım Yardımcı</b>	Kırmızı delikli tuğla, Çapraz lamine ahşap	Ahşap Kaplama	Yosun, OSB3, PE film, Ahşap Lif Levha

Tablo 1 Devamı: İncelenen çevre duyarlı yapılarda malzemelerin kullanıldıkları yere göre sınıflandırılması

Çevre Duyarlı Yapı Örnekleri Künyesi	Görseli				
	Adı		1301 New York House	Ty Pren House	Ex of in House
	Kullanım Tipi		Konut	Konut	Konut
	Bölgenin İklim Tipi		Sıcak-Ilıman iklim	Ilıman Okyanus İklimi	Ilıman Okyanus İklim
Yapıda Kullanıldığı Yere Göre Malzemeler	<b>Bina Kabuğu Malzemesi</b>		Kaplama, Metal doğrama, Cam, PV panel, çelik, Dikişli metal panel	Kayrak kiremit, karaçam ağaç kaplama, gri alüminyum doğrama	Poraver cam, beyaz alçı sıva, maun ağacı doğrama, çatı güneş panel kap.
	<b>Strüktür Malzemeleri</b>	<b>Duvar</b>	Alçı Panel	Çapraz lamine ahşap	Ahşap
		<b>Kolon</b>	OSB	Çapraz lamine ahşap	Ahşap
		<b>Kiriş</b>	OSB	Çapraz lamine ahşap	Ahşap
		<b>Döşeme</b>	Beton	Beton	Ahşap
		<b>Çatı İskeleti</b>	OSB ve Alçı panel	Çapraz lamine ahşap	Ahşap
	<b>Detay Malzemeleri</b>	<b>Doğrama</b>	Antrasit Boyalı Metal Doğrama	Gri alüminyum doğrama	Maun ağacı
		<b>Zemin Kaplama</b>	Parke kaplama	Meşe kaplama	Huş ağaç kontrplak
		<b>Duvar Kaplama</b>	Sıfır VOC boya	Huş ağacı kontrplak, Ty Mawr sıva ve kireç boya	Huş ağacı kontrplak
		<b>Çatı Kaplama</b>	Kenetli galvaniz çatı, PV panel	Galce kayrak taşı	Güneş paneli
		<b>Tavan Kaplama</b>	Sıfır VOC boya	Yüksek performanslı kireç boya	Huş ağacı kontrplak
	<b>Koruyucu Malzemeler</b>	<b>Isı Yalıtım Yardımcı</b>	Poliizosiyanürat, XPS, Selüloz	Koyunyünü karıştırılmış yalıtım, Yüksek perfor. cam	Poraver cam, ahşap
		<b>Su Yalıtım Yardımcı</b>	Cat5, İntello hava bariyeri, Slicker HP	Ty Mawr kireç boya ve sıva	Tyvek su yalıtım örtüsü
		<b>Ses Yalıtım Yardımcı</b>	XPS, Selüloz	Karaçam ağaç kaplama	Poraver cam, PVB interlayer film

Tablo 1 de İncelenen yirmi yapının dokuz örneğinin yer aldığı yapılar, ulusal ve uluslararası literatürde yer alan farklı iklim bölgelerinde farklı kullanım türlerinde işlevlendirilen çevre dostu yapılardır. İncelenen yapı örneklerinden tespit edilen malzemeler yapıda kullanıldığı yerlere (Bina kabuğu malzemesi, strüktürde kullanılan malzemeler, detay malzemeleri, koruyucu malzemeler) göre ayrılmıştır. Tespit edilen malzemeler yapılan literatür çalışması ve incelenen çevre duyarlı yirmi yapıdan, malzeme seçimi ile ilgili ön plana çıkan dört başlık ve bu başlıkların analizi ile belirlenen alt parametreler ile tablo 2, tablo 3, tablo 4 ve tablo 5 de oluşturulmuştur. Tabloda yapılan incelemelerden elde edilen sonuçlar alt parametreleri ile aşağıda yorumlanmıştır.

Tablo 2: Tespit edilen malzemelerin niteliklerine göre sınıflandırılması

Malzemenin Özellikleri		Özellikli Malzeme Sayısı	Yapılarda Kullanımına Bağlı Etki Durumu	
1. Malzemenin Niteliği	Geri Dönüştürülen Malzeme	67	0	20
	Doğal Malzeme	36	0	20
	Yapay Malzeme	31	0	20
	Yerel Malzeme	22	11	9
	Çağdaş Malzeme	43	3	17

Tespit Edilen Toplam Malzeme Sayısı	Yapıda Kullanımına Bağlı Etki Aralığı		
70		Etkili	Çok Etkili

Yapıların çevresel etkilerinin en düşük düzeyde olmasını sağlamak, çevresel ve yapısal sürdürülebilirlik için yapım üretim sürecinin bütün aşamalarının dikkate alınması gerekmektedir. Bir yapının yaşam sürecinde oluşan çevresel etkilerin yaklaşık % 10'unun kullanılan yapı malzemelerinden kaynaklandığı göz önüne alındığında, yapı malzemesi seçiminin önemi ön plana çıkmaktadır (Sev, 2012). Bu bağlamda ulusal ve uluslararası literatürden seçilen örneklerden tespit edilen malzemeler tablo 2' de verilen parametreler ışığında niteliklerine göre gruplandırılmış ve incelenen yapı örnekleri içerisindeki etki derecesi tespit edilmiştir.

Geri dönüştürülebilir malzemeler, kısmen veya tümüyle üretim ve kullanım sonunda oluşan atıklardan üretilmiş olabileceği gibi, faydalı ömrünü tamamladıktan sonra geri dönüşüme olanak tanır (Sev, 2009). Bu nitelikteki malzemelerin doğal kaynakların kullanımını azaltması ve atık oluşumunu engellemesi ile sürdürülebilir kalkınmanın çevre boyutuna, sahip olduğu ve ilk üretimden kaynaklanan toplam enerji miktarını korumasından dolayı da sürdürülebilir kalkınmanın ekonomi boyutuna katkıda bulunur.

Doğal malzemeler; “doğal kaynaklı olup, öz yapıları doğa verilerine dayanan malzemelerdir. Bu tür malzemeler, doğadan doğrudan alınmış olabileceği gibi, yapılarına bazı özellikler de katılmış olabilir. Doğal malzemeler de çoğu zaman işlenmeye hazır ve yarı mamul halde bulunmaktadır. Bu tür malzemeler organik kökenlidir. Bitki, toprak ve taştan elde edilmektedir.”(Berber, 2012)



Mimaride doğal malzemelerin kullanılması; toksik madde içeren endüstriyel malzemeler değil, sağlıklı malzemelerle yapılması esasına dayanır. Sentetik katkısı olmayan veya minimumda olan doğal malzemeler tamamen geri dönüştürülebilirler. Bu nitelikteki malzemelerin doğayla tamamen uyumlu olmasından dolayı ekolojiye katkı sağlaması yönüyle sürdürülebilir mimarlığın çevre boyutuyla doğrudan ilintilidir.

Yapay malzemeler; doğal malzemelere katkı maddesi ekleme ve çıkarma işlemiyle elde edilen malzemelerdir. “Yapay malzemeler; doğal kaynaklı olmakla birlikte karakteri değişmiş ve istenilen özellikler kazandırılmış malzemelerdir. Yapay malzemelerin oluşumunda bir üretim söz konusudur. Bu tür malzemeler çeşitli yöntemlerle üretilir, öz yapıları orijinlerini oluşturan maddelerden farklı bir şekilde ve yeni ürünler halinde ortaya çıkarlar. Geçmişte doğada var olan bir takım malzemeler, günün teknoloji şartlarına göre kullanıma sunulurken, endüstri devrimi sonrasında başlayarak, yeni hammaddelerin üretime sokulması, ulaşım olanaklarının çoğalması ve malzemenin işlenebilmesini olanaklı kılan makineleşme sonucu, her türlü malzeme görülebilmektedir.” (Yener, 2002). Doğal malzemelerin kimyasal dönüşüm veya bileşiminden elde edilen yapay malzemelerin sürdürülebilir mimari tasarımında kullanımı incelenen örneklerden de yapılan çıkarımlar ışığında, sürdürülebilir mimari ekseninde geliştirilmiş malzemeler tercihli olmalıdır. İncelenen örneklerde kullanılan yapay malzemelerinde sürdürülebilir yapı sertifikalarına (EPD, LCA) sahip olanların tercih edildiği gözlenmiştir. Sürdürülebilir ve enerji etkin yapı tasarımında malzeme seçimi yaparken yapay malzemelerin değerlendirilmesi; geri dönüştürülmüş içerikli olması, geri dönüştürülebilir olması, uçucu organik bileşiği (VOC) içermemesi, Plastik ürünlerin tespit edilebilir seviyelerde polivinil klorür (PVC) içermemesi, enerji tasarruflu olması niteliklerini barındıracak şekilde olmalıdır. Bu özellikleri sağlaması koşulu ile sürdürülebilir ve enerji etkin yapılarda tercih edilebilir

Yerel nitelikli malzemeler, taşımacılığına bağlı olarak daha düşük bir enerji maliyeti ve hava kirliliğini azalması yönünde olumlu etkilere sahiptir. Yerel malzemelerin çevreci olma özelliği, ekonomik olarak sunduğu faydalar ve toplumsal kalkınmanın gelişimini destekleyici özellik taşıması sürdürülebilirliği oluşturan tüm bu bileşenler üzerinde olumlu etkiler taşıması açısından önemlidir. Uygulama alanına yakın çevrelerden temin edilebilmesi şantiye alanına ulaşım kolaylığı açısından nakliye ve ekonomiye, ulaşım sırasında yayılan zehirli gazlardan tasarruf edilmesi sonucu azalan karbon emisyonu ile çevre boyutuyla sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlamaktadır.

Çağdaş malzemeler, geleneksel yapı malzemeleri dışında özel projeler için butik olarak deneme amaçlı ya da nanoteknoloji ürünü malzemeler ile bugün enerji üretebilen ya da enerjiyi verimli kullanabilen yüksek performanslı malzemelerdir (Tekin, 2012). Enerji etkin nitelikte olan bu malzemeler sürdürülebilir kalkınmanın ekonomi boyutuna, geri dönüştürülebilir bileşenler içermesinde dolayı çevreye atık miktarını azaltmasından dolayı da çevresel boyutuna katkı sağlamaktadır.

Tablo 3: Tespit edilen malzemelerin ortam şartlarına uyum göstermelerine göre sınıflandırılması

Malzemenin Özellikleri			Özellikli Malzeme Sayısı	Yapıda Kullanımına Bağlı Etki Durumu	
2.Ortam Şartlarına Uyum Gösteren Malzemeler	Yapı Niteliği. İyileştiren	Enerji Tüketimini Azaltan.	49	0	20
		Kullanım ömrünü uzatan	63	0	20
		Bakım gider. düşüren	62	0	20
		Yapı fiziği niteliğini İyileştiren	61	0	20
	Enerji Dönüşümü Yapan	2	13	7	

Tespit Edilen Toplam Malzeme Sayısı	Yapıda Kullanımına Bağlı Etki Aralığı		
		Etkili	Çok Etkili
70			

Ortam şartlarına uyum gösteren malzemeler sınıfının ilk alt başlığı olan yapı niteliğini iyileştiren malzemeler, sürdürülebilirliğin temel koşullarından olan yapı kullanıcılarının yaşayabileceği fiziksel koşulları oluşturma, enerji etkin özelliği ile enerji tasarrufunda rol oynama, yüksek dayanım ve yalıtım özelliği ile yapı ömrünü kısaltan etkilere karşı direnç gösterme gibi özelliklere sahiptir. Bu tip sürdürülebilir malzemeleri Tablo 3’de belirlenen parametreler altında sınıflandırdığımızda enerji tüketimini azaltan, kullanım ömrünü uzatan ve yapı fiziği niteliğini iyileştiren nitelikte malzemelerin, incelenen çevre duyarlı yapılarda belirli oranlarda kullanıldığı görülmüştür.

Enerji tüketimini azaltan malzemelerinin kullanımı, enerji etkin yapı tasarımında etkili bir yöntem olmaktadır. Çünkü yapı malzemeleri diğer bütün özellikleriyle birlikte çevresel özelliklerini de kullanıldığı yapıya yansıtmaktadır. Yapı malzemesinin enerji etkin olabilmesi için de kendi yaşam döngüsünü oluşturan her aşamada enerjiyi az ve verimli kullanması gerekmektedir (Tıkansak, 2013). İncelenen çevre duyarlı yapılarda kullanılan bu malzemeler enerjiyi verimli kullanmaları ile sürdürülebilir kalkınmaya ekonomik açıdan katkı sunmaktadır.

Kullanım ömrünü uzatan malzemeler, yüksek dayanım ve yalıtım özellikli farklı nitelikli sürdürülebilir malzemenin sahip olduğu bir özelliktir. Çevre duyarlı yapılarda kullanılan bu özellikli malzemeler; ısı, hava, nem, su gibi yapı ömrünü kısaltan fiziki koşullara karşı gösterdiği yüksek performans ile yapının kullanım ömrünü uzatırken sürdürülebilir kalkınmaya ekonomik, çevresel olarak katkı sunmaktadır.

Yapı fiziği niteliğini iyileştiren malzemeler, kullanıcıların içinde buldukları ortamlarda fiziki ortam öğeleri olan ışık, ısı, ses ve hava devinimleri ile konforu iyileştirme özelliği, ortam şartlarına uyum gösteren malzemelerden nitelik değişimi yapan özellikli olanlarının en yüksek paya sahip olanıdır. Bu özellikli malzemelerin sürdürülebilir kalkınmaya katkısı ekonomik ve çevresel boyutlarıdır.

Ortam şartlarına uyum gösteren malzemeler sınıfının ikinci alt başlığı olan enerji dönüşümü yapan malzemeler, dış uyaran (ışık, ısı vb.) olarak aldıkları enerji girdisini bir formdan diğerine dönüştürürler. Sürdürülebilirlik açısından bakıldığında bu tip malzemeler normalde faydalanılamayacak enerji formlarını ihtiyaç duyulan enerji formlarına dönüştürerek

yapıya yarar sağlarlar ( Orhon, 2013). Bu tip sürdürülebilir malzemeleri Tablo 5’de belirlenen parametreler altında sınıflandırdığımızda güneş enerjisini kullanan ve gün ışığını kullanan nitelikte malzemelerin, incelenen çevre duyarlı yapılarda benzer oranlarda kullanıldığı görülmüştür. İncelenen bu malzemelerden güneş enerjisinden elektrik üreten fotovoltaik paneller ve termal paneller çevre duyarlı mimari uygulamalarda en yaygın kullanılanıdır. Elektrik enerjisi uygulandığında ışık enerjisi yayan mimari aydınlatmada kullanılan LED’ler incelenen yapılarda kullanılan diğer bir malzemedir.

Tablo 4: Tespit edilen malzemelerin yaşamsal niteliğine göre sınıflandırılması

Malzemenin Özellikleri		Özellikli Malzeme Sayısı	Yapıda Kullanımına Bağlı Etki Durumu	
3. Malzemenin İç Konfor Koşullarına Etkisi	Karbon Salınımı Düşük	68	0	20
	Sıcaklık Düzenleyici	46	0	20
	Nem Dengesini Koruyan	31	0	20
	Akustik konfor	45	0	20

Tespit Edilen Toplam Malzeme Sayısı	Yapıda Kullanımına Bağlı Etki Aralığı		
		Etkili	Çok Etkili
70			

Yapı malzemeleri, yaşam döngüleri boyunca farklı çevresel etkileri ve insan sağlığına etkileri olabilmektedir. Bu etkilerin azaltılması için yapı malzemeleri seçiminde malzemelerin sürdürülebilirlik ölçütleri önemli bir kistas olarak alınmalıdır. Yaşamsal niteliklerine göre sürdürülebilir malzemeleri Tablo 4’de belirlenen parametreler altında sınıflandırdığımızda; İç mekân da akustiği sağlama, sıcaklık düzenleme, nem geçirmezlik ve karbon salınımı düşük nitelikteki malzemelerin, incelenen çevre duyarlı yapılarda belirli oranlarda kullanıldığı görülmüştür.

Karbon salınımı düşük malzemeler, küresel çevre sorunlarının önüne geçmek için yapı sektörünün öncelikli olarak tercih ettiği malzemedir. İncelenen çevre duyarlı yapılarda tespit edilen malzemelerin tamamı bu özelliktedir. Bu özellik ile bir çevresel sorun olan küresel ısınma engellenmiş, hava kalitesi artırılmış olmaktadır. Böylelikle sürdürülebilir kalkınmaya çevresel açıdan katkı sağlanmış olunur.

Sıcaklık düzenleyici malzemeler, ısıtmada ve soğutmada enerji verimliliği sağlamanın en etkin yoludur. İncelenen çevre duyarlı yapılarda kullanılan malzemelerin etkin çoğunluğu bu özellikli malzeme tercih etmiştir. Sıcaklık düzenleyici özellikli malzemeler, enerji tüketimini azaltarak sera gazı salınımı ve sonucunda ortaya çıkan küresel iklim değişimi etkisini minimize etmektedir. Bu durumda sürdürülebilir kalkınmanın çevresel boyutuna katkı sağlamaktadır. Ayrıca enerji tüketimini azaltarak sürdürülebilir kalkınmanın ekonomi boyutuyla gelişine yardımcı olur.

Nem düzenleyici malzemeler, binaların istenmeyen suya maruz kalmalarını ve bu sonucunda yaşam konforunun etkilenmesini, binanın insan sağlığını tehdit eder noktaya gelmesini önlemektedir. İncelenen örneklerde kullanılan malzemeler arasında etkin bir paya sahip olan bu malzemeler; binanın bir kısmına ya da kapladığı alana zarar vermesini önlediği

için bakım giderlerinin azalması ve bina ömrünün uzaması nedeniyle sürdürülebilir kalkınmaya ekonomik ve çevresel açıdan katkı sağlamaktadır.

Akustiği sağlayan malzemeler, gürültünün insan ve toplum sağlığı açısından kabul edilebilir en yüksek düzeylerinin ortaya konması, gürültü koşullarının ölçüm ve tahmin yöntemleri ile belirlenmesi ve bunlara bağlı olarak gürültü kontrolünün sağlanarak mekân içindeki sesin homojen olarak dağılması sağlanmaktadır (Özçetin ve ark., 2015). İncelenen çevre duyarlı yapılarda kullanılan malzemelerden akustiği sağlama özellikli olanlar yerel ve geri dönüştürülebilir nitelikli olmasından dolayı sürdürülebilir kalkınmanın gelişimine katkı sağlamaktadır.

Tablo 5: Tespit edilen malzemelerin atık yönetimine göre sınıflandırılması

Malzemenin Özellikleri		Özellikli Malzeme Sayısı	Yapıda Kullanımına Bağlı Etki Durumu	
4. Malzemenin Yaşam Döngüsü Boyunca Enerji Verimliliği	Üretim Aşaması	38	0	20
	Uygulama Aşaması	69	0	20
	Kullanım Aşaması	70	0	20
	Geri Dönüşüm Aşaması	69	0	20

Tespit Edilen Toplam Malzeme Sayısı	Yapıda Kullanımına Bağlı Etki Aralığı		
70		Etkili	Çok Etkili

Sürdürülebilir kalkınmanın temel bileşenlerinden biri olan doğal çevrenin minimum zarar göreceği şekilde korunumu, yaşadığımız ortamın sağlıklı bir şekilde gelecek nesillere aktarılmasında kritik öneme sahiptir. Bu derece önemli bir faktöre mimarlık disiplininin katkısı yapı bileşeni olan yapı malzemelerinin üretimden başlayıp geri dönüşüm sürecine gelineye kadar ki yaşam döngüsünde enerjiyi verimli kullanmasıdır. Sürdürülebilir kalkınmanın hem ekonomik hem de çevre boyutuna katkı sağlayacak olan bu özellik incelenen çevre duyarlı yapılarda kullanılan malzemelerin yaşam döngüleri süresince enerji verimlilikleri açısından tablo 5’de sınıflandırılmıştır.

Malzemenin üretim aşamasındaki enerji verimliliği ile kaynaktan çıkarılış ve işleme evresinde enerji kullanımını en aza indirme ve çevresel kirlenmenin önlenmesini sağlanmaktadır. İncelenen çevre duyarlı yapılarda tespit edilen malzemelerin çoğunluğunun yerel kaynaklı olması, çağdaş malzemelerin ise enerji verimliliği, dayanım performansı yüksek olacak şekilde üretilmesi sonucu sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik boyutuna katkı sağlayarak gelişimini desteklemektedir.

Uygulama ve kullanım aşamasında enerjinin verimli kullanılması, yapılarda enerji ve kaynak korunumu sağlayarak ekolojik ve ekonomik açıdan olumlu özellikler katmaktadır. Çeşitli ısısal özellikleriyle de iç mekân konfor koşullarının sağlanmasına katkıda bulunmaktadır. İncelenen yapılarda da etkin çoğunlukla kullanılan bu özellikli malzemeler sürdürülebilir kalkınmaya enerjiyi etkin kullanmasından dolayı ekonomi boyutu ile katkı sağlamaktadır.

Geri dönüşüm aşamasında, hammadde kaynaklarının tüketimi engellenmekte ve ürünlerin yok edilmesi sırasında oluşan zararların ve harcanan enerjinin azaltılması sağlanmaktadır. Bazı

yapı malzemesinin üretiminde büyük miktarda enerji kullanılmaktadır. Ancak, üretiminde yeni işlenmemiş kaynakların yerine geri dönüştürülmüş maddelerin kullanılması hammadde korunumu yanında önemli miktarda enerji korunumu da sağlamaktadır (Tıkansak, 2013). Geri dönüşüm aşamasında enerji verimliliğinin sağlanması ile sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik boyutuna katkıda bulunmaktadır.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Sürdürülebilir ve enerji etkin yapı örnekleri üzerinde yapılan incelemeler sonucunda; yapı çevrenin sürdürülebilir olmasının ve kaynakların asgari ölçüde tüketilmesinin ekolojik çevre üzerindeki etkisinin önemli düzeyde olduğu gözlenmiştir. Çevre duyarlı yapılar, tasarım özellikleri ve yapımında kullanılan malzemeleri ile enerji kullanımını minimum düzeyde tutmaktadır. Dünyada tüketilen enerjinin yaklaşık olarak yarısının binalar tarafından kullanılıyor olması (Şekil 1), yapı sektöründe enerji verimliliği için alınacak her önlemin sürdürülebilirliğin gelişimi açısından ne derece önemli olduğunu göstermektedir.

Yapı tasarımında kullanılan yapı malzemeleri yaşam döngüleri süresince çevre ile etkileşim içindedirler. Hammaddenin elde edilmesinden başlayarak üretim aşaması, kullanım aşaması, yıkım aşaması ve geri dönüşüm aşamalarının hepsinde, yapı malzemeleri çevre ile alış-veriş içindedir. Bu süreçte değişim işlemlerinin boyutları ne kadar fazla olursa, çevresel etkileri de o düzeyde artmaktadır. Çevre problemlerinin ciddi boyutlar kazanması malzemelerin ekolojik dengeye zarar vermeyecek şekilde geliştirilmesini veya kullanılmasını gerekli kılmıştır. Bu noktada yapı tasarımının önemli bir parçası olan malzeme seçimi konusunda mimarlara önemli görevler düşmektedir. Tasarımcıların malzeme seçimi yaparken, kullanacağı nitelikteki malzemenin yaşam döngüsü boyunca enerji verimliliği, iç konfor koşullarına etkisi, ortam şartlarına uyum göstermesi, çevresel atık oluşturmaması gibi parametreleri göz önünde bulundurmaları gerekmektedir. Bu değerlendirmeleri yaparken de bölgenin hakim iklim koşullarının inşaat sürecini ve yapı malzemelerini doğrudan etkileyen başlıca faktör olduğu göz ardı etmemelidir.

Yapılması gereken; yapının iç ve dış çevresiyle olan dengesinin devamlılığını destekleyen sürdürülebilir malzemelerin kullanımının artırılması ile enerji verimliliğini arttırmak adına adımlar atılması, yenilenebilir kaynaklardan faydalanma sistemleri konusunda yapılan projelerle toplumun bilinçlendirilmesi, halka doğayla bütünleşik ve doğaya saygılı yaşama alanları sunarak bir kalkınma modeli olan sürdürülebilirliğin gelişimine katkıda bulunmaktır.

## KAYNAKLAR

- Berber, F., (2012). Ekolojik Malzemenin Tasarımdaki Yeri Ve Ekolojik Malzemeyle Mimari Konut Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi, İstanbul.
- Brundtland, G. H. (1987). Our common future-Call for action. Environmental Conservation, 14(4), 291-294.
- Koçhan, A., (2002). Sürdürülebilir Gelecek İçin Ekolojik Tasarım. Yapı Dergisi, 249, 46-49.
- Sev, A., Görgülü, C., Malzemede Yeşil Algı ve Beton Örneği, Mimarlıkta Malzeme Dergisi, ISSN:1306-6501 İstanbul, Türkiye, 21: 40-48 (Şubat 2012/1)
- Sev, A., (2009). Sürdürülebilir Mimarlık. YEM Kitabevi, 223, İstanbul.
- Orhon, A. V.(2013). Sürdürülebilir Mimaride Akıllı Malzeme Kullanımı., VIII. Uluslararası Sinan Sempozyumu, 2013, Edirne, 297-304
- Tekin, Ç.(2012). Enerji Etkin Yapılarda Malzeme Seçimi, Yeşil Bina Dergisi, Sayı 14, 46-52
- Tıkansak, T. E. (2013). Konutlarda Enerji Etkinliği. International Journal of Architecture and Planning, Volume 1 Issue 2, 189-200.

Özçetin,Z., Demirel, F., Pektař,S., Eminel, M.(2015). Eğitim Yapılarında Sürdürülebilir Malzeme Ve Akustik Konfor Koşullarının Sağlanmasına Yönelik Bir Çalışma, II. Uluslararası Sürdürülebilir Yapılar Sempozyumu, 2015, Ankara, 314-317

URL-1

<http://energyefficientcodes.com/facts/the-economic-case/>  
(Eriřim Tarihi: 06.04.2017)

Yener, N., (2002). Geliřim Süreci İçinde Malzeme Yapım Yöntemi Biçim İlişkisi. Yayınlanmamış Profesörlük Tezi, MSU, Fen Bilimleri Enstitüsü, s:77

## **EKLER**

Ulusal ve uluslararası literatürde yer alan çevre duyarlı yapılardan incelenen yirmi yapı;

- 1- Ryanza Eğitim Merkezi
- 2- Amsterdam Doğa ve Çevre Öğrenme Merkezi
- 3- Stonhenge Ziyaretçi Merkezi
- 4- Sustainable House
- 5- Senegal Kültür Merkezi
- 6- Barretts Grove Apartment
- 7- The Springfield House
- 8- KA Evi
- 9- Enerji Verimli Bambu Evi
- 10- Ex of in house
- 11- The Modern Seaweed House
- 12- Ty Pren House
- 13- Sunlight House
- 14- Eco-Sustainable House
- 15- Okavango Safari Lodge
- 16- The Wind House
- 17- 1301 New York House
- 18- Northern Rivers Beach House
- 19- Energy Neutral Bungalow
- 20- 1330 Brook House