

İç Mekan Hava Kalitesinde Yapı Malzemelerinin Rolü

Kübra ZORLU, Tülay TIKANSAK KARADAYI*

Gebze Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Gebze Yerleşkesi, Kocaeli / Türkiye

Öz

Sanayi devriminden önce yapı malzemeleri doğal ve yalın halleriyle yapılarda kullanılabilirdi. Sanayi devriminden sonra yapı malzemelerinin endüstride üretilmesi sürecinde, fabrikalarda kullanılan kimyasallar, yapıştırıcı ve vernikler nedeniyle uçucu organik bileşik, formaldehit gibi kullanıcının sağlığına zararlı bileşenler malzemenin yapısına işlenmektedir. Bu zararlı bileşenleri içeren yapı malzemelerinin yapılarda kullanılmasıyla iç mekan hava kalitesi bozulmakta ve insan sağlığı için risk oluşturmaktadır. Bununla birlikte hasta bina sendromu gibi bina ile ilişkili hastalıklar, kullanıcılarda ortaya çıkmakta ve çalışma verimliliğinin de düşmesine neden olmaktadır. Bu bağlamda, iç mekan hava kalitesine etkileri nedeniyle yapı malzemelerinin özellikleri ve bu özelliklere göre seçimi önemli olmaktadır. Bu çalışmada yapı malzemelerinin iç mekan hava kalitesine etkisi üzerine bir araştırma yapmak amaçlanmaktadır ve yapılarda kullanıcı konforunun sağlanabilmesi için iç mekan hava kalitesinde yapı malzemelerinin rolü ele alınmaktadır. Bu makalede yapı malzemelerinin türlerine göre, iç mekan hava kalitesi üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri belirlenmiştir. Malzemelerin içerisindeki toksik madde türüne, emisyon ve koku salınımına göre yapı ürünlerinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin iç hava üzerindeki rolü ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yapı malzemeleri, insan sağlığı, iç hava kalitesi,

A Research About The Effect Of Building Materials On Indoor Air Quality

Abstract

Before the industrial revolution, construction materials could be used in buildings in their natural and simple form. In the process of producing construction materials in the industry after the industrial revolution, the components that are harmful to the health of the user such as volatile organic compound, formaldehyde due to chemicals, adhesives and varnishes used in the factories are processed into the structure of the material. By using construction materials containing these harmful components in buildings, indoor air quality deteriorates and creates a risk for human health. However, building-related diseases, such as sick building syndrome, occur in users and lead to a decrease in work efficiency. Therefore, due to its effects on indoor air quality, the properties of the construction materials and their selection according to these features are important. This study aimed to investigate the effect of construction materials on indoor air quality and the role of construction materials in indoor air quality was discussed in order to provide user comfort in buildings. In this research, according to the types of construction materials, positive and negative effects on indoor air quality were determined. The

*Sorumlu Yazar: ORCID ID: orcid.org/0000-0003-2495-635X
e-mail: kzorla@gtu.edu.tr

Received: 04.11.2019

Accepted: 06.09.2020

role of physical, chemical and biological properties of building products on indoor air according to the type of toxic substance in the materials, emission and odor release has been demonstrated.

Keywords: Construction materials, human health, indoor air quality

Giriş

İnsanların barınma ve diğer ihtiyaçlarını karşılamak için doğal çevreyi dönüştürerek yapay çevre oluşturma eylemi, ilk çağlardan günümüze kadar devam etmiştir. Yapay hacimlerin inşa edilmesinde temel neden, kullanıcıların farklı aktiviteleri için, gereken mekanları oluşturarak, insanların barınma, çalışma, eğitim alma, sosyalleşme gibi temel gereksinimlerini karşılamaktır. Kapalı ortamlar; ofisler, konut ve okul yapıları, hastaneler, kütüphane ve kafeteryalar gibi bir dış kabuk ile doğal çevreden ayrılan, ihtiyaca, kullanıcı sayısına ve işlevine göre farklı formlarda inşa edilen yapılardır. Nitekim, yapıların inşa edilmesindeki amaçlardan birisi de, yapı ömrü boyunca, kullanıcılar için ısı, aydınlatma, havalandırma açısından uygun konfor koşullarının sağlanabilmesidir. Yapıların inşa edilmesindeki amaç bu doğrultuda olduğu halde, yapılarda konfor koşullarının sağlanamadığı durumlarda kullanıcılar üzerinde biyolojik ve psikolojik sağlık sorunları ortaya çıkabilmektedir. Bu sağlık sorunlarının yanı sıra, kullanıcıların çalışma verimleri ve etkinlikleri de azalmaktadır [1]. Yapılardaki kalitesiz ortamların,

insanlarda akciğer kanseri, kronik astım, balgam, göğüs daralması, göz, burun, boğaz tahribatı, soluk alma kapasitesinde azalma gibi sağlık sorunlarına yol açtığı bilinmektedir [2]. Dolayısıyla insanların zamanlarının % 80-90'nını geçirdikleri iç ortamlarda, kullanıcı konforunun sağlanması için gerekli olan etkenlerden birisi de iç mekan hava kalitesidir [3].

İç mekan havası bir diğer adıyla kapalı ortam havası, resmi kurumlar, konutlar, işyerleri, eğitim yapıları, hastane ve kültür yapıları gibi hacimlerde solunan havadır. İç mekan hava kalitesi, ağırlıklı olarak 1970'li yıllarda petrol krizinden sonra, enerji kısıtlamalarından kaynaklanan sorunlar nedeniyle ortaya çıkan ve önem kazanan bir kavramdır. Petrol krizinden sonra, ekonomiden kaynaklı enerji kısıtlamalarının getirdiği tasarruf politikaları nedeniyle; petrolün son ürünü olan plastik ve sentetik liflerin yapılarda kullanılması, HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) sistemlerinin kullanımının azaltılması, havalandırmanın gerekli miktarlarda yapılmaması, yapı kabuklarının doğal havalandırma ve aydınlatmayı sağlamayacak şekilde

tasarlanmasına bağlı olarak, iç hava kirleticilerinin yapılar da yayılmasıyla iç ortam hava kalitesinde bozulma meydana gelmiştir. Bu nedenle, kullanıcıların 1990'lı yıllarda, kapalı ortamdaki hava kirliliğinden dolayı sağlık sorunları yaşamaları, iç mekan hava kalitesi üzerine yapılan araştırmaları yoğunlaştırmıştır [4].

Dış havada olduğu gibi, iç hava da oksijen, karbondioksit, azot, hidrojen, gibi çeşitli gazlardan oluşmaktadır ve bu gazların hava içerisindeki farklı konsantrasyonları, havanın kalitesini

belirlemektedir [5]. İç çevredeki bu zararlı gaz, toz ve parçacıkların hava ortamındaki konsantrasyonunun, ulusal ve uluslararası standartlarda belirlenen düzeylerden fazla olması halinde, iç mekan hava kalitesi bozulmaktadır. İç mekanda, hava kirliliği oluşturan bu toksik maddeler; zehirli gazlar (karbon monoksit, karbondioksit, azot ve kükürt oksitler), uçucu organik bileşik, formaldehit, PVC, radon, kurşun olarak sıralanabilir. Bu kirleticilerin insan sağlığına etkisi Tablo 1'de verilmiştir [4].

Tablo 1. İç hava kirleticilerinin insan sağlığına etkileri

İç hava kirleticileri	İnsan Sağlığına Etkileri
Uçucu Organik Bileşik	Hasta bina sendromu
Formaldehit	Deride kızarıklık, tahriş, kanser şüphesi
Kurşun	Çocuklarda gelişim bozuklukları
Radon	Akciğer kanseri
PVC	Hormon bozukluğu
Zararlı Gazlar	Solunum yolu rahatsızlıkları, zehirlenme

Kapalı mekanlarda, bu toksik maddelere bağlı olarak salınımların ortaya çıkmasında; yapıyı oluşturan ana bileşenlerden olan yapı malzemelerinin önemli rolü vardır.

Sanayi devriminden önce yapılar da kullanılan malzemeler, taş, ahşap, kerpiç gibi doğal malzemelerdir. Herhangi bir katkı maddesi içermeyen bu malzemeler, doğadan elde edildikleri; saf ve yalın

halleriyle kullanılmaktaydı. Taş ve ahşap sadece kesilip, öğütülerek, topraktan elde edilen kerpiç ise harç haline getirilerek istenilen şekilde boyutlandırılmaktaydı. Sanayi devriminden sonra ise hem binalarda kullanılan malzemelerde, hem de yapı üretiminde geleneksel süreçlere göre birtakım değişiklikler ortaya çıkmıştır. 18.yy'ın ikinci yarısından sonra hız kazanan sanayileşme sonucunda, kentlerde işçi

göçlerine bağlı nüfusun artması, aynı zamanda gelişen teknolojinin sağladığı olanakları ile yeni malzemelerin üretilmeye başlanması gibi etkenler kentlerde yapılaşmanın artmasına, yeni yapı türlerinin ortaya çıkmasına sebep olmuştur.

Hızlı kentleşme ve modernleşme ile yapı sektöründe, gökdelen ve rezidanslar gibi yeni konut ve ofis yapılarının ortaya çıkmıştır. Ayrıca yapay malzemelerin üretilmeye başlanmasıyla yapılarda kullanılabilir alternatif malzemeler de çeşitlenmiştir. Bu yapay malzemelerden bazıları; beton, seramik, çelik, alüminyum, çimento, yalıtım malzemeleri, kompozit malzemeler, yapay ahşap, cam, akıllı malzemeler ve plastiklerdir. Bu malzemelerden bir kısmı, sanayide bazı işlemlere tabi tutulduğu için dayanımı arttırılmış, farklı ve yeni niteliklere sahip, estetik açıdan istenilen formlara göre şekillendirilebilen, kullanılacağı yapı türüne göre istenilen ölçülerde boyutlandırılabilen özelliktedir.

Endüstride bazı işlemlere tabi tutularak üretilen bu yapı ürünleri, bina yapımında doğal malzemelere alternatif oluşturması, istenilen standart ve boyut, özellikte elde edilebilmesi, dayanımı ve mukavemetinin yüksek olması gibi nitelikleri ile yapı sektörüne birçok avantaj sağlamaktadır. Ancak bu malzemelerin

üretimi sırasında kullanılan kimyasallar, yapının kullanımı, bakımı ve onarımı sırasında, malzemelerden iç ortama yayılmaktadır. Uçucu organik bileşenler ve formaldehit bu kimyasalların başlıcalarıdır. İç mekanlarda günlük kullanılan eşyalardan inşaat malzemesine kadar birçok ürün petrol bazlı olup Uçucu Organik Bileşik (UOB-VOC Volatile Organic Compounds) içermektedir. Bu durum, insanlardaki hasta bina sendromunu gibi hastalıkları arttırmaktadır. Ayrıca günümüzde kullanımı yasaklanan, ancak eski yapılarda yalıtım malzemesi olarak kullanılan asbest de, kanserojen madde emisyonları yayarak, insan sağlığı için potansiyel risk oluşturan maddelerdendir. Bu bağlamda, yapı malzemeleri, yapıların inşa edilmesi, bakımı, onarımı ve yıkımı aşamalarında iç hava kalitesini doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen parametrelerdendir.

Yapı malzemelerinin iç hava kalitesine etkileri, ürünlerdeki katkı maddelerinin türüne ve zararlı içeriğe sahip olup olmamasına göre değişmektedir. Yapı malzemelerinin yapısında; formaldehit, uçucu organik bileşik, radon, kurşun ve asbest gibi zararlı bileşenlerin bulunması ve bu kimyasalların standart değerlerde belirlenen düzeylerden daha fazla olarak iç ortamda yayılması, iç mekan hava kalitesinin bozulmasının temel sebebidir.

Yapı malzemelerinin iç mekan hava kalitesi üzerindeki olumsuz etkileri, sadece içerdiği zararlı bileşenlerinden dolayı emisyon yayması ile değil, aynı zamanda malzemenin yanması veya binanın kullanımını sırasında hasar görmesine bağlı olarak da ortaya çıkmaktadır. Bundan dolayı, malzemeler toksik madde içermese bile, toz tutması ve bozulmaya uğraması nedeniyle kapalı ortamlarda toz, kir ve parçacık oluşturarak da iç mekan hava kalitesini bozmaktadır. Bu olumsuz etkilere verilebilecek örnekler aşağıda belirtilmiştir.

Yapılarda kullanılan PVC (polivinil klorür), kullanım sırasında emisyon yaymasa bile, bu malzemenin yanması durumunda dioksin olarak bilinen zehirli gaz açığa çıkmaktadır. Olası yangınlarda yapısı bozulan PVC'den üretilmiş yapı elemanları, zararlı gazlar yayarak insanların zehirlenmesine neden olmaktadır.

Ahşap yonga levhaların üretimi sırasında, üreformatdehit reçinesi, HDF (yüksek yoğunluklu lif levha) ve MDF (orta yoğunluklu lif levha) gibi ahşap levhaların yapıştırılmasında kullanılmaktadır. Bu reçine; kanserojen formaldehit yaydığından, bu reçinenin kullanımıyla üretilmiş yonga levhalardan elde edilen yapı elemanı, ürün, mobilya ve eşyalar da kirletici kaynağı haline gelmektedir [6]. Bambu ve ahşap gibi, hammaddesini

doğadaki bitkilerin oluşturduğu yapı malzemelerinde ise, yetiştirme sırasında kullanılan pestisitler, hammaddenin yapısına işlendiği için bu malzemeler de zararlı emisyon yayabilmektedir [7].

İç mekan hava kalitesine uygun kapalı ortamlar tasarlayabilmek için yapılarda kullanılacak malzemelerin, iç hava kalitesini artıran veya iç hava kalitesini olumsuz etkilemeyen nitelikte olması gerekmektedir. Buna göre, insan sağlığı ve kullanıcı konforu açısından iç mekan hava kalitesinde yapı malzemelerinin seçimi önem kazanmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada, yapı malzemelerinin iç mekan hava kalitesi üzerindeki etkilerini ortaya koymak amaçlanmaktadır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, yapı malzemelerinin iç mekan hava kalitesine etkilerini saptamak için, ilk olarak iç mekan hava kalitesi kavramı, bu kavramın önemi, iç hava kalitesini etkileyen faktörler ve iç hava kirleticileri incelenmiştir. Yapı malzemelerinin içerdiği kimyasallar ve zararlı içerikler, ürünün türüne göre (mermer, ahşap, çelik vb.) tespit edilmiştir. Bu tespitlere göre yapı malzemelerinin iç mekan hava kalitesine etkileri, tablolar hazırlanarak belirlenmiştir.

Yapı malzemelerinde; hammadde ve üretimde kullanılan katkılara bağlı olarak salınımların meydana gelmesi, ürünün toz tutarak partikül yayması, malzemenin bozularak toz ve parçacık oluşturması (boyalar) gibi durumlar iç mekan hava kalitesi açısından önem arz etmektedir. Bu nedenle elde edilen veriler, bu başlıklarda ele alınarak sınıflandırılmıştır. Her malzeme; hammaddesinde veya üretimi sırasında kullanılan katkılarda; toksik madde olup olmamasına göre değerlendirilmiştir. Eğer malzemenin yapısında toksik madde varsa; bu zararlı bileşenler ve bu kirleticilerden kaynaklı emisyonlar malzeme bazında kategorize edilmiştir (Tablo 2). Böylece her malzeme türünün iç mekan hava kalitesine etkisi saptanmaya çalışılmıştır.

Bu yöntem çerçevesinde yapı malzemeleri; doğal taşlar (mermer, granit), doğal ve yapay ahşap, çimento, agrega, beton, tuğla, seramik, taş yünü, cam yünü, poliüretan köpük, XPS (haddelenmiş polistiren sert köpük), EPS (genleştirilmiş polistiren sert köpük), boyalar, yapıştırıcı ve vernikler, fotokatalitik özellikli akıllı malzemeler olarak sınıflandırılmıştır. Bu gruplandırmada yapılarda en çok tercih edilen ve kullanılan malzeme türleri baz alınmıştır.

Malzemenin iç hava kalitesini etkilemesindeki en önemli etken, yapısında bulunan zararlı bileşiklere bağlı olarak, üretimi veya kullanımı sırasında emisyon meydana getirmesidir. Bu nedenle, malzemelerin İHK'ne (İç Hava Kalitesi) olası olumsuz etkilerini tespit etmek için, ilk olarak, yapı malzemelerinden kaynaklı iç hava ortamına karışarak, kirlilik oluşturan, insan sağlığını olumsuz etkileyen toksik maddeler belirlenmiştir. Bu zararlı maddelerden, hangi tür kimyasal maddelerin, hangi yapı ürünlerinin hammaddesinde veya katkılarında kullanıldığı saptanmıştır. İkinci aşamada; iç hava kalitesi açısından;

- Malzemenin ana hammaddesinde toksik madde olması
- Malzemenin içerisinde kullanılan katkılarda zararlı içerik olması
- Malzemenin üretimi sırasında zehirli gazların açığa çıkması
- Malzemenin kullanımı sırasında iç hava ortamında emisyon oluşumuna neden olması
- Malzemenin, yapıların bakım, onarımı ve yıkımı sırasında parçacık oluşumuna veya UOB (Uçucu Organik Bileşik), formaldehit gibi

kirleticilerin salınımına neden olması

- Malzemenin içerisinde kullanılan lif, partikül ve taneciklerin insan sağlığına olumsuz etkilerinin olması
- Malzemenin kullanım ömrünün kısa olması nedeniyle iç ortamda toz, kir, parçacık oluşturması
- Malzemenin fiziksel özellikleri (lifli yapıda olması) nedeniyle partikül oluşturması
- Malzemenin neme dayanıksız olmasından dolayı biyolojik kirletici oluşturması
- Malzemenin, duvar, tavan ve döşeme elemanlarında, nemden kaynaklı yoğuşma ve rutubet oluşturması
- Malzemenin kapalı ortamlarda koku oluşturması

gibi olumsuz etkiler; parametre olarak belirlenerek, malzemelerin bu niteliklerden hangisine sahip olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu değerlendirmelere ait bulgular aşağıda ortaya konulmuştur.

Bulgular

Yapı malzemelerinin iç mekan hava kalitesi üzerinde, fiziksel, kimyasal ve

biyolojik özellikleri nedeniyle birtakım etkileri vardır.

Yapı malzemeleri, ürünün üretimi sırasında, zararlı gazlar açığa çıkması, malzemenin ana maddesinin toksik madde olması (asbest gibi), malzemenin içerisindeki katkılarda (yapıştırıcı, bağlayıcı, inceltici) kimyasalların kullanılması gibi sebeplerden ötürü iç hava kalitesini olumsuz etkilemektedir. İç hava kalitesi açısından malzemelerin en önemli etkisi, yapıların kullanımı sırasında olmaktadır. Yapı malzemeleri, binaların kullanımı sırasında, yapısındaki toksik maddelere bağlı olarak radon, kurşun, formaldehit, UOB gibi zararlı salınımlara neden olmaktadır. Bu etkilerin şiddeti, kirleticilerin hava ortamındaki konsantrasyon oranına göre değişmektedir. İç hava kirleticileri, bazı durumlarda sadece toksik maddenin hava ortamına karışmasıyla, bazı durumlarda ise hava ortamındaki diğer zararlı gazlar ile tepkime oluşturmak suretiyle iç hava kalitesini bozmaktadır. Ayrıca yapıların kullanımı sırasında, malzeme zararlı bir içeriğe sahip olmasa bile, ürünün kullanım ömrünün kısa olmasından dolayı deforme olduğunda toz, kir, parçacık oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra, yapısal özelliklerinden ötürü (taş yünü, cam yünü gibi malzemeler) insan sağlığını olumsuz etkileyen tanecik ve lifler de iç

hava ortamında yayılabilmektedir. Malzemenin biyolojik özellikleri de iç hava kalitesini belirleyen etkenlerden birisidir. Nitekim, malzemenin neme dayanıksız olması nedeniyle biyolojik kirlenici oluşturması, malzemenin nefes almaya yapısından dolayı, yapı içerisinde rutubet, nem oluşturması veya koku yayması bu duruma örnek verilebilir. Bu bulgulara göre, bazı malzemelerin iç hava kalitesine olumsuz etkileri fazla olurken, bazı malzemelerin olumsuz etkilerinin diğerlerine oranla daha az olduğu görülmüştür. Böylece her malzemenin, iç hava kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu anlaşılmıştır.

İç mekan hava kalitesinin belirlenmesinde temel etken, iç hava kirliliği ve bu kirliliğin kaynaklarıdır. İç çevrede oluşan hava kirliliği, kirlenicilerin hava içerisine yayılması ve hava ortamı içindeki derişiminin yüksek olması ile oluşmaktadır. Bu nedenle UOB, formaldehit, radon, asbest, kurşun, PVC, zararlı gazlar gibi tüm kirlenicilerin kapalı ortamlardaki konsantrasyonları dikkate alınmalıdır. Analiz aşamasında, yapı malzemeleri, geleneksel malzemeler (doğal taşlar, doğal ahşap, pişmiş toprak esaslı ürünler) ve sanayi devriminden sonra üretilen (beton ve beton katkıları, yapay ahşap, metaller, plastikler, yalıtım

malzemeleri vb.) malzemeler olarak seçilmiştir. Bu malzemelerden; mermer, granit, metaller, doğal ve yapay ahşap, çimento, agrega, beton, tuğla, seramik, alçı ürünleri, plastik, cam yünü, taş yünü, EPS (genleştirilmiş polistiren sert köpük), XPS (haddelenmiş polistiren sert köpük), poliüretan köpük, boyalar, yapıştırıcı ve vernikler, akıllı malzemelerin (fotokatalitik, lotus etkili nanomalzemeler) içerisindeki kirleniciler tespit edilmiştir (Tablo 2). Bu tablo verilerine göre, UOB ve formaldehit salınımlarının; yapay ahşap, boya, yapıştırıcı ve vernikler, alçı sıva, yalıtım malzemeleri (XPS, EPS, poliüretan köpük, taş yünü, cam yünü), plastiklerden kaynaklandığı görülmüştür. Kurşun salınımlarının; metaller, plastik ve boyalardan oluştuğu saptanmıştır. Radon kirliliğinin ise, doğal kayaç yapısına bağlı olarak hammaddeden kaynaklanması nedeniyle; toprak esaslı malzemeler, taş malzemeler veya bu malzemelerden üretilen yapay malzemelerde olduğu belirlenmiştir. Bu malzemeler; granit, çimento, agrega, beton, tuğla, seramik, alçı malzemeler olarak sıralanabilir. PVC kirliliği ise; plastikler, EPS, XPS, poliüretan köpük gibi yalıtım malzemeleri, boya, vernik ve yapıştırıcılarda mevcuttur. Asbest, 2010 yılında yasaklanmadan önce, beton agregasında, bağlayıcı katkılarında,

alçı sıvalarda, plastik ve yalıtım malzemelerinde kullanıldığından dolayı, 2010 yılından önceki yapılarda bu kirleticiye rastlanmaktadır. Partikül, toz ve lif ise, malzemelerin fiziksel ve biyolojik özellikleri, kullanım ömrünün kısa olması nedeniyle; boyalar, taş yünü, cam yünü, ahşap gibi ürünler de meydana gelmektedir. Yapı malzemelerinden; granit, pişmiş toprak malzemeler, çimento, agrega ve betonun yapısındaki en önemli zararlı içerik, radon gazıdır. Bu durum, ürünlerin

hammaddesindeki radyum, uranyum, potasyum gibi elementlerin ultraviyole ışınlar altında bozularak, radon gazı açığa çıkarmasından kaynaklanmaktadır. Metaller ise; üretimde kullanılan kurşun, arsenik gibi ağır metal elementlerden veya boyama işlemindeki metalik boyalardan dolayı toksik madde içerebilmektedir. Yapay ahşap, plastik, yalıtım malzemeleri, boyalar, yapıştırıcı ve verniklerdeki kimyasallar ise; UOB, formaldehit, vinil klorür, ağır metallerdir (Tablo 2).

Tablo 2. Yapı malzemelerindeki toksik maddeler

		Kirleticiler						
Malzeme Türü	Ürün Adı	UOBar	Formaldehit	Kurşun (Ağır Metaller)	Radon	PVC (Polivinil Klorür)	Partikül, Toz, Lif	Asbest (2010 öncesi yapılar)
Doğal Taşlar	Mermer	-	-	-	-	-	-	-
	Granit	-	-	-	+	-	-	-
Metaller		+	-	+	-	-	-	-
Ahşap	Doğal Ahşap	-	-	-	-	-	-	-
	Yapay Ahşap	+	+	-	-	-	-	-
Kompozit Malzemeler	Çimento	-	-	+	+	-	+	-
	Agrega	-	-	+	+	-	-	-
	Beton	+	-	+	+	-	-	+
Pişmiş Toprak Esaslı Malzemeler	Tuğla	-	-	-	+	-	-	-
	Seramik	+	+	+	+	-	-	-
	Alçı sıva Alçı levha	+	+	-	+	-	-	+
Plastik		+	+	+	-	+	-	+
Yalıtım Malzemeleri	Cam yünü Taş yünü	+	+	-	+	+	+	+
	EPS, XPS	+	+	-	-	+	+	+
	Poliüretan Köpük	+	+	-	-	+	+	+
Boyalar		+	+	+	-	+	+	+
Yapıştırıcı ve Vernikler		+	+	-	-	+	-	+
Akıllı malzemeler		-	-	-	-	-	+	-

Bu malzemelerin içerisindeki kirletici maddeler literatürdeki bilgilere göre belirlenmiştir [8]. Ayrıca, yapı ürünlerindeki toksik maddelerle ilgili net bilgiler; malzemelerin güvenlik bilgi formlarında da bulunmaktadır.

Malzemelerin iç hava kalitesine olumsuz etkileri; yapı ürünlerinde oluşan emisyon ve lif parçacıklarına göre iki başlıkta ele alınmıştır. Emisyon tablosunda; malzemelerin hammaddelerinde toksik madde olması, katkılarında zararlı içerik olması, üretiminde zararlı gaz açığa çıkması, kullanım sırasında salınım oluşturması, yapıların bakım-onarım ve yıkımında UOB, formaldehit oluşturması gibi parametreler baz alınmıştır (Tablo 3). Tablo 3'deki parametreleri yüksek oranda taşıyan malzemelerin; granit, çimento, agrega, beton, plastikler, yalıtım malzemeleri, boya ve vernikler, alçı esaslı malzemeler olduğu görülmüştür. Dolayısıyla bu malzemeler, yapısındaki

toksik maddelerden dolayı, İHK üzerinde etkisi fazla olan ürünlerdir. Partikül ve koku tablosunda ise; malzemelerin içerisindeki lif, taneciklerin insan sağlığı için risk taşıması, malzemenin erken bozularak toz, kirletici oluşturması, malzemenin fiziksel yapısından dolayı lif, toz, parçacık yayması, neme karşı dayanıksız olmasından dolayı biyolojik kirletici oluşturması, nem etkisi ile yapı elemanlarında rutubet, yoğunlaşma oluşturması, koku yayarak hava kalitesini bozması gibi kriterlere göre değerlendirme yapılmıştır (Tablo 4). Malzemelerin partikül ve koku yönünden ele alındığı bu tabloya göre; mermer, akıllı malzemeler bu parametrelere yüksek oranda sahip olmadıklarından İHK'ne olumlu katkı sağlamaktadırlar. Boyalar, yalıtım malzemeleri, plastik, yapıştırıcı ve vernikler, yapay ahşap gibi malzemeler ise bu olumsuz özelliklerin çoğunu taşımaktadır (Tablo 4).

Tablo 3. Yapı malzemelerinin İHK'ne olası olumsuz etkileri (emisyon)

ETKİLER					
(1. Ana Hammaddede Toksik Madde İçerikleri, 2. Malzemenin İçerisinde Kullanılan Katkılarda Zararlı İçerikler, 3. Üretim Sırasında veya Ürünün Yanması Sonucunda Zararlı Gaz Açığa Çıkması, 4. Malzemenin Kullanımı Sırasında Oluşabilecek Emisyonlar, 5. Malzemenin Bakım, Onarım ve Yıkımlarında, Kirleticilerin Oluşmasına Neden Olması)					
Ürün adı	1.	2.	3.	4.	5.
Mermer	-	-	-	-	+
Granit	Kayaçlardaki uranyum, radyum, toryum elementleri	-	+	Radon	+
Metaller	Kurşun, arsenik gibi metaller	Metalik boyalardaki UOB ve kurşun, kadminyum, civa vb. ağır metaller	-	Kurşun gibi ağır metaller, metalik boyalar (UOB)	+
Doğal Ahşap	-	-	-	-	-
Yapay Ahşap	-	Asetaldehit, benzen, etil benzen, tolüen, formaldehit, heksan, ksilen, stearin vb.	-	UOB, formaldehit	+
Çimento	Kayaçlardaki uranyum, radyum, toryum elementleri	Uçucu kül ve fırın çürüfündeki radon	+	Radon, uçucu kül	+
Agrega	Kayaçlardaki uranyum, radyum, toryum elementleri	Asbest esaslı vermikülit agrega, Kurşun esaslı agrega	+	Radon, eski yapılarda asbest	+
Beton	Kayaçlardaki uranyum, radyum, toryum elementleri	Kurşun ve asbest esaslı agrega, melamin, formaldehit, sülfanatlar, naftalen sülfanatlar, reçine tuzları	+	Radon, eski yapılarda asbest	+
Tuğla	Kayaçlardaki uranyum, radyum, toryum elementleri	-	+	Radon	+
Seramik	Kayaçlardaki uranyum, radyum, toryum elementleri	Seramik harcında renklendirici ve yüzeylerindeki koruyucular, Cr ⁺⁶ içerikli yapıştırıcılar	+	UOB, formaldehit	+
Alçı Sıva Alçı Levha	Kayaçlardaki uranyum, radyum, toryum elementleri	Tolüen, ksilen, UOB ve formaldehit reçineler	+	UOB, formaldehit, radon, asbest	+
Plastik	Vinil klorür, hidrokarbonlar, ağır metaller	Klor, civa, kadminyum, DHEP, benzen, UOB, ağır metaller	+	Ağır metaller (kurşun), UOB, formaldehit, vinil klorür	+
Cam Yünü Taş Yünü	Silis kumu, kireç taşı ve bazaltın yapısındaki uranyum, radyum, toryum elementleri	Melamin, fenol, üre formaldehit reçineleri	+	Formaldehit, radon, eski yapılarda asbest	+
EPS, XPS	Petrokimyasallar	Asetaldehit, benzen, etil benzen, formaldehit, stearin	+	UOB, formaldehit	+
Poliüretan Köpük	Petrokimyasallar	Asetaldehit, benzen, etil benzen, formaldehit, stearin	+	UOB, formaldehit	+
Boyalar	Boya pigmentlerindeki UOB ve ağır metaller (kurşun)	Asetaldehit, benzen, etil benzen, tolüen, formaldehit, heksan, ksilen, stearin, kurşun, trimetilbenzen, etil tolüen	+	UOB, kurşun, formaldehit	+
Yapıştırıcı ve Vernikler	Üre, melamin, fenol formaldehit	Etil benzen, benzen, tolüen, stearin, formaldehit	+	UOB, formaldehit	+
Akıllı Malzemeler	-	TiO ₂	bilinmiyor	-	+

Tablo 4. Partikül ve koku analizine göre yapı malzemelerinin İHK'ne olumsuz etkileri

ÜRÜN ADI	ETKİLER					
	Malzemenin İçerisindeki Lif, Partiküllerin İnsan Sağlığına Olumsuz Etkilemesi	Malzeme Ömrünün Kısa Olması Nedeniyle Deforme Olduğunda Toz, Lif Oluşturması	Malzemelerin Fiziksel Özelliği (Lifli Yapısı) Nedeniyle Partikül Oluşturması	Neme Dayanıksız Olup Biyolojik Kirlenici Oluşturması	Duvar, Döşeme ve Tavanlarda Nem Etkisi İle Yoğuşma Oluşturması	Koku Oluşturma
Mermer	-	-	-	-	-	-
Granit	Kayaçlardaki uranyum, radyum, toryum elementleri	-	-	-	-	+
Metaller	Kurşun gibi ağır metaller	-	-	-	-	+
Doğal Ahşap	-	+	+	+	+	+
Yapay Ahşap	UOB, Formaldehit	+	+	+	+	+
Çimento	Uçucu kül, fırın çürufu	+	+	+	+	+
Agrega	Kayaçlardaki uranyum, radyum, toryum elementleri	-	-	-	-	+
Beton	Kayaçlardaki uranyum, radyum, toryum elementleri	-	-	+	+	+
Tuğla	Kayaçlardaki uranyum, radyum, toryum elementleri	+	-	+	+	+
Alçı Sıva Alçı Levha	Kayaçlardaki uranyum, radyum, toryum elementleri	+	-	+	+	+
Plastik	Vinil klorür, hidrokarbonlar, ağır metaller	+	+	-	+	+
Cam Yünü Taş Yünü	Taş ve cam yünü lifleri	+	+	+	+	+
EPS, XPS	Petrokimyasallar	+	+	+	+	+
Poliüretan Köpük	Petrokimyasallar	+	+	+	+	+
Boyalar	Solventler, kimyasal çözücüler	+	+	+	+	+
Yapıştırıcı ve Vernikler	Solventler, kimyasal çözücüler	+	+	+	+	+
Akıllı Malzemeler	TiO ₂	-	-	-	-	-

Bu tablolardaki verilere göre, bir malzeme emisyon açısından iç hava kalitesini olumsuz etkilerken, dayanımı ve

mukavemetinin yüksek olması ya da fiziksel özellikleri nedeniyle iç hava kalitesini olumlu etkileyebilmektedir.

Örneğin; granit, radon salınımına bağlı olarak iç hava kalitesini olumsuz etkilerken, malzeme ömrünün uzun olması, lifli yapıda olmaması gibi özellikleriyle (toz, parçacık oluşturmadığı için) iç hava kalitesini olumlu etkilemektedir. Doğal ahşap malzeme ise, ürünün saf özünü yüksek oranda koruması nedeniyle salınım oluşturmadığı için kullanıcılara sağlıklı iç hava ortamı sunarken, neme karşı dayanıksız olması nedeniyle biyolojik kirletici oluşturabilmektedir. Mermer, hem emisyon hem de partikül ve koku tablolarına göre olumsuz etkileri az olan malzemelerdendir. Yalıtım malzemeleri yapılarındaki kimyasallara bağlı olarak emisyon oluşumuna neden olurken, aynı zamanda lifli yapıları nedeniyle iç mekanda toz, kir ve parçacık oluşturabilmektedirler. Boyalarda; üretimi sırasında kullanılan kimyasallar nedeniyle UOB ve formaldehit yaymakta, bunun yanı sıra malzeme ömrünün kısa olması nedeniyle iç mekanda toz, parçacık oluşturmaktadır. Koku tablosuna göre de, plastikler, boya ve vernikler, yapay ahşap malzemeler İHK'ni en çok etkileyen ürünlerdir. Sonuç olarak malzemenin; fiziksel (lifli yapıda olması, malzeme ömrünün kısa olması) özellikleri, dayanımı, salınım oluşturması, koku yayması gibi birçok faktör bu ürünlerin İHK'ne etkisini belirlemektedir. Ancak bu

tespitler, malzemelerin genel sınıflandırmasına göre olduğu için; her malzeme türünde bu niteliğin bulunup bulunmaması, kimyasalın ürün içerisindeki toksisite oranı, ürün bazında değişebilmektedir. Örneğin; solvent içerikli boyalar, su bazlı boyalara göre daha fazla UOB içermektedir. Doğal taşların radyoaktivite oranları (granit), beton, çimento, agrega ve tuğlaya göre daha fazla olabilmektedir. Yapay ahşap malzeme ve boyalarda, UOB salınımları alçı levha ve yalıtım malzemelerine göre daha yüksek olabilmektedir. Ancak literatürde yapılan bazı deneysel çalışmalarda, yapay ahşap levha ve alçı levhaların üzerinde, kaplama olarak herhangi bir malzemenin kullanılması durumunda, yapı ürününde oluşan salınım oranlarını azalabildiği gözlemlenmiştir [6].

Tartışma

Bu bulgulara göre, malzemelerin iç hava kalitesine etkileri bazı yönlerden olumlu iken, bazı yönlerden olumsuzdur. Örneğin; doğal ahşap saf özünü koruduğu için hiçbir toksik madde barındırmamaktadır, ancak bu malzeme suya ve neme dayanıksız olduğundan dolayı mantar, küf gibi biyolojik kirleticiler yaymakta ve yapı elemanlarında abiyotik bozunma meydana getirmektedir. Bu deformasyonu engellemek için empenye

işlemi yapıldığında da malzeme doğal halini kaybetmekte, cila ve vernikler malzemeye uygulanmaktadır. Cila, verniklerde UOB ve formaldehit salınımı meydana getirmektedir. Sonuç olarak bu çalışmadan elde edilen çıkarımlar aşağıdaki tablolarda verilmiştir. Bu bağlamda, yapı malzemelerinin tamamının, ürün bazında, iç mekan hava kalitesine etkisi genel çerçevede değerlendirilerek Tablo 5'te ortaya konulmuştur.

Bu değerlendirme sonuçlarına göre, iç hava kalitesine en çok olumsuz etkisi olan malzemeler, plastikler, boyalar, yapıştırıcı ve vernikler, XPS, EPS gibi yalıtım malzemeleri, beton, yapay ahşap, alçı sıva ve levhalardır. Bu malzemelerden; yapay ahşap, yalıtım malzemeleri, yapıştırıcı, boya, vernikler yüksek oranda UOB ve formaldehit içermektedir. Alçılarda, alçıtaşının doğal yapısı nedeniyle radon, eski yapılarda kullanılmış asbest dolayısıyla asbest lifleri, ayrıca UOB ve formaldehit salınımı vardır. Betonda ise, vermikülit esaslı agregalar nedeniyle asbest, doğal kayalar nedeniyle radon, kurşun esaslı agregalar nedeniyle kurşun bulunmaktadır. Dolayısıyla bu malzemeler, yapısındaki toksik maddelerden dolayı, İHK üzerinde etkisi fazla olan ürünler olarak

belirlenmiştir. Mermer, doğal ahşap, akıllı malzemeler ise düşük yayımlı olmaları, az seviyede kirletici barındırmaları veya hiç barındırmamaları gibi özellikleri ile diğer malzemelere oranla İHK'ne olumlu etkileri olan malzemelerdir.

Yapı malzemelerinin İHK'ne etkileri genel olarak ele alınacak olursa, yapay ahşap, boya ve vernikler, yalıtım malzemeleri, plastikler İHK'ni en çok etkileyen malzemelerdir. Mermer, doğal ahşap, akıllı malzemeler ise İHK'ni diğer malzemelere göre daha az seviyede etkilemektedir. Metaller, pişmiş toprak esaslı malzemeler (tuğla, seramik), alçılar, beton, agrega gibi malzemeler ise mermer ve doğal ahşaba oranla iç hava kalitesini daha fazla etkilemektedir. Etki değerlendirmesine göre, malzemelerin, toksik madde, emisyon oluşturma, partikül, toz ve küf oluşturma, koku oluşturma, iç mekan havasını temizleme gibi parametrelere göre İHK'ne olumlu ve olumsuz etkileri saptanmıştır. Böylece iç mekan hava kalitesini etkileyen yapı ürünleri ile ilgili veriler, genel bir çerçevede Tablo 6'da ortaya konulmuştur.

Tablo 5. Yapı malzemelerinin iç mekan hava kalitesine etkisi

Malzeme Türleri	İç Mekan Hava Kalitesine Etkileri	
	Olumlu Özellikler	Olumsuz Özellikler
Mermer	<ul style="list-style-type: none"> -İç hava ortamını olumsuz etkileyecek, toksik kirletici madde barındırmaz. -Düşük yayımlı malzeme olduğundan az miktarda emisyon üretirler. -Mukavemeti yüksek olduğundan, sert dayanıklı olduğundan toz, kir, parçacık oluşturmaz 	-
Granit	<ul style="list-style-type: none"> -Yapısında bazı kirletici maddeler içermesine rağmen, yapay ahşap, yalıtım malzemeleri, boya ve vernikler kadar emisyon üretmez. -Mukavemeti yüksek olduğundan, sert dayanıklı olduğundan toz, kir, parçacık oluşturmaz. 	<ul style="list-style-type: none"> -Üretildiği kayaçların yapısındaki radyum, uranyumun bozunması nedeniyle radon salınımına neden olur.
Metaller	<ul style="list-style-type: none"> -Düşük yayımlı malzeme olduğundan az miktarda emisyon üretirler. -Mukavemeti yüksek olduğundan, sert ve dayanıklı olduğundan toz, kir, parçacık oluşturmaz. 	<ul style="list-style-type: none"> -Malzemelerde kullanılan katkıları nedeniyle kurşun, arsenik gibi ağır metalleri içerir. -Ayrıca metalik boyama işlemlerine bağlı olarak UOB salınımına neden olabilir.
Doğal Ahşap	<ul style="list-style-type: none"> -Saf özünü koruduğu için iç hava kalitesini olumlu etkiler. -Ayrıca karbon tutucu özelliğiyle, zararlı gazlardan CO₂ hava içerisindeki konsantrasyonunu azaltarak iç hava kalitesini arttırmaktadır. 	<ul style="list-style-type: none"> -Malzemenin ömrünü ve dayanımını artırmak için, malzemeye uygulanan koruyucu ve vernikler kimyasal içerebilir. -Neme karşı dayanıksız olduğundan biyolojik kirletici oluşturabilirler. -Hızlı deforme olması durumunda, kullanım sırasında toz, kir ve parçacık oluşturabilir.
Yapay Ahşap	-	<ul style="list-style-type: none"> -Yapıştırma ve vernik işlemlerinde kullanılan formaldehit, tolüen ve ksilen gibi kimyasallar nedeniyle iç hava kalitesini olumsuz etkiler. -UOB ve formaldehit salınımına neden olur.
Çimento	-	<ul style="list-style-type: none"> -Ayrıca çimento üretiminde kullanılan uçucu kül hem üretim yerlerinde hem de kapalı alanlarda iç ve dış hava kirliliğine neden olmaktadır. -Çimentonun elde edildiği hammaddelerin, katkıların (fırın cürufu) uranyum, toryum barındırmasından dolayı radon salınımı meydana getirmektedir.
Agrega	<ul style="list-style-type: none"> -Yapay ahşap ve boyalara göre daha az emisyon üretirler. 	<ul style="list-style-type: none"> -Doğal kayaçlardan elde edildiği için radon salınımına neden olur. -Ayrıca vermikülitten üretilen agregalarda asbest, kurşun esaslı agregalarda kurşun gibi kirleticiler içermektedir.
Beton	<ul style="list-style-type: none"> -Yapay ahşap ve boyalara göre daha az emisyon üretirler. 	<ul style="list-style-type: none"> -Yapısında, kurşun ve vermikülit esaslı agregalar, melamin, formaldehit sülfatlar, naftalen sülfatlar, reçine tuzları gibi toksik maddeler üretiminde kullanılmaktadır. Bu nedenle radon, kurşun, UOB gibi kirleticileri içerebilmektedir.
Tuğla	<ul style="list-style-type: none"> -Düşük yayımlı malzeme olduğundan az miktarda emisyon üretir. 	<ul style="list-style-type: none"> -Üretildiği toprak ve kayaç yapısındaki elementlerin bozulmasıyla radon salınımına neden olabilir.

Tablo 5. devamı

Seramik	-Düşük yayımlı malzeme olduğundan az miktarda emisyon üretir.	-Seramik harcında kullanılan renklendirici ve koruyuculardaki Cr+6 ve yapıştırıcıda kullanılan maddeler (tolüen, ksilen) UOB, formaldehit salınımına neden olabilir.
Alçı sıva Alçı levha	-Yalıtım sağlayarak, iç hava kalitesini etkileyen sıcaklık ve nemim dengelenmesinde etkilidir.	-Alçı taşının yapısındaki doğal maddelerden dolayı radon salınımı ortaya çıkarır. -Ayrıca alçı levhaların yapıştırılmasında kullanılan formaldehit reçineler UOB salınımına neden olur.
Plastik	-	-Bazı plastiklerin üretiminde kullanılan kadmiyum, kurşun, krom, civa, DHEP, benzen gibi kimyasallar emisyon oluşturmaktadır. -Ayrıca bu malzeme yandığı zaman zehirli bir gaz olan dioksin bileşiği açığa çıkmaktadır.
Cam yünü Taş yünü	-Yalıtım sağlayarak, iç hava kalitesini etkileyen sıcaklık ve nemin dengelenmesinde etkilidir.	-Cam yünü; lifli yapısından dolayı üretiminde ve kullanıldığı yerlerde toz, lif ve parçacık oluşturabilir. -Ayrıca taş yünü ve cam yününün yapıştırılmasında kullanılan melamin, üre ve fenol formaldehit reçineleri emisyon oluşturmaktadır. -Bunun yanı sıra silis kumu, kireç taşı, bazalttan üretildikleri için radon salınımına neden olur.
XPS, EPS, Poli Üretan Köpük	-Yalıtım sağlayarak, iç hava kalitesini etkileyen sıcaklık ve nemin dengelenmesinde etkilidir.	-Fiziksel özellikleri ve malzeme ömrünün kısa olması nedeniyle toz, partikül oluşturabilir. -Yapısında asetaldehit, etil benzen, formaldehit ve stearin kullanıldığı için iç hava kirleticileri oluşturmaktadır.
Boyalar	-	-Malzeme ömrü kısa olduğu için çabuk bozularak partikül oluşturabilir. -Boyaların türüne göre salınım oranları değişmektedir. Kurşun esaslı boyalar, solvent içerikli boyalar, su bazlı boyalara göre daha fazla emisyon üretmektedir. -Asetaldehit, benzen, etil benzen, tolüen, formaldehit, hegzan, ksilen, stearin, kurşun, trimetil benzen, etil benzen, etil tolüenin kullanıldığı boyalar iç mekan hava kalitesini olumsuz etkilemektedir. -Ayrıca boya pigmentinde ağır metaller de kullanılmaktadır. (Kurşun esaslı boyalar gibi).
Yapıştırıcı Vernikler	-	-Yapısında iç hava kalitesini olumsuz etkileyen, etil benzen, benzen, formaldehit, stearin, tolüen gibi kimyasallar bulunmaktadır.
Akıllı malzemeler (Fotokatalitik, lotus etkili)	-Toksik maddeleri fotokataliz özelliğiyle parçalayarak, iç mekan havasının temizlenmesine yardımcı olmaktadır.	-Fotokatalitik etkili nano malzemelerdeki TiO ₂ (titanyum dioksit) insan sağlığına zararlı bir bileşendir.

Tablo 6. Yapı malzemelerinin İHK'ne etki değerlendirilmesi

Malzeme Türü	Toksik Madde İçerme	Emisyon Oluşturma	Toz, Küf, Partikül Oluşturma	Koku Yayma	İç Mekan Havasını Temizleme
Mermer	⊕	⊕	⊕	⊕	⊖
Granit	⊕	⊕	⊕	⊕	⊖
Metaller	⊕	⊕	⊕	⊕	⊖
Doğal ahşap	⊕	⊕	⊕	⊕	⊖
Yapay ahşap	⊕	⊕	⊕	⊕	⊖
Çimento	⊕	⊕	⊕	⊕	⊖
Agrega	⊕	⊕	⊕	⊕	⊖
Beton	⊕	⊕	⊕	⊕	⊖
Tuğla	⊕	⊕	⊕	⊕	⊖
Seramik	⊕	⊕	⊕	⊕	⊖
Alçı sıva Alçı levha	⊕	⊕	⊕	⊕	⊖
Plastik	⊕	⊕	⊕	⊕	⊖
Cam yünü Taş yünü	⊕	⊕	⊕	⊕	⊖
XPS, EPS, Poliüretan Köpük	⊕	⊕	⊕	⊕	⊖
Boyalar	⊕	⊕	⊕	⊕	⊖
Yapıştırıcı ve vernikler	⊕	⊕	⊕	⊕	⊖
Akıllı malzemeler	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕

⊕ Olumlu Etkili (kirletici, koku, emisyon içermeyen) ⊕ Olumsuz Etkili (kirletici, emisyon, koku içeren) ⊖ Etkisiz

Sonuçlar ve Değerlendirme

Yapı malzemelerinin iç mekan hava kalitesi üzerinde, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri nedeniyle olumlu ve olumsuz etkileri vardır. Yapı malzemelerinin iç hava kalitesindeki rolü üzerine yapılan araştırma ve tespitlere göre, malzemelerin iç hava kalitesine bazı olumsuz veya olumlu etkileri olduğu görülmüştür. Ancak yapı malzemelerinden, özellikle yapay ahşap, yalıtım malzemeleri, boya, yapıştırıcı ve vernikler, plastik gibi malzemelerin emisyon salınımı yüksek olduğundan iç hava kalitesi üzerinde olumsuz etkilerinin fazla olduğu tespit edilmiştir. Mermer, doğal ahşap ve akıllı malzemeler ise iç hava kalitesine

olumlu katkı sağlayan, bunun yanı sıra olumsuz etkileri diğerlerine göre daha az olan yapı ürünleridir.

Sonuç olarak geleneksel malzemelerin insan sağlığı ve kullanıcı konforu açısından kullanışlı malzemeler oldukları bilinmektedir. Yapay malzemeler ise, üretiminde kullanılan kimyasallar, yapıştırıcı ve vernikler nedeniyle uçucu organik bileşik, formaldehit zararlı salınımlar meydana getirmekte ve kullanıcı sağlığını olumsuz etkilemektedir. Ancak bu olumsuz etkilerin şiddeti, malzemenin türüne (su bazlı veya solventli boya olması gibi), üretildiği firmaya, malzemenin

üretiminde kullanılan toksik maddelerin derişimine kadar birçok farklı etkene bağlı olarak değişmektedir. Bu makalede bilgiler malzemelerin genel özelliklerine göre ele alınmıştır. Bu kapsamda yapı malzemelerinde tespit edilen bu olumsuz etkileri en aza indirmek için;

- Binaların yapım, bakım ve onarım, iyileştirme, yenileme aşamalarında kullanılan boya, derz, dolgu, sıva, kompozit panel, kaplama gibi tüm malzemeler, binada kirleticilerin yayılmasını engelleyen dayanıklı ürün ve sistemlerden seçilmelidir.

- Kimyasalların veya toksik maddelerin, malzemenin içeriğinde ya hiç bulunmadığı ya da kullanıcılarda zararlı etki oluşturmayacak düzeyde olduğu sağlıklı ürünler tercih edilerek, ekolojik iç çevre koşulları yapılarda oluşturulmalıdır.

- Malzeme seçiminde, iç hava kalitesi açısından yapı malzemelerinin iç ortam hava kirliliğine etkisi dikkate alınmalıdır.

- Endüstride, ekolojik tasarım kriterlerine uygun malzeme üretimi sağlanmalıdır.

- Yapı malzemelerinin üretiminde zararlı ürün kullanılmamalı, toksik içerikli kimyasalların kullanımı olabildiğince en aza indirilmelidir.

- Yapılarda kullanılacak yapı malzemelerinin az yayımlı, düşük emisyonlu, toksik madde içeriğine sahip

olmayan veya az seviyede kimyasal içeren özellikte olanlardan seçilmesine dikkat edilmelidir.

- Ancak öncelikli olarak inşaat sektöründe görev alanların ve kullanıcıların bu konuda bilinçli olması önem arz etmektedir.

- Yapı malzemelerinde kullanılan katkı maddelerinin içerikleri ile ilgili firmaların tanıtım broşürleri hazırlaması da tasarımcıların bilgi sahibi olmasını kolaylaştıracaktır.

Kaynaklar

[1] Alptekin O, Çelebi G, 2015. Toz Partiküllerinin İç Mekan Hava Kalitesi Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi. Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8 (1): 30-49.

[2] Akal D, 2013. İç Ortam Hava Kirliliği ve Çalışanlara Olumsuz Etkileri. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Çalışma Dünyası Dergisi, 1(1): 112-119.

[3] Demirarslan KO, Başak S, 2018. Hasta Bina Sendromu Literatür Araştırması, ve Çeşitli Mekanların İç Hava Kalitelerinin Karşılaştırılması. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi 6(2): 190 – 201.

[4] Yurtseven E, 2007. İki Farklı Coğrafi Bölgedeki İlköğretim Okullarında İç Ortam Havaasının İnsan Sağlığına Etkileri Yönünden Değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul

[5] Motör D, 2011. Edirne Bir İşletme İç Ortam Hava Kalitesi ve Çalışanların Sağlığına Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi. Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Edirne

[6] Yengar K, 2015. Sustainable Architectural Design, New York, USA, ISBN: 978-0-415-70234-8.

[7] Flynn A, Chan, KW, Zhu, ZH, Yu L, 2015. Sustainability, space and supply chains: The role of bamboo in Anji County, China. Journal of Rural Studies, 49, 128-139.

[8] Zorlu K, 2019. Yapı Malzemelerinin İç Mekan Hava Kalitesine Etkisi Üzerine Bir Araştırma, Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli