

YAŞAM DÖNGÜSÜ SÜREÇLERİNDE YAPI ÜRÜNÜ-ÇEVRE ETKİLEŞİMİ

Gökçe Tuna Taygun*, Ayşe Balanlı

YTÜ Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye
gctaygun@superonline.com, tuna@yildiz.edu.tr

Özet

Çevre, yaşam içinde yer alan ilişkiler ve yaşamın olduğu ortamlar bütünüdür. Yapı, kullanıcının gereksinimlerini gidermek üzere tasarlanmış ve üretilmiş bir yapma çevredir ve kullanıcılarının gereksinimlerini kendisini oluşturan yapı ürünlerinin özellikleri ile karşılar. Yapı ürünlerinin yaşam döngüsü; ürünü oluşturan hammaddelerin edinimi ile başlayan, ürünün kullanımının sona ermesi sonucu yok edilmesi ile biten, birbirini izleyen ve birbiri ile ilişkili süreçler bütünüdür.

Yapı ürünlerinin yaşam döngüsü süreçleri;

- Hammadde edinimi,
- Yapı ürününün üretimi,
- Yapı ürününün yapıya uygulanması,
- Yapı ürününün kullanımı, bakım ve onarımı, kullanımının yinelenmesi,
- Yapı ürününün geridönüşümü,
- Yapı ürününün yok edilmesi

dir. Yapı ürünleri; yaşam döngüsü süreçleri boyunca çevre ile doğrudan ya da dolaylı bir etkileşim içerisindedir. Tasarımcıların doğru ürün kararı verebilmesi için; yaşam döngülerinde yapı ürünü-çevre etkileşimine ilişkin bilgileri edinmesi gerekmektedir.

Anahtar Sözcükler: Yapı ürünü, çevre, yaşam döngüsü, yaşam döngüsü süreçleri, yaşam döngüsü değerlendirmesi

Abstract

Consisting of the relations occurring in life, environment is the complete whole where life itself formed. A building is an artificial environment designed and built to meet the user's needs. These needs are fulfilled with the properties of building products that form the building. Life cycle of building products is a whole sequence of processes related with each other beginning with the extraction of the raw materials that form the product and ending with the disposal of the product.

Life cycle processes of building products are;

- Raw materials extraction,
- Production,
- Application,
- Usage,
- Recycle,
- Disposal.

Building products are directly or indirectly in interaction with environment during life cycle process. In order for the designers to give the correct product decision, the information of the effects of the building products to the environment during the life cycle processes have to be obtained.

Keywords: Building product, environment, life cycle, life cycle processes, , life cycle assessment

* Bu makale, birinci yazar tarafından YTÜ Mimarlık Fakültesi'nde tamamlanmış olan "Yapı Ürünlerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesine Yönelik Bir Model Önerisi" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır.

1. Giriş

Endüstri Devrimi öncesinde sınırlı sayıdaki ürünler arasından seçim yapmak ve karmaşık olmayan kullanıcı gereksinimlerine çözüm getirmek; görgü, gelenek ve deneyime dayalı olmuştur. Ancak endüstrileşme sonucu oluşan toplumsal ve ekonomik değişim, kullanıcı gereksinimleri yanında yapı ürünlerini de nicelik ve nitelik olarak etkilemiştir. Bu da ürün kararı verecek olan tasarımcının sorumluluklarını artırmıştır (1).

Var olan yapı ürünlerinin üretim tekniklerinin değişmesi, yeni yapı ürünlerinin bulunması ve çeşitlerinin hızlı bir biçimde artması ile nitelikleri gelişmiş ve değişmiştir. Yapı ürünü bilgilerine ilişkin; mesleki yayınlar, satış firmalarının broşürleri, Türk Standartları Enstitüsü (TSE) ve Sanayi Bakanlığı yayınları, Yapı Kataloğu gibi çeşitli kaynaklar bulunmaktadır. Çoğu kaynak, yapı ürününün;

- Görsel (biçim, büyüklük, renk, vb.),
- Fiziksel (birim ağırlık, nem ve su ile ilgili özellikler, ısı ile ilgili özellikler vb.),
- Kimyasal (su ve nem etkisi, gazların etkisi, korozyon etkisi vb.),
- Mekanik (çekme ve basınç karşısındaki davranışlar, kayma ve kayma gerilmeleri, kesme direnci vb.),
- Teknolojik (şekil değiştirme, kırılma, çarpma direnci vb.),
- Ekonomik (üretim, taşıma, depolama maliyeti vb.)

özelliklerini ya da sadece yapıda kullanımına ilişkin bilgileri içermektedir (1, 2). Ancak bu kaynakların sınırlı sayıda ve dağınık olması, farklı amaçlar için oluşturulması; yapı ürününün çevre ile ilgili özelliklerine ilişkin bilgilerin edinimini engelleyebilmekte ve yapı ürünü seçiminde yanlış kararlar verilebilmektedir.

Yapı ürünü seçimindeki kararın yanlış verilmesi ile öncelikle doğal ve yapma çevre; dolayısıyla insan sağlığı, ayrıca da ülke ekonomisi zarar görmektedir. Sağlıklı yapma çevreler; doğru ürün kararı ile oluşturulabilir. Doğru ürün kararı; yeterli düzeyde ürün bilgisini, bu da bilgi sistemini gerektirmektedir.

Yaşam döngüsü süreçlerinde yapı ürünü-çevre etkileşimi konusunda mimarları ve ürün üreticilerini bilinçlendirmek amacı ile bu çalışma; yapı ürünlerinin seçiminde doğru kararların alınabilmesi açısından önemli görülmektedir.

Yapı ürünlerinin sadece kullanım değil, var olduğu tüm süreçlerde çevre ile etkileşimine ilişkin bilgilerin belirlenmesi sonucunda; yapıda ürün seçiminde doğru kararların verilebileceği ve böylece sağlıklı doğal ve yapma çevrelerin oluşturulabileceği varsayılmaktadır.

Çalışma, tüm ürünleri değil; sadece yapı ürünlerinin yaşam döngüsü süreçlerinde çevre ile etkileşimini içermektedir.

Sırası ile çalışmada; çevre, yapı ürünü ve çevre kirliliği tanımlanmış, yapı ürünlerinin yaşam döngüsü ve yaşam döngüsü süreçlerinde yapı ürünü-çevre etkileşimi açıklanmıştır.

2. Çevre Yapı Ürünü ve Çevre Kirliliği

“Çevre, yaşam içinde yer alan ilişkiler ve yaşamın olduğu ortamlar bütünüdür” (3). Yaşayan tüm organizmaların; yaşamları içindeki bütün ilişkilerini kapsayan ortam; canlı çevre (insan, hayvan, bitki, mikroorganizmalar), yaşamlarının olduğu ortamlar ise; cansız çevre olarak tanımlanmaktadır. Cansız çevre; doğal (su, hava, toprak) ve yapma çevreden (yapı, yapı ürünleri vb.) oluşmaktadır.

Yapı, “kullanıcının gereksinmelerini gidermek üzere tasarlanmış ve üretilmiş bir yapma çevredir. Kullanıcının temel gereksinimi; ‘yaşamını sağlıklı sürdürme’, yapının asal amacı ise ‘sağlıklı bir yaşam sunma’ dır” (3). Yapı, kullanıcıların gereksinimlerini kendisini oluşturan yapı ürünlerinin özellikleri ile karşılamaktadır. Yapı üretiminde temel ürün; gereçtir. “Doğada her amaca uygun gereç bulunmaz ve çoğu kez gereç doğadaki biçimi ile yapıya girmez. Yapay süreçlerle çeşitli işlemlerden geçirilen doğal kaynaklar, amaca uygun ve birbirine göre daha çok bitirilmiş yapı ürünlerine dönüştürülür” (1).

İnsan etkinlikleri ile çevreyi oluşturan öğelerin niteliklerinin değişmesi ve değer kaybetmesi (4) olarak tanımlanan **çevre kirliliği**; su, hava ve toprak kirliliği olarak sınıflanabilmektedir.

Su kirliliği; insandan kaynaklanan etkiler sonucunda su kaynaklarını bozacak ölçüde organik, inorganik, biyolojik ve radyoaktif nesnelere suya karışması ve ekolojik dengede niteliksel değişimlerin gerçekleşmesi olarak

tanımlanmaktadır. Kirleticilerin doğrudan etkilerinin yanında tarımsal ve endüstriyel etkinlikler ile insan yerleşmeleri kaynaklı, içinde insan sağlığına zararlı maddeler bulunan ve atık olarak adlandırılan kirli sular, yüzey sularını ve yeraltı sularını da kirletmekte ve dolaylı olarak çevre kirliliği yaratmaktadır. Örneğin azotlu ya da fosforlu gübrelerin çözeltilerindeki bol miktarda fosfor içeren bileşikler de dolaylı yolla zararlı olmaktadır. Bu zararlı çözeltiler; deniz, göl ya da akarsuları organik ve inorganik besin maddeleri bakımından zenginleştirmektedir. Bu duruma ‘suların biyoelementler tarafından zenginleşmesi; **ötrifikasyon**’ denmektedir. Bu olay sonucunda sulardaki yeşil bitkiler büyük bir biyolojik kütle geliştirmekte ve bunlar yaşadığı sürece bol miktarda oksijene gereksinim duymaktadır. Böylece sudaki diğer canlılar için oksijen azalmakta ve buna bağlı olarak da canlıların ölümleri gerçekleşmektedir. Ayrıca su kaynaklarının kirlenmesi; biyolojik çeşitlilik olarak adlandırılan bitki ve hayvan toplulukları ile mikroorganizmaları da doğrudan etkilemektedir (4, 5, 6, 7, 8).

Hava kirliliği; belli bir kaynaktan atmosfere bırakılan kirleticilerin, havanın doğal bileşimini bozarak onu canlılara ve doğaya zarar verebilecek bir yapıya dönüştürmesi olarak tanımlanmakta ve bu kirlilik, insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. İçinde karbondioksit, karbonmonoksit, kükürt dioksit, ozon, asbest, toz vb. kirleticiler bulunan hava, insan sağlığı

için tehlike yaratmaktadır. Atmosferdeki karbondioksit birikiminin artması ile oluşan **sera etkisi**; **küresel ısınmaya** yol açmakta, **küresel ısınma** da; dünya ikliminde değişimlere neden olarak, kutuplardaki buzulların erimesi sonucunda deniz düzeyinin yükselmesine neden olmaktadır. Bu durum topraktan elde edilen hammaddelerin su altında kalması demektir. Sera etkisinin önlenmesi büyük ölçüde fosil yakıtların tüketiminin azaltılmasına, onların yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının konmasına bağlı olmaktadır. **Asit yağmurları** biçiminde toprağa ve bitkilere ulaşan hava kirliticileri de bitki dokusunu bozmakta, toprağın ve tarımsal üretimin verimliliğini azaltmaktadır (9, 10, 11).

Toprak kirliliği; insan etkileri ile toprağın fiziksel, kimyasal, biyolojik ve jeolojik yapısının bozulması olarak tanımlanmaktadır. Toprak kirliliği, hava ve su kirliliğinden, tarım ilaçlarından, yapay gübrelerden ve zehirli ve tehlikeli atıklardan kaynaklanabilmektedir. Toprağın kirlenmesi sonucu; verim düşmekte, bitkilerin gelişimi engellenmekte ve dolaylı olarak da su kirliliği oluşabilmektedir (10, 12).

Çevre kirliliğinin yaşamı büyük ölçüde etkilediği göz önüne alındığında; yapı ürünlerinin çevre ile etkileşimine ilişkin bilgiler önem kazanmaktadır.

3. Yapı Ürünlerinin Yaşam Döngüsü

Yapı ürünlerinin yaşam döngüsü; ürünü oluşturan hammaddelerin edinimi ile başlayan, ürünün kullanımının sona ermesi sonucu yok

edilmesi ile biten, birbirini izleyen ve birbiri ile ilişkili süreçler bütünüdür.

Yapı ürünlerinin yaşam döngüsünü oluşturan süreçler (Şekil 1);

- Hammadde edinimi: Topraktan hammaddelerin ve enerji kaynaklarının çıkarılması ve hammaddenin çıkarıldığı noktadan işleme noktasına ulaşımı,
- Yapı ürününün üretimi;
 - Gerecin üretimi: Bitmiş bir yapı ürününün yapımında kullanılması için hammaddelerin işlenmesi,
 - Yapı ürününün üretimi: Gereçten daha çok bitirilmiş bir yapı ürününün elde edilmesi,
 - Yapı ürününün paketlenmesi ve dağıtımı,
- Yapı ürününün yapıya uygulanması,
- Yapı ürününün kullanımı, bakım ve onarımı, kullanımının yinelenmesi,
- Yapı ürününün geridönüşümü,
- Yapı ürününün yok edilmesi

dir. Ayrıca her süreç arasında gerçekleşen taşıma da yaşam döngüsünün kapsamına girmektedir.

Yaşam döngüsü kapalı ya da açık olabilir;

- Kapalı döngü; kullanımı sona eren yapı ürününün, aynı yapı ürünü üretiminde kullanılmak üzere geri dönüştürülmesi,
- Açık döngü ise; yapı ürününün, farklı bir yapı ürünü üretiminde kullanılmak üzere geri dönüştürülmesidir (13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22).

Yapı ürünlerinin yaşam döngüsü süreçlerinin yer aldığı Şekil 1’de ‘kapalı ve açık döngü’ kavramları da bulunmaktadır.

Yapı ürünlerinin hammaddelerinin edinimi, üretimi, yapıya uygulanması, kullanılması ve ürünün kullanımının sona ermesi ile geridönüşümü ya da yok edilmesi gibi süreçleri içine alan bir döngü boyunca oluşmuş ve olası çevre etkilerinin değerlendirilmesi; Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD-LCA Life Cycle Assessment) olarak tanımlanmaktadır. YDD’ nin ilkesi; ürünlerin çevreye olan zararlı etkilerini belirlemek ve azaltmak, ekolojik çevreye en az düzeyde zarar veren ürünlerin seçilmesini sağlamaktır (11, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29).

YDD’ ye yönelik ‘LEED’, ‘Athena’, ‘BEES’, ‘BRE’ (‘BREEAM’, ‘EcoHomes’, ‘Invest’, ‘Environmental Profiles’, ‘SMARTWaste’), ‘Analytica’ Modeli, ‘Pre’ Modelleri (‘SimaPro’, ‘Eco-Indicator’ Etki Değerlendirme Yöntemi, ‘IVAM’ Veritabanı, ‘Eco-Quantum’, ‘Ecoinvent’ Veritabanı), ‘GaBi’, ‘TEAM’, ‘GB Tool’, ‘Woolley’, ‘Curwell ve March’ Modeller oluşturulmuştur.

4. Yaşam Döngüsü Süreçlerinde Yapı Ürünü-Çevre Etkileşimi

Yapı ürünü-çevre etkileşimi; yaşam döngüsü süreçlerinde ele alınmaktadır.

4.1 Hammadde Edinimi Sürecinde Yapı Ürünü-Çevre Etkileşimi

Hammadde edinimi sürecinde; enerji, işgücü, anamal (para) tüketilmektedir. Süreç sonunda;

hammadde, hava emisyonları, sıvı ve katı atıklar oluşabilmektedir.

Yerel ürünlerin seçimi hem ekonomiye yarar sağlamakta hem de hammaddelerin taşınması sırasında oluşabilecek zararların (enerji tüketimi, atıklar gibi) azaltılmasına yardımcı olmaktadır (11, 30).

4.2 Üretim Sürecinde Yapı Ürünü-Çevre Etkileşimi

Üretim sürecinde; enerji, işgücü, anamal tüketilmekte ve hammaddeler, araç ve gereçler kullanılmaktadır. Süreç sonunda; yapı ürünleri, yan ürünler, hava emisyonları, sıvı ve katı atıklar oluşabilmektedir.

Örneğin metal yapı ürünleri, üretim sürecinde hem çok miktarda atık oluşturmakta hem de enerji harcamaktadır. Metal yapı ürünlerinin üretim sürecindeki eritme adımında enerji gereksinimi çok miktarda olduğu gibi, atık olarak çok miktarda dioksin emisyonları oluşmaktadır. Kurşun da zehirli yapısı ve üretiminde oluşan kirlilik nedeni ile önlem alınması gereken metallere biridir. Ayrıca plastiklerin üretimi sırasında da atmosfere uçucu organik bileşikler (VOCs) yayılmakta ve çok miktarda enerji harcanmaktadır. Yapı ürünlerinin üretiminde çok miktarda enerji harcanması; küresel ısınma, asit yağmurları ve kirli sisin oluşmasına neden olmaktadır (7).

4.3 Yapıya Uygulama Sürecinde Yapı Ürünü-Çevre Etkileşimi

Yapıya uygulama sürecinde de; enerji, işgücü, anamal tüketilmekte ve yapı ürünleri, araç ve

gereçler kullanılmaktadır. Süreç sonunda; hava emisyonları, sıvı ve katı atıklar oluşabilmektedir.

Örneğin seramik, halı, linolyum gibi yapı ürünlerinin uygulamasında kullanılan bazı yapıştırıcılar ya da boya ve verniklerden uygulama sırasında çıkan VOCs uygulama yapan kişilere zararlı olabilir (31).

4.4 Kullanım Sürecinde Yapı Ürünü-Çevre Etkileşimi

Kullanım sürecinde; enerji tüketilmekte ve süreç sonunda; kullanımı sona eren yapı ürünleri, hava emisyonları, sıvı ve katı atıklar oluşabilmektedir.

Bazı yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirleticileri, yapı ürününün kullanımı sürecinde yapı içini kirleterek kullanıcı sağlığına zarar verebilmektedir (32). Çizelge 1' de bazı yapı ürünlerinden kaynaklanan kirleticiler, kirleticilerin bulunduğu yapı ürünleri ve kirleticilerin kullanıcı sağlığına etkileri örneklenmiştir (Bu çizelge, sadece kullanım sürecinde açığa çıkan kirleticileri ve kullanıcı sağlığına etkileri içermektedir).

4.5 Geridönüşüm Sürecinde Yapı Ürünü-Çevre Etkileşimi

Geridönüşüm sürecinde; enerji, işgücü ve anamal tüketilmekte ve geridönüşüm işlemleri için araç ve gereçler kullanılmaktadır. Süreç sonunda; yapı ürününün geridönüşümü ile elde edilen hammaddeler ya da ürünler, hava emisyonları, sıvı ve katı atıklar oluşabilmektedir.

Geridönüştürülmüş yapı ürünlerinin kullanımı; hammadde kaynaklarının tüketimini engellemekte ve ürünlerin yok edilmesi sırasında oluşan zararların ve harcanan enerjinin azaltılmasını sağlamaktadır. Ancak bazı durumlarda da tam tersine geridönüşüm işlemleri zor, karmaşık, maliyeti yüksek olmakta ve bu işlemler çevreye zararlı etkilerle sonuçlanmaktadır (11, 30, 33). Bu etkiler de; küresel ısınma gibi olumsuzluklara neden olabilmektedir (20).

4.6 Yok Edilme Sürecinde Yapı Ürünü-Çevre Etkileşimi

Yok edilme sürecinde; enerji, işgücü ve anamal tüketilmekte ve yok edilme işlemleri için araç ve gereçler kullanılmaktadır. Süreç sonunda; enerji, hava emisyonları, sıvı ve katı atıklar oluşabilmektedir.

Yapı ürünlerinin yok edilmesi sırasında da seçilen yok edilme teknolojisine göre oluşan farklı atıklar; çevreye zarar verebilmektedir (19, 20, 33).

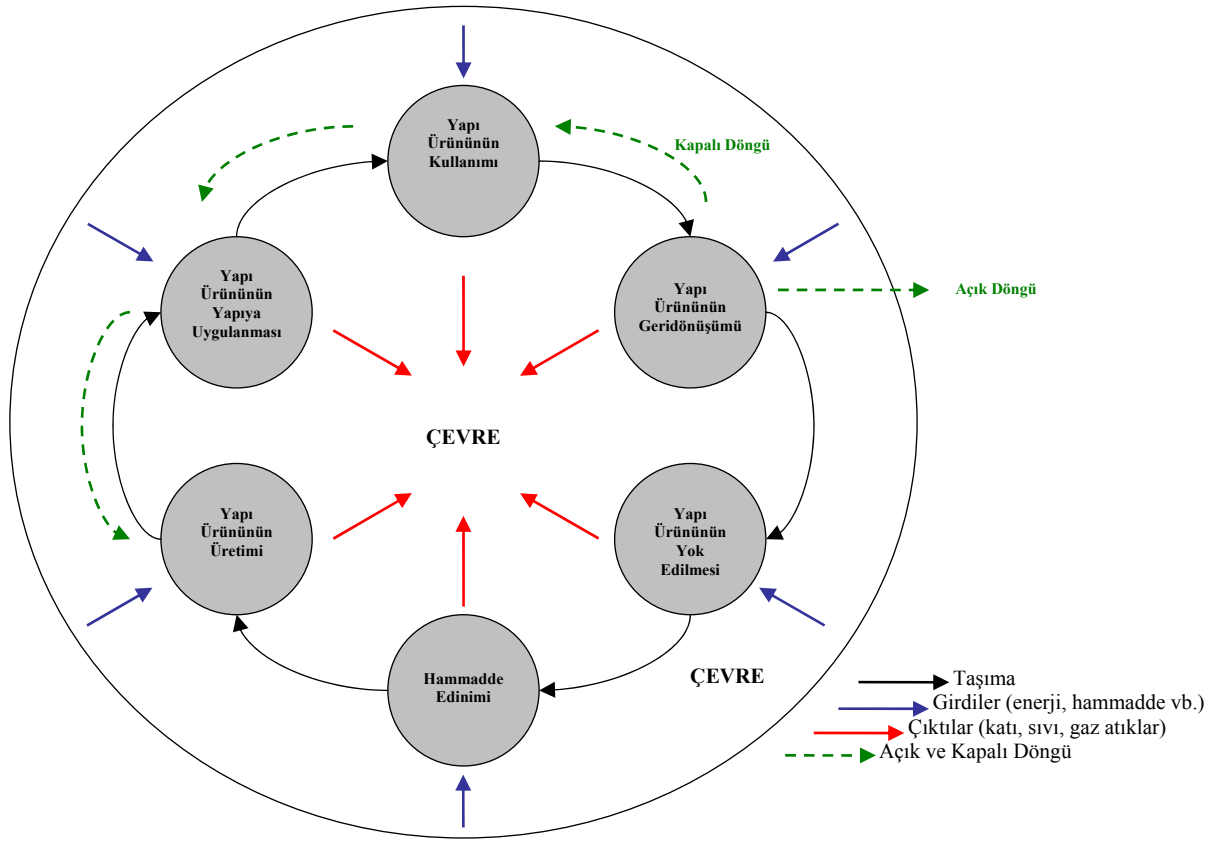
5. Sonuç

Yapı ürünleri; hammaddelerinin edinimi, üretimi, yapıya uygulanması, kullanılması ve kullanımının sona ermesi ile geridönüşümü ya da yok edilmesi gibi süreçleri içine alan bir döngü boyunca çevre ile doğrudan ya da dolaylı bir etkileşim içerisinde olmaktadır. Süreçlerde oluşan olumsuz etkiler sonucu kullanıcılara sağlıklı yaşam sunmak amacı ile üretilen yapı; kullanıcıları ve çevresi için sağlıksız bir yapma

çevre haline dönüşebilmekte ve doğal çevrede sorunlara neden olabilmektedir.

Yaşam döngüsü süreçlerinde yapı ürünü-çevre etkileşime ilişkin bilgilerin belirlenmesi;

- Tasarımcının yapı ürünü kararını kolay ve doğru bir biçimde almasına,
- Tasarımcı, yapı ürünü üreticisi ve kullanıcılarının bilinçlendirilmesine,
- Yapı ürünlerinin çevre etkilerine ilişkin zorunlulukların oluşturulmasına,
- Yapı ürünlerinin üretim teknolojilerinin geliştirilmesine ya da değiştirilmesine yardımcı olabilir.



Şekil 1 Yapı ürünlerinin yaşam döngüsü süreçleri, süreçlerin birbirleri ve çevre ile ilişkileri.

Çizelge 1 Bazı yapı ürünlerinden kaynaklanan kirleticiler ve kullanıcı sağlığına etkileri.

KİRLETİCİ		KİRLETİCİNİN BULUNDUĞU YAPI ÜRÜNÜ	KULLANICI SAĞLIĞINA ETKİLERİ
VOCs	Benzen	Mobilyalar, boyalar, kaplamalar	Kanser
	Formaldehit	Kontrplak, halı ve laminat yapıştırıcıları, boyalar, yalıtım ürünleri	Göz yanması ve yaşanması
	Tolüen	Yapıştırıcılar, döşeme kaplamaları, boyalar	Bitkinlik, koordinasyon bozukluğu, uykusuzluk, göz rahatsızlıkları
Asbest		Yalıtım ürünleri, bazı döşeme ve tavan kaplamaları, eski sıvalar	Asbestosis, akciğer kanseri, mezotelyoma, plevra tümörü
Radon		Beton, tuğla, granit, alçı, agrega	Akciğer kanseri
Polivinil Klorür (PVC)		Doğrama profilleri, kaplama, çatı örtüsü, duvar kağıdı, boru, oluk, elektrik döşemi	Baş dönmesi, bitkinlik, baygınlık, baş ağrısı, bulantı, gözlerde yanma, uyku düzensizliği, bellek yitimi, işitme bozuklukları, sinirlilik, deride kalınlaşma, parmak ucu kemiklerinde değişiklikler, parmaklarda kan dolaşımının bozulması, kanın pıhtılaşmaması, çarpıntı, kalp krizi, bağışıklık sistemi zayıflığı, üreme organları sorunları, karaciğer, akciğer, mide, beyin, kan ve lenf kanseri
.....	

Kaynaklar

1. Balanlı, A., 1997, Yapıda Ürün Seçimi, YÜMFED Yayınları, İstanbul.
2. Arıoğlu, N., 1993, “Yapı Ürünlerinin Seçimi İçin Bir Yöntem”, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (yayınlanmamış), İstanbul.
3. Balanlı, A. ve Öztürk, A., 1993-4, Yapı Biyolojisi-Kavram; Sistem Yaklaşımı ile Yapı Biyolojisi, yayınlanmamış araştırma-ders notu, Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
4. Keleş, R. ve Hamamcı, C., 2005, Çevre Politikası, İmge Kitabevi, Ankara.
5. Çepel, N., 1992, Doğa Çevre Ekoloji ve İnsanlığın Ekolojik Sorunları, Altın Kitapları, İstanbul.
6. Kışlalıoğlu, M. ve Berkes, F., 2001, Ekoloji ve Çevre Bilimleri, Remzi Kitabevi, İstanbul.
7. Lippiatt, B. C. ve Boyles, A. S., Using BEES to Select Cost-Effective Green Products”, Int. Journal LCA, Volume: 6 (2), 2001, pp: 76-80.
8. Spiegel, R. ve Meadows, D., 1999, Green Building Materials A Guide to Product Selection and Specification, John Wiley & Sons, Inc., USA.
9. Müezzinoğlu, A., 2000, Hava Kirliliği ve Kontrolünün Esasları, Dokuz Eylül Yayınları, İzmir.
10. Özey, R., 2001, Çevre Sorunları, Aktif Yayınevi, İstanbul.
11. Scheuer, C.W. ve Keoleian, G.A., 2002, Evaluation of LEED™ Using LCA Methods, National Institute of Standards and Technology, NIST GCR 02-836.
12. Keleş, R. ve Ertan, B., 2002, Çevre Hukukuna Giriş, İmge Kitabevi, Ankara.
13. Curran, M. A., 1996, Environmental Life-Cycle Assessment, McGraw – Hill, USA.
14. EBN (Environmental Building News), “Life-Cycle Assessment for Buildings: Seeking the Holy Grail”, Volume 11, Number: 3, 2002.
15. EPA (United States Environmental Protection Agency), 1994, Design for the Environment: Product Life Cycle Design Guidance Manual, Government Institutes, Inc., USA.
16. Keoleian, G. A., Menerey, D., Vigon, B. W., Tolle, D. A., Cornaby, B. W., Latham, H. C., Harrison, C. L., Boguski, T. L., Hunt, R. G., ve Sellers, J. D., 1994, Product Life Cycle Assessment to Reduce Health Risks and Environmental Impacts, Noyes Publications, USA.
17. Nyman, M. ve Simonson, C. J., “Life Cycle Assessment of Residential Ventilation Units in a Cold Climate”, Building and Environment, 40, 2005, pp: 15-27.
18. Tanaçan, L., 2002, “Ekolojik Yapı Malzemelerinin Tanımlanmasındaki Sorunlar”, 1. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi, İstanbul, ss: 719-730.
19. Trusty, W. B. ve Meil, J. K., 2000, “Building as Products: Issues and Challenges for LCA”, In LCA, International Conference on LCA: Tools for Sustainability, April 25-27, 2000, Virginia.
20. Trusty, W. B. ve Meil, J. K., 2002, “Integrating LCA Tools in Green Building Rating Systems”, USGBC Green Building International Conference & Expo, November 15.
21. TSE (Türk Standartları Enstitüsü), 1998, Çevre Yönetimi – Hayat Boyu Değerlendirme – Prensipler ve Çerçeve (TS EN ISO 14040), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

22. Vigon, B. W. , Tolle, D. A., Cornaby, B. W., Latham, H. C., Harrison, C. L., Boguski, T. L., Hunt, R. G., Sellers, J. D. ve U.S.E.P.A. Risk Reduction Engineering Laboratory, 1994, Life – Cycle Assessment Inventory Guidelines and Principles, Lewis Publishers, USA.
23. Anderson, J., Shiers, D. E. ve Sinclair, M., 2002, The Green Guide to Specification an Environmental Profiling System for Building Materials and Components, 3rd edition, Blackwell Science Ltd., Oxford.
24. EC (European Communities), 1997, Guidelines for the Application of Life Cycle Assessment in the EU Eco-Label Award Scheme, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
25. Harris, D. J., “A Quantitative Approach to the Assessment of the Environmental Impact of Building Materials”, Building and Environment, 34, 1999, pp: 751-758.
26. Jensen, A. A., Hoffman, L., Moller, B., Schmit, A., Christiansen, K., Elkington, J. ve Dijk, F. V., 1997, Life Cycle Assessment, A Guide To Approaches, Experiences and Information Sources, European Environment Agency, Denmark.
27. Jönsson, A., “Quantitative methods Is It Feasible to Address Indoor Climate Issues in LCA?”, Environmental Impact Assessment Review, 20, 2000, pp: 241-259.
28. Lawson, B., 1996, Building Materials Energy and the Environment, The Royal Australian Institute of Architects, Australia.
29. Wu, X., Zhanga, Z. ve Chenb, Y., “Study of the environmental impacts based on the ‘green tax’ – applied to several types of building Materials”, Building and Environment, 40, 2005, pp: 227-237.
30. Roaf, S., Fuentes, M. ve Thomas, S., 2004, Ecohouse 2: a Deign Guide, Architectural Press, UK.
31. Chiras, D. D., 2004, The New Ecological Home, A Complete Guide to Green Building Options, Chelsea Green Publishing Company, USA.
32. Vural, S. M., 2004, “Yapı İçi Hava Niteliği Risk Süreci Modeli Belirlenmesi”, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (yayımlanmamış), İstanbul.
33. Howard, N., Edwards, S. ve Anderson, J., 1999, BRE Methodology for Environmental Profiles of Construction Materials, Components and Buildings, BRE Report, UK.
34. Balanlı, A., ve Tuna Taygun, G., 2002, “Polivinil Klorürün Çevreye Etkilerinin Yapı Biyolojisi Açısından İrdelenmesi”, 1.Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi, İstanbul, ss: 403-413.
35. Balanlı, A., ve Tuna Taygun, G., Yapı Biyolojisi ve Asbest, Mimar.ist, 16, 2005, ss: 107-110.
36. Balanlı, A., Vural, S. M. ve Tuna Taygun, G., 2004, “Yapı Ürünlerindeki Radonun Yapı Biyolojisi Açısından İrdelenmesi”, 2.Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi, İstanbul, ss: 378-386.

Çizelge 1; 32, 34, 35, 36 kaynaklarından uyarlanmıştır.