



HEMŞİRELİK BİLİMİ
Dergisi

Journal of
NURSING SCIENCE



Hemşirelik Bilimi Dergisi

Journal of Nursing Science



<http://dergipark.gov.tr/hbd>

e-ISSN:2636-8439

Derleme

Halk sağlığı açısından yaşam döngüsü analizi ve çevresel etki beyanlarında suyun etkileniminin değerlendirilmesi

Life cycle assessment with the aspect of public health and assessment of the impact on water in environmental product declarations

Ferhat YILDIZ ^{*,a}, Emine Didem EVCİ KİRAZ ^a

^a Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, AYDIN, TÜRKİYE

ÖZET

Su stresi altında olan ülkemizde, suyun uygun kullanımı hayati öneme sahiptir. Bu araştırmanın amacı, halk sağlığı açısından yaşam döngüsü analizinde önemli bir öge olan suyun etkilenimini değerlendirmektir.

Endüstride, belirli bir ürünün (çıktının) hammaddesinin çıkarılmasından, işlenmesi, nakliyesi, kullanımı ve ömrünü tamamlayan ürünün bertarafına kadar geçen süreç boyunca (beşikten mezara) çevresel etkileri değerlendirme yöntemi, Yaşam Döngüsü Analizi olarak ifade edilmektedir. Çevresel etki beyanları ise; bir yaşam döngüsü analizidir ve suyu, suyun tüketilmesi ve suyun kirletilmesi şeklinde değerlendirmektedir. Çevresel etki beyanlarında, yapı ve kimya sektöründe su tüketimi ve ötrofikasyon potansiyeli karşılaştırıldığında; kimya sektöründeki ürünlerin, yapı sektöründeki ürünlere göre su tüketimi daha fazla ancak ötrofikasyon potansiyeli daha azdır. Yapı ve tekstil sektöründe su tüketimi ve ötrofikasyon potansiyeli karşılaştırıldığında; tekstil sektöründeki ürünlerin, yapı sektöründeki ürünlere göre hem su tüketimi hem de ötrofikasyon potansiyeli daha fazladır. Ancak, bu karşılaştırmalar sadece aynı beyan birimlerine göre yapılabilir. Çevresel etki beyanları, suyun etkileniminin karşılaştırılmasında kullanılabilir. Beyanların standardizasyonunun yeterli olmaması sebebiyle ulusal veya uluslararası karşılaştırma yapmak kısıtlı bir şekilde yapılabilir. Daha kaliteli bir değerlendirme yapabilmek için, çevresel etki beyanlarının standardizasyon açısından düzenlenmesi gereklidir.

AnahtarKelimeler: Çevresel etki beyanı, Endüstri, Su, Yaşam döngüsü analizi

ABSTRACT

Our country (Turkey) is threatened by the water stress; therefore, the proper use of water is vital. The purpose of this study was to assess the impact on water, which was important in life cycle assessment, in terms of public health. In the industry, the method of evaluating the environmental effects of a product (output) from the extraction of the raw material through to its processing, transportation, usage and disposal that completes its life (from cradle to grave) is expressed as Life Cycle Assessment. Environmental product declarations are used for life cycle assessment and they assess water in the concept of water consumption and water pollution. Water consumption and eutrophication potential (water pollution) were compared according to the environmental product declarations, products in the chemical industry had higher water consumption but less eutrophication potential than products in the construction industry. Both water consumption and the eutrophication potential of the products in the textile industry were higher than those in the construction industry. However, these comparisons could only be made for same units.

Environmental product declarations could be used to compare the impact of products on water. Due to the inadequate standardization of declarations, national or international comparisons could be stated in a limited way. In order to state a better assessment, environmental product declarations need to be utilized in terms of standardization.

Key words: Environmental product declaration, Industry, Life cycle assessment, Water

*12-15 Kasım 2019 tarihlerinde Antalya'da düzenlenen 3. Uluslararası Su ve Sağlık Kongresi'nde Sözlü Bildiri olarak sunulmuştur.

*Sorumlu Yazar: Ferhat YILDIZ

Adres: Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, AYDIN, TÜRKİYE

e-posta: ferhat.yildiz@adu.edu.tr

GİRİŞ

Yaşamsal faaliyetlerin sürdürülebilmesi için geçen bütün süreçlerde, başta insanlar olmak üzere bütün canlılar suya ihtiyaç duymaktadır. Su, canlılığın yani hareketliliğin kaynağıdır. 2016 sektörel su ve atıksu istatistiklerine göre ülkemizde; suyun %35,9'u belediye ve köylere, %13,1'i sanayiye, %49,7'si termik santrallere, %1,3'ü ise maden işletmelerine dağıtılmaktadır (Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], 2016). Belediye ve köylere dağıtılan su, çoğunlukla tarımda ve evlerde kullanılmaktadır. İnsanlar evlerde hem bedenlerinin biyolojik ihtiyaçlarını karşılamak (içmek) için hem de günlük yaşamlarında birtakım aktiviteleri gerçekleştirmek (yüz yıkamak, diş fırçalamak, bulaşık yıkamak, çamaşır yıkamak gibi) için su kullanmaktadır.

Dünya'da, suyun sadece %3'ü temiz su olarak kullanılabilir. Son yıllarda; başta küresel ısınma ve su kaynaklarının uygun şekilde değerlendirilememesinden dolayı içme ve kullanma suyu kaynaklarında azalma olmaktadır. Günümüzdeki su kullanım hızı bu şekilde devam ederse 2025 yılında, dünyada her üç kişiden ikisinin su kıtlığı ile karşı karşıya kalacağı tahmin edilmektedir (World Wildlife Fund [WWF], 2019). Birleşmiş Milletler (BM), bu tehlikeyi önlemek adına; başta hedef 6 (Temiz Su, Hijyen ve Halk Sağlığı) ve hedef 14 (Sudaki Yaşam) olmak üzere 17 maddelik Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin içerisinde su ile ilgili hedefler belirlemiştir (Birleşmiş Milletler [BM], 2015).

Yaşam döngüsü düşüncesi, endüstride çevresel etkilerin oluştuğu üretim aşamasındaki kirliliği azaltma ilkelerine dayanmaktadır. Bazı kurum ve kuruluşlar bu ilkeleri benimsemiş ve uzun zamandır bu ilkelere bağlı olarak üretim yapmaktadırlar. Yaşam döngüsü düşüncesi, ürünün üretiminden bertarafına ya da geri dönüşümüne kadar geçen süre boyunca oluşan çevresel kirliliğin azaltılmasını kapsamaktadır. Bu düşüncenin yapı taşlarını 6 RE felsefesi oluşturmaktadır (Birleşmiş Milletler Çevre Programı [UNEP], 2006):

Re-think, ürünün üretimi ve fonksiyonları konusunda daha az enerji ve doğal kaynak kullanımı konusunda tekrar düşünmek,

Re-duce, ürünün yaşam döngüsü boyunca enerji ve malzeme kullanımını azaltmak,

Re-place, zararlı malzemeleri daha çevre dostu alternatifler ile değiştirmek,

Re-cycle, geri dönüştürülebilir, geri dönüşüm aşamasında daha çevre dostu ve kolay olan malzemeleri seçmek,

Re-use, parçaları tekrar kullanmaya elverişli ürünler tasarlamak,

Re-pair, tamiri mümkün ve kolay olan ürünler kullanmak, böylece yenisine ihtiyaç duymamak.

Endüstride, belirli bir ürünün (çıktının) hammaddesinin çıkarılmasından, işlenmesi, nakliyesi ve ömrünü tamamlayan ürünün bertarafına kadar geçen süreç boyunca (beşikten mezara) çevresel etkileri değerlendirme yöntemine Yaşam Döngüsü Analizi (YDA – LCA, Life Cycle Assessment) denilmektedir (Mammadov ve Cılız, 2017). İklim değişikliği, ozon tüketimi, iyonizan radyasyon üretimi, fotokimyasal ozon gazı üretimi, partiküler madde üretimi, asitleşme, temiz su ve deniz suyu ötrofikasyonu, toksisite, alan kullanımı, su

kullanımı, mineral kaynaklarının kıtlığı alanlarında yaşam döngüsü analizi yapılmaktadır (Błażejowska ve Palekhov, 2018).

Dünya nüfusunun artması, teknolojinin gelişmesi gibi sebepler doğal kaynakların bilinçsiz kullanılmasına ve tüketilmesine sebep olmaktadır. Günümüzde, dünya nüfusunun artışını engelleyen herhangi bir mevzuat olmadığından dolayı endüstriyel olarak inşa edilen yapıların, üretilen malzemelerin doğaya uyumlu, zararsız olması konusunda politikalar geliştirilmeye başlanmıştır. Canlı ve cansız varlıkların durumunu etkileyebilecek potansiyeldeki yapıların asgari zararlar kurulmasını sağlamak amacıyla düzenlenen Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) ve Sağlık Etki Değerlendirmesi (SED) ile devlet tarafından kontrolü sağlanabilmektedir. ÇED, Yaşam Döngüsü Analizinin kullanım alanlarından birisidir (Błażejowska ve Palekhov, 2018). Dünya'da ÇED ilk kez Amerika Birleşik Devletlerinde 1970 yılında zorunlu kılınmıştır (Morgan, 2012). Ülkemizde ise 11 Ağustos 1983 tarih ve 18132 sayılı Resmi Gazete'de Çevre Kanunu'nun 10. maddesinde ismen tanımlanmış, ilk ÇED Yönetmeliği ise 7 Şubat 1993 tarih ve 21489 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmıştır (Resmi Gazete, 1983; Resmi Gazete, 1993).

Dünya'nın yaklaşık dörtte üçü sularla kaplıdır ve su, canlılığı sağlayan temel maddelerden birisidir ancak suyun dikkatsiz kullanımından dolayı su kıtlığı riski artırmaktadır. Bu araştırmanın amacı, halk sağlığı açısından yaşam döngüsü analizinde önemli bir öge olan suyun etkilenimini değerlendirmektir.

Yaşam döngüsü analizi ve suyun rolü

Yaşam döngüsü analizi ihtiyacı 1960'larda ve 1970'lerde kaynak ve emisyon değerlerinin kötü olması ile başlamıştır (Hunt, Franklin, Welch, Cross ve Woodall 1974). 1980'lerde özellikle paketleme sektöründe bu analize ihtiyaç artmış ve kullanımı yaygınlaşmıştır (Bundesamt für Umweltschutz [BUS], 1984; Franke, 1984; Lundholm ve Sunström, 1985). 1990'larda ise yaşam döngüsü analizi konusunda çalışan bazı bilimsel çalışma grupları Çevre Toksikoloji ve Kimya Topluluğu (SETAC) bünyesinde bir araya gelip çalışmalara başlamıştır (Klöpper, 2006). SETAC ve Birleşmiş Milletler, birlikte UNEP / SETAC Yaşam Döngüsü Girişimi (Life Cycle Initiative) ortaklığını kurmuştur.

Uluslararası Standardizasyon Teşkilatı (ISO), 1993 yılında ilk YDA standardizasyon sürecini (ISO 14000) başlatmış ve bu sürecin sonunda Yaşam Döngüsü Etki Analizinin prensipler ve çerçeve kısmı olan ISO 14040:1997 ortaya çıkmıştır. ISO 14041:1998 standardında amaç, kapsam ve envanter analizi; ISO 14042:2000 standardında yaşam döngüsü etki incelemesi; ISO 14043:2000 standardında yaşam döngüsü yorumu; ISO 14044:2006 standardında gerekler ve kılavuzu bulunmaktadır. ISO 14040:2006 ve ISO 14044:2006 standartları 2016 yılında revize edilerek kullanılmaya devam edilmekte olup, diğer standartlar geçerliliğini yitirmiştir. 2017 yılında ISO 14044:2006/Amd 1:2017 standart düzeltmesi eklenmiş, ISO 14040:2006/CD Amd 1 ve ISO 14044:2006/CD Amd 2 standart düzeltmeleri günümüzde geliştirilme aşamasındadır (International Organization for Standardization [ISO] 14040:2006). ISO 14040:2006'ya göre YDA çalışması dört aşamadan oluşmaktadır (Mammadov ve Cılız, 2017):

- Amaç ve kapsam tanımlama
- Yaşam döngüsü envanter analizi
- Yaşam döngüsü etki analizi (YDEA)
- Sonuçların yorumlanması

YDA içerisinde suyun etkilenimi, suyun tüketilmesi ve suyun kirletilmesi olarak iki bakış açısıyla değerlendirilmektedir (Hauschil ve Huijbregts, 2015).

Ötrofikasyon, çeşitli nedenlerden dolayı suyun içerisindeki besin ortamının (azot, fosfor, organik bileşimler gibi) zenginleşmesinden dolayı büyük su kaynakları içerisinde yaşayan plankton ve alglerin çoğalmasındır. Bu nedenle, uzun vadede su kaynaklarındaki oksijen miktarı azalarak, suda yaşayan (balık gibi) canlılar ölmektedir (Hauschil ve Huijbregts, 2015). Ayrıca, su kullanımının değerlendirilmesinde, "Water Scarcity Index" başlığı altında birçok gösterge mevcuttur (Basic Human Needs Index, Social Water Stress Index, Water Poverty Index gibi) (Nepomilueva, 2017).

YDA düşüncesi, fabrikasyon üretimin içerisinde zaman içerisinde yerini almış ve çevreye daha az zarar veren, günümüzdeki tanımıyla "Çevreci", ürünler üretilmeye başlanmıştır. Bir ürünün hammaddesinin çıkartılmasından, bertarafına kadar geçen süreçteki çevreye verdiği zararı değerlendirmek için Çevresel Ürün Beyanı (Environmental Product Declaration) kavramı oluşmuş, ISO 14025:2000 ise bunun ilk standardizasyon aşamasını oluşturmuştur. Günümüzde bu standart güncelliğini yitirmiştir, 2015 yılından beri ISO 14025:2006 (Tip 3 Çevre Beyanları, Prensipler ve prosedürler) kullanılmaktadır (ISO 14025:2006). Bununla birlikte, ISO 14024:2018 (Tip 1 Çevre Etiketleri, Prensipler ve yöntemler) ve ISO 14021:2017 (Tip 2 Çevre Etiketleri, Çevre ile ilgili iddiaların öz beyanı) standartları da ISO 14020:2000 "Çevre etiketleri ve beyanları" başlığı altında yer almaktadır (ISO 14020:2000).

Belirli bir eylemin ve üretimin gerçekleştirilmesi sürecinde bu aktivitenin çevreye verdiği zararı değerlendirmek için çeşitli araçlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bunlar; karbon ayak izi, karbon hesaplayıcısı, su ayak izi, eko verimlilik göstergesi, kara liste ve gri liste, EPD ve iklim beyanları gibi araçlardır (Molse ve Rüter, 2010). Bu araçların kullanımı, YDA açısından önemlidir.

Çevresel ürün beyanı (EPD - environmental product declarations)

EPD belgesi, bağımsız kuruluşlar tarafından şeffaf ve objektif bir şekilde, bir ürünün yaşam döngüsü çevre etkisini gösteren, standart olduğu için de bu belgeye sahip diğer ürünler ile karşılaştırılabilme olanağı sunan bir belgedir. Bir ürünün EPD belgesine sahip olması gönüllülük esasına dayalıdır ve o ürünün çevresel olarak diğer ürünlere daha üstün olduğunu göstermemektedir (The International EPD System). Bu belgelerin geçerlilik süresi ise 5 (beş) yıldır. EPD belgesinin standartları günümüzde EN 15804+A1'e göre belirlenmektedir (TS EN 15804+A1).

EPD uygulama alanları; çevresel değerlendirme şemaları oluşturmak (LEED, BREEAM, GreenStar ve HQE gibi), Yeşil Satın

Alma (GPP - Green Public Procurement), iş hayatında hem satıcı hem de müşteri için çevresel beyanda kolaylık sağlama, çevre yönetim sistemleri (ISO 14001 ve EMAS gibi), ekotasarımdır (The International EPD System).

Uluslararası EPD Sistemi, küresel bir program olup 43 ülke dahil olmuş olup, 950'den fazla EPD belgesi mevcuttur (The International EPD System). EPD Türkiye internet sitesinde; ülkemizde, 22 firma, 99 EPD belgesi bulunduğu belirtilmektedir (EPD Türkiye). Yine aynı kaynaktan, ülkemizdeki EPD belgelerine ve bu belgeler vasıtasıyla ürünlerin üretimden bertarafına kadar olan süreçteki su tüketimi ve ötrofikasyon potansiyeli değerlerine erişim mümkündür. Bu değerler baz alınarak ülkemizdeki EPD belgesine sahip ürünlerin su tüketimi ve ötrofikasyon potansiyeli karşılaştırması yapılabileceği uluslararası EPD Sistemi internet sitesinde belirtildi.

EPD belgeleri – ürünlerin suya etkisinin hesaplanması yöntemi

Ürünlerin net su tüketimi ve ötrofikasyon potansiyeli değerlerini edinmek amacıyla www.epdturkey.org internet adresinden Ocak 2019'da toplamda 149 EPD belgesi araştırmaya dahil edildi. Bütün belgeler tek tek taranarak;

- Firma adı,
- Ürün kategorisi (Yapı malzemeler, Kimya, Tekstil, Mobilya),
- Ürün adları,
- EPD belgesinin dili (Yalnız İngilizce, İngilizce + Türkçe),
- Sistem sınırları (beşikten kapıya, beşikten kapıya [opsiyonlu], beşikten mezara),
- Beyan birimi (kg, m2, m3, m2K/W, adet),
- Net su tüketimi değerleri – Ötrofikasyon Potansiyeli (hammadde aşaması [A1 hammadde temini, A2 nakliye, A3 üretim], üretim aşaması [A4 nakliye, A5 kurulum], kullanım aşaması [B1 kullanım, B2 bakım, B3 onarım, B4 yenileme, B5 tadilat, B6 operasyonel enerji kullanımı, B7 operasyonel su kullanımı], kullanım ömrü sonu aşaması [C1 söküm / yıkım, C2 nakliye, C3 atık işleme, C4 bertaraf]), sistem sınırları dışında kullanım (D tekrar kullanım)

Bazı EPD belgelerinde upstream, core, downstream şeklinde belirtilmiş olan sistem sınırları, upstream (A1), core (A2 ve A3), downstream (A4) olacak şekilde standardize edildi (EPD, 2015). Belgelerin edinildiği internet sayfasında, EPD belgelerinin karşılaştırılabileceği ifade edilmiş olsa da bu belgelerin standardize hazırlanmadığı görüldü. Verilerin karşılaştırılmasında görülen problemler şunlardır:

- Beyan birimlerinin farklı olmasından dolayı karşılaştırma yapılamadı. 1 kg, 1000 kg, 1 m2, 1 m3, 1m2K/W ve 1 parça olmak üzere 6 farklı beyan birimi mevcuttu. 1000 kg ağırlık için sunulmuş veriler, 1 kg'a göre düzenlendi. Sektörlere göre beyan birimleri ve sayıları tablo-1'de sunuldu.

Tablo-1. Sektörlere Göre Beyan Birimleri ve Dağılımları

	Yapı Malzemeleri		Kimya		Tekstil		Mobilya	
	n	%*	n	%*	n	%*	n	%*
1000 kg	33	37,9	9	100,0	0	0,0	0	0,0
1 m ²	41	49,5	0	0,0	19	100,0	0	0,0
1 m ³	1	1,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0
1m ² K/W	10	11,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
1 parça	0	0,0	0	0,0	0	0,0	34	100,0
Toplam**	87	58,4	9	6,0	19	12,8	34	22,8

*Sütun yüzdesi, **Satır yüzdesi

2. Sistem sınırları net bir şekilde belirtilmiş olsa da, veriler harfli sistemde (A1, A2, C4 gibi) sunulurken eksik / farklı sunulduğu görüldü. Örneğin; beşikten kapiya (opsiyonlu) sistem sınırlığında X firması A1, A2, A3 ve C4 değerlerini sunarken Y firması A1, A2, A3, A4, A5, C1, C4 değerlerini sunmaktaydı. Bazı firmaların ise beşikten mezara beyanlarında sadece A1, A2, A3 ve C4 verilerini sunduğu görüldü. Verilerin eksik olması sebebiyle net su tüketimi ve ötrofikasyon potansiyeli ile ilgili olarak sadece A1 (hammadde temini), A2 (nakliye), A3 (üretim) verileri sunuldu (Tablo-2).

Tekstil sektöründe beyan birimi 1 m² olan 19 ürünün ortalama net su tüketimi 612,6 ± 206,4 m³ (x10⁻³), ortalama ötrofikasyon potansiyeli 777,2 ± 187,9 kgPO₄³⁻ (x10⁻⁵) idi.

Mobilya sektöründe beyan birimi 1 parça olan 34 ürünün ortalama net su tüketimi 5 520,2 ± 14 093,4 m³ (x10⁻³), ortalama ötrofikasyon potansiyeli 61 326,5 ± 111 464,1 kgPO₄³⁻ (x10⁻⁵) idi.

YDA düşüncesi, suyun ve çevre kavramı içerisinde yer alan her şeyin korunması ve nesillere sağlıklı aktarılması açısından olumlu ve faydalı bir kavramdır. Endüstriyel açıdan, YDA düşüncesinin gönüllülük esasına bağlı olması (EPD belgeleri gibi) çevresel

Tablo-2: Ürünlerin Sektörlere ve Beyan Birimlerine Göre Net Su Tüketimi ve Ötrofikasyon Potansiyelleri

Ürün Kategorisi	Beyan Birimi	Sayı (n)	Hammadde temini (A1), Nakliye (A2) ve Üretim (A3) Toplam			
			Net Su Tüketimi (m ³ x 10 ⁻³)		Ötrofikasyon Potansiyeli (kgPO ₄ ³⁻ x 10 ⁻⁵)	
			Ort ± SS	Min. - Maks.	Ort ± SS	Min. - Maks.
Yapı Malzemeleri	1 kg	33	16,3 ± 31,3	0,0 - 103,0	1 725,7 ± 4 520,6	5,6 - 15 900,0
	1 m ²	43	61,2 ± 91,3	0,0 - 316,0	4 518,0 ± 10 732,8	75,0 - 42 600,0
	1 m ² K/W	10	251,4 ± 243,0	12,0 - 814,0	505,3 ± 292,1	170,0 - 908,0
	1 m ³	1	323 260,0*	323 260,0*	12 662,0*	12 662,0*
Kimya	1 kg	9	40,9 ± 62,2	0,0 - 182,0	144,4 ± 128,1	0,451 - 356,0
Tekstil	1 m ²	19	612,6 ± 206,4	453,0 - 1 200,0	777,2 ± 187,9	453,0 - 1 200,0
Mobilya	1 parça	34	5 520,2 ± 14 093,4	76,0 - 80 754,0	61 326,5 ± 111 464,1	3 500,0 - 653 000,0
Toplam		149				

*Tek veri olduğu için ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerler hesaplanamadı.

Ürünlerin 14'ünde (%9,4) beşikten kapiya, 95'inde (%63,8) beşikten kapiya (opsiyonlu) ve 40'inde (%26,8) beşikten mezara sistem sınırı olarak belirlenmişti. EPD belgesinin dili 55'inde (%36,9) hem İngilizce hem de Türkçe, 94'ünde yalnız İngilizce olarak sunulmuştu.

Yapı malzemeleri sektöründe beyan birimi 1 kg olan 33 ürünün ortalama net su tüketimi 16,3 ± 31,3 m³ (x10⁻³), ortalama ötrofikasyon potansiyeli 1 725,7 ± 4 520,6 kgPO₄³⁻ (x10⁻⁵); beyan birimi 1 m² olan 43 ürünün net su tüketimi 61,2 ± 91,3 m³ (x10⁻³), ortalama ötrofikasyon potansiyeli 4 518,0 ± 10 732,8 kgPO₄³⁻ (x10⁻⁵); beyan birimi 1 m²K/W olan 10 ürünün net su tüketimi 251,4 ± 243,0 m³ (x10⁻³), ortalama ötrofikasyon potansiyeli 505,3 ± 292,1 kgPO₄³⁻ (x10⁻⁵); beyan birimi 1 m³ olan bir ürünün ise net su tüketimi 323 260,0 m³ (x10⁻³), ortalama ötrofikasyon potansiyeli 12 662,0 kgPO₄³⁻ (x10⁻⁵) idi.

Kimya sektöründe beyan birimi 1 kg olan 9 ürünün ortalama net su tüketimi 40,9 ± 62,2 m³ (x10⁻³), ortalama ötrofikasyon potansiyeli 144,4 ± 128,1 kgPO₄³⁻ (x10⁻⁵) idi.

mücadelenin tam kapasiteyle yapılamayacağına işaret eder. Endüstride üretim aşamasında çevre ile ilgili belirli kriterlere (Örneğin; EPD belgesinin yasal zorunluluk olması) ihtiyaç duyulmaktadır. Böylelikle, endüstriyel üretim aşamasında suyun kullanımı ve ötrofikasyon potansiyeli açısından üst limitler getirilmesi, ülkemizin hedeflerinden biri haline getirilebilir.

Her ne kadar sanayi tarafından kullanılan su miktarı az gibi görünse de (%13,1), tüm dünyadaki su kullanımını düşündüğümüzde sanayinin kullandığı su miktarı, suya verdiği zarar insan sağlığı ve ekosistemin korunması için önemlidir (TÜİK, 2016). YDA ve EPD belgeleri, su ile ilgili ölçümleri içererek su açısından potansiyel tehditleri ölçmede fayda sağlamaktadır. Bu faydaya ek olarak, üretilen her ürünün suya yansıttığı olumsuz etkilerini karşılaştırmaya olanak sağlamaktadır (The International EPD System).

Literatür taramasında, EPD belgeleri ile su tüketimi ve ötrofikasyon potansiyelini karşılaştıran bir çalışma bulunamadı. Bu nedenle, diğer çalışmalarla ürün kıyaslaması yapılamamakta ve bu çalışma bu alanda bir ilk olma özelliği taşımaktadır. Ancak, ürün

kiyaslaması EPD resmi sayfasında, EPD belgelerinin karşılaştırma olanağı sağlayacağı belirtilmesine rağmen, bu çalışmada su tüketimi ve ötrofikasyon potansiyeli olarak kaliteli bir karşılaştırma yapılamadı (The International EPD System). Beyan birimlerinin farklı olması, karşılaştırmayı zorlaştıran en önemli problemdi. Beyan birimleri aynı olanlarda ise, üretilen ürünlerin birbirinden oldukça farklı (örneğin; alçı levha ve porselen karo) ve aynı kategorideki ürün sayılarının az olması karşılaştırma yapmaya imkan tanımadığı, sadece tanımlayıcı veriler sunmak için yeterli olmaktadır. Verilerin dağılımı hakkında bilgi sunan standart sapma değerleri, bu nedenle çok yüksek olmaktadır. Karşılaştırmayı zorlaştıran diğer önemli problem ise sistem sınırlarının farklı olmasıydı, bu nedenle üretimin her aşaması için karşılaştırma yapmak mümkün değildi.

Yapı sektöründe ve kimya sektöründe beyan birimi 1 kg olan ürünler arasındaki su tüketimi ve ötrofikasyon potansiyeli karşılaştırıldığında; kimya sektöründeki ürünlerin, yapı sektöründeki ürünlere göre su tüketimi daha fazla ancak ötrofikasyon potansiyeli daha azdı. Yapı sektöründe ve tekstil sektöründe beyan birimi 1 m² olan ürünler arasındaki su tüketimi ve ötrofikasyon potansiyeli karşılaştırıldığında; tekstil sektöründeki ürünlerin, yapı sektöründeki ürünlere göre hem su tüketimi hem de ötrofikasyon potansiyeli daha fazlaydı. Mobilya sektöründeki ürünlerin su tüketimi ve ötrofikasyon potansiyeli diğer sektörlere göre yüksekti. Bunun sebebi, beyan biriminde 1 parça ürün olmasıdır (örneğin; 1 sandalye, 1 masa gibi). 1 parça ürünün içerisinde çok çeşitli malzemeler (tahta, boya, çelik, alüminyum, kumaş gibi) bulunduğu için su tüketimi ve ötrofikasyon potansiyeli daha fazla olduğu görüldü. Çelik, alüminyum gibi metal içeren ürünlerde daha fazla su tüketildiği ve ötrofikasyon potansiyelinin daha fazla olduğu tespit edildi.

Bir Finlandiya çalışmasında, tekstilde kullanılan beyan biriminin 1 kg olduğu belirtilmiştir (Kalliala, 2003). Ülkemizde ise, tekstil ürünlerinde beyan birimi olarak 1 m² kullanılmıştır. Bu durum, karşılaştırma sorununun sadece yurt içinde değil yurt dışındaki ürünlerle de olanaksız olduğunu göstermektedir.

SONUÇ

Sonuç olarak; EPD belgelerinde beyan birimlerinin çeşitlilik göstermesi, sektörlerin ve benzer ürünlerin birbiri ile karşılaştırılabilirlik imkanını kısıtlamaktadır. EPD belgelerinin standardizasyonu ile ilgili bir kılavuz olmasına rağmen yeterli olmadığı görülmüştür ve bununla ilgili yeni standardizasyon çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. YDA düşüncesi suyun doğru kullanımını sağlayacak araçlar geliştirmiştir, ancak yasal olarak zorunluluk getirilmediği sürece endüstriyel açıdan çevreyi korumada yeterli verim sağlanamayacaktır.

KAYNAKLAR

1. Birleşmiş Milletler. About the Sustainable Development Goals. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/> (Erişim tarihi: 05.10.2018)
2. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP). Life Cycle Initiative. Background Report for a UNEP Guide to Life Cycle Management: A bridge to sustainable products, 2006.
3. Blażejowska MR, Palekhov D. Life Cycle Assessment (LCA) in Environmental Impact Assessment (EIA): principles and practical implications for industrial projects. *Management*. 2018;22(1):138-53.

4. Bundesamt für Umweltschutz (BUS). O⁺ kobilanzen von Packstoffen, Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 24. Bern. 1984.
5. EPD, How Sawn Reinforcing Steel for Concrete in Bars and Coils. http://www.feralpigroup.com/wp-content/uploads/2015/07/Feralpi_EP_D_hot_DEF1.pdf (Erişim tarihi: 28.01.2019)
6. EPD Türkiye. <https://epdturkey.org> (Erişim tarihi: 25.01.2019)
7. Franke M. Umweltauswirkungen durch Getränkeverpackungen – Systematik zur Ermittlung der Umweltauswirkungen von komplexen Prozessen am Beispiel von Einweg- und Mehrweg- Getränkebehältern. Technische Universität Berlin, Institut für Technischen Umweltschutz, 1984.
8. Hauschild MZ, Huijbregts MAJ, editors. Life Cycle Impact Assessment. Springer; 2015.
9. Hunt RG, Franklin WE, Welch RO, Cross JA, Woodall AE. Resource and environmental profile analysis of nine beverage container alternatives, United States Environmental Protection Agency (US EPA), Office of Solid Waste Management Programs, EPA/530/SW-91c, Washington, DC. 1974.
10. International Organization for Standardization ISO 14040:2006. <https://www.iso.org/standard/37456.html> (09.10.2018)
11. ISO 14020:2000. <https://www.iso.org/ics/13.020.50/x/> (Erişim tarihi: 25.01.2019)
12. ISO 14025:2006. <https://www.iso.org/standard/38131.html> (Erişim tarihi: 25.01.2019)
13. Kalliala EN. Environmental Indicators of Textile Products for ISO (Type III) Environmental Product Declaration. *Autex Res J*. 2003;3(4):206-18.
14. Klöpffer W. The role of SETAC in the development of LCA. *Int J life Cycle Assess*. 2006;11(Special Issue 1):116-22.
15. Lundholm MP, Sunström G. Resource and environmental impact of Tetra Brik carton and refillable and non-refillable glass bottles, Tetra Brik aseptic environmental profile. AB Tetra Pak, Malmö. 1985.
16. Mammadov A, Cılız N. Yaşam Döngüsü Analizi: Tanımı, Amacı, Sürdürülebilirlik Kavramlarıyla İlişkisi ve Sanayideki Yeri. *Anahtar Derg*. 2017;3:45.
17. Møse S, Rüter C. Is there a need for Environmental Product Declarations, 2010.
18. Morgan RK. Environmental impact assessment: the state of the art. *Impact Assess Proj Apprais*. 2012;30(1):5-14.
19. Nepomilueva D. Water scarcity indexes, Water availability to satisfy human needs Helsinki Metropolia University; 2017.
20. Resmi Gazete, 1983. <http://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/18132.pdf> (Erişim tarihi: 05.10.2018)
21. Resmi Gazete, 1993. <http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/21489.pdf&main=http://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/21489.pdf> (Erişim tarihi: 05.10.2018)
22. The International EPD System. <https://www.environdec.com> (Erişim tarihi: 25.01.2019)
23. TS EN 15804+A1. <https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/Standard.aspx?053107106111065067115113049116090107100056052055108081090071086075069085047110067109075073081116103090081086073108065117084119100104114089057114083086051081122043074082066052089057083054089043> (Erişim tarihi: 11.02.2019)
24. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). Sektörel Su ve Atıksu İstatistikleri, 2016.
25. World Wildlife Fund (WWF). Water Scarcity. <https://www.worldwildlife.org/threats/water-scarcity> (Erişim tarihi: 08.02.2019)