

YIL: 2019

CİLT: 4

SAYI: 2

ISSN: 1308-4372

E-ISSN: 2651-4753

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE ÇEVRE



SU VAKFI

Yayın sahibi : **Su Vakfı**
Previlage owner : Turkish Water Foundation



Kurucu Editör/Foundation Editor
Zekai ŞEN

Baş Editör/Editor-in-Chief
İsmail DABANLI

Editörler/Editors

Ahmet Duran ŞAHİN
Ahmet ÖZTOPAL
Atilla AKKOYUNLU
Ayşe MUHAMMETOĞLU
Ayşegül DEMİR YETİŞ
Ece TURHAN
Eyüp ŞİŞMAN
Feza KARAER
Fatih TUFANER
İsmail KOYUNCU
Mehmet İrfan YEŞİLNACAR
Mikdat KADIOĞLU
Muhammet Yunus PAMUKOĞLU
Sevinç ASİLHAN
Zekai ŞEN

Dizgi/Tasarım Editörü/Designing Editor

Muhiddin YENİGÜN

Yazışma Adresi

Adres : İklim Değişikliği ve Çevre, Cumhuriyet Mahallesi Libadiye Caddesi Doęanay Sokak
No:6 Çolak Plaza Kat:4, 34697 Üsküdar/İstanbul
Telefon : +90-216 412 33 83
Faks : +90-216-412 33 90
Elektronik posta : bilgi@suvakfi.org.tr
Web : <http://dergipark.gov.tr/idec>
ISSN : 1308-4372
E-ISSN : 2651-4753

Dergide yayınlanan yazılar izinsiz başka bir yerde yayınlanamaz veya bildiri olarak sunulamaz.

YIL : 2019
CİLT : 4
SAYI : 2

İÇİNDEKİLER

No Makaleler

1	Hızlandırılmış UV yaşlandırma etkisine maruz bırakılan kayın ve ladin odunlarının yüzey pürüzlülüğü ve renk ölçümü üzerine etkileri M. Said FİDAN, Murat ERTAŞ, Salih KAYA, Arif KARADEMİR	1
2	Yenilenebilir Enerji Kooperatifçiliği ve Etkileri Recep ŞENSÖZ	10
3	Türkiye'de 1988-2017 Yılları Arasında Gerçekleşen Orman Yangınlarından Kaynaklanan Hava Kirlenici Emisyonların Envanteri Nur ZAFER, Gizem TUNA TUYGUN, Tolga ELBİR	23
4	Uluslararası Yeşil Bina Sertifika Sistemlerinin İncelenmesi ve Tasarlanan Ulusal Sertifika Sisteminin Kullanımı: Bir Kampüs Binası ile Vaka Çalışması Börte KÖSE-MUTLU, Zekeriya Ozan ARSLANOĞLU, Burcak GÜNAÇTI, Berkan SAY, Fatih ŞAHİN, Can YILMAZ, Nesrin YARDIMCI-TİRYAKİOĞLU	32
5	Arıtılmış Evsel/Kentsel Atıksuların Yeni Bir Su Kaynağı Olarak Kullanımında Faydalar ve Riskler Bilgehan NAS, Cemre YILMAZ	42

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Öne Çıkan Sonuçlar:

- Yaşlandırma süresinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi
- Yaşlandırma süresinin renk değişimine etkisi
- Kayın ve ladin odunlarında meydana gelen değişimlerin kıyaslanması

Yazışma yazarı:

Salih KAYA,
salih.kaya@btu.edu.tr

Referans:

Fidan, M.S., Ertaş, M., Kaya, S., Karademir, A., (2018), Hızlandırılmış UV yaşlandırma etkisine maruz bırakılan kayın ve ladin odunlarının yüzey pürüzlülüğü ve renk ölçümü üzerine etkileri, İklim değişikliği ve çevre, 4, (2) 1-9

Makale Gönderimi : 17 EYLÜL 2018
Online Kabul : 22 NİSAN 2019
Online Basım : 25 EKİM 2019

Hızlandırılmış UV yaşlandırma etkisine maruz bırakılan kayın ve ladin odunlarının yüzey pürüzlülüğü ve renk ölçümü üzerine etkileri

M. Said FİDAN¹, Murat ERTAŞ¹, Salih KAYA¹, Arif KARADEMİR¹

¹Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yıldırım, Bursa, Türkiye.

Özet Rutubet, ışık, ultraviyole radyasyon, mekanik güçler ve sıcaklık etkisi olarak tanımlanan açık hava etkileri ahşap malzeme için önemli bir risk faktörüdür. Bu etkiler neticesinde ağaç malzemenin renginde, kimyasal ve fiziksel yapısında bazı değişimler meydana gelmektedir. Meydana gelen bu olumsuz değişimler (ahşap malzemede yaşlanma) ağacın kullanım ömrünü kısaltması ve ayrıca bozulan malzemelerin yenilenme maliyetinin giderek yükselmesi bakımından çok önemlidir. Bu çalışma, dış ortamın bozandırıcı etkilerini ölçebilmek için kayın ve ladin odunlarının laboratuvarında hızlandırılmış yaşlandırmaya maruz bırakılan ağaç malzemelerin bünyesine su alımını azaltmak veya kontrol etmek ve bunun sonucu olarak dış hava şartlarının bozandırıcı etkisine karşı oluşan performans ölçmek amacıyla yapılmıştır. Bu nedenle, araştırmada odun materyali olarak kayın ve ladin kullanılmıştır. Hızlandırılmış UV yaşlandırma etkisine maruz bırakılan kayın ve ladin odunlarının yüzey pürüzlülüğü ve renk ölçümü özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Uygun boyutlara getirilen numuneler daha sonra ASTM G 154 (2012) standardına uygun olarak (numuneler 4 saat yoğunluğunun ardından 8 saat UV ışın yoğunluğunda bırakılarak döngü tamamlanmıştır) hızlandırılmış yaşlandırma cihazında 168 saat, 336 saat, 504 saat ve 672 saat süreler boyunca UV yaşlandırma etkilerine maruz bırakılmıştır. Elde edilen numunelerin bazı test özellikleri incelenmiştir. İşlem görmemiş (kontrol) ve işlem görmüş yaşlandırılmış numunelerin yüzey pürüzlülüğü ve renk ölçümü özellikleri incelenerek hangilerinin daha avantajlı olduğu ortaya konmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, deney numunelerinde yüzey pürüzlülüğünün en yüksek ortalama Ra, Rz ve Rq değerleri kayın ağacında ve yaşlandırma süresinde ise 672 saatte bulunduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde, yaşlandırma süresi arttıkça yüzey pürüzlülük ortalama Ra, Rz ve Rq miktarlarının da arttığı gözlemlenmektedir. Renk ölçümünün kayın ağacında en düşük ortalama ΔL ve Δb değeri 168 saat yaşlandırma süresinde, Δa değerinde 366 saat yaşlandırma süresinde ve ΔE değerinde ise 672 saat yaşlandırma süresinde çıktıkları tespit edilmiştir. Ladin ağacında ise, en düşük ortalama ΔL ve Δb değeri 672 saat yaşlandırma süresinde, Δa ve ΔE değerlerinde ise 366 saat yaşlandırma süresinde çıktıkları saptanmıştır. Bu sonuçlar ışığında, odun türleri arasındaki yüzey pürüzlülükleri ve renk ölçümleri arasındaki farklılaşmalar anatomik özelliklerindeki farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Hızlandırılmış yaşlandırma, Odun, Yüzey pürüzlülüğü, Renk değişimi

Effects on the surface roughness and color measurement of beech and spruce wood exposed to accelerated UV weathering

Abstract Open air effects defined as moisture, light, ultraviolet radiation, mechanical forces and temperature effects are an important risk factor for wood. As a result of these effects, there are some changes in the colour, chemical and physical structure of the wood material. These negative changes (weathering in wood) are very important because of shorten the useful life of the tree and the cost of renewal of the degrading materials gradually increases. The purpose of this study was to reduce or control the water absorption of wood materials exposed to accelerated UV weathering in laboratory of beech and spruce wood to measure the deformed effect of outdoor conditions. In addition to this, it is aimed that to measure the performance against the deformed effect of outdoor weather conditions as a result. For this reason, beech and spruce were used as wood material in this research. It is aimed to determine the surface roughness and color measurement properties of beech and spruce woods subjected to accelerated UV weathering effects. The samples brought to the appropriate dimensions were subjected to UV weathering effects at 168 hours, 336 hours, 504 hours, and 672 hours on the accelerated UV weathering device (the cycles were completed by leaving the samples at 8 hours of UV light intensity after 4 hours of condensation) in accordance with ASTM G 154 (2012) standard. Obtained samples were examined some test properties. It has been tried to find out which is more advantageous by

examining the surface roughness and color measurement properties of the untreated (control) and processed aged samples. According to the results obtained, the highest average Ra, Rz and Rq values of the surface roughness of the test specimens were found in beech wood and 672 hours in weathering time. Similarly, as the weathering time increases, the average roughness Ra, Rz and Rq increases. The lowest mean values of color measurement in the beech tree were found to be 168 hours in ΔL and Δb , 366 hours in Δa and 672 hours in ΔE in accelerated weathering time. In the spruce tree, the lowest average ΔL and Δb values were found to be 672 hours in accelerated weathering time, and Δa and ΔE values were 366 hours in accelerated weathering time. In the light of these results can be attributed to differences in the anatomical characteristics of the differences in surface roughness and color measurements between wood species.

Keywords: Accelerated weathering, Wood, Surface roughness, Color measurement.

1. Giriş

Asırlardır yoğun ve çok yönlü kullanım alanlarına sahip olan odun hammaddesi doğal dayanıklılığa sahip olmakla birlikte çevre koşullarından etkilendiği içinde çevre koşullarının bozundurma etkisine sahiptir. Ultraviyole ışınlarının etkisi bozundurma olayında en önemli faktörlerden birisidir. Odunun yüzey yapısının bozunması, yüzeyde veya yüzeye yakın kısımlardaki renk değişiklikleri, yağmur suyunun tesiriyle yıkanma ve çatlaklar gibi etkenler odunda açık havanın tesiriyle oluşan diğer değişikliklerdir (Temiz, 2005).

Odun, doğal dayanıklılığa sahip bir malzeme olduğu için yüzyıllardır çok yönlü ve yoğun bir kullanım alanına sahip olmakla birlikte diğer tüm biyolojik maddeler gibi çevre faktörlerinin bozundurma etkisine açıktır. Bu bozundurma olayında ana faktör ultraviyole ışınlarının (UV) etkisidir. Bununla birlikte, açık hava etkisiyle odunda meydana gelen diğer değişiklikler ise; yüzey ve yüzeye yakın kısımlarda meydana gelen renk değişimi, çatlaklar, yüzey yapısının bozunması ve yağmur suyunun etkisiyle yıkanma olarak özetlenebilir (Temiz, 2005).

Erin vd. (1998) çalışmalarında kayın, güney çamı ve batı kırmızı sedir numune yüzeylerine 0, 50, 150, 300 ve 2400 saatlik yapay yaşlandırma ve Wisconsin Madison'da doğal yaşlandırma uygulamışlardır. Her iki yaşlandırma sonucu birbiriyle karşılaştırılmış ve boya sürülmemiş örneklerle yapılan 2400 saatlik hızlandırılmış yaşlandırmanın 4–5 yıllık doğal yaşlandırmanın yapmış olduğu bozunmaya denk geldiğini bildirmişlerdir. Aynı zamanda, 2400 saatlik yapay yaşlandırma sonucunda ağaç türlerinin hepsinde hemen benzer miktarlarda bozunma olduğu, yalnızca batı kırmızı sedir'de bozunma hızının diğerlerine göre daha hızlı olduğunu tespit etmişlerdir. Temiz, 2005'de yaptığı çalışmada; sarıçam deney numuneleri Wolmanit CX-8, krom bakır arsenat, Tanalit-E 3491 ve amonyum bakır quat ile empenye yaparak 2 saat UV ışığa takiben 18 dakika su spreyi uygulayarak 0, 200, 400 ve 600 saatlik yapay yaşlandırmaya tabi tutmuştur. Numunelerde oluşan tahribatlar FTIR ve renk ölçümünü belirlemiştir. Sonuçta, en az yıpranmanın ACQ_1900 ve CCA'dan elde edildiğini saptamıştır.

Feist ve Hon (1984), yaptıkları çalışmada; EDS analiz sonuçlarına göre yaşlandırılmış örneklerde C miktarlarının yükseldiğini tespit etmişlerdir. Bunun sonucunda; lignin içeriğindeki düşüşün sebebinin ligninin ultraviyole etkisi ile bozunumu ve çözülebilir bozunma ürünlerinin yağmur etkisi ile ağaç malzeme yüzeyinden uzaklaşması olduğunu belirlemiştir. Williams ve ark., 1991'de yaptıkları çalışmada; güney çamı odunlarının CCA ile basınç altında ve CrO_3 ise fırça ile deney numune yüzeyine sürülmek suretiyle empenye yaparak yaşlandırma testine tabi tutmuşlardır. Bunun içinde 6500-W xenon ark lambalarıyla 2400 saatlik yapay yaşlandırma uygulanmış ve yaz odunu erozyon oranı ilkbahar odunu erozyon oranından daha düşük çıktığını tespit etmişlerdir.

Bunlardan dolayı, bu çalışmanın amacı, kayın (Fagus) ve ladin (Picea) odunlarının hızlandırılmış UV yaşlandırma etkisine maruz bırakarak yüzey pürüzlülüğü ve renginde meydana gelen değişimi belirlemek hedeflenmiştir

2. Veri ve Çalışma Alanı

Bu çalışmada; odun materyali olarak kayın (Fagus) ve ladin (Picea) kullanılmıştır. Kullanılacak deney numunelerinin sayıları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Araştırma kapsamında kullanılan ağaç malzeme, Bursa bölgesinden tamamen tesadüfi metotla temin edilen kayın (Fagus) ve ladin (Picea) odunlarından "Rastgele Seçim" metodu ile elde edilmiştir. Seçilen keresteler, sıcaklığı $20 \pm 2^\circ C$ ve bağıl nemi 65 ± 3 olan şartlardaki iklim odasında ortalama % 12 rutubete ve değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilip daha sonra yapılacak olan deneylere göre ağaç malzemelerden kaba kesim yapılmıştır. Ağaç malzemenin budaksız, reçinesiz, büyüme kusurları bulunmayan, sağlam, düzgün lifli ve diri odun kısmı olmasına dikkat edilmiştir. Örneklerin hazırlanma işlemi Bursa Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılacak deney sayıları.

Ağaç Türü	Hızlandırılmış Yaşlandırma	Test Numune Sayısı
	3 (0 saat)	
Kayın	3 (168 saat)	$\frac{2 \times 3 \times 4 \times 10 = 240}{atx\ddot{o}sxhyxt}$
Ladin	3 (366 saat)	
	3 (504 saat)	
	3 (672 saat)	

at: Ağaç türü, ös: örnek sayısı, hy: hızlandırılmış yaşlandırma, t: tekrür

3. Yöntem

3.1. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Çalışmada kullanılacak olan deney örnekleri düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, tül teşekkülü düzgün lifli, diri odun kısmından, reçinesi ve büyüme kusuru bulunmayan parçalardan, renk ve yoğunluk farkı olmayan, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararlarına uğramamış kısımlarından hazırlanmıştır.

800x150x50 mm boyutlarında elde edilen deney numuneleri yaşlandırma testi yapabilmek için 95x80x10 mm boyutlarına getirilmiştir. Kayın ve ladin ağaçlarından 4 farklı hızlandırılmış yaşlandırma ve 3 adet örnek sayısı olmak üzere toplamda 24 adet deney numunesi yaşlandırma için hazırlanmıştır.

3.2. Yaşlandırma Testi

Daha sonra deney numuneleri ASTM G 154 (2012) standardına uygun olarak yaşlandırma cihazında (QUV Accelerated Weathering Tester) 168 saat (1 hafta), 336 saat (2 hafta), 504 saat (3 hafta) ve 672 saat (4 hafta) süre boyunca UV yaşlandırma etkilerine maruz bırakılmıştır.

Burada, yaşlandırma koşulları olarak UV-A 340 florasan lamba, 340 nm dalga boyunda ve ışık yoğunluğu 0,89 W/m² tutulmuştur. Yoğunlaşma ve ışık yoğunluklarındaki sıcaklıkları sırasıyla 50°C ve 60°C olmuştur. Numunelerde 4 saat yoğunlaşmanın ardından 8 saat UV ışın yoğunluğunda bırakılarak döngü tamamlanmıştır. Bu döngü 672 saat boyunca tekrar edilmiştir. Bağıl nem test boyunca % 50'de tutulmuştur.

Deney numuneleri hızlandırılmış yaşlandırma testi öncesinde ve sonrasında iklimlendirme kabiniinde %60±3 bağıl nem ve 20±2°C'de %12 denge rutubet hale gelinceye kadar kondisyonlanmıştır.

3.3. Numune Özelliklerinin İncelenmesi

Elde edilen numunelerin kontrol (ham) ve hızlandırılmış yaşlandırma şeklinde elde edilen numunelerin bazı özellikleri incelenmiştir. Bu özellikler şu şekildedir;

- √ Yüzey Pürüzlülüğü
- √ Renk Değişimi özellikleri incelenmiştir.

3.3.1. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü

Mitutoyo SurfTest SJ-301 dokunmalı (iğneli) yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı ardışık profil değişikliklerini ölçebilen yüzey pürüzlülük ölçümlerinde kullanılmıştır. Bu cihaz, pürüzlülük ölçümünde 5 µm çaplı elmas ucunu numune yüzeyinde yukarıya ve aşağıya doğru hareket ettirerek yüzeydeki çıkıntı ve girintilerin profilini çıkararak ölçümler yapılmıştır. Ölçme ortamı gürültü kaynaklarından uzak tutularak aletin yerleştirildiği masa titreşimlerden korunmuştur. Ortam sıcaklığı 18-22°C arasında tutulmuştur. Cihaz ve numunelerin yer düzlemine paralellliği kontrolleri yapıldıktan sonra Ra, Rz ve Rq değerleri ISO 4287 (1997) standardına göre belirlenmiştir. Her numunede toplam on ölçüm yapılmıştır (Ayata ve Çakıcıer, 2018).

3.3.2. Renk Değişimi Ölçümü

Renk ölçümleri, CIE L * a * b sistemine göre bir Konica Minolta CM-2600d spektrofotometre kullanılarak 10° gözlem açılı 8 mm çaplı bir nokta üzerinde yapılmıştır. Renk koordinatları hızlandırılmış yaşlandırma öncesi ve sonrasında ΔL*, Δa* ve Δb* olarak hesaplanmıştır. Renk ölçümü, numunelerin 10 farklı noktasından ölçümler alınarak yapılmıştır (Tomak ve ark., 2014). Toplam renk farklılıkları (ΔE*) her bir grup için belirlenmiştir.

$$\Delta a^* = a_{yS}^* - a_{y\ddot{o}}^* \quad (1)$$

$$\Delta b^* = b_{yS}^* - b_{y\ddot{o}}^* \quad (2)$$

$$\Delta L^* = L_{ys^*} - L_{yö^*} \quad (3)$$

$$(\Delta E^*) = [(\Delta a^*)^2 - (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^*)^2]1/2 \quad (4)$$

Burada;

Δa^* , Δb^* , and ΔL^* : Numunelerin yaşlandırmadan önceki ve sonraki değerleri (Baysal ve ark., 2016).

3.4. İstatistik Analizler

Elde edilen numuneler SAS programı kullanılarak tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak varyans analizleri belirlenmiştir. Ortalamaların karşılaştırılmaları Duncan testine tabi tutulmuştur.

4. Bulgular

4.1. Yüzey Pürüzlülüğü

Yapılan varyans analizi sonucunda; kayın ve ladin odunu numunelerinin yüzey pürüzlülüklerinin Ra, Rz ve Rq miktarları ile ağaç türleri ve yaşlandırma süreleri arasında %1 önem düzeyinde yüksek seviyede farklılıklar bulunduğu belirlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Kayın ve ladin odunlarının yüzey pürüzlülük özelliklerinin belirlenmesine ilişkin çoklu varyans analizi.

Test Türü	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
Yüzey Pürüzlülüğü (Ra)	Ağaç Türü	1	516.1566	516.1566	75.57*
	Yaşlandırma Süresi at*ys	4	1415.5111	353.8777	51.81*
	at*ys	4	94.4276	23.6069	3.46*
	Hata	1190	8128.0128	6.8303	
	Toplam	1199	10154.1080		
Yüzey Pürüzlülüğü (Rz)	Ağaç Türü	1	31372.5090	31372.5090	171.06*
	Yaşlandırma Süresi at*ys	4	38654.0539	9663.5135	52.69*
	at*ys	4	4388.4752	1097.1188	5.98*
	Hata	1190	218244.7655	183.3990	
	Toplam	1199	292659.8037		
Yüzey Pürüzlülüğü (Rq)	Ağaç Türü	1	877.0299	877.0299	86.25*
	Yaşlandırma Süresi at*ys	4	2098.0971	524.5243	51.59*
	at*ys	4	149.9223	37.4806	3.69*
	Hata	1190	12099.8048	10.1679	
	Toplam	1199	15224.8542		

*:% 1 düzeyinde önemli

Tablo 3'de görüldüğü gibi, deney örneklerinde yüzey pürüzlülüğünün en yüksek ortalama Ra değeri ağaç türlerinde kayında 11.42 ve yaşlandırma süresinde ise 672 saatte 11.78; Rz değeri ağaç türlerinde kayında 66.75 ve yaşlandırma süresinde ise 672 saatte 67.54 ve Rq değeri ise ağaç türlerinde kayında 14.33 ve yaşlandırma süresinde ise 672 saatte 14.73 olarak bulunduğu tespit edilmiştir.

Deney örneklerinde yüzey pürüzlülüğünün ortalama Ra değeri kayında en yüksek 672 saat yaşlandırma süresinde 12.49 ve ladinde ise en yüksek 672 saat yaşlandırma süresinde 11.07 olarak bulunmuştur. Rz değerleri bakımından, kayında en yüksek 672 saat yaşlandırma süresinde 74.06 ve ladinde ise en yüksek 672 saat yaşlandırma süresinde 61.01 olarak belirlenmiştir. Rq değerleri ise, kayında en yüksek 672 saat yaşlandırma süresinde 15.69 ve ladinde ise en yüksek 672 saat yaşlandırma süresinde 13.76 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 3. Kayın ve ladin odunlarının yüzey pürüzlülük özelliklerinin ağaç türü ve yaşlandırma süresine göre ortalama değerleri ve en küçük önemli fark (LSD) testine göre oluşan gruplar.

Test Türü	Faktör	X-HG	LSD	
Yüzey Pürüzlülüğü (Ra)	Ağaç türü	Kayın	11.42 a	
		Ladin	10.11 b	
	Yaşlandırma süresi	0 saat	8.66 c	
		168 saat	10.93 b	
		366 saat	11.20 b	
		504 saat	11.25 b	
		672 saat	11.78 a	
	Yüzey Pürüzlülüğü (Rz)	Ağaç Türü	Kayın	66.75 a
			Ladin	56.52 b
Yaşlandırma Süresi		0 saat	50.88 c	
		168 saat	62.06 b	
		366 saat	63.31 b	
		504 saat	64.39 b	
		672 saat	67.54 a	
Yüzey Pürüzlülüğü (Rq)		Ağaç Türü	Kayın	14.33 a
			Ladin	12.62 b
	Yaşlandırma Süresi	0 saat	10.92 c	
		168 saat	13.65 b	
		366 saat	13.98 b	
		504 saat	14.08 b	
		672 saat	14.73 a	

X: Ortalama, H.G.: Homojenlik Grupları

Deney örneklerinde yüzey pürüzlülüğünün ortalama Ra, Rz ve Rq değerlerinin kayında daha yüksek çıktığı görülmektedir. Benzer şekilde, yaşlandırma süresi arttıkça yüzey pürüzlülük ortalama Ra, Rz ve Rq miktarlarının da arttığı gözlemlenmektedir.

Tablo 4. Kayın ve ladin odunlarının yüzey pürüzlülüklerinin ortalama değerleri.

Yüzey Pürüzlülüğü	Ağaç Türü	Yaşlandırma Süresi	Numune Sayısı	Ortalama	Standart Sapma
Ra	Kayın	0 saat	120	8.85	2.1304
		168 saat	120	11.46	1.9154
		366 saat	120	12.19	1.9851
		504 saat	120	12.11	2.0913
		672 saat	120	12.49	2.0691
	Ladin	0 saat	120	8.48	2.4600
		168 saat	120	10.40	3.0721
		366 saat	120	10.21	3.1351
		504 saat	120	10.39	3.1404
		672 saat	120	11.07	3.5098
Rz	Kayın	0 saat	120	52.44	11.3961
		168 saat	120	66.70	10.1030
		366 saat	120	69.73	11.6916
		504 saat	120	70.81	11.3767
		672 saat	120	74.06	11.1379
	Ladin	0 saat	120	49.32	13.4969
		168 saat	120	57.42	14.8066
		366 saat	120	56.89	16.8473
		504 saat	120	57.96	15.6126
		672 saat	120	61.01	16.8191
Rq	Kayın	0 saat	120	11.15	2.5868
		168 saat	120	14.39	2.2841
		366 saat	120	15.21	2.4014
		504 saat	120	15.19	2.5451
		672 saat	120	15.69	2.5131
	Ladin	0 saat	120	10.69	3.0740
		168 saat	120	12.91	3.7097
		366 saat	120	12.75	3.8988
		504 saat	120	12.97	3.8249
		672 saat	120	13.76	4.2625

4.2. Renk Ölçümü

Yapılan varyans analizinde; kayın ve ladin odunu numunelerinin renk ölçümlerinin ΔL , Δa , Δb ve ΔE miktarları ile ağaç türleri ve yaşlandırma süreleri arasında %1. Δb ve ΔE miktarlarının ağaç türlerinde ise %5 önem seviyelerinde yüksek düzeyde farklılıklar olduğu bulunmuştur (Tablo 5).

Tablo 6'da görüldüğü gibi, deney örneklerinde renk ölçümlerinin ortalama ΔL değeri ağaç türlerinde kayında -14.46 ve ladinde -16.01, yaşlandırma süresinde en düşük 168 saatte -21.23 ve en yüksek ise 366 saatte -4.95; Δa değeri ağaç türlerinde kayında 6.49 ve ladinde 7.08, yaşlandırma süresinde en düşük 366 saatte 4.56 ve en yüksek ise 168 saatte 9.17; Δb değeri ağaç türlerinde kayında 9.72 ve ladinde 9.21, yaşlandırma süresinde en düşük 168 saatte 5.69 ve en yüksek ise 366 saatte 16.12; ΔE değeri ağaç türlerinde kayında 242 ve ladinde 255, yaşlandırma süresinde en düşük 366 saatte 171 ve en yüksek ise 168 saatte 299 olarak belirlenmiştir.

Tablo 5. Kayın ve ladin odunlarının renk ölçümü değerlerinin belirlenmesine ilişkin çoklu varyans analizi.

Test Türü	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
Renk Ölçümü (ΔL)	Ağaç Türü	1	574.6332	574.6332	25.43*
	Yaşlandırma Süresi	3	36473.4733	12157.8244	538.09*
	at*ys	3	25873.3266	8624.4422	381.71*
	Hata	952	21509.7374	22.5943	
	Toplam	959	84431.1704		
Renk Ölçümü (Δa)	Ağaç Türü	1	84.6331	84.6331	22.36*
	Yaşlandırma Süresi	3	2612.3021	870.7674	230.04*
	at*ys	3	1965.8187	655.2729	173.11*
	Hata	952	3603.6382	3.7853	
	Toplam	959	8266.3921		
Renk Ölçümü (Δb)	Ağaç Türü	1	62.5005	62.5005	6.10**
	Yaşlandırma Süresi	3	15159.5304	5053.1768	493.46*
	at*ys	3	6423.6375	2141.2125	209.10*
	Hata	952	9748.7581	10.2403	
	Toplam	959	31394.4265		
Renk Ölçümü (ΔE)	Ağaç Türü	1	41826.048	41826.048	3.91**
	Yaşlandırma Süresi	3	2184142.882	728047.627	68.06*
	at*ys	3	5917118.838	1972372.95	184.37*
	Hata	952	10184372.51	10697.870	
	Toplam	959	18327460.27		

*, **: sırasıyla % 1 ve % 5 düzeylerinde önemli

Tablo 6. Kayın ve ladin odunlarının renk ölçümlerinin ağaç türü ve yaşlandırma süresine göre ortalama değerleri ve duncan testine göre oluşan gruplar.

Test Türü	Faktör	X-HG	
Renk Ölçümü (ΔL)	Ağaç türü	Kayın	-14.46 a
		Ladin	-16.01 b
	Yaşlandırma Süresi	168 saat	-21.23 d
		366 saat	-4.95 a
		504 saat	-16.68 b
Renk Ölçümü (Δa)	Ağaç Türü	Kayın	6.49 b
		Ladin	7.08 a
	Yaşlandırma Süresi	168 saat	9.17 a
		366 saat	4.56 d
		504 saat	7.05 b
Renk Ölçümü (Δb)	Ağaç Türü	Kayın	9.72 a
		Ladin	9.21 b
	Yaşlandırma Süresi	168 saat	5.69 d
		366 saat	16.12 a
		504 saat	8.51 b
Renk Ölçümü (ΔE)	Ağaç Türü	Kayın	241.94 b
		Ladin	255.14 a
	Yaşlandırma Süresi	168 saat	299.04 a
		366 saat	171.23 d
		504 saat	251.57 c
	672 saat	272.31 b	

X: Ortalama, H.G.: Homojenlik Grupları

Tablo 7'de görüldüğü gibi, deney örneklerinde renk ölçümünün ortalama ΔL değeri kayında en düşük 504 saat yaşlandırma süresinde -23.63 ve ladinde ise en düşük 672 saat yaşlandırma süresinde -25.65 olarak saptanmıştır. Δa değerleri bakımından, kayında en düşük 366 saat yaşlandırma süresinde 3.81 ve ladinde ise en düşük 366 saat yaşlandırma süresinde 5.31 olarak bulunmuştur. Δb değerleri, kayında en düşük 504 saat yaşlandırma süresinde 4.54 ve ladinde ise en düşük 672 saat yaşlandırma süresinde 4.60 olarak belirlenmiştir. ΔE değerleri ise, kayında en düşük 672 saat yaşlandırma süresinde 146 ve ladinde ise en düşük 366 saat yaşlandırma süresinde 158 olarak belirlenmiştir.

Tablo 7. Kayın ve ladin odunlarının renk ölçümü ortalama değerleri.

Renk Ölçümü	Ağaç Türü	Yaşlandırma Süresi	Numune Sayısı	Ortalama	Standart Sapma
ΔL	Kayın	168 saat	120	-20.90	3.8743
		366 saat	120	-2.80	4.7962
		504 saat	120	-23.63	4.7159
		672 saat	120	-10.52	5.7498
	Ladin	168 saat	120	-21.57	4.6658
		366 saat	120	7.10	3.7816
		504 saat	120	-9.73	4.5578
		672 saat	120	-25.65	5.5314
Δa	Kayın	168 saat	120	9.28	1.5410
		366 saat	120	3.81	1.8736
		504 saat	120	8.76	1.9368
		672 saat	120	4.11	2.2767
	Ladin	168 saat	120	9.06	2.0726
		366 saat	120	5.31	1.4304
		504 saat	120	5.34	1.9849
		672 saat	120	8.61	2.2763
Δb	Kayın	168 saat	120	6.18	2.8537
		366 saat	120	17.66	2.7511
		504 saat	120	4.54	2.7754
		672 saat	120	10.50	4.0365
	Ladin	168 saat	120	5.19	3.1295
		366 saat	120	14.58	3.0906
		504 saat	120	12.47	3.7146
		672 saat	120	4.60	3.0117
ΔE	Kayın	168 saat	120	293.19	99.4484
		366 saat	120	184.03	44.8828
		504 saat	120	344.61	126.3597
		672 saat	120	145.92	93.4491
	Ladin	168 saat	120	304.89	124.2355
		366 saat	120	158.43	60.2825
		504 saat	120	158.54	81.4586
		672 saat	120	398.70	152.5615

5. Tartışma ve Sonuç

Deney numunelerinde yüzey pürüzlülüğünün en yüksek ortalama R_a , R_z ve R_q değerleri kayında ve yaşlandırma süresinde ise 672 saatte bulunduğu saptanmıştır. Deney numunelerinde yüzey pürüzlülüğünün ortalama R_a , R_z ve R_q değerlerinin kayında daha yüksek çıktığı görülmektedir. Benzer şekilde, yaşlandırma süresi arttıkça yüzey pürüzlülük ortalama R_a , R_z ve R_q miktarlarının da arttığı gözlemlenmektedir. Ferhat vd. (2018) yaptıkları çalışmada yaşlandırma süresinin artışıyla R_a , R_z ve R_{max} değerlerinin arttığını belirlemişlerdir. Bulunan değerler literatürle uyum göstermektedir.

Deney örneklerinde renk ölçümünün kayın ağacında en düşük ortalama ΔL ve Δb değeri 168 saat yaşlandırma süresinde, Δa değerinde 366 saat yaşlandırma süresinde ve ΔE değerinde ise 672 saat yaşlandırma süresinde çıktıkları belirlenmiştir. Ladin ağacında ise, en düşük ortalama ΔL ve Δb değeri 672 saat yaşlandırma süresinde, Δa ve ΔE değerlerinde ise 366 saat

yaşlandırma süresinde çıktıkları tespit edilmiştir. Abdi vd.(2011) yaptıkları çalışmada 300 saatlik yaşlandırma süresinden sonra ΔL değerindeki değişimi -25,57 olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada ladin odunlarının 672 saat yaşlandırma süresinden sonra bulunan ΔL değeri -25,65 olarak belirlenmiştir. Bulunan değer literatürle uyusmaktadır.

Bu sonuçlara göre, ağaç türleri arasındaki yüzey pürüzlülükleri ve renk ölçümleri arasındaki farklılaşmalar anatomik özelliklerindeki farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir.

6. Kaynaklar

- ASTM D 3023. (1988), *Practica for Determination of Resistance of Factory Applied Coatings of Wood Products of Stain and Reagents USA*.
- ASTM G 154. (2012), *Standard Practice for Operating Fluorescent Ultraviolet (UV) Lamp Apparatus for Exposure of Nonmetallic Materials*.
- Ayata, Ü., Çakıcıer, N. (2018), "ThermoWood Metoduna Göre Isıl İşlem Görmüş ve Su-Bazlı Vernikler Uygulanmış Ahşap Malzemeler Üzerinde Hızlandırılmış UV Yaşlandırma Etkisine Karşı Yüzey Pürüzlülüğünün Belirlenmesi", *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8 (1), pp.122-134.
- Baysal, E., Tomak, E. D., Topaloğlu, E., Peşman, E. (2016), "Surface Properties of Bamboo and Scots Pine Impregnated with Boron and Copper Based Wood Preservatives After Accelerated Weathering", *Maderas. Ciencia y tecnología*, 18(2), pp.253–264.
- Erin, L., Pawlak, A., Owen, N. L., Feist, W. C. (1998), *Infrared Studies of Wood Weathering Part I: Softwoods*. Department of Chemistry, Brigham Young University, Provo, Utah 84602 and Forest Products Laboratory, U.S. Department of Agriculture, Madison, Wisconsin 53705, 431-438.
- Feist, W. C., Hon, D. N. S. (1984), "Chemistry of Weathering and Protection in the Chemistry of Solid Wood", *American Chemical Society*, pp.401-454.
- ISO 4287. (1997), *Geometrical Product Specifications Surface Texture Profile Method Terms, Definitions and Surface Texture Parameters*, International Standart Organization.
- Temiz, A. (2005), "Benzetilmiş Dış Hava Koşullarının Emprenyeli Ağaç Malzemeye Etkileri", *Doktora Tezi, K.T.Ü Fen Bilimleri, Trabzon*, 12-125.
- Tomak, E. D., Ustaömer, D., Yıldız, S., Peşman, E. (2014), "Changes in Surface and Mechanical Properties of Heat Treated Wood During Natural Weathering", *Measurement*, 53, 30–39.
- Williams, C., Williams, F., Sam, R. (1991), "Weathering Durability of Chromium-Treated Southern Pine", *Forest Products Research Society Forest Products Journal*, 41 (1), 8-14.
- Özdemir, F., Dalgıç, E., Özğan, A.O., Avşar, E. (2018) "Kayın Kaplamaların Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Yaşlandırmanın Etkisi", *Turkish Journal of Forest Science*, 2 (2), 142-147.
- Atılğan, A., Gökteş, O., Peker, H. (2011), "Pınar Bitki Ekstraktından Elde Edilen Doğal Boyanın Ahşap Malzemeye Üstyüzey Olarak Uygulanması", *Forest Products Research Society Forest Products Journal*, 41 (1), 8-14.

Öne Çıkan Sonuçlar:

- Yenilenebilir Enerji Kooperatifleri yatırımlarına karşılık ortalamanın üzerinde getiri elde etmektedirler. Yerel halk tarafından gerçekleştirilen yatırımlarda, büyük ölçekli yatırımlara göre beş kata daha fazla olumlu etkiler sağlamaktadırlar.
- Ağırlıklı olarak iyi eğitimli ve iyi gelire sahip erkek ağırlıklı üye profiline sahip yenilenebilir enerji kooperatifleri, mali sektörden borçlanmadaki zorluklar nedeniyle ortaklarından aldıkları sermaye ile yatırım yapmakta olup, üyelerine ortalamanın üzerinde getiri sağlamaktadırlar.
- Yenilenebilir enerji kooperatiflerinin yatırımları artmakla beraber, içinde buldukları sektörden aldıkları pay oldukça sınırlıdır.

Yazışma yazarı:

Recep ŞENSÖZ,
rsensoz@hotmail.com

Referans:

Şensöz, R., (2019), Yenilenebilir Enerji Kooperatifçiliği Ve Etkileri, İklim Değişikliği ve Çevre, 4, (2) 10-22

Makale Gönderimi : 7 ŞUBAT 2019
Online Kabul : 19 AĞUSTOS 2019
Online Basım : 25 EKİM 2019

Recep ŞENSÖZ¹,

¹Ankara Üniversitesi, Sosyal Çevre Bilimleri, Ankara, Türkiye.

Özet Daha yaşanabilir çevre için gerekli olan yenilenebilir enerjinin üretimine, farklı bir seçenek olan yenilenebilir enerji kooperatifleri farklı boyutları ile değerlendirilmektedir. Çalışmada yenilenebilir enerji kooperatifçiliğinin etkileri, sosyo-ekonomik güçleri, gelişimleri, yatırımlarının cazibesi ve teşvik edilmesi, sınıflandırılmaları ile üyelerinin özellikleri değerlendirilmektedir. Araştırmamızda özellikle gelişmiş ülkelerde, daha iyi eğitilmiş ve üst gelir düzeyine sahip üyeler tarafından kurulmaya başlanan yenilenebilir enerji kooperatiflerinin mevcut durumları ortaya konulmaya çalışılmıştır. Sermaye yoğunluğu gerektiren bir alanda kooperatif modeli ile nasıl başarılı sonuçlar alınabileceğine ilişkin değerlendirmeler yapılmaktadır. Yenilenebilir enerji kooperatifleri ürettikleri ısı ve elektrik olarak ürettikleri enerjiyi piyasaya veya ortaklarına satarak olumlu dışsallık olarak adlandırılabilir etkiler sağlamakta, üyelerinin yatırımlarına ortalamanın üzerinde verim temin etmektedirler. Ağırlıklı olarak yüksek eğitim ve gelir grubuna dâhil erkek üyelerden oluşan yenilenebilir enerji kooperatifleri, kuruluş aşamasında ve sonrasında yabancı kaynağa erişimde yaşadığı güçlükler nedeniyle, benzer KOBİ kuruluşların üzerinde bir özkaynak oranı ile faaliyet göstermektedirler. Üye sayıları genellikle 200 ve altında olup, KOBİ ölçeğindeki firmalar olarak faaliyet göstermektedirler. Elde edilen veriler değerlendirilerek, yenilenebilir enerji kooperatifleri seçeneğinin daha verimli kılınabilmesi için önerilerimiz, sonuç bölümünde ortaya konulmaktadır. Çalışmamızda ağırlıklı olarak yabancı akademik yazından yararlanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir enerji kooperatifleri, yenilenebilir enerji, kooperatifler, enerji, enerji kooperatifleri

Renewable Energy Cooperative System And It's Effects

Abstract For a more liveable environment we need renewable energy production. For this aim renewable energy cooperative system brings an alternative. In this study, renewable energy cooperatives are evaluated with its various dimensions. The effects of renewable energy, such as its socio-economic power, development, the fascination of the investment in renewable energy cooperative investment, the necessity of support and specification of its members are evaluated in this study. Renewable energy cooperatives are specially founded in the developed countries, from members which are well educated and high level income owners. We will show the current position of this renewable energy cooperatives. In a capital intensive renewable energy sector, we will evaluate how renewable energy cooperatives can succeed. As a result, we found that renewable energy cooperatives sell their produced energy in form of electricity or heat whether to its members or market. Thereby they are bringing positive impact and externalities, whereby they are bringing more reward to their member investment amount, which is invested to cooperative as members participation share. The members of renewable energy cooperatives are especially male with high level education and high income. Due to difficulties to access financial borrowing, renewable energy cooperatives operate with higher equity rates than similar SME's. Renewable energy cooperatives are having mainly less than 200 members. In the conclusion part, the data we get are evaluated, to show how the renewable energy model can be more efficient. In our work especially international academic literature are used.

Keywords: Renewable energy cooperatives, renewable energy, cooperatives, energy, energy cooperatives

1.Giriş

Uygarlığın gelişimi için özellikle de sanayi devrimiyle birlikte enerjiye olan ihtiyaç daha belirginleşmiştir. Sanayileşmenin ilerleyen aşamalarıyla beraber artan enerji üretim ve tüketimi, gelişmişlik ile özdeş olarak değerlendirilmeye başlanmıştır. Önceki süreçlerde enerji üretimi, tükenen birincil kaynaklardan ve yaşadığımız çevreye zararlı geleneksel üretim yerine, kendini tekrarlayabilen temiz kaynaklardan ve doğaya olumsuz etkileri olmayacak bir şekilde gerçekleştirilmesi son on yıllarda ön plana çıkmıştır (Albayrak, 2011). Temiz enerji olarak da adlandırılan yenilenebilir enerji üretimi, teknoloji ürünü olması nedeniyle de görece daha maliyetli olması dolayısıyla bu üretim sürecinin finansmanı da önem arz etmektedir. Finansmanın sağlanabilmesi için daha fazla toplumsal duyarlılık ve katılım sağlanması amacıyla yenilenebilir enerji kooperatifleri tüm dünyada ön plana çıkmaya başlamıştır. Yüksek teknoloji içermesi

nedeniyle sermaye yoğun bir alan olan yenilenebilir enerji sektöründe kooperatifçilik gibi toplumsal katılımı gerektiren bir sürecin kolay olmamasına karşın, sağlanan gelişim hem yenilenebilir enerji kooperatifleri, hem de yenilenebilir enerjiyle sağlanabilecek daha temiz bir çevre için umutlandırmaktadır. Kitlelerin katılımının artmasıyla bu sürecin daha ivmeleneyeceği beklenmektedir (Ayanoğlu-Durmaz, 2018).

Yenilenebilir enerji kooperatifleri, akademik literatürde disiplinler arası bir alan olarak, ekonomist, sosyolog ve diğer disiplinlerin katkısını gerektirmektedir (Tarhan, 2015).

Doğadaki rüzgar, güneş, hidroelektrik, jeotermal ve biokütle gibi kaynağı yok etmeden mevcut, var olan kaynaklarının kullanılması ile sağlanan enerji, yenilebilir enerji olarak adlandırılmaktadır. Bu kaynakları yok etmeden ve çevreye zararlı etkilere neden olmadan (veya en zararla) üretilen enerji türü, yenilebilir enerji olarak nitelendirilmektedir. Yenilebilir enerji üretimi, teknoloji yoğun süreçler gerektirdiği için, birincil enerji kaynaklarına kıyasla daha katma değerli olması nedeniyle bu alana daha fazla kaynak ayrılmasını gerektirmektedir. Sermaye yoğunluğu ile eşanlı olarak finansman ihtiyacının büyüklüğünü getirmektedir. Buna da bir çözüm üretilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Yenilenebilir enerji kooperatifleri bu kapsamda çözüm önerilerinden bir tanesi olarak karşımıza çıkmıştır.

Kooperatifler genel olarak, ihtiyaçların daha toplumsal bir şekilde, belli bir sermaye grubu yerine daha geniş toplum kesimleri tarafından karşılıklı yardımlaşarak giderilmesi olarak kabul edilmektedir. Yenilenebilir enerji alanında kooperatiflerin yer aldığı süreçlerde daha uygun fiyatla, ucuz ve çevreye olumsuz etkileri daha az olan enerjinin üretilmesi kabul edilebilir. Kooperatifçiliğin yararları ve enerjinin temiz kaynaklardan sağlanma gereksiniminin birleşmesiyle, son yıllarda yenilebilir enerji kooperatifleri tüm dünyada hem sayısal olarak, hem de etkinlikleri açısından hızla artmaktadır (Ayanoğlu-Durmaz, 2018).

İktisadi kalkınma için farklı bir araç olarak değerlendirilebilecek olan yenilenebilir enerji kooperatiflerini ve etkilerini farklı boyutları ile çalışmamızda irdelenecektir. Sermaye yoğun yenilenebilir enerji yatırımlarının, kooperatifler ile karşılanma durumu da değerlendirilecektir. Kalkınmanın önemli göstergelerinden olan enerji üretim ve tüketiminin artışı konusunda, bu alanda faaliyet gösteren yenilenebilir enerji kooperatiflerinin farklı bir seçenek olarak değerlendirilebileceği üzerinde durularak, sonuca varılmaya çalışılacaktır.

2. Veri ve Çalışma Alanı

Yenilenebilir enerji kooperatifleri başlığı Türkiye'de son derece yeni bir kavram olması nedeniyle, yurt içinde konuyla ilgili olarak yazılmış akademik yazın son derece sınırlıdır. Bu nedenle literatür taraması sonucu elde ettiğimiz kaynaklar ağırlıklı olarak yabancı akademik yazından oluşmaktadır. Türkiye'deki sınırlı olan literatürden de çalışmamızda yararlanılmıştır.

3. Yöntem

Çalışmamızda nitel araştırma yöntemlerinden belgesel kaynak tarama yöntemi kullanılmıştır. Belgesel kaynaklardan elde edilen veri ve bulgularla durum tespiti edilerek, yenilenebilir enerji kooperatiflerinin farklı yönlerden etkilerini, sosyo-ekonomik güçlerini, gelişimlerini, yatırımlarının çekiciliği ve desteklenmelerinin gerekliliği, sınıflandırılmaları ile üyelerinin özellikleri çalışmamızda değerlendirilecektir. Son bölümde ise durum özetlenerek yapılabileceklerle ilişkin önerilerimiz paylaşılacaktır.

4. Tartışma

4.1. Kooperatifçilik ve Yenilenebilir Enerji Kooperatifleri

Kooperatifçilik, Latince "cooperatio" kelimesinden türediği kabul edilmektedir (İnan, 2001: 269). Birlik ve çalışmayı ifade eden "co" ve "operation" kelimelerinden oluşan ve ekonomik işbirliğini ifade eden terim, 05.10.1969 tarih, 13195 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan 1163 sayılı Kooperatifler Kanunu'nun 1. maddesinde;

"Tüzel kişiliğe haiz olmak üzere ortaklarının belirli ekonomik menfaatlerini ve özellikle meslek ve geçimlerine ait ihtiyaçlarını, işgücü ve parasal katkılarıyla karşılıklı yardım, dayanışma ve kefalet suretiyle sağlayıp korumak amacıyla gerçek ve tüzel kişiler tarafından kurulan değişir ortaklı ve değişir sermayeli ortaklık" şeklinde tanımlanmıştır (Ayanoğlu-Durmaz, 2018) .

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) ise kooperatifleri "*müştereken sahip olunan vedemokratik olarak kontrol edilen bir girişim aracılığıyla ortak ekonomik, sosyal ve kültürel ihtiyaç ve isteklerini yerine getirmek için gönüllü birleşmiş özerk birlikler*" olarak betimlemiştir.

Uluslararası Kooperatifler Birliği (International Cooperative Alliance- ICA) Beyanı'nda kooperatif "*Ortak ekonomik, sosyal ve kültürel ihtiyaçlar ve istekleri, müşterek sahip olunan ve demokratik yollarla kontrol edilen bir teşebbüs yoluyla, karşılamak üzere gönüllü olarak bir araya gelen kişilerin kurduğu özerk bir teşkilattır.*" şeklinde ortaya konulmaktadır.

Kaynaklarına göre tanımlar farklılık göstermekle birlikte, tüm tanımların birleştiği ortak noktalar, kooperatiflerin ekonomik çıkarlarının artırılması amacıyla kişilerin ve kurumların belirlenen bir yönetim kurulunun oluşturularak bir araya gelmesi ile oluşan ortaklık, yardımlaşma ve dayanışma kuruluşları olduklarıdır.

Kooperatifçilik modeliyle oluşturulan yenilenebilir enerji kooperatiflerinin, enerji sorununa etki ve katkıları çalışmamızda irdelenmiştir. Bu çalışmamızda yenilenebilir enerji kooperatifleri çeşitli açılardan değerlendirilecektir. Öncelikle yenilenebilir enerji kooperatiflerinin etkileri incelenecektir.

4.2. Yenilenebilir Enerji Kooperatiflerinin Etkileri

Enerjinin üretim, dağıtım, satış ve servis hizmetlerinde kooperatifler uzun süredir yer almışlardır (ILO, 2013; Mori 2013; Huybrechts and Mertens, 2014).

Bu alandaki kooperatif model türleri, enerji tüketici kooperatifleri, enerji üreticisi kooperatifleri, enerji üretici ve tüketici kooperatifleri ile enerji hizmetleri kooperatifleridir (Flieger, 2010).

Kooperatiflerle ilgili çoğu değerlendirme ağırlıklı olarak, kullanıcı veya nihai tüketici olarak karşımıza çıkmaktadır (Birchall, 2010).

Yenilenebilir enerji kooperatifleri, geniş enerji topluluğunun bir parçası olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu topluluğa, akademik çevre, kamu kesimi ve sivil toplumdan artan bir ilgi bulunmaktadır (Walker and Devine-Wright, 2008; Seyfang, Park and Smith, 2012).

Yenilenebilir enerji kooperatifleri ile ilgili etkiler dörde ayrılarak değerlendirilmiştir.

Yenilenebilir enerji kooperatiflerinin etkilerini öncelikli olarak üyelerdeki iktisadi olarak değerlendirilmektedir. Kooperatif iş modeli, bireylerin maliyet, risk ve sorumluluklarını paylaşarak, kendi başlarına girişemeyecekleri sermaye yoğun yenilenebilir enerji yatırımlarını gerçekleştirebilmelerini olanaklı kılmaktadır (Cato vd., 2008).

Yenilenebilir enerji projeleri faaliyete geçtiğinde, üyeler üretilen elektrik ve/veya ısının iktisadi getirisinden yararlanırlar. Mevcut literatürde, ekonomik getiri şunlardan oluşmaktadır.

- i) Üretilen enerjinin şebekeye enerji satış geliri,
- ii) Üretilen enerjinin üyeler tarafından tüketilmesi,
- iii) Üretilen enerjinin üyelerce tüketilmesi ile artanın satılarak gelir elde edilmesi bileşimi,
- iv) İlave ekonomik fırsatların meydana getirilmesi,

İktisadi getiri olarak öncelikle üretilen elektriğin pazarda satılarak elde edilen bir gelir akımı temin edilmesi şeklinde oluşabilir. Bu tür gelirler yenilenebilir enerji kooperatiflerinin hukuki olarak ürettikleri enerjiyi satma garantisi ve uzun süreli satış sözleşmelerinin etkin olduğu yerlerde önemlidir. Almanya'da ilk kez 1991 yılında devreye giren satın alma garantisi kapsamında 136.000 vatandaş 426 milyon Euro yenilenebilir enerji kooperatiflerine yatırım yapmışlar, karşılığında bu yatırımları için % 3.99 getiri ortalaması sağlamışlardır (DGRV, 2013a). Temin edilen getiri oranı alternatif yatırım araçları getiri oranlarının üzerinde yer almaktadır.

Literatürdeki ikinci iktisadi getiri olarak yerleşim toplulukların kurdukları yenilenebilir enerji kooperatiflerinin, üyelerinin kendi elektrik ve/veya ısı ihtiyacının karşılanması şeklinde ortaya çıkmaktadır (DTI, 2004; DGRV, 2013b). Bu kapsamda yenilenebilir enerji kooperatiflerince Danimarka, İsveç (DTI, 2004) ve Almanya'da (DGRV, 2013b) yerleşim biriminin hem elektrik hem de ısı ihtiyacını eş anlı olarak karşılanması örnekleri görülmüştür.

İktisadi getirinün üçüncü türü olarak çok sayıda yenilenebilir enerji kooperatifleri, Almanya (DGRV, 2013b) ve Danimarka'da (MacArthur, 2010) üyelerine, enerji satışı ve yerel tüketim ile eş anlı gelir elde etme ve tasarruf etme olanağı sağlamışlardır.

Yenilenebilir enerji kooperatiflerince sağlanan dördüncü iktisadi getiri olarak ise üyelerine ek gelir sağlamalarıdır. Örneğin, yerel tüketim için elektrik ve ısı tüketimi yanı sıra tarımsal yenilenebilir enerji kooperatifleri Almanya (DGRV, 2013b), Avusturya (Schreuer ve Weismeyer-Sammer, 2010), Finlandiya (Peltola, 2007) ve İsveç'te (DTI, 2004) enerji üretimi için çiftçilerden gübre, çiftlik hayvanları ve diğer biyolojik türleri satın almıştır. Böylece üyelerine ek gelir temin etmişlerdir. Sonrasında çiftçilere işlenmiş olan gübreleri ve diğer üretimlerini, daha gelişmiş bir ürün şeklinde üyelerine geri vererek bu yönden de üyelerine ekonomik katkı sağlamaktadırlar (DTI, 2004; ILO, 2013).

Yenilenebilir enerji kooperatiflerinin sağladığı yukarıda belirtilen iktisadi etki ve yararlar sadece bunları isteyen ve mali olarak yatırım yapmak isteyenlere tanındığını belirtmek önem arz etmektedir (Walker, 2008). Yenilenebilir enerji kooperatiflerine yapılması gereken asgari yatırım

tutarları kooperatiflere göre değişmekle beraber, kimi yöre sakinlerinin bunu karşılayacak mali olanağa sahip olamamaları durumu da olabilmektedir. Mevcut araştırmalar çoğunlukla mali olanakları güçlü ülke ve topluluklarda yoğunlaştığını belirtmek yararlı olacaktır. Yenilenebilir enerji ile ilgili bazı politika raporları ve durum çalışmaları düşük gelir toplulukları ile ilgili olarak üretilse de, düşük gelir topluluklarının ve topluluk üyelerinin kooperatifler kanalıyla yenilenebilir enerji üretimine katılımları için daha ayrıntılı çalışmalar yapılması gereklidir (Agyeman and Evans, 2003; Center for Social Inclusion, 2010; Toroitich, 2012; World Resources Institute, 2013; Clean Energy Group, 2014).

Kooperatiflerin bulunduğu yerdeki meydana getirdiği etkilerin değerlendirilmesinde, mevcut araştırmalar yerel topluluk tarafından gerçekleştirilen başarılı yenilenebilir enerji projelerinin, yenilenebilir enerji üretiminin iktisadi yararlarını yerel ekonomide tutmaya daha fazla katkı sağladığını göstermektedirler. Amerika Birleşik Devletleri'nin Iowa kentinde (Galluzzo, 2005) gerçekleştirilen bir çalışma, küçük ölçekli bir rüzgar projesinde, ev sahipliği yapan toplulukta kalan yerel ekonomik yarar, aynı alanda yapılan büyük ölçekli devlet yatırımlarına göre beş kata varan daha fazla yarar sağladığını göstermektedir. Bu verilerin hesaplamasında doğrudan(yerinde şantiye istihdamı), dolaylı (proje nedeniyle oluşan ticari etkinlikler) ve teşvik edilmiş ekonomik aktiviteler (proje nedeniyle topluluk üyelerinin gelir ve servetindeki değişim) şeklindeki etkiler olarak hesaplanmıştır.

Lantz (2009), yerel topluluk tarafından gerçekleştirilen bir yenilenebilir enerji projesi nedeniyle oluşturulan istihdam ile varsayımsal bir yerel olmayan topluluk organizasyonu tarafından gerçekleştirilmesi durumunu karşılaştırmıştır. Elde edilen bulgular projelere göre değişmekle beraber, genel olarak yerel toplulukça gerçekleştirilen projelerde, yapım sürecindeki istihdam oluşturma etkisi 1.1 ile 1.3, faaliyete geçtikten sonraki istihdam oluşturma etkisi 1.1 ile 2.8 kat daha fazla olduğunu göstermektedir. Yenilenebilir enerji projelerinin potansiyel iktisadi etkilerinin, yerel topluluk tarafından geliştirilmesi ve mülkiyetinde bulunması durumunda daha fazla katkı sağladığını söylemekte yarar bulunmaktadır. Bunların ötesinde, bu olumlu bulgular tek başına yerel toplulukça geliştirilen yenilenebilir enerji kooperatiflerince sağlanan katkıları tam olarak göstermiyor bile olabilir. Çok sayıda kültürel, sosyal, iktisadi ve siyasi faktör de yerel topluluk mülkiyetinde bulunan yenilenebilir enerji projelerine olumlu ekonomik sonuç meydana getirmiş olabilir. Yerel topluluk tarafından gerçekleştirilen yenilenebilir enerji kooperatiflerinin yerel iktisadi yararları, araştırmalara yansdığından çok daha fazla olabilir. Bu bir anlamda, yenilenebilir enerji kooperatiflerinin sağladığı olumlu dışsallık olarak da adlandırılabilir.

Kooperatiflerin demokratik karar alma mekanizması sayesinde yenilenebilir enerji kooperatifleri elde ettikleri artık değeri ne şekilde değerlendireceklerini hep birlikte daha demokratik bir şekilde karar alabilmektedirler. Birçok örnekte, artık değer toplumun gelişimi için en uygun şekilde değerlendirilebilmektedirler.

Yenilenebilir enerji kooperatiflerinin sosyal etkilerinin irdelenmesinde, kooperatiflerin demokratik mülkiyet ile yönetim yapısı, üyeler arasındaki sosyal uyum ve bütünlüğü teşvik etmesiyle bağlantılıdır (MacPherson, 2003; Fairbairn, 2006). Yenilenebilir enerji kooperatifleri ile ilgili literatür, olumlu sosyal sonuçlar ile aynı zamanda bu kooperatiflerle ilgili çeşitli değerlendirmelere neden olduğunu göstermektedir (Duguid, 2007; Willis and Willis, 2012; DGRV, 2013b). Örneğin, İngiltere'deki Vadi Rüzgar Kooperatifi üyeleri projeye dahil olmaları nedeniyle toplum için daha fazla duyarlılık hissettiklerini belirtmişlerdir (Willis and Willis, 2012: 12).

Çok sayıdaki deneyim göstermektedir ki, yenilenebilir enerji kooperatiflerindeki artan sosyal uyumun yanı sıra, üyeler ve hissedarlar arasında tartışmalara da neden olabilmektedir. Bazı üyeler kendilerinin projeden yararlanmadan maliyetine katlandıklarını iddia edebilmektedirler. Yenilenebilir enerji kooperatiflerinin olumlu sosyal çıktı sağlayamadığı durumların incelenmeye devam edilmesine ihtiyaç bulunmaktadır (Tarhan, 2015:111).

Sosyal olgu olarak yenilenebilir enerji kooperatiflerine bireylerin katılım kararında, iklim değişikliği ve çevre koruma açısıyla, katılım, karşılıklı karar verme, güven ile bu özelliklerin yayılma etkisi belirleyici etkiye sahiptir (Yıldız ve Radtke, 2015:19).

Kooperatiflerde genellikle toplumun gerek gelir, gerekse eğitim olarak daha alt kesimleri temsil edilirken, yenilenebilir enerji kooperatiflerindeki durum daha farklı bir görünüm arz etmektedir. Almanya ile ilgili yapılan çalışma sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji kooperatif üyelerinin önemli bir bölümü üniversite mezunu, aylık geliri 2.500.- Euro üzeri, 35 yaş üzeri erkek üyelerden oluştuğu görülmektedir. Diğer bir ifadeyle, bayanlar, eğitim düzeyi daha alt seviyede olanlar ile 35 yaş altı gençler (%11.66) bu kooperatiflerde daha düşük bir oran ile katılım sağlamaktadırlar. Yenilenebilir enerji kooperatifleri çok homojen iyi eğitilmiş bir üye profiline sahip olması ve toplumun geniş kesimine hitap etmemesi nedeniyle bu alandaki demokratikleşme hareketine etkisi sınırlıdır (Yıldız ve Radtke, 2015:22).

Koruma kültürünü yetiştirmek, kooperatiflerin çevresel ve davranışsal etkilerini en başında gelmektedir. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin kabul edilen çevresel faydası, fosil kaynaklara göre asgari düzeyde olan zararlı emisyon salınımı içermesidir (World Energy Council, 2004).

Bununla birlikte geleneksel yöntemlerden üretim payının düşürülmesiyle yenilenebilir enerji arzının artırılmasına, elektrik talebinin azaltılmasının da eşlik etmesi gereklidir (Roseland and Connelly, 2005).

Yenilenebilir enerji kooperatifleri diğer ana akım elektrik firmalarından, enerji tasarrufunun teşvik edilmesi açısından farklılaşmaktadır (Huybrechts and Mertens, 2014).

Dünyanın bir çok yerindeki yenilenebilir enerji kooperatifleri aynı zamanda üyelerinin enerji tüketimlerini düşürülmesi görevini de görmektedirler. Yenilenebilir enerji kooperatifleri üyelerine nitel ve nicel etkileri açısından, enerji tüketim davranışlarının daha fazla dikkati ve araştırmayı hak etmektedir (Tarhan, 2015:112).

Temiz enerji arzının genişlemesinin önündeki en önemli engel, bazı yenilenebilir enerji projelerine yönelik olumsuz toplum algısıdır. Bu yüzden yenilenebilir enerji projelerine yönelik isabetli kararların alınabilmesi için algının da doğru olması yararlı olacaktır.

Yenilenebilir enerji kooperatiflerine yönelik doğrudan olumlu bir toplum algısı oluşacağını düşünmemekte önemlidir. Belli durumlarda, örneğin siyasi/ideolojik akımlar, özellikle Yeşiller Partisine bağlantı gibi nedenlerle yenilenebilir enerji kooperatifleri, yenilenebilir projelere olan karşıtlığı kuvvetlendirebilmektedirler(Huybrechts ve Mertens, 2014: 204). Sonuç olarak bu yenilenebilir enerji kooperatifleri, bireylerden ve farklı siyasi eğilimlerden artan muhalefet ile karşılaşmaktadırlar (Huybrechts ve Mertens, 2014). Yenilenebilir enerji kooperatiflerinin daha farklı toplum kesimlerindeki kişilerden oluşması nedeniyle, toplum algısını olumlu yönde geliştirebileceğini kabul etmektedirler.

Yenilenebilir enerji kooperatiflerinin önceki bölümlerde belirtilen iktisadi, sosyal ve çevresel etkilerini gerçekleştirebilmeleri için öncelikle pazara girebilmek için aşmaları gereken çeşitli engeller bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi özellikle kuruluş aşamasında gerekli sermayenin temin edilmesidir (Huybrechts ve Mertens, 2014: 206). Kuruluş aşamasındaki gerekli sermaye yetersizliği, yenilenebilir enerji kooperatiflerinin daha başarılı olabilmesi için gerekli olan ücretli hizmetlerden olan uzman personel ve danışmanlara erişimin sınırlanması olarak karşımıza çıkmaktadır (Seyfang, Park and Smith, 2012). Bu durumda gönüllülerin mali, yasal ve teknik bilgilerin güvenmek durumunda kalılabilmektedir (Van der Horst, 2008; Walker, 2008; Willis ve Willis, 2012; Community Power Fund, 2013; DGRV, 2013b). Yenilenebilir enerji kooperatiflerinin kuruluşundaki engeller, toplulukta meydan getirdiği etkilerinin en başında yer almaktadır.

Ayrıca kar azamileştirmesi amacıyla olan finansal borç verenler ve yatırımcılar için yenilenebilir enerji kooperatifleri çekici gelmeyebilecektir (Huybrechts and Mertens, 2014). Sonuç olarak, yenilenebilir enerji kooperatifleri projelerinin önemli bir kısmının finansmanını ortaklarından talep etme durumunda kalmaktadırlar. Böylece sermaye yoğun sektörde sermaye yetersizliği sorunu ile karşı karşıya kalınmakta olup, bu durum yenilenebilir enerji kooperatifinin şayet faaliyete başlayabilirse, faaliyetlerine daha güçsüz ve zayıf başlamasına yol açmaktadır. Bu zorlama nedeniyle çok sayıda yenilenebilir enerji kooperatifi kamu kurumları veya topluluk temelli organizasyonlar ve kurumsal aktörler ile ortak girişim anlaşması yapmak durumunda kalmaktadırlar (Duguid, 2007; Willis and Willis, 2012; DGRV, 2013b; Huybrechts and Mertens, 2014).

Bunların dışında da, yenilenebilir enerji kooperatiflerinin enerji pazarına girmesini engelleyen faktörler bulunmaktadır. Bunlar yenilenebilir enerji tesislerine erişimin sınırlılığı (Schreuer and Weismeyer-Sammer, 2010; Huybrechts and Mertens, 2014), elektrik şebekesine erişimin sınırlılığı(Lipp, Lapierre-Fortin and McMurtry, 2012; Huybrechts and Mertens, 2014) ve proje geliştirme ve finansman olanaklarının yetersizliğidir (DTI, 2004; Walker, 2008; Seyfang vd., 2012; Community Power Fund, 2013). Sonuç olarak, destekleyici siyasi düzenlemeler, yenilenebilir enerji kooperatiflerin başarılı gelişiminin belirleyici faktörü olarak literatürde karşımıza çıkmaktadır (DTI, 2004; Walker, 2008; Walker ve Devine-Wright, 2008; Lipp, Lapierre-Fortin and McMurtry, 2012; Seyfang, Park and Smith, 2012; Willis and Willis, 2012).

İngiltere Thirlmere'de yapılan bir araştırma (Rogers vd., 2008), yenilenebilir enerji projelerinin gerçekleştirilmesinde, toplulukların algısal engellerle karşılaşabileceğini göstermektedir. Her ne kadar Thirlmere sakinlerinin büyük bölümü yerel yenilenebilir enerji üretimini desteklemelerine karşın, projede aktif görev almada yeterince arzulu olmamışlardır. Çünkü toplum mülkiyetli enerji projesi kuruluşunun yöre sakinlerinde, beklenen güçlükler ve toplumun bunu gerçekleştirebileceğine dair güven yetersizliği, yerel nüfusun bu konudaki isteksizlik sebepleri arasındadır. Araştırmacı bunu enerji politika ve planlamalarının İngiltere'de merkezi kontrol altında bulunması ile önderliğin ve sorumluluğun kendileri dışında birilerince gerçekleştirilmesi gerekliliği düşüncesinden kaynaklandığını düşünmektedir. Ayrıca genel halk kitlesi, siyasiler, mali sektör ve diğer potansiyel ortaklar arasından düşük seviyedeki farkındalık, yenilenebilir enerji kooperatiflerinin ortaya çıkmasını sınırlayan etkenler olarak belirlenmektedir (Huybrechts and Mertens, 2014).

Yerel topluluklarda mevcut olan güven (Rogers vd., 2008; Walker vd., 2010), kooperatiflerle olan tanışıklık (DTI, 2004; Willis and Willis, 2012), kooperatiflerle olan başarılı topluluk projesi tarihçesi (DTI, 2004; Walker vd., 2010; Willis and Willis, 2012; DGRV, 2013b) yenilenebilir enerji kooperatiflerinin başarılı proje gerçekleştirmelerini etkileyen yerel faktörler olarak kabul edilmektedir. Kooperatifin kimlerden oluştuğuna göre topluluktaki bir diğer etkisini oluşturmaktadır.

Mevcut çalışmalar, yerel topluluk tarafından geliştirilen yenilenebilir enerji projelerinin etkileri doğrudan yerel düzeyde hissedildiği ve paylaşıldığını göstermektedir. Bu durum ise, halkın artan katılımını ve projelerle yakından ilgilenmesini beraberinde getirmektedir.

Bu karşın, çıkar toplulukları da genellikle kooperatifler kurarak daha geniş toplum kesiminden ekonomik ve çevresel motiflerle yatırımcılara çekici gelmeye çalışmaktadırlar. Her ne kadar bu projeler, yenilenebilir enerji kooperatiflerinin daha önemli sayıda bireye erişimi sağlasa da, erişilen bireylerin daha farklı coğrafyalardan ve psikolojik olarak birbirlerine uzak, farklı ve geniş toplum kesimlerinden bir araya gelen üyeler ile karar alma süreçlerinin oluşmasına neden olmaktadır (DTI, 2004). Bu ise kooperatif ortakları arasında gözlenen homojenlik yerine daha heterojen bir yapı oluşmasına neden olmaktadır. Bunun sonucu daha geniş toplum kesiminin katılımı sağlanmakta ve demokratik yapı daha güçlenmektedir. Ancak daha genel bir topluluğa erişilmesi nedeniyle, yerellikten beklenen kazançların elde edilmesi ise güçleşebilmektedir.

Yenilenebilir enerji kooperatiflerindeki artan bu yöndeki farklılaşma toplum katılımı düşürebilirken, sosyal ve davranışsal etkileri azaltabilecektir.

4.3. Yenilenebilir Enerji Kooperatiflerinin Sosyo-Ekonomik Gücü

Yenilenebilir enerji kooperatifleri, yerel yenilenebilir enerji projelerine katılımları ve demokratik farkındalıkları ile 2006 yılından bu yana sağladıkları hızlı artış nedeniyle Almanya'da yenilenebilir ve merkezi olmayan enerji yapısının önemli destekleyicisi olmuştur (Debor, 2014).

Yenilenebilir enerji kooperatifleri Almanya için önemli sayıda aktörü ve sermayeyi yenilenebilir enerji sistemi için bir araya getirmiştir. Ancak hızlı artışına karşın, halen toplam yenilenebilir enerji piyasası içerisindeki payının görece küçük olduğu söylenebilir. Almanya'daki 76.500 yenilenebilir enerji kooperatifi üyesinin oluşturdukları toplam kullanılabilir sermaye 2012 yılı için 693 milyon Euro'dur. Buna karşın yenilenebilir enerji sektör büyüklüğü aynı ülke için 19.5 milyar Euro olduğu dikkate alındığında, alınabilecek daha önemli bir yolun bulunduğunu söylemek hatalı olmayacaktır (Debor, 2014:21).

Debor'un analizinde değerlendirilen yenilenebilir enerji kooperatiflerinin % 20'sinde 200 den fazla üye veya iki milyon Euro'dan fazla sermayeye sahip olduğu görülmektedir. Bu veri yenilenebilir enerji kooperatiflerinin önemli büyüme potansiyellerinin bulunduğu bir diğer göstergesi olarak kabul edilebilir. Çok ortaklı kooperatiflerin, daha çok sermaye sahip olabileceği gibi bir düşünce yanlış olmasa da, mutlak doğru anlamına da gelmemektedir. Şöyle ki, az ortaklı yüksek sermayeli yenilenebilir enerji kooperatifleri olduğu gibi, çok ortaklı olup yeterli sermayeye erişemeyenleri de bulunabilmektedir.

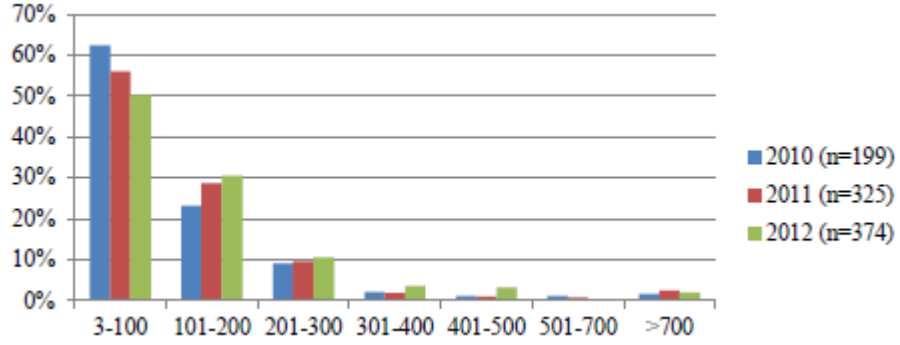
Yüksek sermaye oranı nedeniyle çoğu yenilenebilir enerji kooperatifinin sermayesini ortaklarından sağladığı görülmektedir. Oysa ki, Türkiye'deki yaygın ve doğru olmayan kamuoyu algı ve kabule göre, yenilenebilir enerji yatırımları, sermayesiz ve tamamına yakını yabancı kaynakla finanse edilerek kısa sürede servet edinme aracı olmadığı anlaşılmaktadır.

4.4. Almanya'da Yenilenebilir Enerji Kooperatiflerinin Gelişimi

Debor tarafından Almanya'daki yenilenebilir enerji kooperatiflerindeki gelişimini üyelik, toplam sermaye, özsermaye oranı, yatırım yoğunluğu ve kar/zarar olmak üzere beş kritere göre incelemiştir.

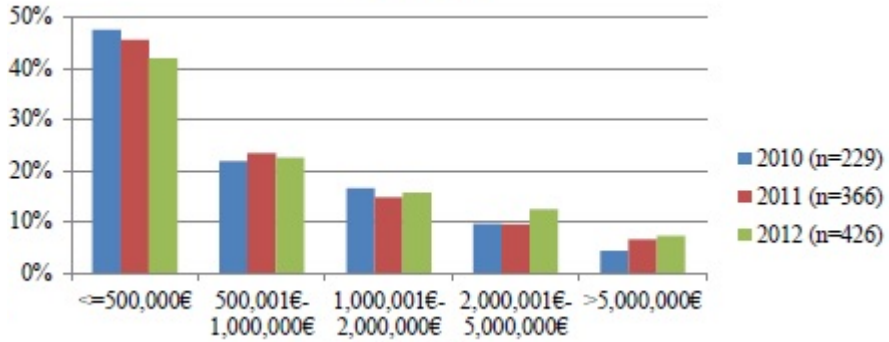
İncelenen kooperatiflerin %80'nin 200 ve altında üyeye sahip oldukları görülmektedir. Araştırmada, 200 üyenin altındaki kooperatiflerde, daha hızlı bir üye gelişimi görülmektedir. Enerji kooperatifleri özellikle doğrudan ve demokratik katılımı sağlamaları nedeniyle, yerel enerji işlerini, daha fazla sayıda üye bulmaları durumunda daha büyük rakamlara ulaştıracak projelere sahiptirler (Debor, 2014:13-14).

Şekil: 1 - Almanyada 2010-2012 arasında kurulan Yenilenebilir enerji kooperatiflerinin üye sayı dağılımı(Debor,2014)



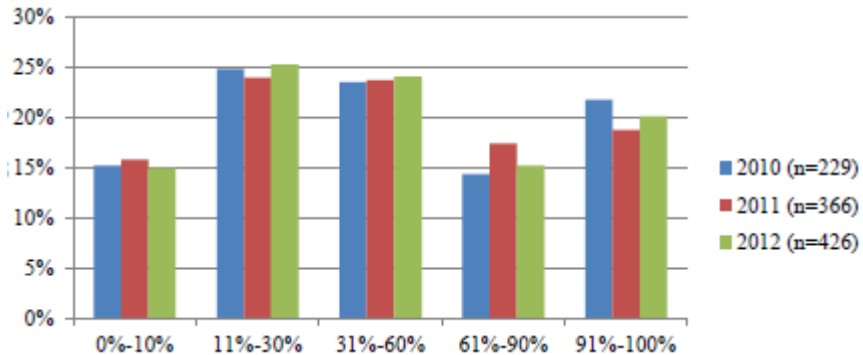
Yenilenebilir enerji kooperatiflerinin büyük çoğunluğu, küçük ve orta ölçekli organizasyonlardır. Araştırma da öz sermaye yerine toplam sermaye dikkate alınmıştır. Diğer bir ifade ile temin edilen borçlanmalarla birlikte bir değerlendirme yapılmıştır. 2012 yılında 500.000.- Euro'ya kadar olan kooperatif sayısı toplamın % 42'si, 500 bin ile 2 milyon Euro arası kooperatif sayısı ise % 38 olmak üzere, toplam kooperatif sayısının % 80 2 milyon Euroya kadar toplam sermayeye sahip organizasyonlar olarak bulunmuştur (Debor, 2014:15-16).

Şekil: 2 - Almanyada 2010-2012 arasında Yenilenebilir enerji kooperatiflerinin toplam sermaye dağılımı(Debor,2014)



Araştırmada özsermaye oranı % 31 ile % 100 arası olan kooperatiflerin oranı % 60 olarak bulunmuştur. Aynı dönemde Alanya'daki KOBİ'lerin özsermaye oranı % 23 olarak bulunmuştur. Buradan hareketle, yenilenebilir enerji kooperatiflerinde özsermaye oranının, aynı büyüklükte faaliyet gösterenler KOBİ'lere göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Üyelerden hisse toplanarak ise, borç verenlerin çıkarlarından çok, sermayedar olan ortakların amaçları doğrultusunda hareket etme serbestisine erişilmektedir. Bu ise kooperatif amaçlarının gerçekleştirilmesi olarak da kabul edilebilir (Debor, 2014:16-17).

Şekil: 3 - Almanyada 2010-2012 arasında Yenilenebilir enerji kooperatiflerinin özkaynak oranı(Debor,2014)



Toplam sermaye ve yatırım yapılan tutar arasındaki ilişki aynı zamanda organizasyonun mali esnekliği hakkında bilgi vermektedir (Heesen, Gruber 2011:279).

Toplam sermayesinin büyük bölümünü yatırımda kullanan organizasyonların yeni pazar gelişimindeki iş stratejilerine uyum sağlamada güçlük çekebileceklerdir. Kar elde edilememesi durumunda strateji değişimi kaçınılmaz olacaktır. Araştırma sonucuna göre yıllar içerisinde yatırım tutarının toplam sermayeye oranı olan yatırım yoğunluğu artmaktadır.

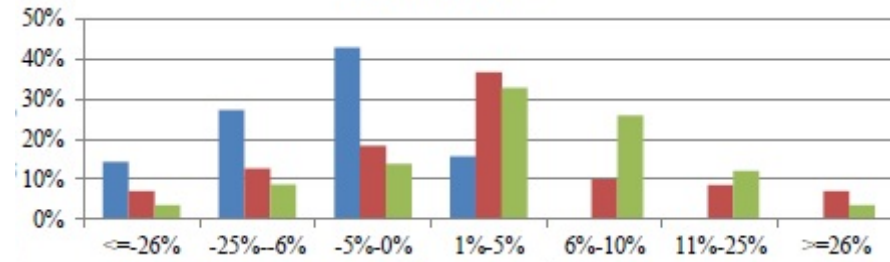
Yenilenebilir enerji üretim kooperatiflerinin, ürettikleri enerji için belirlenen tarifelerden oluşan satın alma garantileri nedeniyle belirli bir garanti gelir elde etmektedirler. Uzun dönemde yenilenebilir enerji kooperatifi yatırımlarındaki yüksek yatırım yoğunluğunun etkisi için yeniden değerlendirilecektir (Debor, 2014:17-18).

Kooperatiflerde öncelikli olan üye desteği olup, ticari işletmelerdeki olduğu gibi kar azamileştirilmesi en önemli merkezi başlık durumunda değildir (Zerche vd., 1998:216).

Bu nedenle, kooperatifler geleneksel ticari organizasyonlardan farklı bir organizasyonel mantık ile faaliyet gösterirler. Ancak yine de, güçlü iş operasyonu açısından uzun dönemde kar sağlama veya zarar etmemeleri de gerekmektedir.

Araştırılan kooperatiflerin % 80'ini aşkın kısmı kaydolduğu yılı zararlar kapatmaktadır. İki yıl sonra kooperatiflerin % 73 kar etmektedir (Debor, 2014:19-21).

Şekil: 4 - Almanyada Yenilenebilir enerji kooperatiflerinin ilk üç yıldaki kar zarar gelişimi(Debor,2014)



4.5. Yenilenebilir Enerji Kooperatifi Yatırımlarının Cazibesi ve Teşvik Edilmesi

Bireyler için yenilenebilir enerji kooperatiflerine üye olmak çeşitli açılardan çekici gelmektedir (Yıldız, 2014:681).

Öncelikle yenilenebilir enerji kooperatiflerine erişim önündeki mali engeller oldukça sınırlıdır, yani üye olmak oldukça kolay kabul edilebilir. Diğer bir ifade, üye olmak için kooperatifin durumuna göre değişmekle beraber 50 ile 5.000 Euro arasındaki bir tutarla rahatlıkla üye olunabilir.

İkinci olarak ve muhtemelen daha önemli bir neden olarak ise, üyelerin kooperatifin girişimci karar alma mekanizmalarında daha aktif rol alabilmeleri nedeniyle buralara üye olmayı tercih ediyor olabilirler.

Son ve önemli bir neden ise yatırımcıların risk profiline göre tanınan satın alma garantisi ve sağlanan ek kurumsal destek mekanizmaları olabilir. Ayrıca riskin limitli olması ve ileride projenin başarısızlığı durumunda ilave bir ödeme ile karşı karşıya kalmayacak olmaları da etkilidir (Yıldız, 2014:681).

Yenilenebilir enerji kooperatiflerinin gelişmesinin önündeki başlıca engel teşvik ve destek tedbirlerine erişimde güçlükler olarak karşımıza çıkmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı, enerjiye evrensel erişimi geliştirmek ve enerji verimliliğinin özellikle yenilenebilir enerjinin gelişimine ivme kazandırmak için gerekli olan destek tedbirlerinin devam edeceğini öngörmektedir. Uygun ortamın oluşmasının önemli unsurları, hükümet desteklerinin yeterli kaynaklar sağlanarak sürdürülmesi ile net ve kararlı enerji politikalarına devam edilmesidir. Kooperatiflere, kooperatif hareketine, kooperatif doğası ve işlevi ile daha az elverişli ortamlardaki diğer işletme formları ile uyumlu mali ve teknik destek içeren destek önlemlerine erişimi sağlamak amacıyla yeni enerji politikaları hazırlanması ve mevcut uygulamalar hakkında danışılmaya dâhil edilmesi önemli bir sonuç olacaktır. Yenilenebilir enerji kooperatiflerinin desteklenmesine ilişkin 2002 yılındaki yayınlanan 193 sayılı ILO Tavsiye Kararının 7. maddesinde:

Kooperatiflere, ulusal yasa ve uygulamalara uygun, diğer işletme ve sosyal örgüt biçimlerine sağlanandan daha az lehte olmayan koşullar sağlanmalıdır. Hükümetler, gerekirse, kooperatiflerin dezavantajlı gruplara veya bölgelere hitap eden faaliyetlerin geliştirilmesi veya istihdamın teşviki gibi bazı sosyal ve kamusal hedefleri içeren faaliyetleri yararına destek tedbirleri almalıdır. Bu tedbirler, gerekli diğerler konuları da kapsayacak şekilde ve mümkün olduğunca, vergi avantajlarını, kredileri, bağışları, imar (bayındırlık işleri) programlarından yararlanma kolaylıklarını ve satın alma konusunda özel hükümleri içerebilecektir (ILO, 2013:31).

Denilmektedir. Buradan da anlaşılacağı üzere kooperatifler lehine düzenleme yapılmasına ve girişimlerde bulunulmasına ilişkin uluslararası mevzuatta engel durum olmadığı gibi aksine destekleyici hükümler mevcuttur.

Sürdürülebilir kalkınmanın önemli paydaşlarından biri olan yenilenebilir enerji kooperatifleri lehinde, bunların hem sermaye şirketleri hem de geleneksel enerji kaynaklarıyla üretim yapan rakipleri ile rekabet edebilmeleri için, destek mekanizmalarının hızla, yenilenebilir enerji üretimi ile ilgili mevzuatın tüm bileşenleri arasında eşgüdüm sağlanarak düzenlenmesi yararlı olabilecektir (Akçay ve Bilgin, 2017:891).

Yerel topluluk temelli yenilenebilir enerji kooperatifleri sağlayacakları olumlu dışsallık nedeniyle yeni model olabilir. Bireyler enerji üretme ve dağıtmada ortak bir kooperatif modeli seçmektedirler. Artan çevresel duyarlılık, merkezi olmayan yenilenebilir enerji teknolojilerindeki rekabetçi avantaj, topluluk mülkiyeti ve kontrolüne ilişkin artan ilgi, kırsal kalkınmanın desteklenmesi ve yoksullukla mücadele alanlarında yükselen bir eğilim bulunmaktadır. Türkiye'de siyasi karar vericiler, enerjinin tüm toplum kesimlerince erişilebilmesi için yenilenebilir enerji kooperatiflerini bir seçenek olarak düşünmelidirler. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı 2015 yılında yenilenebilir enerji üretimini kooperatifler kanalıyla teşvik edileceğini belirtmiştir (Özcan ve Strauss, 2017:38). Enerji verimliliğinde mevcut durumu geliştirerek, yenilenebilir enerji kooperatifleri yenilenebilir enerji kullanımını artırmak için önemli bir araç olarak düşünülmelidir. Türkiye'deki mevcut durumda tüm ihtiyaçları karşılayacak tek bir model bulunmaması nedeniyle kendi deneyimlerinden, özgün bir model geliştirilmelidir (Cebeci, 2018:19).

Tüm canlıların yaşadığı çevrenin, zarar görmeden varlığını sürdürmesi tüm medeniyetin yararına olacaktır. Bu nedenle gelişimin göstergesi olarak kabul edilen enerji üretiminin, bundan sonra bugüne kadar verdiği zararları meydana getirmeden gerçekleştirilmesi faydalı olacaktır. Bunu sağlayacak olan yenilenebilir enerji ve bu üretimi gerçekleştirecek olan yapılanmaların desteklenmesi insanlığın ortak geleceği için faydalı olacaktır. Bunu geniş toplumsal katılım ile sağlayabilecek olan yenilenebilir enerji kooperatiflerinin küresel anlamda teşvik edilmesinde sayısız yarar bulunduğu söylemek hatalı olmayacaktır.

4.6. Yenilenebilir Enerji Kooperatiflerinin Sınıflandırılması

Bu kooperatiflerin sınıflandırılmasına ilişkin olarak değişik yaklaşımları vardır. Bunlar şöyledir (Yıldız vd. 2015:61-63).

Flieger ve Klemisch tarafından gerçekleştirilen çalışmada, tarihsel süreç esas alınarak, Almanya'nın ilk dönem kırsal kesimin elektrifikasyonu ile son dönemde sadece yenilenebilir enerjiye odaklanan kooperatifler ayrımı yapılmıştır. Klemish ve Maron'da, Flieger'in kullandığı tipolojiyi kullanarak enerji kooperatiflerinin, enerji-sanayi değer zincirine göre ayrım yapmışlardır.

Yıldız ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Almanya'daki enerji kooperatiflerini teknoloji, katma değer üretme düzeyi, tarihsel gelişim ile bölgesel gelişime göre sınıflandırılmıştır (Yıldız vd. 2015:62).

Bir organizasyonun değer zinciri birincil ve ikincil işlevlerden oluşur, girdi ve çıktı akımlarına göre ayrılır (Porter, 1998). Değer zinciri yaklaşımına göre, enerji kooperatifleri ticari etkinliklerini enerji sanayisinde değer zincirine göre gerçekleştiren organizasyonlar olarak tanımlanır. Porter'in kurumsal değer zinciri kavramını enerji sektörüne uygularsak, enerji kooperatiflerini temel etkinliklerine göre sınıflandırarak üretim, dağıtım, ticaret ve diğer kooperatifleri olarak ayırabiliriz.

*Üretim kooperatifleri : Bu kooperatifler güç üretim araçlarına sahip veya yatırımlarını bunları işleten firmalara yapmaktadırlar. Üretim olarak sadece elektrik ile sınırlı olmayıp, ısı üretimini de içermektedir.

*Dağıtım kooperatifleri : Yerel elektrik şebekesini veya yerel ısıtma şebekesini işleten kooperatifleri içermektedir. Bu ayrımındaki kooperatifler genellikle üretim araçlarına da sahiptirler. Ancak iş modellerine göre dağıtım altyapısı, daha ön planda olan kooperatifleri içermektedir.

*Ticaret kooperatifleri : Alım satım arasındaki fiyat farkından, kendilerine kar marjı sağlayan kooperatifleri kapsamaktadır. Alım satım yapsalar bile, kendi ürettiği enerjiyi satan kooperatifler üretim kooperatifi olarak sınıflandırılmıştır. Ticaret kooperatiflerinde üretim işlevi olmayanlar şeklinde ayrıma tabi tutulmuştur.

*Diğer kooperatifler : Yukarıdaki belirtilen değer zinciri ayrımına girmeyen enerji kooperatiflerini içermektedir (Yıldız vd. 2015:62).

Yenilenebilir enerji kooperatiflerinin kuruluş verileri incelendiğinde, tarihsel gelişime göre enerji kooperatifleri başlıca dört zaman dilimine ayrılabilir (Yıldız vd. 2015:62-63).

* Yirminci yüzyılın ilk yarısındaki hızlı artış dönemi

* 1980'lerin sonuna kadar yeni oluşumun oldukça zayıf olduğu dönem

* Yenilenebilir enerjinin ortaya çıktığı 1990'lı yılları içeren dönem

* Kooperatif modelinin enerji sektöründe yeniden canlandığı 2006 ve sonraki dönem.

Enerji kooperatifleri belli coğrafi bölgelere göre sınıflandırılabilir. Almanya'da Bavyera bölgesi bu alanda en fazla kooperatifin bulunduğu bölgedir. Onu Baden-Württemberg ve Aşağı Saksonya bölgeleri izlemektedir. Eski Doğu Almanya bölgesinde ise, dönemin sosyalist rejim politikalarının etkileri nedeniyle bu alanda kooperatifçilik gelişim kaydetmemiştir (Yıldız vd., 2015: 63).

Tablo 1 : Almanya'da Bölgelere ve yıllara göre kurulan enerji kooperatif sayıları (Yıldız, 2015)

Eyalet	Yıl Dönem											Toplam
	1959-1959	1960-1979	1980-1990	1991-1997	1998-2005	2006-2008	2009	2010	2011	2012	2013	
Baden-Württemberg	3	1	1	0	1	4	21	28	45	27	26	157
Bavaria	28	5	1	1	9	10	22	28	43	55	48	250
Berlin	0	0	0	0	0	1	2	2	5	2	9	21
Brandenburg	0	0	0	0	0	2	1	2	1	4	4	14
Bremen	0	0	0	0	0	2			1	2		5
Hamburg	0	0	0	0	1	0			1		2	4
Hesse	1	0	0	0	0	5	3	12	13	23	14	71
Mecklenburg-Vorpommern	0	0	0	0	0	0			2	8	3	16
Niedersachsen	2	6	0	2	3	19	21	17	26	16	14	126
Nordrhein-Westfalen	5	1	0	0	1	5	12	20	21	13	11	89
Rheinland-Pfalz	1	0	0	0	0	0	4	3	5	14	8	35
Saarland	0	0	0	0	0	0			2	2	1	8
Sachsen	0	0	0	2	0	3	2	2	4	6	2	21
Sachsen-Anhalt	0	0	0	1	1	1	3	4	4	4	3	21
Schleswig-Holstein	0	1	0	0	0	2	1	7	8	13	4	36
Thüringen	1	0	0	0	0	1			3	7	7	33
Toplam	41	14	2	6	16	55	92	132	194	190	165	907

4.7. Yenilenebilir Enerji Kooperatif Üyelerinin Özellikleri

Almanya'daki yenilenebilir enerji kooperatiflerinin başarısı anlayabilmek için, kooperatif üyelerinin özelliklerine bakmak yararlı olacaktır (Yıldız vd. 2015:64-65).

Sosyal açıdan incelendiğinde, üyelerin % 80'i erkeklerden oluşan, sadece % 11,66'sı 35 yaş altı olan, yarısından fazlası (% 51) üniversite ve üzeri eğitimi olan, orta ve üst gelir (2.500 Euro ve üzeri gelir elde edenlerin oranı % 71.39) grubunun oluşturduğu, son derece homojen olan bir nüfus kitlesi olarak kabul edilebilir. Bu yönüyle toplumun oldukça sınırlı bir bölümünü içermesi nedeniyle demokratik kitle hareketi olarak kabul etmek olanaklı değildir (Yıldız vd. 2015:64). Yenilenebilir enerji kooperatifleri daha geniş toplum kesimini bünyesinde barındıran bir hareket olabilmesi için toplumun diğer kesimlerini de bünyesine katması gereklidir. Bunun için gerek kooperatifler, gerekse de kamu ve düzenleyici kuruluşlar tarafından gerekli çalışma ve tanıtımın yapılması yararlı olabilecektir.

Tablo 2 : Kurulan Enerji Kooperatiflerinde Yaş Dağılımı (Yıldız, 2015)

Yaş	0-18	18-25	25-35	35-45	45-55	55-65	65-75	75-85	>85
%'de Pay (n = 1872)	0.63	2.34	8.69	14.69	31.11	27.37	12.63	1.43	0.11

Yenilenebilir enerji kooperatif üyelerinin % 77'si üyeliklerini demokratik karakterli organizasyona dahil olmak olarak görmekteyler. % 21'i ise buna kısmen katılırken, sadece % 2'si karşı çıkmaktadırlar.

Enerji kooperatiflerinin doğasını anlamak için, ekonomi ve sosyoloji bilimlerinin disiplinler arası yaklaşımıyla incelenmesi gereklidir. Bulguları daha iyi anlamak, araştırma yetersizliği alanları belirlemek ve disiplinler arası araştırma ajandası geliştirmek, enerji kooperatiflerinin enerji sektörünün dönüşümü olgusunu belirlemek için gereklidir (Yıldız vd. 2015: 64-65).

5.Sonuç

Yenilenebilir enerji kooperatiflerinin organizasyonel olarak ne tür özellikler taşıdığını ve etkilerinin tespiti amacıyla yapılan çalışma ile literatürdeki boşluğun doldurulması amaçlanmıştır. Çalışmada öne çıkan bazı sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

Kendi üyelerinin ekonomik çıkarlarının artırılması amacıyla bir araya gelen bireylerden oluşan yenilenebilir enerji kooperatiflerinin çeşitli iktisadi etkileri bulunmaktadır. Bunlar ısı ve elektrik olarak üretilen enerjinin satışından elde edilen gelirler, üretilen enerjinin üyelerce tüketilmesi, enerji satışı ve üyelerce tüketimin birlikte yapılması ile bunların dışında ilave ekonomik fırsatların meydana getirilmesidir. Yenilenebilir enerji kooperatif üyeleri, yaptıklarına yatırımlarına karşılık buldukları ülkeye göre ortalamanın üzerinde getiri elde etmektedirler.

Yenilenebilir enerji kooperatif yatırımlarının, yerel halk tarafından gerçekleştirilmesi halinde elde edilen iktisadi yararlar, büyük ölçekli devlet veya özel sektör yatırımlarına göre beş kata varan daha fazla olumlu etkiler ve dışsallık sağlamaktadırlar. Bu projelere dahil olan üyelerde toplumsal duyarlılığın arttığı görülmüştür. Projelerden yararlanmadan maliyetine katlandığını iddia eden sınırlı sayıda üye bulunmakla beraber, tespit edilmiş olumsuz bir etki bulunmamaktadır (Tarhan, 2015).

Yenilenebilir enerji kooperatif üyelerinin, diğer kooperatif üyelerine göre daha eğitilmiş ve gelir düzeyi yüksek kitleden oluşmaktadır. Üyelerinin diğer özellikleri ise, erkek ağırlıklı ve 35 yaş üzeri olmalarıdır. Kuruluş aşamasında ve sonrasında, borç veren finansal kuruluşların çekimsizliği nedeniyle yabancı finansal kaynağa erişimde güçlükler yaşamaktadırlar. Bu nedenle ağırlıklı olarak ortak finansmanına başvurmak durumunda kalmaktadır. Bunun da etkisiyle yenilenebilir enerji kooperatiflerinde özkaynak oranlarının, ülke ve sektör KOBİ kuruluşlarının oldukça üzerinde olduğu saptanmıştır. Bu durum kooperatifler açısından sağlıklı olarak görünmekle birlikte, yabancı kaynağa erişimden kaynaklanan sorunlar nedeniyle, çok sayıda kooperatifin istenilen başarıya ulaşmasını zorlaştırdığı ve geciktirdiği veya istenilen yatırım projelerinin gerçekleştirilemediği görülmüştür. Yatırımlarında daha çok özkaynak kullanılmaktadır. Küçük miktarlardaki üyelik bedelleri ödenerek üye olunabilmesine karşın, yatırım tutarlarının yüksekliği nedeniyle ilerleyen süreçlerde ortak finansmanı sağlanması durumunda, üyelerin bu tutarları karşılamakta zorlandığı görülebilmektedir (Debor, 2014).

Yeşiller partisi gibi siyasi akımlara yakın olması durumunda yenilenebilir enerji kooperatiflerine karşı toplumsal muhalefetin artabileceği, bunun ise organizasyonun başarı şansını azalttığı görülmüştür. Yenilenebilir enerji kooperatifleri, daha temiz bir çevre için enerji üretimini sağlasalar da, işlem ve süreçlerini siyasi söylemlerden uzak gerçekleştirmeleri, olası tepkilerin önüne geçilmesi ve daha fazla katılımcı üyenin temin edilmesini sağlayacaktır. Bunun neticesinde yenilenebilir enerji için daha kaynak ve yatırım potansiyeli sağlanabilecektir (Huybrechts ve Mertens, 2014).

Yenilenebilir enerji kooperatifi yatırımları artmakla beraber, içinde buldukları sektörden aldıkları payın oldukça sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Üye sayılarının genellikle 200 ve altında olduğu, yatırım büyüklüklerinin ise daha küçük ve orta ölçekli işletmeler boyutunda olduğu görülmüştür (Yıldız vd., 2015).

Literatürdeki bulgular, yenilenebilir enerji kooperatiflerinin olumlu iktisadi, sosyal ve çevresel çıktılar oluştururken, temiz enerji kaynaklarına doğru küresel dönüşümü sosyal ve psikolojik boyutta hızlandırmaktadır. İktisadi açıdan yenilenebilir enerji kooperatifleri, sermaye yoğun yenilenebilir enerji sektöründe bireylere, bugüne kadar kamu ve kurumsal aktörlerin ağırlıklı olduğu alanda, etkin katılımcı olma imkanı sunarken, maliyet, risk ve sorumlulukları paylaşma fırsatı vermiştir (Tarhan, 2015).

6.Kaynaklar

- Agyeman, J., & Evans, T. (2003). Toward just sustainability in urban communities: building equity rights with sustainable solutions. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 590(1), 35-53.
- Akçay, V.H., Bilgin, S. (2017). Sürdürülebilir Kalkınma Politikası Açısından Yenilenebilir Enerji Kooperatifçiliğine Yönelik Mali Teşviklerin Önemi, Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi, 2017, 52 Özel sayı, ss. 867-896.
- Albayrak, B. (2011). Elektrik Enerjisi Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Finansmanı: Bir Uygulama. *Kadir Has Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul*.
- Ayanoğlu-Durmaz, G.G.(2018), Yenilenebilir Enerji Üretim Kooperatifleri. İstanbul: Cinius.
- Birchall, J. (2010). *People-Centred Business: Co-operatives, Mutuals, and the Idea of Membership*. London: Palgrave Macmillan.
- Cato, M.S., Arthur, L., Keenoy, T. Smith, R. (2008). Entrepreneurial Energy. *International Journal of Entrepreneurial Behaviour & Research*, 14(5): 313-329.
- Cebeci, A. N. (2018). Dünya'da Yenilenebilir Enerji Kooperatifleri, Türkiye'de Doğal Mucize Güneş Enerjisi Kooperatiflerinin Gerekliği Üzerine. *Journal of Strategic Research in Social Science*, 4(2), 1-22.
- Center for Social Inclusion (2010). *Energy Democracy: Community-Scale Green Energy Solutions*. https://www.centerforsocialinclusion.org/wp-content/uploads/2012/07/Energy_Democracy_Report_WEB.pdf [27.06.2018]
- Clean Energy Group (2014). *Clean Energy for Resilient Communities: Expanding Solar Generation in Baltimore's LowIncome Neighborhoods*. <http://www.abell.org/sites/default/files/reports/env-cleanenergy214.pdf>[02.07.2018]

- Community Power Fund (2013). *Case Studies*. Toronto: Community Power Fund.
<http://www.communityenergyprogram.ca/Resources/ResourcesCommunityPower.aspx>
[14.05.2015].
- Debor, S. (2014). *The socio-economic power of renewable energy production cooperatives in Germany: Results of an empirical assessment* (No. 187). Wuppertal Papers.
- DGRV (German Cooperative and Raiffeisen Confederation) (2013a). *Energy Cooperatives: Findings of Survey Conducted by the DGRV and Its Member Associations*. Berlin: DGRV.
[http://www.dgrv.de/weben.nsf/272e312c8017e736c1256e31005cedff/41cb30f29102b88dc1257a1a00443010/\\$FILE/Study%20results%20survey%202013.pdf](http://www.dgrv.de/weben.nsf/272e312c8017e736c1256e31005cedff/41cb30f29102b88dc1257a1a00443010/$FILE/Study%20results%20survey%202013.pdf) [21.05.2014].
- DGRV (German Cooperative and Raiffeisen Confederation) (2013b). *Energy Cooperatives: Citizens, Communities and Local Economy in Good Company*. Berlin:
DGRV.[http://www.dgrv.de/weben.nsf/272e312c8017e736c1256e31005cedff/41cb30f29102b88dc1257a1a00443010/\\$FILE/Energy_Cooperatives.pdf](http://www.dgrv.de/weben.nsf/272e312c8017e736c1256e31005cedff/41cb30f29102b88dc1257a1a00443010/$FILE/Energy_Cooperatives.pdf) [21.05.2014].
- DTI (2004). *Global Watch Mission Report "Co-operative Energy: Lessons from Denmark and Sweden"*. Manchester: Co-operatives UK.
http://www.uk.coop/sites/storage/public/downloads/36247mr_0_0.pdf [15.05.2014].
- Duguid, F. C. (2007). *'Part of the solution': Developing sustainable energy through co-operatives and learning*.
- Fairbairn, B. (2006). Cohesion, adhesion, and identities in co-operatives. *Co-operative membership and globalization: New directions in research and practice*, 18-50.
- Flieger, B. (2010). Energiewende mit Bürger-Energie. *Contraste*, 27(306), 1.
- Huybrechts, B., & Mertens, S. (2014). The relevance of the cooperative model in the field of renewable energy. *Annals of Public and Cooperative Economics*, 85(2), 193-212.
- ILO (2013). *Providing clean energy and energy access through cooperatives*, ILO Cooperatives Unit, Green Jobs Program-Geneva, http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/documents/publication/wcms_233199.pdf [13.04.2018]
- İnan, İ. Hakki, *Tarım Ekonomisi ve İşletmeciliği*, 5. Baskı, Hasad Yayıncılık, Tekirdağ, 2001.
- Kanlı, İ. B., & Kaplan, B. (2018). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Etkin Kullanımı İçin Bir Model Önerisi: Şehir Enerji Kooperatifleri. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 6(4).
- Lantz, E., & Tegen, S. (2009). *Economic development impacts of community wind projects: a review and empirical evaluation* (No. NREL/CP-500-45555). National Renewable Energy Lab.(NREL), Golden, CO (United States).
- Lipp J., Lapierre-Fortin E. & McMurtry, J. (2012). *Renewable Energy Co-op Scan and Regulatory Review*. Toronto: Measuring the Co-operative Difference Research Network.
http://www.cooperativedifference.coop/assets/files/National/RE_Co-op_Review_RegulatoryScan_Jan2012.pdf [26.03.2015].
- MacArthur, J. (2010). *Best Practices in Social Economy and Community Wind*. Port Alberni, BC: The BC-Alberta Social Economy Research Alliance (BALTA).
<http://auspace.athabasca.ca:8080/bitstream/2149/2633/1/BALTA%20B6%20Report%20-%20Best%20Practices%20Community%20Wind.pdf> [16.05.2018].
- MacPherson, I. (2003). Encouraging Associative Intelligence: Co-operatives, Shared Learning and Responsible Citizenship, *Co-operative College Paper 1 - Co-operative Learning and Responsible Citizenship in the 21st Century*. Manchester, Co-operative College UK.
- Mori, P. A. (2013). Customer ownership of public utilities: new wine in old bottles. *Journal of Entrepreneurial and Organizational Diversity*, 2(1), 54-74.
- Ozcan, A., & Strauss, E. J. (2017). Ecological modernization on Turkey's energy policy and renewable energy cooperatives suggestions for Turkey from the USA policy perspective. *Recent Developments in Social Sciences: Political Sciences and International Relations*, 27.
- Peltola, T. (2007). Business on the margin: local practices and the politics of forests in Finland. *Ethics Place and Environment*, 10(1), 29-47.
- Porter ME. *Competitive advantage: creating and sustaining superior performance*. New York: Free Press; 1998.
- Rogers, J. C., Simmons, E. A., Convery, I., & Weatherall, A. (2008). Public perceptions of opportunities for community-based renewable energy projects. *Energy policy*, 36(11), 4217-4226.
- Roseland, M., Connelly, S. (2005). *Toward Sustainable Communities: Resources for Citizens and Their Governments*. Gabriola Island, BC: New Society Publishers.
- Schreuer, A., & Weismeier-Sammer, D. (2010). Energy cooperatives and local ownership in the field of renewable energy technologies: A literature review.
- Schreuer, A. (2013). Energy cooperatives and local ownership in the field of renewable energy-Country Cases Austria and Germany.
- Science, Society and Sustainability Research Group.
<https://grassrootsinnovations.files.wordpress.com/2012/10/3s-wp-2012-11-cise.pdf>
[28.05.2018]
- Seyfang, G., Park, J.J. & Smith, A. (2012). Community Energy in the UK, *3S Working Paper*, 2012-11. Norwich: Science, Society and Sustainability Research Group.
<https://grassrootsinnovations.files.wordpress.com/2012/10/3s-wp-2012-11-cise.pdf>
[21.05.2014].
- Tarhan, M. (2015). Renewable energy cooperatives: a review of demonstrated impacts and limitations. *Journal of Entrepreneurial and Organizational Diversity*, 4(1), 104-120.

- Toroitich, C. (2012). *Making Clean Energy Accessible for Low Income Households: Integrating Credit and Renewable Energy Technologies*. Kenya: SNV.
http://www.snvworld.org/download/publications/making_clean_energy_accessible_for_low_income_households_-_integrating_credit_and_renewable_energy_technologie.pdf [19.04.2015].
- Van der Horst, D. (2008). Social enterprise and renewable energy: emerging initiatives and communities of practice. *Social Enterprise Journal*, 4(3), 171-185.
- Walker, G. (2008). What are the barriers and incentives for community-owned means of energy production and use?. *Energy Policy*, 36(12), 4401-4405.
- Walker, G., & Devine-Wright, P. (2008). Community renewable energy: What should it mean?. *Energy policy*, 36(2), 497-500.
- Seyfang, G., Park, J. J., & Smith, A. (2012). Community Energy in the UK. *University of East Anglia, Norwich, 3S Working Paper*, 11.
- Willis, R., & Willis, J. (2011). Co-operative renewable energy in the UK: A guide to this growing sector.
- World Energy Council (2004). *Comparison of Energy Systems Using Life Cycle Assessment*. London: World Energy Council. www.worldenergy.org/documents/lca2.pdf [19.06.2018].
- World Resources Institute (2013). *Implementation Strategies for Renewable Energy Services in Low-Income, Rural Areas*.
http://www.wri.org/sites/default/files/pdf/implementation_strategies_renewable_energy_services_low_income_rural_areas.pdf [19.04.2015].
- Yildiz, Ö. (2014). Financing renewable energy infrastructures via financial citizen participation—The case of Germany. *Renewable Energy*, 68, 677-685.
- Yildiz, Ö., Rommel, J., Debor, S., Holstenkamp, L., Mey, F., Müller, J. R., ... & Rognli, J. (2015). Renewable energy cooperatives as gatekeepers or facilitators? Recent developments in Germany and a multidisciplinary research agenda. *Energy Research & Social Science*, 6, 59-73.
- Yildiz, Ö., & Radtke, J. (2015). Energy cooperatives as a form of workplace democracy? A theoretical assessment. *economic sociology_the european electronic newsletter*, 16(3), 17-24.
- Zerche, J., Schmale, I. Blome-Drees, J. (1998): Einführung in die Genossenschaftslehre. Genossenschaftstheorie und Genossenschaftsmanagement. München, Wien: Oldenbourg Verlag.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Öne Çıkan Sonuçlar:

- Ülkemiz toplam emisyonlarının PM10 için %2,1 ve CO için %1,7'sini orman yangınları teşkil etmektedir.
- Son otuz yıl içinde en yüksek emisyonlar en çok orman alanının yandığı 1994, 2008 ve 2000 yıllarında görülmüştür.
- Orman yangını kaynaklı emisyonların daha çok Akdeniz ve Ege bölgesinde kıyı şeridindeki illerde yoğunlaştığı görülmektedir.

Yazışma yazarı:

Tolga ELBİR,
tolga.elbir@deu.edu.tr

Referans:

Zafer N., Tuynun G. T., Elbir T., (2019), Türkiye'de 1988-2017 Yılları Arasında Gerçekleşen Orman Yangınlarından Kaynaklanan Hava Kirlenici Emisyonlarının Envanteri, İklim Değişikliği ve Çevre, 4, (2) 23-31

Makale Gönderimi : 10 ŞUBAT 2019
Online Kabul : 27 MAYIS 2019
Online Basım : 25 EKİM 2019

Türkiye'de 1988-2017 Yılları Arasında Gerçekleşen Orman Yangınlarından Kaynaklanan Hava Kirlenici Emisyonların Envanteri

Nur ZAFER¹, Gizem TUNA TUYGUN¹, Tolga ELBİR¹

¹Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Buca, İzmir, Türkiye.

Özet Ormanlar doğal dengeyi sağlayan, iklim üzerine olumlu etkileri olan, canlı, dinamik ve yenilenebilir doğal kaynaklardır. Küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadelede ormanların korunması evrensel hedeflerden birisidir. Orman varlığı açısından zengin sayılmayan ülkemizin Akdeniz iklim kuşağında yer almasından dolayı her yıl hektarlarca ormanımız doğal yollarla ya da insan etkisiyle yanarak yok olmakta ve bunun sonucu olarak önemli miktarlarda hava kirlenici emisyonları atmosfere verilmektedir. Bu çalışma kapsamında, 1988-2017 yılları arasında Türkiye'de gerçekleşen orman yangınlarından kaynaklanan farklı hava kirlenici (karbon monoksit (CO), azot oksitler (NO_x), partikül madde (PM₁₀ ve PM_{2,5}), kükürt oksitler (SO_x), metan dışı uçucu organik bileşikler (NMVOC), amonyak (NH₃), siyah karbon (BC), toplam askıda partikül (TSP)) emisyonları belirlenmiştir. Orman yangınlarıyla ilgili istatistiksel veriler T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiş olup emisyonların hesabında EMEP/CORINAIR emisyon faktörleri kullanılmıştır. Sonuçlara göre; 1988-2017 yıllarını kapsayan yaklaşık otuz yıllık dönemde orman yangınlarından kaynaklanan ortalama yıllık emisyonlar; NO_x için 2.026 ton/yıl, CO için 57.573 ton/yıl, NMVOC için 5.331 ton/yıl, SO_x için 405 ton/yıl, NH₃ için 459 ton/yıl, TSP için 27.187 ton/yıl, PM₁₀ için 17.592 ton/yıl, PM_{2,5} için 14.393 ton/yıl ve BC için 1.295 ton/yıl olarak bulunmuştur. En büyük emisyonların sırasıyla 1994, 2008 ve 2000 yıllarında olduğu ve bu yıllık tekil emisyonların otuz yıllık dönem ortalamasının yaklaşık 2-3 katı kadar büyük olduğu görülmektedir. Örneğin; 2008 yılı Ağustos ayı içinde Antalya orman bölge müdürlüğü sınırları içinde gerçekleşen ve yaklaşık 16 bin ha'lık bir alanın etkilenmesine neden olan Serik-Taşağıl orman yangını, ülkemizde kayıt altına alınan en büyük yangın olup tek başına aynı yıl içinde toplam ülke emisyonlarının yaklaşık %53'ünü teşkil etmiştir. Orman yangını emisyonlarının ülke genelinde dağılımı incelendiğinde ise Akdeniz ve Ege Bölgelerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Emisyonların illere ve Orman Bölge Müdürlüklerine göre mekânsal dağılımı bir coğrafi bilgi sistemi yardımıyla haritalar haline sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Orman yangını, emisyon, emisyon envanteri, Türkiye

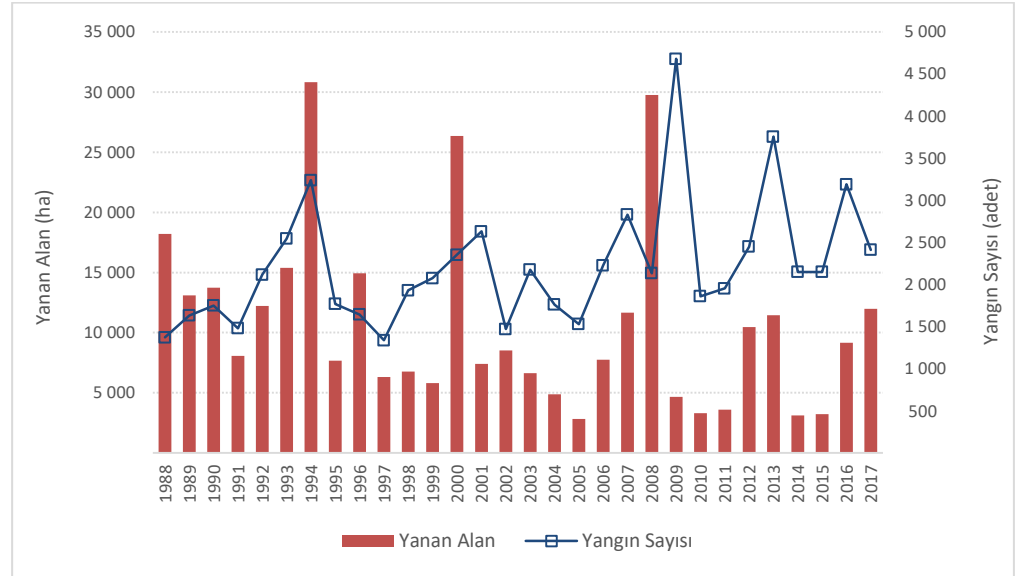
Inventory of Air Pollutant Emissions from Forest Fires for Period of 1988-2017 in Turkey

Abstract Forests are live, dynamic and renewable natural resources that have positive effects on climate. Protection of forests is a global priority for climate change. Hectares of forests are destroyed by burning in Turkey every year due to the fact that the country is located in the Mediterranean climate zone. In this study, emissions of different air pollutants (CO, NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, SO_x, NMVOC, NH₃, BC, TSP) emitted from forest fires in Turkey for the period of 1988-2017 were estimated. Statistical data on forest fires was obtained from the Ministry of Agriculture and Forestry in Turkey. Emissions were calculated using EMEP/CORINAIR emission factors. The annual average emissions from forest fires between 1988 and 2016 were found as 2,026 tons/year for NO_x, 57,573 tons/year for CO, 5,331 tons/year for NMVOC, 405 tons year for SO_x, 459 tons/year for NH₃, 27,187 tons/year for TSP, 17,592 tons/year for PM₁₀, 14,393 tons/year for PM_{2,5} and 1,295 tons/year for BC. The highest annual emissions in the last thirty years were observed in 1994, 2008 and 2000, respectively. These emissions were calculated about 2-3 times higher than the average period of thirty years. The Serik-Taşağıl forest fire occurred in the Antalya region in August 2008 causing the destruction of approx. 16 thousands ha is the biggest fire recorded in Turkey. It constitutes approximately 53% of the total emissions of the country in the same year. Emissions from forest fires mainly occurred in the Mediterranean and Aegean regions. Spatial distribution of the emissions according to the provinces and Regional Directorates of Forests was prepared using a geographical information system and presented as maps.

Türkiye ormanlarında çıkan yangınlar hakkındaki istatistiklere 1937 yılından sonra rastlanmaktadır. Bu nedenle 1937'den önce çıkan yangınlar hakkında bilgi mevcut değildir (Bilgili, 2014). 1937 yılından itibaren orman yangınlarının alan ve sayıları incelendiğinde en çok artışın ormanların devletleştirildiği yıllarda meydana geldiği görülmektedir.

Türkiye'de meydana gelen orman yangınlarının çıkış nedenleri %92 insan kaynaklıdır (OGM, 2018). Örneğin, 2017 yılında çıkan yangınların sebepleri analiz edildiğinde %60'ı faili meçhul, %25'i ihmal, %9'u doğal ve %6'sı kasıttan kaynaklandığı görülmektedir (OGM, 2018).

Son otuz yılda (1988-2017) gerçekleşen orman yangınları sayıca incelendiğinde 2009 yılında gerçekleşen yangınların en fazla olduğu görülmektedir (OGM, 2018). Yangınların en az görüldüğü yıllar ise 1988 ve 1997 yıllarıdır. Ancak, yangın sayısı ile yanan orman alanları eşleştirildiğinde aralarında lineer bir ilişki olmadığı görülmektedir. 1988-2017 yılları arasında gerçekleşen yangınlarda en fazla orman alanı kaybedilen yıl 1994'tür. Daha sonra 2008, 2000 ve 1998 yılları gelmektedir. Son otuz yılda ülke genelinde toplam yanan orman alanı ve yangın sayıları Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. 1988-2017 yılları arasında yanan orman alanları ve yangın sayıları (OGM, 2018).

Orman yangınları atmosfere salınan kirletici gazlar bakımından önemli kaynaklardır. Makilik alanların ve ormanların yanması sonrası atmosfere yıllık olarak 1,7 ila 4,1 milyar ton karbon dioksit (CO₂) salınmaktadır (Lovarel vd., 2006). Karbon dioksitin yanısıra, yılda yaklaşık 39 milyon ton metan (CH₄), 20,7 milyon ton azot oksit (NO_x) ve 3,5 milyon ton kükürt dioksit (SO₂) de salınmaktadır. Küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık %15'i orman yangınlarından, çoğu da tropik yağmur ormanlarındaki yangınlardan ve arazi dönüşümlerinden kaynaklanmaktadır. Orman yangınları, küresel karbon monoksitin (CO) %32'sine ve CH₄ emisyonlarının %10'una neden olmaktadır (Lovarel vd., 2006).

Akdeniz Bölgesinde orman yangınlarından kaynaklanan emisyonların belirlenmesine yönelik çalışmalara uluslararası literatürde sıkça rastlanmaktadır (Simon vd., 2004; Vilen ve Fernandes, 2011; Chiriaco vd., 2013; Garcia-Hurtado vd., 2013). Simon ve arkadaşları (2004) Akdeniz bölgesinde doğal kaynaklardan kaynaklanan CH₄ emisyonlarını hesaplamışlardır. Çalışmada orman yangınlarından kaynaklanan CO₂ emisyonları da hesaplanmış olup orman yangınları ile birlikte sulak alanların ve hayvanların önemli doğal kaynaklar olduğu belirlenmiştir. Vilen ve Fernandes (2011) Fransa, Yunanistan, İtalya, Portekiz ve İspanya gibi Akdeniz ülkelerinde orman yangınlarından kaynaklanan CO₂ emisyonlarını hesaplamışlardır. IPCC metodolojisini kullanan araştırmacılar yangın etkilerini dört ayrı senaryo halinde çalışmış ve emisyonların arazi kullanımına, bitki örtüsü yoğunluğuna ve bitki çeşidine göre değiştiğini ortaya koymuşlardır. Chiriaco ve arkadaşları (2013) ise aynı ülkelerde başta CO₂ olmak üzere diğer sera gazı emisyonlarının belirlenmesinde kullanılan yöntemleri karşılaştırmış ve bu yöntemlerin belirsizlik kaynaklarını ortaya koymuştur. Garcia-Hurtado ve arkadaşları (2013) ise Akdeniz bölgesinde makilik alanların yanması sonucu oluşan CO₂, CO, CH₄ ve PM_{2.5} emisyonlarını ölçümlerle belirlemişler ve emisyon faktörleri geliştirerek bölgesel emisyonları hesaplamışlardır.

Türkiye'de orman yangınlarından kaynaklanan emisyonlar hakkında yapılan çalışmalar sınırlıdır. Ergan (2010) tarafından yapılan çalışmada, orman yangını emisyonları Türkiye genelinde 2003-2009 yılları arasındaki verilere göre, Dinçer (2014) tarafından yapılan çalışmada ise 2000-2009 yılları arasındaki yangın verilerine göre hesaplanmıştır. Her iki çalışmada da hesaplamalar, emisyon faktörü ile birim alandaki ortalama yanan ağaç kütlelerinin ilişkilendirilmesi ile yapılmış olup çok sayıda kirletici için emisyonlar hesaplanmıştır. Diğer bir çalışmada ise Türkiye'nin Antalya ilinde seçilen bir bölgede orman yangını incelenerek hava kirliliği örnekleme yapılmıştır (Kaya, 2010). Kaya (2010) tarafından yapılan bu çalışmada, Antalya-Serik bölgesinde meydana gelen bir yangın incelenerek, orman yangınlarından atmosfere salınan kirleticiler ile ilgili emisyon envanteri çalışması gerçekleştirilmiştir. Kurt (2014) tarafından yapılan çalışmada ise Türkiye'deki orman yangınlarının zamansal ve mekânsal dağılışını ortaya koyarak bu değişimin nedenlerin neler olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmanın amacı, daha önceki çalışmalardan farklı olarak çok daha geniş ve güncel bir zaman aralığını (1988-2017) dikkate alarak ve çok daha yüksek mekânsal çözünürlüğe sahip (orman bölge müdürlükleri ve iller bazında) orman yangını verileri ile farklı hava kirleticilerin (CO, NO_x, PM₁₀, PM_{2.5}, SO_x, NMVOC, NH₃, BC, TSP) emisyonlarının yaklaşık olarak hesaplanmasıdır. Orman yangınlarıyla ilgili istatistiksel veriler T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiş olup emisyonların hesabında EMEP/CORINAIR emisyon faktörleri kullanılmıştır. Yangınlarından kaynaklanan emisyonların yıllara ve illere göre zamansal ve mekansal dağılımları bir coğrafi bilgi sistemi (ArcGIS) yardımıyla haritalar olarak hazırlanmıştır.

2. Yöntem

1988-2017 yılları arasında Türkiye'de gerçekleşen orman yangınlarına ilişkin istatistiksel veriler T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir (OGM, 2018). Elde edilen yangın sayısı ve yanan alan verileri yıllara, illere ve bölge müdürlüklerine göre sınıflandırılarak emisyon hesaplarında kullanılmıştır. Yangınlardan kaynaklı emisyonları hesaplamak için EMEP/EEA veri tabanından emisyon faktörleri temin edilmiştir (EMEP/EEA, 2016). Bu veri tabanında, orman yangınlarından kaynaklanan emisyonların hesaplanmasında üç ayrı yaklaşım önerilmektedir. Birinci yöntem (Tier-1), en genel olanı olup, sadece yanan orman alanlarının yüzölçümlerinin bilinmesi durumunda kullanılmaktadır. İkinci yaklaşım aynı zamanda bu çalışmada kullanılan yöntem (Tier-2) olup, ormanların arazi yapısına, birim alandaki biyomas miktarına ve yanma verimine göre değişen emisyon faktörlerini içermektedir. Üçüncü yaklaşımda (Tier-3) ise hesaplar, yangının farklı fraksiyonlarına göre (tutuşma, alevlenme, için için yanma ve tam yanma) ve her fraksiyon için yanma süresi, ağacın türü ve ne kadarının yandığı, vb. faktörlere göre değişmektedir. OGM tarafından paylaşılan veriler, üçüncü yaklaşım ile hesap yapmaya yetecek detayda değildir. Bu nedenle bu çalışmada ikinci yaklaşım (Tier-2) kullanılmış olup, Akdeniz ve Ege kıyı şeridi boyunca yer alan illerdeki ormanlar için Akdeniz ormanı (Mediterranean Forest), geriye kalan iller için ise ılıman orman (Temperate Forest) türü seçilmiştir. Bu orman türlerine bağlı olarak, Akdeniz ormanları için biyomas miktarı 15 kg/m², biyomas fraksiyonu (yer seviyesindeki bitki örtüsünün üzerinde kalan biyomas miktarının toplam biyomas miktarına oranı) 0,75 ve yanma verimi (yer seviyesindeki bitki örtüsünün üzerinde kalan biyomas için) 0,25 olarak kabul edilmiştir. Bu standart değerler, ılıman ormanlar için sırasıyla 35 kg/m², 0,75 ve 0,20'dir. Bu katsayılara göre düzenlenmiş ve hesaplamalarda kullanılan emisyon faktörleri Tablo 1 de verilmiştir. Bu faktörler, yanan orman alanı verileri ile ilişkilendirilerek 9 farklı kirleticisi (NO_x, CO, metan dışı uçucu organik bileşikler (NMVOC), SO_x, amonyak (NH₃), toplam askıda partikül (TSP), PM₁₀, PM_{2.5} ve siyah karbon (BC)) için emisyon miktarları hesaplanmıştır.

Hesaplanan emisyonların yıllara, illere ve orman bölge müdürlüklerine göre zamansal ve mekansal değişimleri bir coğrafi bilgi sistemi yardımıyla (ArcGIS) belirlenmiştir.

Tablo 1. Orman Yangınlarında Kullanılan Emisyon faktörleri (EMEP/EEA, 2016).

Kirleticisi Parametreler	Emisyon Faktörleri (kg/ha)	
	Akdeniz ve ılıman Ormanlar	
NO _x		190
CO		5.400
NMVOC		500
SO _x		38
NH ₃		43
TSP		2.550
PM ₁₀		1.650
PM _{2.5}		1.350
BC		121,5*

* Emisyon faktörü veri tabanında "PM_{2.5} x %9" şeklinde tanımlanmıştır.

3. Tartışma

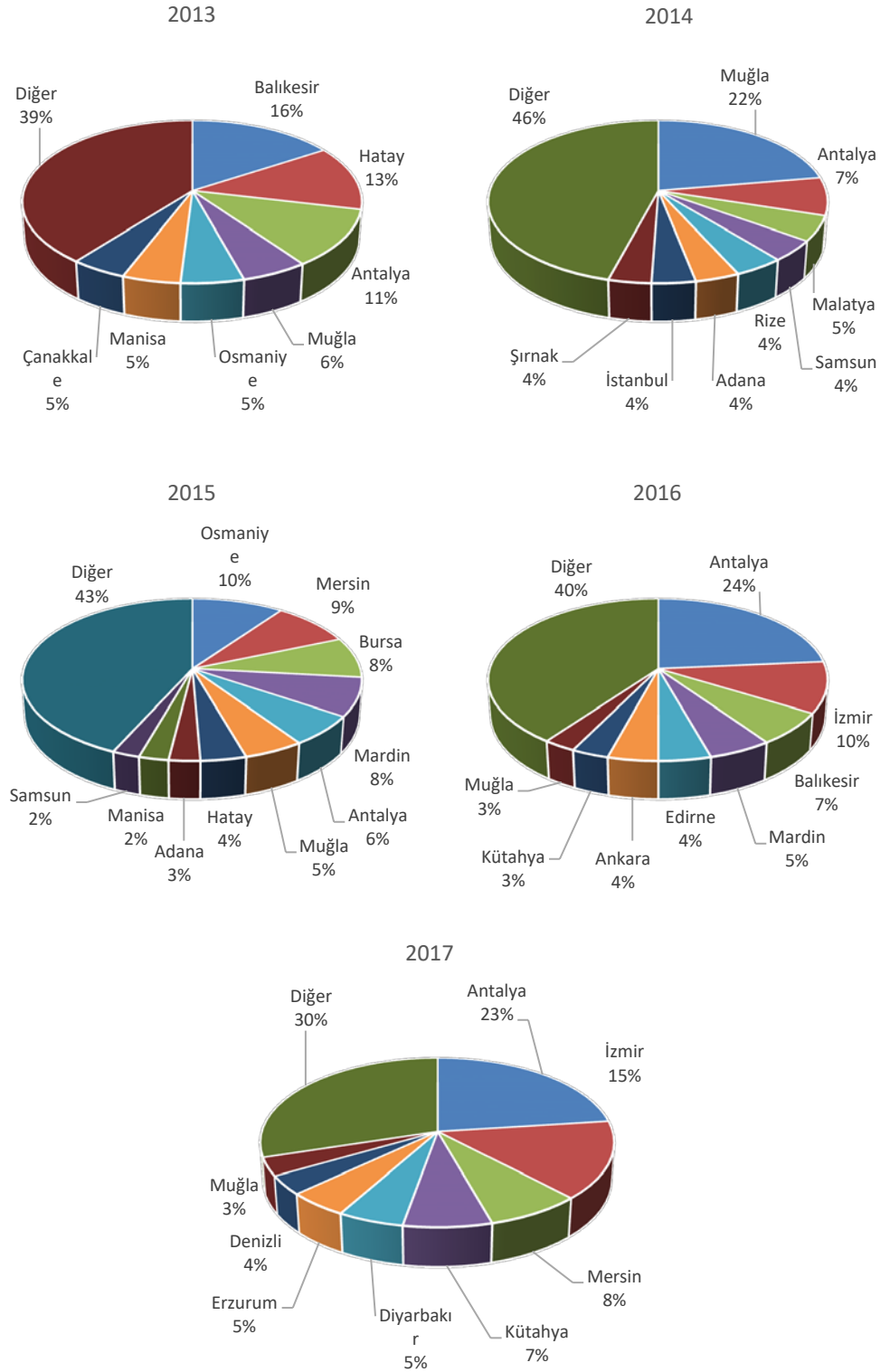
Yıllara göre orman yangınlarından kaynaklanan emisyonlar Tablo 2'de verilmiştir. Yıllar bazında yangın sayıları çok değişmemekle birlikte bazı yıllarda emisyonların çok yüksek olduğu görülmektedir. Bunun nedeni tamamen büyük alan kaybına neden olan tekil yangınlardır. Örneğin, 2008 yılı Ağustos ayı başında Antalya Bölge Müdürlüğü sınırları içinde gerçekleşen ve yaklaşık 15.795 hektarlık bir orman alanının etkilenmesine neden olan Serik-Taşağıl orman yangını tek başına 2008 yılı emisyonlarını belirleyen yangın olmuştur (Bilgili vd., 2010). Bu yangın, ülkemizde kayıt altına alınan en büyük orman yangını olup, aynı yıl için ülkenin orman yangınlarından kaynaklanan toplam emisyonlarının yaklaşık %53'ünü oluşturmaktadır.

Tablo 2. Yıllara göre orman yangınlarından kaynaklanan toplam emisyonlar, ton/yıl.

Yıllar	NO _x	CO	NMVOOC	SO _x	NH ₃	TSP	PM ₁₀	PM _{2.5}	BC
1988	3.460	98.334	9.105	692	783	46.436	30.047	24.584	2.213
1989	2.489	70.735	6.550	498	563	33.402	21.613	17.684	1.592
1990	2.611	74.207	6.871	522	591	35.042	22.674	18.552	1.670
1991	1.535	43.637	4.041	307	347	20.607	13.334	10.909	982
1992	2.324	66.053	6.116	465	526	31.192	20.183	16.513	1.486
1993	2.925	83.122	7.697	585	662	39.252	25.398	20.781	1.870
1994	5.857	166.471	15.414	1.171	1.326	78.611	50.866	41.618	3.746
1995	1.458	41.450	3.838	292	330	19.574	12.665	10.363	933
1996	2.835	80.579	7.461	567	642	38.051	24.621	20.145	1.813
1997	1.200	34.112	3.159	240	272	16.108	10.423	8.528	768
1998	1.285	36.526	3.382	257	291	17.248	11.161	9.131	822
1999	1.103	31.342	2.902	221	250	14.800	9.577	7.835	705
2000	5.007	142.306	13.177	1.001	1.133	67.200	43.482	35.577	3.202
2001	1.405	39.928	3.697	281	318	18.855	12.200	9.982	898
2002	1.618	45.976	4.257	324	366	21.711	14.048	11.494	1.034
2003	1.262	35.878	3.322	252	286	16.942	10.963	8.969	807
2004	926	26.330	2.438	185	210	12.434	8.045	6.583	592
2005	536	15.233	1.411	107	121	7.194	4.655	3.808	343
2006	1.475	41.915	3.881	295	334	19.793	12.807	10.479	943
2007	2.216	62.986	5.832	443	502	29.743	19.246	15.746	1.417
2008	5.652	160.645	14.875	1.130	1.279	75.860	49.086	40.161	3.614
2009	889	25.267	2.340	178	201	11.931	7.720	6.317	569
2010	630	17.912	1.659	126	143	8.458	5.473	4.478	403
2011	686	19.505	1.806	137	155	9.211	5.960	4.876	439
2012	1.986	56.452	5.227	397	450	26.658	17.249	14.113	1.270
2013	2.177	61.862	5.728	435	493	29.213	18.902	15.466	1.392
2014	592	16.832	1.559	118	134	7.948	5.143	4.208	379
2015	612	17.383	1.610	122	138	8.208	5.311	4.346	391
2016	1.740	49.442	4.578	348	394	23.348	15.107	12.361	1.112
2017	2.279	64.762	5.997	456	516	30.582	19.788	16.191	1.457
TOPLAM	60.770	1.727.182	159.930	12.152	13.736	815.612	527.747	431.798	38.862

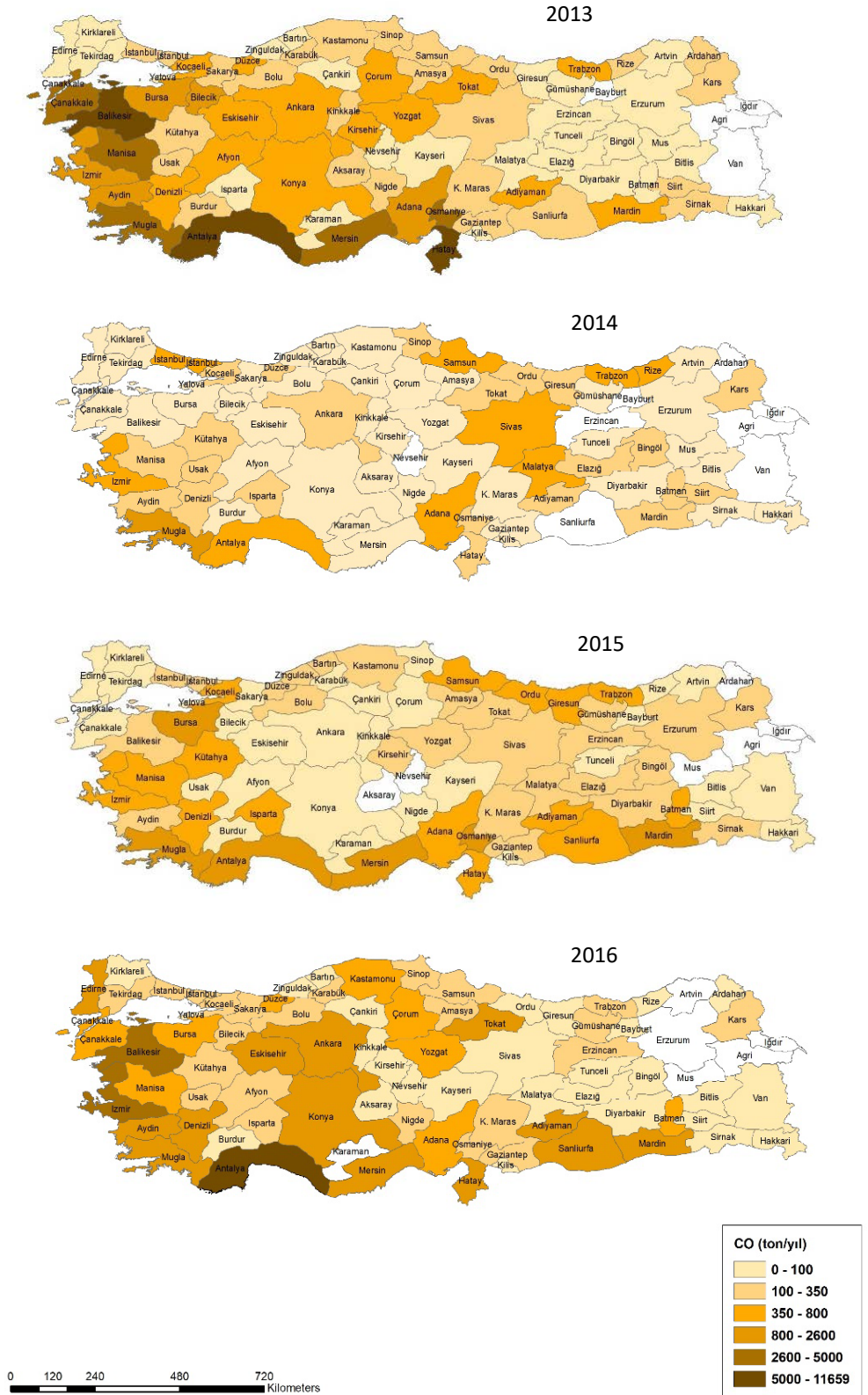
Son otuz yıl içinde en yüksek kirletici emisyonlarının görüldüğü yıl, en çok orman alanının yandığı 1994 yılıdır. Bu yılda yaklaşık 31 bin ha orman alanının yanması sonucunda, en az orman yangının yaşandığı 2005 yılına göre yaklaşık 11 kat daha fazla yıllık emisyon oluşmuştur. Otuz yıllık dönem boyunca yılda ortalama 2.220 yangın gerçekleşmiş ve 10.662 ha orman alanı yanmıştır. Bunun sonucunda NO_x için 2.026 ton/yıl, CO için 57.573 ton/yıl, NMVOC için 5.331 ton/yıl, SO_x için 405 ton/yıl, NH₃ için 459 ton/yıl, TSP için 27.187 ton/yıl, PM₁₀ için 17.592 ton/yıl, PM_{2.5} için 14.393 ton/yıl ve BC için 1.295 ton/yıl emisyon oluşmuştur.

İllere göre yanan orman alanlarından kaynaklanan emisyonlar incelendiğinde, 2013-2017 yılları arasındaki emisyonların yaklaşık %60'lık bir kısmının genellikle 8 ilden kaynaklandığı belirlenmiştir. 2013 yılındaki toplam emisyonlara en fazla katkı koyan il, %15 katkı oranı ile Balıkesir olurken, 2014 yılında %22 katkı oranı ile Muğla, 2015 yılında %10 ile Osmaniye, 2016 ve 2017 yıllarında ise sırasıyla %24 ve %23 katkı oranları ile Antalya olmuştur. Şekil 3'te Türkiye'de 2013-2017 yılları arasında orman yangınlarından kaynaklanan toplam emisyonların illere göre dağılımı PM_{2.5} için örnek olarak verilmiştir. Emisyonlar ile yanan orman alanları arasında doğrusal bir ilişki olması nedeniyle aynı katkı oranları diğer kirleticiler için de geçerlidir.



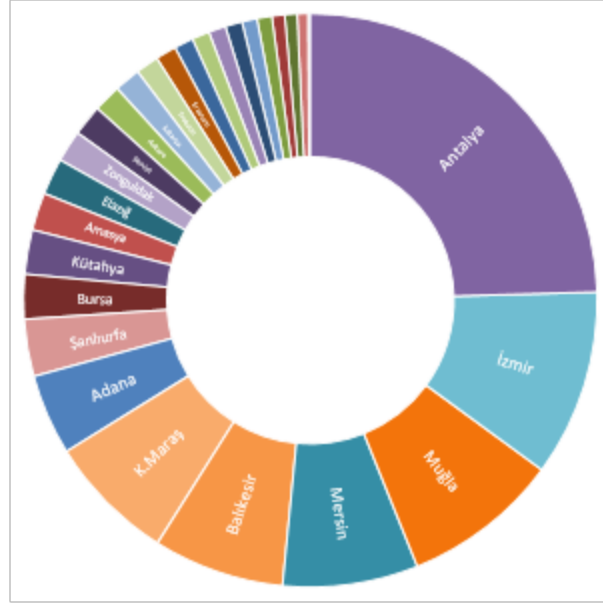
Şekil 3. Türkiye'de 2013-2017 yılları arasında orman yangınlarından kaynaklanan PM_{2.5} emisyonlarının illere göre dağılımı

İllere ve yıllara göre emisyonların mekânsal dağılımı incelendiğinde son dört yıl içinde en büyük emisyonların 2013 ve 2016 yıllarında Antalya'da olduğu görülmektedir. Ülke genelindeki yüksek emisyonların Akdeniz ve Ege bölgeleri kıyı şeridindeki illerde yoğunlaştığı görülmektedir. Şekil 4'te örnek olarak CO emisyonlarının 2013-2016 yılları arasında illere ve yıllara göre değişimi haritalar halinde verilmiştir. Emisyonlar ile yanan orman alanları arasında doğrusal bir ilişki olması nedeniyle diğer kirlenmeler için de benzeri mekânsal dağılımlar söz konusudur.



Şekil 4. 2013-2016 yılları arasında orman yangınlarından kaynaklanan CO emisyonlarının illere göre dağılımı.

Bölge müdürlükleri bazındaki orman yangını verileri OGM tarafından sadece 2004-2017 yılları arası için paylaşılmaktadır. Bu dönem aralığında en çok orman alanı kaybeden bölge müdürlükleri sırasıyla Antalya, İzmir, Muğla, Mersin, Balıkesir ve Kahramanmaraş olup Şekil 5'te tüm bölge müdürlüklerinin oransal dağılımı görülmektedir.



Şekil 5. 2004-2017 yılları arasındaki orman yangını emisyonlarının bölge müdürlüklerine göre dağılımı

4. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışma kapsamında, 1988-2017 yılları arasında Türkiye’de gerçekleşen orman yangınlarından kaynaklanan hava kirletici (CO, NO_x, PM₁₀, PM_{2.5}, SO_x, NMVOC, NH₃, BC, TSP) emisyonları belirlenmiştir. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü’nün orman yangınlarına ilişkin resmi ulusal istatistiksel verileri kullanılmış ve emisyonların zamansal ve mekânsal değişimleri detaylı olarak incelenmiştir.

Orman yangınlarından kaynaklanan ulusal emisyonların önemli miktarlarda olduğu görülmektedir. Avrupa Birliği CEIP (Centre on Emission Inventories and Projections) tarafından hazırlanan UNECE/EMEP emisyon veritabanına (WebDab) göre ülkemiz için yayınlanan en son ulusal emisyon envanteri 2012 yılına aittir (CEIP, 2018). Bu envantere tüm kirletici kaynaklardan (sanayi, trafik, evsel ısınma, doğal kaynaklar, vb.) atmosfere atılan emisyonlar topluca verilmektedir. Bu envanterin hazırlandığı yıl olan 2012 yılında ülkemiz ormanlarında çıkan yangınlardan kaynaklanan emisyonlar dikkate alındığında; orman yangınlarının tüm kirletici kaynaklar içindeki payının PM₁₀ için %2,1, CO için %1,7, NMVOC için %0,5, NO_x için %0,2 ve NH₃ için %0,08 ve SO₂ için %0,01 olduğu görülmektedir. Özellikle PM₁₀ ve CO emisyonları açısından orman yangınlarının ulusal emisyonlara önemli katkı getirdiği dikkat çekicidir.

Türkiye’de 1988-2017 yılları arasında en fazla orman alanının yandığı yıllar 1994, 2008 ve 2000 yıllarıdır. Buna karşın, en az orman alanının yandığı yıllar ise 2005, 2014 ve 2015 olarak kayıtlara girmiştir. Tekil bazı büyük yangınların ülke emisyonlarını tek başına belirleyebildikleri görülmüştür. En çok yangınların görüldüğü dolayısıyla en yüksek emisyonların görüldüğü iller Antalya, Muğla, İzmir, Balıkesir, vb. gibi Ege ve Akdeniz bölgelerinde kıyı şeridinde yer alan iller olurken Ağrı, Iğdır, Muş ve Van gibi Doğu Anadolu Bölgesi’ndeki illerde hemen hemen hiç yangın olmadığı görülmektedir.

Orman yangınlarının sayısı ve etkili oldukları alanlar; ülkenin coğrafi ve iklim açısından konumuna, ülke içinde bitki örtüsünün bölgesel değişimine, bu bölgelerde yaşayan insanların farkındalık durumuna ve alınan tedbirlerin yeterli olup olmamasına bağlı olarak değişmektedir. Ülkemizde orman yangınlarının çıkış nedeninin %92 oranında insan kaynaklı olduğunu bilinmektedir. Ulusal ve bölgesel olarak alınan ormancılık tedbirlerinin yanısıra sadece toplumu bilinçlendirerek dahi orman yangınlarının azaltılabilmesi mümkündür. Bu nedenle, alınacak tedbirlerle azaltılacak orman yangınları çevresel açıdan daha az ulusal emisyonların oluşacağı anlamına gelmektedir.

Ulusal literatürde bu çalışma sonuçları ile kıyaslanabilecek iki referans çalışma bulunmaktadır. Bunlar Ergan (2010) ve Dincer (2014)’tür. Ergan (2010) tarafından yapılan çalışmada, orman yangını emisyonları Türkiye genelinde 2003-2009 yılları arasındaki verilere göre, Dincer (2014) tarafından yapılan çalışmada ise 2000-2009 yılları arasındaki yangın verilerine göre hesaplanmıştır. Ergan (2010) çalışmasında EMEP/EEA’nın birinci yaklaşımını (Tier-1) kullanmış olup bu çalışmada kullanılan yöntemden farklıdır. Dincer (2014) çalışmasında ise, bu çalışmada kullanılan ikinci yaklaşımı kullanmış olup, emisyon faktörlerini EMEP/EEA’nın bir önceki versiyonu (2013)’ten kullanmıştır. O versiyonda, Akdeniz ormanları ile ılıman bölgelerdeki ormanlar için emisyon faktörleri birbirinden farklı olarak verilmiş ve Dincer (2014) çalışmasında, Akdeniz ve Ege Denizi kıyı şeridindeki illerde görülen orman yangınlarını Akdeniz ormanları, geriye kalan illerdeki ormanları da ılıman orman kategorisinde değerlendirip hesaplamalarını buna göre yapmıştır. Ancak en son yayınlanan EEP/EEA (2016) veri tabanında bu iki orman türü için farklılık ortadan kaldırılmış ve Akdeniz/ılıman ormanlar

aynı emisyon faktörleri ile tanımlanmıştır. Bu nedenle bu çalışma, daha önceki çalışmalara göre hem bu yönetsel güncellemeyi içermekte hem de Dinçer (2014) ve Ergan (2010)'un çalışmalarında yer alan çalışma yıllarından daha güncel ve geniş bir zaman dilimini (1988-2017) kapsamaktadır.

Bu çalışmada, orman yangınlarından kaynaklanan emisyonlar, OGM'nün paylaştığı istatistiksel veriler çerçevesinde yanan orman alanlarının yüzölçümleri dikkate alınarak hesaplanmıştır. OGM'nün yanan orman alanlarına ilişkin meşcere tipi, ağaç türü çeşitliliği, yanan alanların coğrafi konumları, yangınların zamanları, vb. bilgileri geçmişe yönelik paylaşmaması, hesaplanan emisyonların zamansal olarak yıllık bazda ve mekânsal olarak ta bölge müdürlükleri ve iller bazında sınırlı kalmasına neden olmaktadır. Bahsi geçen verilere sahip olunması durumunda ağaç bazlı emisyon faktörlerinin kullanılması ile meşcere bazında daha detaylı hesaplamalar yapmak ve hem coğrafi olarak daha yüksek çözünürlükte hem de yıl içindeki aylar ve mevsimler bazında emisyonları detaylandırmak mümkün olabilecektir.

6. Teşekkür

Orman yangınlarına ilişkin verileri temin ettiğimiz T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

7. Kaynaklar

- Bilgili, E., İ. Baysal, B. Dinç Durmaz, B. Sağlam, and Ö. Küçük (2010), Türkiye'de 2008 yılında çıkan büyük orman yangınlarının değerlendirilmesi, III. Ulusal Karadeniz Orman Kongresi Bildiri Kitabı, Cilt III, 1270-1279, 20-22 Mayıs 2010, Artvin.
- Bilgili, E., (2014), Orman Koruma ve Orman Yangınları, http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/15_01_02_1a809.pdf, erişim: Ocak 2019.
- CEIP (European Centre on Emission Inventories and Projections) (2018), http://www.ceip.at/ms/ceip_home1/ceip_home/webdab_emepdatabase/reported_emissiondata/, erişim: Aralık 2018.
- Dimitrakopoulos, A.P. and I.D. Mitsopoulos (2006). Global Forest Resources Assessment 2005 – Report on fires in the Mediterranean Region, Forestry Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Working Paper FM/8/E, 38 pages, FAO, Rome, Italy.
- Dincer, F. (2014), Estimating national wildfire emissions for the last decade in Turkey, Environmental Engineering and Management Journal 13 (12), 2907-2916.
- EMEP/EEA(Europen Environment Agency) (2016), Air Pollutant Emission Inventory Guidebook, 11.B Forest fires, 21 sayfa.
- Ergan, O. (2010), Türkiye'de orman yangınlarından kaynaklanan hava kirletici emisyonlar, Lisans tezi, 106 sayfa, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2015), Global Forest Resources Assessment 2015, 49 pages, Rome, Italy.
- Garcia-Hurtado, E., J. Pey, M.J. Baeza, A. Carrara, J. Llovet, X. Querol, A. Alastuey and V.R. Vallejo (2013), Carbon emissions in Mediterranean shrubland wildfires: An experimental approach, Atmospheric Environment 69, 86-93.
- Hirschberger, P. (2016), Forests Ablaze - Causes and effects of global forest fires, World Wildlife Fund (WWF), 107 pages, WWF Deutschland, Berlin.
- Joint Research Centre (JRC) (2018), Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2017, European Union, 139 pages, Ispra (VA), Italy.
- Kaya, M. (2010), Orman Yangınları ve Hava Kirliliği: Serik-Antalya Örneği, Yüksek Lisans tezi, 57 sayfa, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak.
- Kurt, B. (2014), Türkiye'de Orman Yangınlarının Coğrafi Dağılışı, Yüksek Lisans tezi, 204 sayfa, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- OGM (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü) (2015), Türkiye Orman Varlığı 2015, 32 sayfa, Ankara.
- OGM (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü) (2018), <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/istatistikler/Orman%C4%B1%C4%B1k%20%C4%B0statistikleri/Orman%C4%B1%C4%B1k%20%C4%B0statistikleri%202017.rar>, erişim: Aralık 2018.
- Lavorel, S., M.D. Flannigan, E.F. Lambin, and M.C. Scholes (2006), Vulnerability of land systems to fire: Interactions among humans, climate, the atmosphere, and ecosystems, Mitig Adapt Strat Glob Change 12, 33–53.
- Simon, V., L. Dumergues, and L. Torres (2004), Emission inventory of the main natural methane sources in a Mediterranean area, Advances in Air Pollution Series 14, 463-474.
- Vilen, T., and P.M. Fernandes (2011), Forest Fires in Mediterranean Countries: CO2 Emissions and Mitigation Possibilities Through Prescribed Burning, Environmental Management, 48 (3), 558-567.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Öne Çıkan Sonuçlar:

- Bu çalışmada, en yaygın kullanılan ve öne çıkan özellikler sergileyen üç uluslararası YB sertifikası tüm detayları ile incelenmiş ve eksiklikleri ortaya konulmuştur.
- Ülkemizde faal olarak görev yapan uzman ve yetkililerden alınan geri dönüşler ile de geri besleme yapıldığında ortaya ulusal bir sertifika taslağı çıkarılmıştır.
- Vaka çalışması olarak ele alınan bina ise, eğitim amaçlı kullanılan bir bina olup mevcut özellikleri sayesinde değerlendirmelerde yüksek puan alabilmiştir ve yer aldığı kampüsün sürdürülebilir olduğunun altı çizilmiştir.

Yazışma yazarı:

Börte KÖSE MUTLU,
borte.kose@yeditepe.edu.tr
+902165783212

Referans:

Köse-Mutlu, B., Arslanoğlu, Z. O., Günacı, B., Say, B., Şahin F., Yılmaz, C., Yardımcı-Tiryakioğlu, N., (2019), Uluslararası Yeşil Bina Sertifika Sistemlerinin İncelenmesi ve Tasarlanan Ulusal Sertifika Sisteminin Kullanımı: Bir Kampüs Binası ile Vaka Çalışması, İklim Değişikliği ve Çevre, 4, (2) 32-41

Makale Gönderimi : 30 TEMMUZ 2019
Online Kabul : 3 EYLÜL 2019
Online Basım : 25 EKİM 2019

Uluslararası Yeşil Bina Sertifika Sistemlerinin İncelenmesi ve Tasarlanan Ulusal Sertifika Sisteminin Kullanımı: Bir Kampüs Binası ile Vaka Çalışması

Börte KÖSE-MUTLU^{1,2,*}, Zekeriya Ozan ARSLANOĞLU¹, Burkay GÜNAÇTI¹, Berkan SAY¹, Fatih ŞAHİN¹, Can YILMAZ¹, Nesrin YARDIMCI-TİRYAKIOĞLU¹

¹Yeditepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 26 Ağustos Yerleşimi, Kayışdağı Cad. 34755 Ataşehir, İstanbul, Türkiye.

²Dincer Topacık Ulusal Membran Teknolojileri Uyg-Ar Merkezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Ayazağa Kampüsü, Maslak 34450 Sarıyer, İstanbul, Türkiye.

Özet Günümüzde yeşil binaları değerlendiren sertifika sistemlerinin kullanımı giderek yaygınlaşmakla beraber inşaat sektöründeki aktörlerin ilgisi ve toplumun sürdürülebilirlik hakkındaki farkındalığı da her geçen gün arttırmaktadır. Binaların çevresel etkilerini azaltmak amacıyla kullanılan sertifika sistemleri, özellikle gelişmekte olan ülkelerde uygulama esnasında zorluklar çıkarabilmektedirler. Sertifikalar, doğası gereği ortaya çıktıkları ülkelerde yüksek verimlilik sergilerken uluslararası kullanımda her ülkenin öncelikleri farklılık gösterebileceğinden elde edilen verimde sertifikaların esneklikleri ile ters orantılı bir düşüş yaşanmaktadır. Bu çalışmada, yaygın kullanımı olan uluslararası sertifika sistemlerinin karşılaştırmalı bir analizi sunulmaktadır. Mevcut sertifika sistemlerinin eksik yanları belirlenerek bölgesel adaptasyonu yüksek bir ulusal sertifika oluşturulmuştur. Son olarak, İstanbul'da yer alan bir üniversite kampüsündeki Mühendislik Fakültesi binası LEED ve yeni ulusal sertifika sistemi ile değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlardaki farklılıklar yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Yeşil Bina, Sertifikasyon, Vaka Çalışması, Kampüs

Investigation of International Green Building Certification Systems and Use of National Designed Certificate System: Case Study with a Campus Building

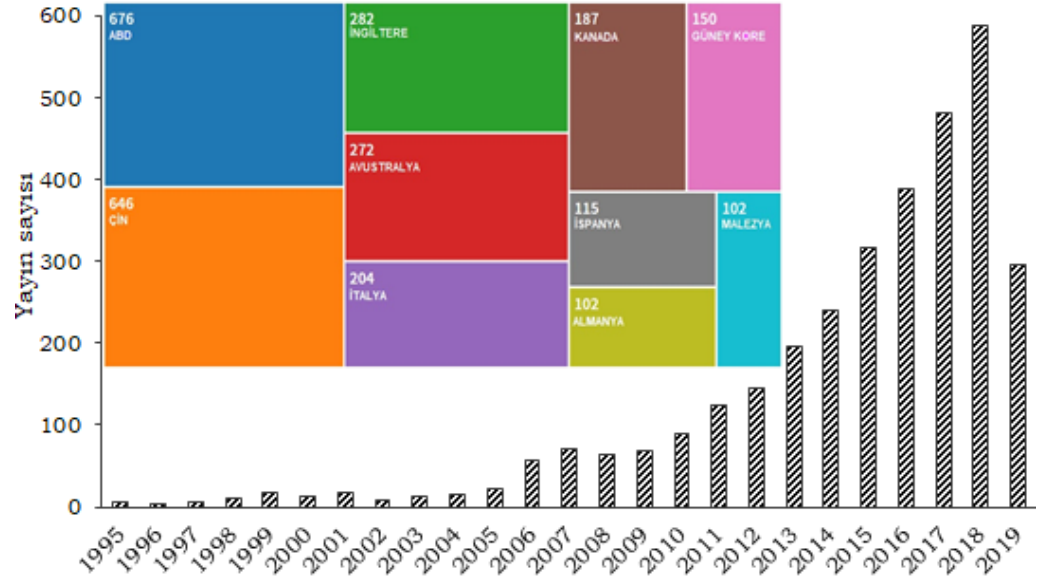
Abstract Nowadays, certification systems used for green building assessment have become widespread. In addition, the interest of the actors in the construction sector and public awareness in sustainability have gradually increased. Being useful in mitigating the environmental impacts of buildings, these systems reveal difficulties in their applications, especially for developing countries. On the one hand, they naturally present high efficiency in their origin countries, but on the other hand, different priorities cause low efficiencies in inverse correlation with the flexibilities of systems. This study presents a comparative analysis of the most widely used international certification systems. A national certification system, of which regional adaptation is relatively high, was developed by determination of encountered weaknesses and proposed. Lastly, the building of the Engineering Faculty of a university campus was analyzed using both LEED and the new national certification system as a case study and the differences in the results were evaluated.

Keywords: Sustainability, Green Building, Certification, Case Study, Campus

1. Giriş

İnşaat sektörünün tüm sektörler içerisinde istihdam yaratma ve ekonomiye katkıda bulunma konusunda ciddi etkileri olduğu yadsınamaz bir gerçektir (Kang ve diğ., 2016). Fakat pozitif katkılarının yanı sıra kaynak tüketme ve çevresel kirlilik yaratma gibi olumsuz etkilerinin oluşturduğu endişe de her geçen gün artmaktadır. Dünya Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi (World Business Council of Sustainable Development, WBCSD)'nin verilerine göre inşaat faaliyetleri toplam enerji sarfiyatının %40'ından, sera gazı emisyonlarının %20-25'inden, temiz su kaynaklarının tüketiminin %17'sinden, ağaçların kesilmesinin %25'inden ve düzenli depolama alanlarında yer işgalinin %45-65'inden sorumludur (WBCSD, 2008; UNEP, 2009; Peter, 2005; Say ve Wood, 2012; Yudelso, 2008, WRI, 2009). Dolayısı ile inşaat sektörünün çevre üzerindeki etkisinin ölçümü ve kontrolü oldukça önemli bir konudur.

Yeşil Bina (YB) kavramı bu kaygıyla ortaya çıkmış bir kavram olup binaların inşaat ve işletme dâhil tüm süreçlerini kapsayan zaman içerisinde ortaya çıkan olumsuz etkilerini azaltmayı hedefler. Kavramın tek ve kesin bir tanımı olmamakla beraber Amerikan Malzeme ve Test Derneği (American Society for Testing and Materials, ASTM E2114-08) yeşil binayı, verilecek rahatsızlıkları azaltan ve yerel, bölgesel ve küresel ekosistemlerin aksamasına fırsat vermeyen özel gereksinimlerine sahip bina olarak tanımlamıştır (ASTM, 2008). YB kavramı bünyesinde sürdürülebilir yapı, sürdürülebilir inşaat ve yüksek performanslı bina kavramlarını bir arada barındırır. Araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen YB çalışmalarının sayısı yıllar içerisinde artmış (Şekil 1) ve çalışmalarda özellikle binaların performansının ölçüm metotları üzerine odaklanılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve İngiltere en yoğun çalışmaların gerçekleştiği ülkelerin başında gelmektedir. Bunun ana sebebi, kavramların ve değerlendirme/sertifika sistemlerinin doğduğu ülkeler olmasıdır. Son yıllarda, uzak doğu ülkelerindeki hızlı gelişmenin sürdürülebilir olma çabası tüm sektörleri etkilediği gibi inşaat sektörünü de etkilemiştir. Uzak doğu ülkelerinin uygulamada yaygın olarak sertifika sistemlerini kullanmaları, akademik çalışmalarına da yön vermiştir (Web of Science, 2019).



Şekil 1. Yeşil bina üzerine yayınlanan çalışmaların yıllar bazında sayıları (2019 yılı Temmuz ayı içerisinde Web of Science Core Collection içerisinde, 'topic' (konu) aramasında 'green building' (yeşil binalar) taraması yapıldığında elde edilen sayılar olup sadece araştırma ve derleme makalelerini içermektedir.).

YB değerlendirme sistemleri, sertifikasyon sistemleri olarak adlandırılır ve binaları çeşitli başlıklarda notlandırarak yeşil olup olmadığına karar verir. Yaptığı notlandırma sayesinde yatırımcıyı ve/veya inşaat şirketini tasarım aşamasından başlayarak tüm süreçlerde çevreyi düşünmeye sevk eden bir rehber görevi de görmektedir. Tercih edilen YB sertifikasyon sistemleri her ne kadar sürdürülebilirlik adına teşvik edici olsa da kullanımdaki etkinlikleri önemli bir rol oynamaktadır. Mevcut YB sertifika sistemlerini detaylı olarak karşılaştıran yayınlarda sistemlerin benzerlikleri ile farklılıkları ortaya konulmuştur (Todd ve diğ., 2001; Cole, 2006; Cooper, 1999; Ding, 2008; Alyami ve Rezgui, 2012). Buna ek olarak, son yıllarda gerçekleştirilen çalışmaların çoğu çeşitli ülkelerde local özelliklere bağlı olarak uluslararası sertifika sistemlerinin uygulaması sırasında çıkan örnekleri içermektedir. Vaka çalışmaları incelendiğinde, Çin, Katar ve Suudi Arabistan'da adaptasyon sıklıkları yaşandığı görülmektedir (Gou ve Lau, 2014; Ibrahim, 2010; Alyami ve Rezgui, 2012)

Bu çalışmada, mevcut ve en yaygın kullanımı olan üç adet uluslararası yeşil bina sertifika sistemi incelenmiş ve değerlendirme yöntemleri karşılaştırmalı olarak ortaya konulmuştur. Değerlendirme süreçlerindeki eksiklikler ve/veya ülkemizde uygulanması sırasında sorun çıkabilecek indikatörler listelenmiştir. Bölgesel ve kültürel sebepler dolayısıyla gelişmekte olan ülkelerde YB sertifikasyon sistemlerinin uygulanmasında tartışmalar mevcuttur. Bu sebeple, Ulusal bir sertifikanın tasarımı gerçekleştirilmiştir. Son olarak, bir üniversite kampüsünde yer alan mühendislik fakültesi binası mevcut ve yeni sertifikalar ile değerlendirilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçların, YB sertifikaları ile ilgilenen akademisyenler ve özel sektör girişimciler için faydalı olacağı düşünülmektedir.

2. Yöntem

2.1 Uluslararası sertifikaların incelenmesi ve ulusal sertifikanın geliştirilmesi

Yeni bir YB sertifika sisteminin oluşturulmasında Li ve diğerlerinin çalışmasında önerilen yöntem tercih edilmiştir (2017). Bu yöntemle göre, başarılı bir şekilde yeni bir YB sertifikasının adımları şu şekilde olmalıdır: 1) Mevcut sistemlerin incelenmesi (özellikle en dikkat çekenler) ve 2) YB

profesyonellerinden geri bildirim edinilmesi. İlk olarak üç adet YB sertifikasyon sistemi seçilmiştir. Seçilen YB sistemleri; Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik (Leadership in Energy and Environmental Design, LEED), Bina Araştırma Kurumu Çevresel Değerlendirme Metodu (Building Research Establishment Environmental Assessment Method, BREEAM) ve Sürdürülebilir Bina Aracı (Sustainable Building Tool, SBTool)'dur. Üçü de aynı ihtisas grubuna aittir: Notlandırma için pasif sistemler (IEA, 2001; Trusty, 2000). Stratejik olarak LEED temel değerlendirme sistemi olarak görevlendirilmiş, BREEAM ve SBTool ise LEED'in eksik kalan noktaların zenginleştirilmesi için seçilmiştir. Bu sistemler için, tüm öğeler listelenmiş ve puanların dağılımları ile alınabilecek en yüksek puanlar deklare edilmiştir. Son olarak, ilgili üç sistemin hangi puan aralıklarına hangi başarı belgelerini verdiği ortaya konularak, başarı belgesi sayıları ve nitelikleri yorumlanmıştır.

LEED, Dünya'da en çok kullanılan yeşil bina puanlama sistemidir (Zimmerman ve Kibert, 2007). LEED, kullanıcılarına hem yeni projeler hem de varolan projeler için daha sağlıklı, yüksek verimlilikte ve düşük maliyetli yeşil binalara sahip olma imkânı sunar. Amerikan Yeşil Bina Kurulu (American Green Building Council, USGBC) tarafından tasarlanan bu sertifika sisteminde altı adet ana kategori bulunmaktadır. İlgili kategoriler ve alt indikatörler tek tek incelenerek dökümanite edilmiştir. Ardından, ikinci bir sertifikasyon sistemine geçilmiştir. BREEAM, en eski sertifikasyon sistemidir (Prior ve diğ., 2001). İngiltere'de geliştirilen bu sistemin amacı da kullanıcıların çevresel etkilerin ölçümü ve azaltılması ile binaların değerinin artırılmasıdır (Gu ve diğ., 2006). BREEAM sisteminin de ana kategorileri ve alt indikatörleri incelenerek, ulusal bir sertifika oluşturulmasında kullanılacak öğeler listesine eklenmiştir. Son olarak, SBTool inceleme altına alınmıştır. SBTool ise, kullanıcılara buldukları ülkenin lokal özelliklerini de göz önüne alarak değerlendirme yapmaları imkanını verir. iISBE (The International Initiative for a Sustainable Built Environment) tarafından geliştirilen çerçeve, içerisinde pek çok sosyo-ekonomik değişken içerir (Cole ve Larsson, 1999). İndikatör kapsamı modifiye edilebilir ve indikatör sayısı en düşük 10 olabilir. Bazı uygulamalarda indikatör sayısının 114'ten fazla olduğu görülmüştür (iISBE, 2007). Ulusal bazda modifiye edilebilir olması sebebiyle, SBToolCZ yani Çekya'da kullanılan sistemin ana kategorileri ve alt indikatörleri incelenmiştir. Üç YB sertifika sisteminin özellikleri karşılaştırmalı olarak Tablo 1'de verilmektedir.

İkinci araştırma bileşeni olarak röportajlardan faydalanılmıştır. İlk olarak, bir LEED uzmanı ile görüşülmüş ve LEED sertifikasının uygulanmasındaki zorluklar ve ulusal bazda uygunluğu hakkında bilgi edinilmiştir. Soru-cevap şeklinde gerçekleştirilen röportaj sonucunda geliştirilecek yeni bir sistemin ihtiyaçları listelenmiştir. İkinci olarak ise, yeşil binalar konusunda çalışan ulusal bir derneğin başkanı ve çalışanları ile ana kategorilerden hangilerinin önemini fazla olması gerektiği üzerine bir röportaj gerçekleştirilmiştir. İlgili röportaj sonucunda, sistem ihtiyaçları listesi güncellenmiştir.

Son olarak, incelenen sertifika sistemlerinin belirlenen ana kategoriler için verdikleri en yüksek puanların ortalaması alınmıştır. İncelemede kullanılan ana kategoriler şu şekilde listelenebilir: Lokasyon ve ulaşım, sürdürülebilir alanlar, su verimliliği, enerji ve atmosfer, malzeme ve kaynak kullanımı, iç ortam kalitesi, inovasyon, bölgesel öncelikler, yönetim, atıklar, kirlilik ve sanat, tarih ve sosyal sorumluluk. Röportajlardan elde edilen verilere göre, yanlış kullanıma açık kategorilerin puanları düşürülürken, eksikliği hissedilen kategorilerin puanları ise artırılmıştır. Son olarak, sertifikasyon hususunda başarı seviyesine göre alınacak belgelerin tasarımı Edraw Max programı kullanılarak hazırlanmıştır (Shenzhen Edraw Software, China).

Tablo 1. LEE, BREEAM ve SBTool sertifika sistemlerinin özellikleri (Alyami ve Rezgui, 2012 ve Sev, 2011'den adapte edilmiştir).

Sertifika	LEED	BREEAM	SBTool
Özellik			
Geliştiren Ülke	Amerika Birleşik Devletleri	İngiltere	Kanada
Çıkış yılı	1998	1990	1998
Öne çıkan özellikleri	<ul style="list-style-type: none"> Basit bir liste formatında olması Endüstriyel bir standart olmak üzere geliştirilmesi 	<ul style="list-style-type: none"> Dünya çapında yayınlanan ilk sertifika sistemi Nadir bina tiplerine de uygulanabilir olması 	<ul style="list-style-type: none"> En kapsamlı çerçeveye sahip olması Bölgesel özellikleri büyük ölçüde dikkate alması
Kullanılan yapılar	Konut, okul, ticari, çok fonksiyonlu bina, sağlık	Konut, ticari, endüstri, ofis, konak, okul, sağlık, hapisane, çok fonksiyonlu bina, alışılmadık bina	Neredeyse tüm yapı tipleri

Esneklik	Amerika Birleşik Devletleri içerisinde ve alakalı deniz ötesi ülkelerde esneklik	Birleşik Krallık içerisinde ve alakalı deniz ötesi ülkelerde esneklik	Dünya çapında yüksek esneklik
Puanlama yaklaşımı	Eklemeli basit yaklaşım (1 için 1 kullanımı)	Eklemeli, ön-ağırlıklı kredi yaklaşımı	Eklemeli, geliştirilmiş ağırlıklı puanlama
Başarı sertifikaları	Sertifikalandırılmış: 40-49 puan Gümüş: 50-59 puan Altın: 60-79 puan Platin: 80+ puan	Sınıflandırılmamış: <30 puan Geçer: 30-44 puan İyi: 45-54 puan Çok iyi: 55-69 puan Mükemmel: 70-84 puan Olağanüstü: 85+ puan	Sertifikalandırılmış: 0-3,9 puan Bronz: 4,0-5,9 puan Gümüş: 6,0-7,9 puan Altın: 8,0-10,0 puan
Web sayfası	www.usgbc.org/LEED	www.breeam.org	www.iisbe.org/sbtool

2.2 Vaka çalışması

Vaka çalışması olarak, İstanbul'da bir kampüs içerisinde yer alan Mühendislik Fakültesi Binası tercih edilmiştir. Kampüs içerisindeki bir binanın özelliklerine tasarım, inşaat ve işletme süreçlerinde konvansiyonel bir inşaat projesine göre daha detaylı yaklaşım olacağından ilgili bina seçilmiştir. Değerlendirmede, bulunduğu kampüsün özellikleri de gerekli görüldüğü noktalarda kullanılmıştır. Değerlendirmede kullanılan teknik ve sosyal özellikler Tablo 2'de özetlenmiştir. İlgili bina LEED ve yeni tasarlanan ulusal sertifika kullanılarak değerlendirilmiştir. LEED sertifikasının seçilmesinin sebebi, ülkemizde en çok kullanılan sertifika olmasıdır.

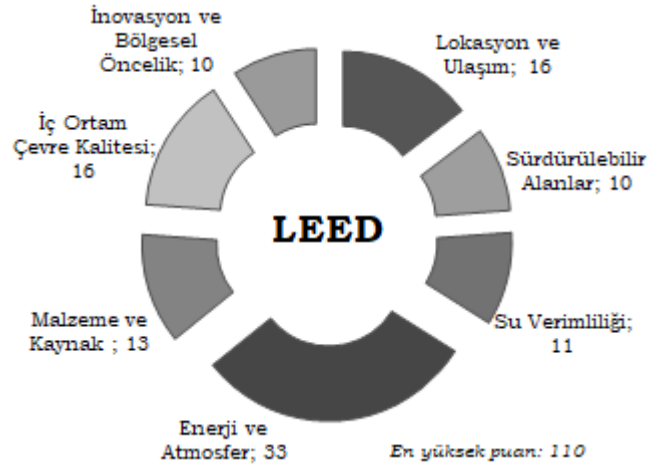
Tablo 2.Vaka çalışması binasının özellikleri.

Parametre	Özellik/Değer
Kampüsün toplam inşaat alanı	237.675,41 m ²
Yeşil alanlar	85.674,24 m ² (Nitelikli açık alan: 37.254,00 m ²)
Binanın toplam inşaat alanı	33.831 m ²
Havalandırma	Doğal havalandırma
Aydınlatma	Tam gün doğal aydınlatma
Enerji	Bina enerji yönetimi
Yenilenebilir enerji üretimi	0,10 * Toplam enerji sarfiyatı
Yenilenebilir enerji türü	Güneş paneli
Geri dönüştürülen atık miktarı	0.50* Toplam atık miktarı
Park-bahçe atıkları	Kompost uygulaması
Atıksuların arıtımı	Biyolojik atıksu arıtma tesisi
Atıksuların yeniden kullanımı	0,30 * Toplam atıksu miktarı
Yağmur suyu yeniden kullanımı	Depolama tankı hacmi: 6000 m ³

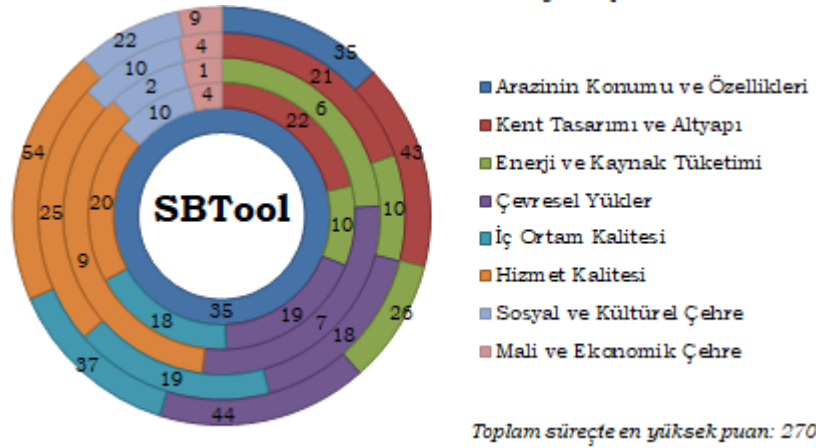
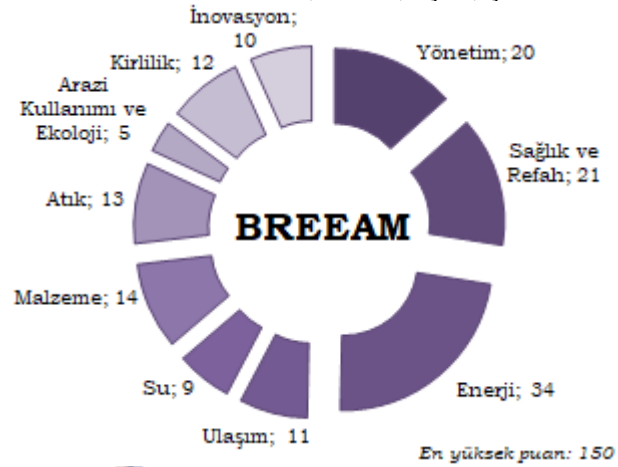
3. Bulgular ve Tartışma

3.1 Uluslararası sertifikaların incelenmesi

Yöntemler kısmında da bahsedildiği üzere, üç adet uluslararası sertifika sistemi incelenmiştir. Seçilen üç sertifikanın ana kategoriler bazında puanlarının toplam puan içerisindeki dağılımı Şekil 2'de verilmektedir.



Şekil 2. İncelenen uluslararası sertifikaların notlandırmada kullandığı ana kategoriler ve kategori bazında puan dağılımları (SBTool grafiğindeki halkalar, içten dışarıya doğru sırası ile şu süreçleri temsil etmektedir: Tasarım öncesi, tasarım, inşaat, işletme ve tüm süreç).



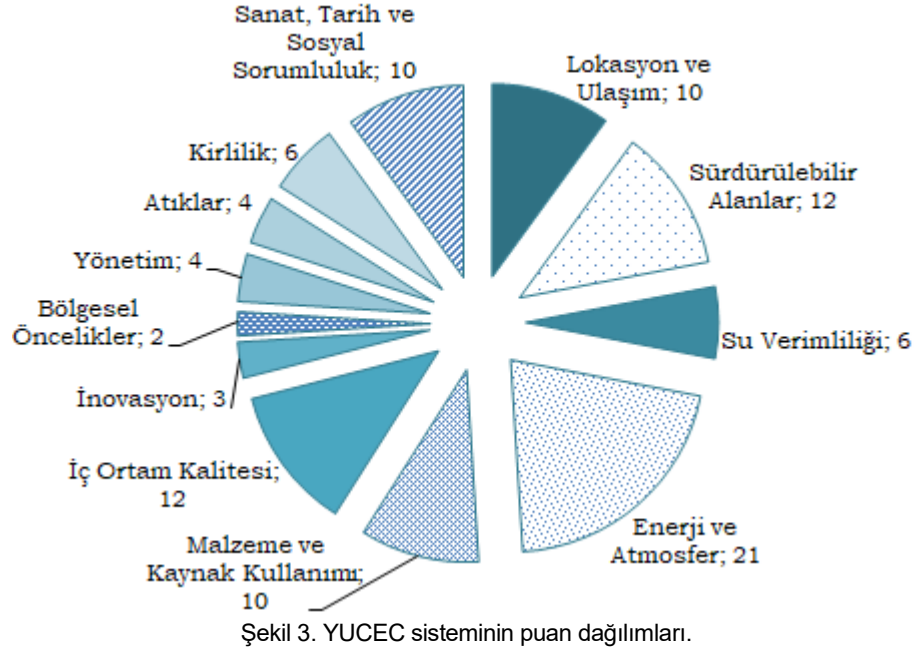
Şekil 2. İncelenen sertifikaların ana kategoriler bazında puan dağılımları (SBTool grafiğindeki halkalar sırası ile şu süreçleri temsil etmektedir: Tasarım öncesi, tasarım, inşaat, işletme ve tüm süreç).

Şekil 2 incelendiğinde en az ana kategori sayısının LEED sertifikasyonunda olduğu görülmektedir. En yüksek puan dilimine enerji ve atmosfer kategorisi sahipken, inovasyon ve bölgesel öncelik kategorisi en düşük puan dilimi olarak rol almaktadır. Toplamda en yüksek 110 puan alınabilmektedir. BREEAM sertifikasyonundaki ana kategorisi sayısı, LEED sertifikasına oranla daha fazla olmakla beraber en yüksek payı enerji kategorisi almıştır. Farklı olarak, yönetim kategorisi dikkat çekmektedir. Atıklar ve kirlilik öğeleri için ayrı ana kategorilere sahip olması öne çıkarmaktadır. Bölgesel koşulları puanlama dahil etmemesi BREEAM sertifika sisteminin en zayıf noktasını oluşturur. BREEAM kullanıldığında alınabilecek en yüksek puan 150'dir. SBTool ise benzer ana kategorileri içermekle beraber, dört ayrı süreç için dört ayrı puan sistemi oluşturması ilk önemli farklılıktır. Değerlendirme süreçleri şu şekildedir: 1) Tasarım öncesi, 2) tasarım, 3) inşaat ve 4) işletme. Grafikte beşinci grup olarak tüm süreçlerin puanlarının toplanması ile elde edilen dağılım sergilenmiştir. Sürecin doğası gereği, tasarım öncesi süreçte sadece arazinin konumu ve özellikleri kategorisi yer almaktadır. SBTool sertifikasının bir diğer önemli farklılığı ise sosyal ve kültürel çehre kategorisidir. Toplam süreçte alınabilecek en yüksek puan

270 olarak gözükse de, lokal uygulamalarda kategoriler çeşitli ağırlıklarla çarpılarak daha düşük puanlar elde edilmektedir. Elde edilebilecek en son puan ek yüksek 10 olabilmektedir.

3.2 Ulusal bir sertifika sisteminin oluşturulması

İncelemeler ve gerçekleştirilen röportajlar sonucunda yeni bir ulusal sertifika oluşturulmuştur. Oluşturulan sertifika, YUCEC (Yeditepe University Civil Engineering Certificate) olarak isimlendirilmiştir. Ana kategoriler ve alt indikatörler belirlenirken incelenen sertifikaların mevcut ve önemli olanlarının yanı sıra eksiklikler ve ulusal gereksinimler de göz önüne alınmıştır. Şekil 3'te YUCEC sisteminin puan dağılımları görülmektedir. Uluslararası sertifikalarda ilgili ana kategorilere verilen puanların ortalamasından daha yüksek puan verilen ana kategoriler taralı olarak gösterilmektedir.



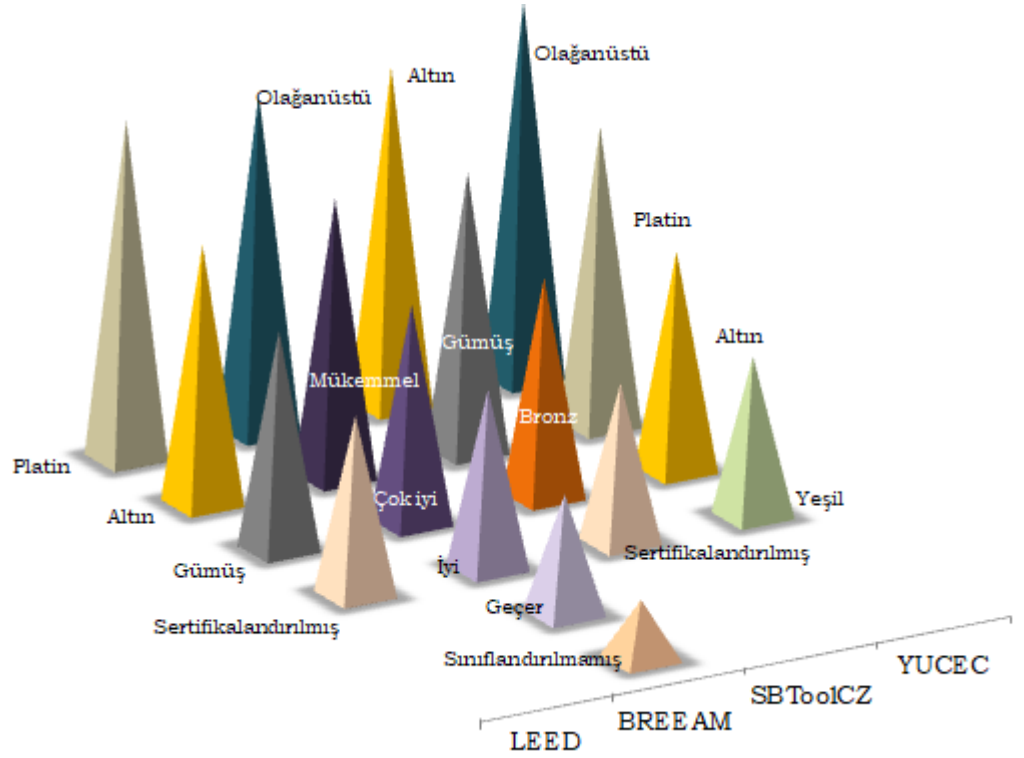
Şekil 3. YUCEC sisteminin puan dağılımları.

LEED sertifikasyon sisteminde yer almayan atık ve kirlilik ana kategorileri kapsanırken, yanlış kullanıma açık olan inovasyon kategorisi tutulmakla beraber payı azaltılmıştır. Ufak değişiklikler ya da sürdürülebilirliğe katkısı tartışılabilir uygulamaların kanıt gösterilerek inovasyon kategorisinden puan alınabilmesi söz konusudur. Sürdürülebilir alanlar kategorisinde uluslararası sertifikaların verdiği ortalama puan 9/100 olup, YUCEC bu değeri arttırarak 12/100 yapmıştır. Burada amaç, hızlı kentleşmenin tecrübe edildiği İstanbul'da inşaat alanlarının sürdürülebilirliğine verilecek dikkatin artırılmasının zorunlu kılınmasıdır. Malzeme ve kaynak kategorisi için ortalama değer 8/100 iken, bu değer arttırılarak 10/100 yapılmıştır. Bölgesel öncelikler kategorisinin puanında da artışa gidilmiştir. Toad ve Geissler'in de belirttiği üzere bir sistemin uygulanabilirliği bölgesel farklılıklara göre büyük değişiklik gösterir (1999). En dramatik değişiklik, sanat, tarih ve sosyal sorumluluk kategorisinde gerçekleştirilmiştir. Ortalama 3/100 olan puan arttırılarak 10/100 puan verilmiştir. Bu sosyal sürdürülebilirlik ögesinin önemi daha önce yayınlanmış çeşitli çalışmalarda da belirtilmiştir (Cole, 2005; Gibberd, 2005; Libovich 2005).

Ülkemizde vatandaşlar günün çoğu saatini okul ve işyerlerinde, akşamları ise evlerinde geçirmektedir. Özellikle, çalışan kesimin akşamları dışarıda sosyal aktivite yapmak yerine evlerinde vakit geçirdikleri gözlenmiştir. Bu sebeple, yaşamların sürdürüldüğü binaların giriş lobisinde sanat eserlerinin olması, refah seviyesini arttıracaktır. Engellilere ayrıcalıkların tanındığı ve hayvanların yaşam koşullarının düşünüldüğü binalara ek puan verilmesi de teşvik edici olacaktır. Tarihi atmosfere uygun binaların inşaatının önemi de yadsınamaz (Sev, 2011). Dolayısı ile bu kategori YUCEC sisteminin öne çıkan bir özelliğidir. Ana kategorilerin puanlarının belirlenmesinden sonra her alt indikatör için puan atanmıştır. İndikatörlerin listesi ve alt indikatör puanları ise Tablo 3'te görülebilmektedir. YUCEC sisteminde kullanıcılarının alabilecekleri en yüksek puan 100'dür. Uygulamada kullanım kolaylığı olması açısından toplam puan olarak 100 puan tercih edilmiştir.

3.3 Vaka çalışması: Mühendislik fakültesi binasının sertifikalandırılması

Son olarak, YUCEC ile vaka çalışması gerçekleştirilmiştir. YUCEC'in puan ağırlıkları ve vaka çalışması sonuçları aşağıda sunulmaktadır. Vaka çalışması kapsamında puanlandırılan Mühendislik Fakültesi Binası toplamda 62 puan almıştır. Karşılaştırma amacı ile aynı bina için LEED analizi de gerçekleştirilmiştir. LEED çalışmasının sonucunda, ilgili bina 110 üzerinden 70 puan almıştır (Detaylı puanlandırma Ek-A'da verilmektedir). İncelenen uluslararası sertifikalar ve YUCEC'in yapıların aldıkları son not bazında verdiği dereceler göreceli olarak Şekil 4'te şematik olarak görülmektedir.



Şekil 4. Çeşitli sertifikalarda alınan derecelerin şematik tasviri.

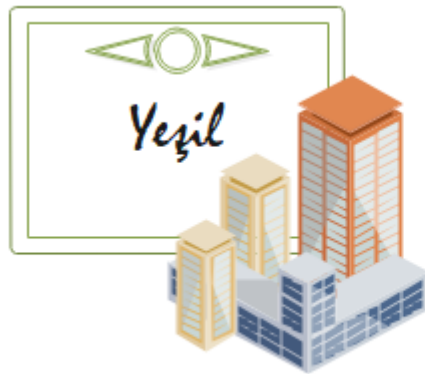
Şekilden de görülebileceği üzere, LEED ve SBToolCZ sertifika sistemleri dört ana sınıflandırma ile sertifika vermektedir. Sertifika isimlendirmeleri de benzerlik taşımaktadır. Altın, gümüş ve sertifikalandırılmış isimli sertifikaları ortak fakat SBToolCZ sertifikalandırılmış seviyesi ile gümüş seviyesi arasında bir bronz sertifikası eklerken, LEED en yüksek puan aralığında olan binalara platin sertifika vermektedir. BREEAM sertifikasyon sisteminin sertifikaları diğerlerinden farklılık göstermektedir. Altı adet puan aralığı vardır ve en yüksek puan aralığında olan binalara olağanüstü sertifikası verilmektedir.

Şekil 5'te ise her bir başarı seviyesi için YUCEC tasarımı sertifikalar görülebilmektedir. YUCEC sistemi de LEED gibi dört puan aralığı belirlemiştir: Yeşil (40-50 puan), Altın (51-70 puan), Platin (71-90 puan) ve Olağanüstü (91-100 puan) sertifikaları. LEED ve YUCEC sistemlerine göre Altın sertifika almıştır. YUCEC sistemine göre bir düşük sınıflandırmada yer almış gibi görünmesinin sebebi, ana kategorilerin puan dağılımlarındaki farklılıklar ve LEED sisteminde sertifikasyon puan aralıklarının hızlı bir şekilde yüksek puanlara ulaşmasıdır.

Tablo 3. YUCEC ana kategori ve alt indikatörleri.

Ana Kategori ve Alt İndikatörler	YUCEC	Vaka	Ana Kategori ve Alt İndikatörler	YUCEC	Vaka
Lokasyon ve Ulaşım	10	3	İnovasyon	3	3
Muhit yoğunluğu ve muhtelif kullanım	2	1	İnovasyon	3	3
Toplu taşımaya ulaşılabilirlik	5	2	Bölgesel Öncelikler	2	2
Maksimum otopark kapasitesi	3	0	Özel durum puanlaması	2	2
Sürdürülebilir Alanlar	12	5	Yönetim	4	2
Yağmur suyu yönetimi	4	3	Proje özeti ve tasarım	4	2
Isı adası azaltma	3	1	Atıklar	4	3
Ekolojik türlerin korunumu	5	1	İnşaat ve hafriyat atığı yönetim	2	1
Su Verimliliği	6	4	İşletme sırasındaki atık yönetimi	2	2
İç ortam su tüketimi	3	2	Kirlilik	6	3
Dış ortam su tüketimi	3	2	Yüzeysel akış	2	1
Enerji ve Atmosfer	21	14	Gece ışık kirliliğinde azaltma	2	1
Enerji performansının optimizasyonu	9	5	Gürültü kirliliğinde azaltma	2	1

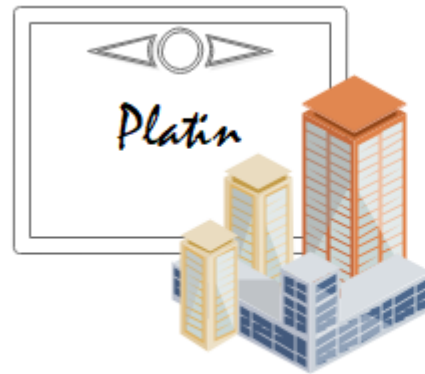
Harici ışıklandırma	3	2	Sanat, Tarih ve Sosyal Sorumluluk	10	8
Yenilenebilir enerji üretimi	5	4	Sanat	3	2
Düşük karbonlu tasarım	4	3	Hayvanların barınması ve korunması	2	1
Malzeme ve Kaynak Kullanımı	10	7	Binaların tarihi mimariye uygunluğu	2	2
Yaşam döngüsü etkileri	5	4	Engellilere tanınan öncelikler	3	3
Güvenilir malzeme temini	5	3			
İç Ortam Kalitesi	12	8			
Düşük emisyonlu malzemeler	3	2			
Gün ışığı kullanımı	5	3			
Dayanıklılık ve esneklik odaklı tasarım	4	3			



Puan aralığı: 40-50 puan



Puan aralığı: 51-70 puan



Puan aralığı: 71-90 puan



Puan aralığı: 91-100 puan

Şekil 5. YUCEC sertifika tasarımları.

4. Sonuç

Yeşil binaların artması adına doğru ve güvenilir ölçme ile değerlendirme yapan sertifika sistemlerinin ulaşılabilirliği ilk şarttır. LEED ve BREEAM gibi sertifikaların ABD ve İngiltere kökenli olması doğası gereği doğduğu ülkelerin temel özelliklerini bünyesinde barındırması sonucunu doğurur. Uluslararası sertifikaların esneklikleri sadece bazı ülkeler ile sınırlı kaldığında değişken lokal özelliklere sahip özellikle gelişmekte olan ülkelerde uygulamalarda problemler ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda, SBTool pek çok ülkede kullanılmaya başlanmış ve sosyo-ekonomik öğeler ile modifikasyona tabi tutulmuştur. Modifikasyonun zahmeti, ülkeleri yeni arayışlara yöneltmiştir. Bu sebeple, gelişmekte olan ülkelerin ulusal sertifikalarının olması yararlarındadır.

Özet olarak bu çalışmada, en yaygın kullanılan ve öne çıkan özellikler sergileyen üç uluslararası YB sertifikası tüm detayları ile incelenmiş ve eksiklikleri ortaya konulmuştur. Ülkemizde faal olarak görev yapan uzman ve yetkililerden alınan geri dönüşler ile de geri besleme yapıldığında ortaya ulusal bir sertifika taslağı çıkarılmıştır. Tasarlanan ulusal sertifikanın en ayırt edici özelliği toplumsal ve sosyal öğeleri bünyesinde barındırmasıdır. Kolay puanlama hedefiyle gerçekleştirilen

tasarım sonucunda alınabilecek en yüksek puan 100 olarak belirlenmiştir. Vaka çalışması olarak ele alınan bina ise, eğitim amaçlı kullanılan bir bina olup mevcut özellikleri sayesinde hem LEED hem de YUCEC değerlendirmesinde yüksek puan alabilmiştir. Eğitimin verildiği binanın ve yer aldığı kampüsün sürdürülebilir olduğunun altı çizilmiştir.

5. Teşekkür

Vaka çalışması sonuçları, ön değerlendirme sonuçları olup herhangi bir yasal bağlayıcılığı bulunmamaktadır. Herhangi bir sertifika başvurusu için kullanılamaz veya kaynak gösterilemez. Yazar listesinde ismi yer alan lisans öğrencilerinin çalışmaya katkıları eşit ölçüdedir ve soyadlarına göre alfabetik olarak listelenmiştir. Tüm yazarlar, yeşil bina profesyonellerinden geri bildirim alınması çalışmasında verdikleri röportajlar ile katkıda bulunan LEED uzmanı Sayın Yüh. Müh. Eren Baştaoğlu ve Çevre Dostu Yeşim Binalar Derneği (ÇEDBİK) Genel Sekreteri Sayın Engin Işıltan'a teşekkür ederler.

6. Kaynaklar

- Alyami, S. H., & Rezgui, Y. (2012). Sustainable building assessment tool development approach. *Sustainable Cities and Society*, 5, 52-62.
- ASTM E2114-08, (2008). Standard terminology for sustainability relative to the performance of buildings, *Am. Soc. Test. Mater. Int.* 4.
- Cole, R. J. & Larsson, N.K., (1999). GBC'98 and GBTool: background. *Building Research & Information*, 27 (4), 221-229.
- Cole, R. J. (2006). Shared markets: coexisting building environmental assessment methods. *Building Research & Information*, 34(4), 357-371.
- Cole, R.J., (2005). Building environmental assessment methods: redefining intentions and roles. *Building Research & Information*, 35 (5), 455-467.
- Cooper, I. (1999). Which focus for building assessment methods—environmental performance or sustainability?. *Building Research & Information*, 27(4-5), 321-331.
- Ding, G. K. (2008). Sustainable construction—The role of environmental assessment tools. *Journal of environmental management*, 86(3), 451-464.
- Gibberd, J., (2005). Assessing sustainable buildings in developing countries – the sustainable building assessment tool Civil Engineering and Environmental Systems 245 (SBAT) and the sustainable building life-cycle (SBL). In: *Proceedings of the world sustainable conference 27-29 September 2005, Tokyo*. SB05 Tokyo National Conference Board, 1605-1612.
- Gou, Z., & Lau, S. S. Y. (2014). Contextualizing green building rating systems: Case study of Hong Kong. *Habitat international*, 44, 282-289.
- Gu, Z., Wennersten, R., & Assefa, G., (2006). Analysis of the most widely used building environmental assessment methods. *Environmental Sciences*, 3 (3), 175-192.
- Ibrahim, H. G. A. (2012). Hypotheses-based study for adapting LEED to a Qatari green metric for tall buildings. *Indoor and Built Environment*, 21(3), 403-411.
- IEA (2001). Energy related environmental impact of buildings. Available from: <http://www.annex31.com> [Accessed 01.07.2019].
- IISBE, (2007). An overview of SBTool September 2007 release [online]. Available from: http://www.iisbe.org/down/sbc2008/SBTool/SBTool_notes_Sep07.pdf [Accessed 01.07.2019].
- Kang, H., Lee, Y., & Kim, S. (2016). Sustainable building assessment tool for project decision makers and its development process. *Environmental Impact Assessment Review*, 58, 34-47.
- Li, Y., Chen, X., Wang, X., Xu, Y., & Chen, P. H. (2017). A review of studies on green building assessment methods by comparative analysis. *Energy and Buildings*, 146, 152-159.
- Libovich, A., (2005). Assessing green building for sustainable cities. *Proceedings of the world sustainable conference, Tokyo, 1968-1971*.
- Prior, J. J., Raw, G. J., & Charlesworth, J. L., (2001). BREEAM/New homes: version 3/91, an environmental assessment for new homes. Garston, Watford: IHS Press.
- Say, C., & Wood, A. (2008). Sustainable rating systems around the world. *Council on Tall Buildings and Urban Habitat Journal (CTBUH Review)*, 2, 18-29.
- Sev, A. (2011). A comparative analysis of building environmental assessment tools and suggestions for regional adaptations. *Civil Engineering and Environmental Systems*, 28(3), 231-245.
- Smith, P. (2012). *Architecture in a Climate of Change*. Routledge.
- Todd, J. A., Crawley, D., Geissler, S., & Lindsey, G. (2001). Comparative assessment of environmental performance tools and the role of the Green Building Challenge. *Building Research & Information*, 29(5), 324-335.
- Todd, J.A. and Geissler, S., (1999). Regional and cultural issues in environmental performance assessment for buildings. *Building Research & Information*, 2 (4), 247-256.
- Trusty, W. B. (2000). Introducing assessment tools classification system, *Advanced building newsletter# 25*. Ottawa, Canada: Royal Architecture Institute of Canada.
- UNEP (2009). SBCI, Buildings and Climate Change, United Nations Environment Programme.

- Web of Science (2019).
https://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=F1qkuMrnop929LMzvQu&preferencesSaved= (Erişim tarihi: 20.09.2019)
- WBCSD, (2008). Energy Efficiency in Buildings, Business Realities and Opportunities, The World Business Council for Sustainable Development, <http://sustainca.org/sites/default/files/EEffPu-WBCSD.pdf>.
- WRI, (2009). WorldGHGemiissions flow chart. World Resources Institute. Available from:
http://pdf.wri.org/world_greenhouse_gas_emissions_flowchart.pdf [Accessed 01.07.2019].
- Yudelson, J. (2010). The green building revolution. Island Press.
- Zimmerman, A. & Kibert, C., (2007). Informing LEED's next generation with the natural step. Building Research &Information, 35 (6), 681–699.

Öne Çıkan Sonuçlar:

- Evsel atıksular ve endüstriyel atıksular arıtıldıktan sonra farklı alanlarda yeniden kullanılabilir.
- Suyun yeniden kullanımı çevresel, ekonomik ve sosyal faydalar sunarken aynı zamanda olası dezavantajları da beraberinde getirmektedir.
- Ülkemizde arıtılmış atıksuların yeniden kullanımı konusunda son yıllarda yapılan projelerin yakın zamanda uygulamalara dönüşeceği ve artan su talebini karşılamada yeni bir su kaynağı olarak değerlendirileceği düşünülmektedir.

Yazışma yazarı:

Bilgehan NAS,
bnas@ktun.edu.tr

Referans:

Nas, B., Yılmaz, C., (2019), Arıtılmış Evsel/Kentsel Atıksuların Yeni Bir Su Kaynağı Olarak Kullanımında Faydalar ve Riskler, İklim Değişikliği ve Çevre, 4, (2) 42-46

Makale Gönderimi : 10 AĞUSTOS 2019
Online Kabul : 19 AĞUSTOS 2019
Online Basım : 25 EKİM 2019

Bilgehan NAS¹, Cemre YILMAZ²

¹Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Selçuklu, Konya, Türkiye.

²Konya Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Selçuklu, Konya, Türkiye.

Özet "Suyun yeniden kullanımı", kullanılmış suyun, atıksu arıtma tesisleri ile su çevrimine geri kazandırılması döngüsünü ifade eder. Suyun yeniden kullanımı çevresel, ekonomik ve sosyal faydalar sunarken aynı zamanda olası dezavantajları da beraberinde getirmektedir. Sağlık ve çevre güvenliğini sağlamak için suyun yeniden kullanılmasıyla birlikte ortaya çıkan risklerde dikkatli olunmalıdır. Türkiye'de son yıllarda arıtılmış atıksuların yeniden kullanımını teşvik etmek amacıyla önemli projeler yürütülmüştür. Bu makalede, su yönetiminde suyun tekrar kullanılmasına ilişkin ele alınması gereken önemli potansiyel faydalar ve riskler değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: atıksu, arıtılmış atıksu, fayda, risk, yeniden kullanım

Benefits and Risks in Using Treated Domestic/Urban Wastewater As a New Water Source

Abstract "Water reuse" refers to the production of water through water treatment processes which introduces a feedback loop in water cycle. Water reuse presents environmental, economic and social benefits but also potential drawbacks. The risks presented by water reuse have to be addressed in order to ensure health and environment safety. Turkey has carried out important projects in order to encourage the reuse of treated wastewater in recent years. In this article, important potential benefits and risks to be considered regarding the reuse of water in water management are evaluated.

Keywords: wastewater, treated wastewater, benefit, risk, water reuse

1. Giriş

Su, farklı sektörel kullanımlar (kentsel, tarımsal, endüstri vb.) ile tüketilmekte ve evsel/kentsel atıksu arıtma tesisleri ile endüstriyel atıksu arıtma tesislerinde arıtılarak veya arıtılmadan alıcı ortamlara (göl, nehir, deniz vb.) deşarj edilmektedir. Şekil 1'de su kalitesi çeşitli kaynaklara ve arıtma seviyelerine göre özetlenmiştir. Buna göre; yerüstü ve yeraltı sularının içme suyu olarak kullanılabilmesi için su kalitesinin iyileştirilmesi (arıtılması) veya daha iyi kalitede yerüstü veya yeraltı suyunun kullanılması gerekmektedir. İçme/kullanma suyu olarak tüketilen su atıksuya dönüştükten sonra ise ikinci, üçüncü veya ileri arıtma kademeleri ile farklı yeniden kullanım alternatifleri için uygun su kalitesine getirilebilir. Evsel/kentsel atıksu arıtma tesislerinde arıtılmış atıksuların içmesuyu kalitesine getirilmesi mümkündür ve içmesuyunu atıksudan elde eden ülkeler bulunmaktadır.



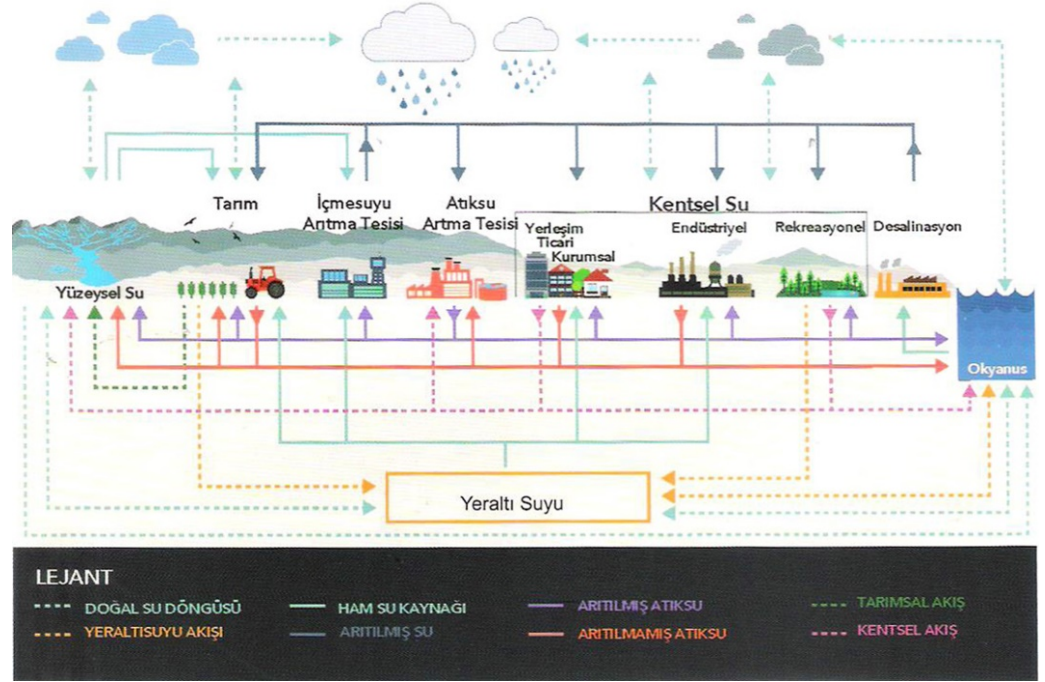
Şekil 1. Su kalitesinin farklı yeniden kullanım alternatifleri için değişimi (US EPA, 2012)

Evsel atıksular ve endüstriyel atıksular arıtıldıktan sonra farklı alanlarda yeniden kullanılabilir. "Su yeniden kullanımı (water reuse)", atıksu arıtma tesisleri yardımıyla kullanılmış suyun, su çevrimine geri kazandırılması döngüsünü ifade eder. Bu nedenle, suyun yeniden kullanımı, ilave bir su kaynağı değil,

amaçlanan kullanımlara göre hazırlanması gereken bir üründür (EU, 2016).

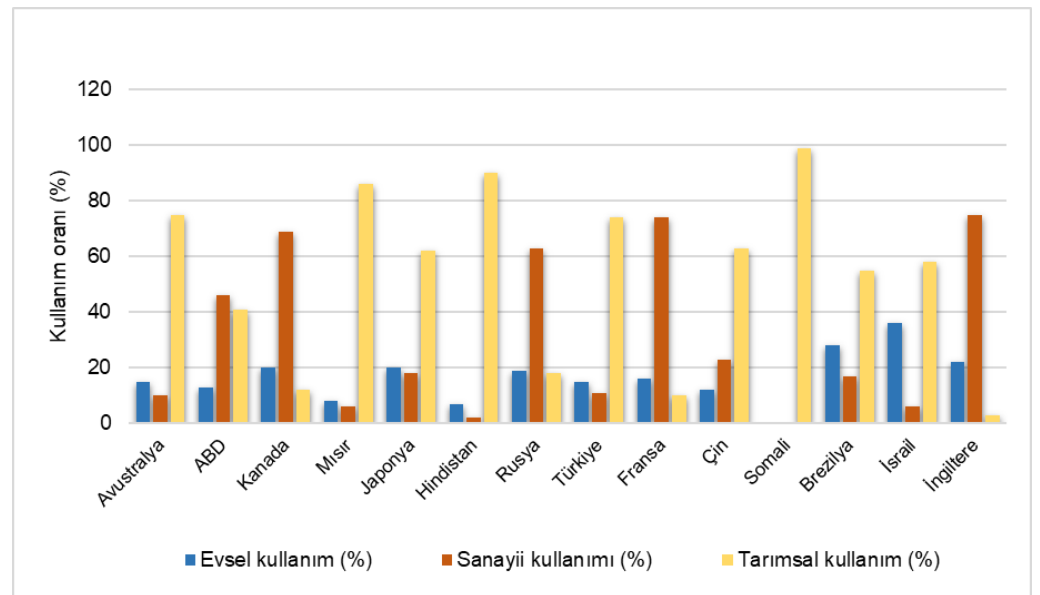
Dünya'da suyun yeniden kullanımını tanımlamak için kullanılan bir dizi terminoloji ve tanımlar vardır: suyun yeniden kullanımı (water reuse), su geri dönüşümü (water recycling), arıtılmış atık suyun yeniden kullanımı (treated wastewater reuse) ve geri kazanılmış su (reclaimed water) alternatifli olarak kullanılmakta ve bu da ülkeler arasında karışıklığa yol açmaktadır (US EPA, 2012). Öngörülen kullanıma bağlı olarak su yeniden kullanım sistemleri, farklı arıtma yöntemleriyle ulaşılan farklı kalite standartlarına sahip olabilir.

Yeryüzünde doğal su döngüsü içerisinde, içme suyu temini (yerüstü, yeraltı suyu, deniz suyu) ve atıksu oluşumu ile çeşitli sektörel su kullanımlarına bağlı olarak arıtılmış atıksuların yeniden kullanım alanları Şekil 2'de özetlenmiştir (Nas, 2018a).



Şekil 2. Su döngüsü içerisinde arıtılmış atıksuların yeniden kullanım alanları (Nas, 2018a)

Şekil 3'de ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre sektörel su kullanımlarının dağılımı ve Türkiye'de sektörel su kullanımının diğer ülkeler ile karşılaştırılması verilmiştir.



Şekil 3. Ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre sektörel su kullanımlarının dağılımı ve Türkiye'de sektörel su kullanımı

Türkiye 2012 yılı itibari ile 122 milyar m³ olan su potansiyelinin %39'unu kullanarak, bunun %73'ünü tarımsal sulama amaçlı kullanmaktadır. 2023 yılı hedefi ise artan tarım alanları ve tarımsal sulama suyu ihtiyacının artması ile birlikte 72 milyar m³ su kullanımı ile birlikte tarımsal su kullanım oranını %64'e

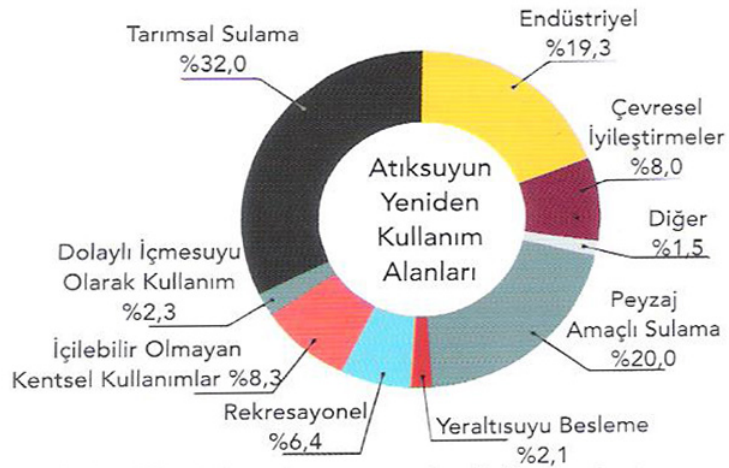
indirmeyi hedeflemektedir. Ülkemiz, 2013 yılı itibarıyla kişi başına düşen yaklaşık 1500 m³ kullanılabilir su miktarı ile su kısıtı bulunan ülkeler arasında yer almaktadır. 2030 yılında kişi başına düşen 1100 m³ kullanılabilir su miktarıyla, Türkiye su sıkıntısı çeken bir ülke durumuna gelebilecektir (Kalkınma Bakanlığı, 2013). Ülkemizde yeni tarım alanlarının sulamaya açılacak olması ve artan sanayi suyu talebi ile birlikte suya olan talep artacak ve arıtılmış atıksuların yeniden kullanımı daha da önem kazanacaktır.

Şekil 4'de gösterildiği gibi, arıtılmış atıksular, kentsel yeniden kullanım, tarımsal sulama amaçlı yeniden kullanım, çevresel yeniden kullanım, endüstriyel yeniden kullanım, yeraltı suyunun beslenmesi, içmesuyu amaçlı yeniden kullanım ve tuzlu su girişinin olduğu alanlarda perde uygulamaları amacıyla kullanılabilir.



Şekil 4. Arıtılmış evsel/kentsel atıksuların yeniden kullanım alternatifleri

2011 yılında; Dünya'da 7 milyar m³/yıl arıtılmış atıksu yeniden kullanılmış ve bu değer toplam su kullanımına oranı %0.59'dur. 2030 yılında; Dünya'da 26 milyar m³/yıl arıtılmış atıksu yeniden kullanılacağı öngörülmektedir ve toplam su kullanımına oranı %1.66'dır. Dünya'da geri kazanılmış atıksular %32 oranında tarımsal sulama amaçlı yeniden kullanılmaktadır. Tarımsal sulama amaçlı su kullanımını; peyzaj amaçlı sulama %20 ve endüstriyel kullanım %19 ile takip etmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Dünya'da atıksuyun yeniden kullanım alanları (US EPA, 2012)

Ülkemizde, "Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'nde" atık suların geri kazanımı ve yeniden kullanımına ilişkin düzenlemeler yer almaktadır. Ülkemizde evsel atıksuların bir su kaynağı, bir hammadde kaynağı ve bir enerji kaynağı olduğu yaklaşımı ile planlamalarını yapan Çevre ve Şehircilik Bakanlığı atıksu arıtma tesislerinde arıtılan atıksuların geri kazanılarak; tarımsal sulamada, yeraltısuyunu beslemede, kentsel amaçla (yeşil alan sulama vb), sulak alanların ve akarsuların beslenerek çevresel/ekolojik amaçlı kullanımı yanında deniz kenarlarında tuzlu su girişimini önleme amaçlı da dahil olmak üzere yeniden kullanımı yolunda 2023 yılı hedefini %5 olarak belirlemiştir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından desteklenen "Arıtılmış Atıksuların Yeniden Kullanımı" Projesi ile 2017 yılında ülkemizde 15 evsel/kentsel atıksu arıtma tesisinden geri kazanılarak yeniden kullanılan suyun oranı %0.78 olarak tespit edilmiştir. Kurulu olan geri kazanım tesislerinin oranı ise %1.2 olarak belirlenmiştir (Nas, 2018b).

Suyun yeniden kullanımı çevresel, ekonomik ve sosyal faydalar sunarken aynı zamanda olası dezavantajları da beraberinde getirir. Sağlık ve çevre güvenliğini sağlamak için suyun yeniden

kullanılmasıyla birlikte ortaya çıkan risklerde giderilmelidir. Su yönetiminde suyun tekrar kullanılmasına ilişkin ele alınması gereken önemli potansiyel faydalar ve riskler aşağıda özetlenmiştir.

2. Arıtılmış Atıksuların Yeniden Kullanımında Faydalar

2.1 Çevresel faydalar

- Suyun yeniden kullanımıyla, akarsuların ve göletlerin doğal ve yapay debisi artırılabilir, bu da yer üstü (yüzeysel) su miktarını arttırmaya yardımcı olur. Geri kazanılan suyla beslenen akarsu, sulak alan ve göletlerde sucul ekosistemin tekrar canlanmasına neden olmaktadır.
- Akifer deşarjında, suyun kimyasal özelliklerinin olumsuz bir şekilde etkilenmemesi sağlanabilir; geri kazanılan su akiferlere deşarj edilerek suyun miktarı istenen seviyelerde tutulabilir, yeraltı sularının durumunun bozulmasını önlemeye yardımcı olur.
- Temiz su kaynağının sınırlı olduğu bölgelerde dahil olmak üzere, kıyı bölgelerde ki atıksu arıtma tesislerinde arıtılan sular denize deşarj edilir bu da tatlı su kaynaklarının boşa gitmesine neden olur. Suyun yeniden kullanımı, nüfus değişiklikleri ve iklim değişikliği sonucu suyun talebinde ki değişimi yönetebilmek adına da önemlidir.
- Suyun yeniden kullanılmasıyla su sıkıntısı çeken alanlarda alternatif bir kaynak oluşturulur, böylece suyun kullanılabilirliği artırılır ve mevcut su kaynağının miktarı da korunmuş olur.
- Su sıkıntısı çeken ülkelerde suyun yeniden kullanılması, desalinasyon (tuz arıtımı) gibi alternatif su temini yöntemlerine göre daha düşük çevresel etkiye neden olabilir.
- Suyun tekrar kullanımı ile sulama için besin maddeleri sağlanarak, suni gübre ihtiyacı azaltılabilir.
- Planlanarak yapılan suyun yeniden kullanımı, atıksuyun doğrudan kullanımı gibi planlanmamış yeniden kullanımla yaratılabilecek çevre ve insan sağlığı üzerindeki riskleri azaltır.

2.2. Ekonomik faydalar

- Su bir kaynaktır. Bu kaynağın kaybindan kaçınarak, ekonomik yararlar sağlanabilir.
- Suyun yeniden kullanılması suyun daha uygun fiyatlandırılmasını teşvik edebilir ve bu da su talebini azaltmak için özendirici olabilir.
- Geri kazanılan suyun, su sıkıntısı çeken bölgelerde bulunan arazilerde kullanılmasına izin verilmesi, suyun yeniden kullanılması ile arazi değeri üzerinde olumlu bir etki yaratabilir. Geri kazanılan su, tarımsal sulamada kullanıldığında daha verimli tarımı teşvik edebilir.
- Su geri kazanım sektörü, artan rekabet gücü ile yenilikçi ve dinamik bir su geri kazanım endüstrisini teşvik edebilir.

2.3. Sosyal faydalar

- Su kullanımıyla mümkün olan artan ekonomik faaliyetler, istihdam gibi sosyal faydalara yol açacaktır. Özellikle önemli turizm endüstrisine sahip ülkeler için suyun yeniden kullanımı, golf sahaları, parklar veya oteller gibi suyla ilgili faaliyetlerin geliştirilmesine ve dolaylı olarak turizmin gelişmesini destekler.
- Su yeniden kullanımı, tarımsal sulama için alternatif bir kaynak sağlayarak gıda güvenliğini artırabilir ve bu da kırsal yerleşimleri ve işletmeleri destekleyebilir.
- Su yeniden kullanımı hem içme suyu hem de atık su dikkate alındığında, su yönetimine daha entegre bir yaklaşım getirebilir.

3. Arıtılmış Atıksuların Yeniden Kullanımında Riskler

3.1. Sağlık ve çevre için riskler

- Arıtılmamış atıksular hem insan sağlığı hem de çevre için risk oluşturabilecek kirlenici madde ve organizmalar içerir. Bu maddeler ve organizmalar ikincil (biyolojik) arıtma prosesleriyle giderilir ancak suyun tekrar kullanılması için ilave ileri arıtma proseslerinden faydalanılması gerekir.
- Eğer su tekrar kullanılmadan önce uygun bir şekilde arıtılmaz ise, çevre ve insanlar sulama sırasında patojenlere ve kirlenicilere maruz kalabilirler. Suyun pişmemiş- yıkanmamış mahsulle direkt teması halinde patojenler riskleri ortaya çıkarılabilir. Zamanla, kirlenici maddeler topraklarda ya da yer altı sularında birikebilir, bu da çevresel bozulmaya neden olur.
- Suyun arıtılması ve uygun yönetimiyle tekrar güvenli bir şekilde kullanılması mümkün olabilir. Nüfus ve çevrenin güvenliğini sağlamak için bu riski anlamak ve değerlendirmek önemlidir. Suda bulunabilecek maddeler, toprağa sızarken heterojen olarak farklı tutunma, bozunma ve davranışa sahip yapıdadır. Bazı maddeler diğerlerinden daha kalıcıdır ve bazı maddeler için (mikrokirleniciler de dahil olmak üzere) sağlık ve çevre riskleri hakkında öngörülemez kalıntıları vardır.
- Su yeniden kullanımından kaynaklanan riskleri kontrol altına almak için, arıtılmış atık su kalitesine ek olarak, alıcı ortamdaki suyun kalitesi, yeraltı su seviyesi, vadoz zonunun derinliği (akifer deşarjı için) ve toprak drenajı (sulama için) göz önüne alınmalıdır.
- Suyun yeniden kullanımı, ikincil arıtmadan geçmiş atık suyun deşarjlarını önleme açısından çevreye faydalı olabilir. Bununla birlikte, deşarjların çevre üzerindeki beklenmedik olumsuz etkilerinden kaçınmak için su kütesinin debisini korumak, sürekliliğini dikkate almak önemlidir.
- Geri kazanılmış su klor ile dezenfekte edildiğinde, suyun tekrar kullanılmasının olumsuz bir etkisi de klorun dezenfeksiyon yan ürünlerinin sucul sistemlere verebileceği zarardır.

3.2. Ekonomik riskler

- Suyun yeniden kullanımı, su kütlelerinden su temini ile karşılaştırıldığında daha pahalı bir seçenek olarak görülmektedir. Özellikle su sektöründe maliyet iyileştirme ve mali sürdürülebilirlik ihtiyacı göz önünde bulundurulur. Daha fazla dikkate alınması gereken ise suyun yeniden kullanımının arz ve talebini desteklemek için doğrudan veya dolaylı olarak devlet desteklerinden yararlanılabilir. Bununla birlikte, konvansiyonel su kaynaklarının maliyetinin genellikle devlet tarafından finanse edildiği veya masraflarının özellikle sulama için düşük tutulduğu unutulmamalıdır.
- Arıtma sistemleri, su dağıtım sistemleri ve sulama sistemleri de dahil olmak üzere yeniden kullanım projesinin altyapı maliyetleri finansman desteğine ihtiyaç duyabilir ve bu yüzden projelerin ekonomik olarak uygulanabilirliği şartlara bağlı olacaktır.

3.3. Sosyal riskler

- Bazı ülkelerde, suyun yeniden kullanılması konusundaki kamuoyu algısı olumsuz olabilir ve suyun yeniden kullanılması uygulamalarına karşı bir güvensizlik olabilir.

4. Sonuç

Atık suyun yeniden kullanımı iki önemli temel fayda sağlayabilir. Öncelikle, mevcut su kaynaklarına ilaveten güvenilir bir su kaynağı olarak değerlendirilebilir. İkincisi, arıtılmış atık su deşarjını azaltarak veya ortadan kaldırarak çevresel etkilerin azaltılması ve bunun sonucunda alıcı su ortamlarında su kalitesinin korunmasının sağlamasıdır. Bu nedenle, havza ölçeğinde bütüncül su yönetimi çerçevesinde değerlendirildiğinde havzanın su kaynaklarının geliştirilmesi yanında alıcı ortamlara deşarj edilen atıksu miktarını azaltır. Bunun yanında, sulamada geri kazanılmış atıksu kullanımı içerdiği besin maddelerinden dolayı gübreye olan ihtiyacı azaltır. Besin elementleri (Azot ve Fosfor) giderimi yapmamak hassas alanlarda yapılacak atıksu arıtma tesislerinde ileri arıtma yapılması zorunluluğunu da ortadan kaldırır.

Ülkemizde arıtılmış atıksuların yeniden kullanımı konusunda son yıllarda yapılan projeler ve araştırmaların yakın zamanda uygulamalara dönüşeceği ve artan su talebini karşılamada yeni bir su kaynağı olarak değerlendirileceği düşünülmektedir. Bunun yanında, arıtılmış atıksuların yeniden kullanımında faydalar yanında risklerde doğru değerlendirilmelidir.

5. Kaynaklar

- U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 2012, Guidelines for Water Reuse. EPA/600/R-12/618. Environmental Protection Agency. Washington, D.C.
- EU 2016, EU-level instruments on water reuse, Final report to support the Commission's Impact Assessment. European Commission
- Nas, B., 2018a, Arıtılmış Atıksuların Yeniden Kullanımı: Sanayi Sektörleri Uygulama Kılavuzları, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara
- Nas, B., 2018b, Arıtılmış Atıksuların Yeniden Kullanımı Projesi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı & Selçuk Üniversitesi, Final Raporu, Ankara
- Kalkınma Bakanlığı, 2013, Onuncu Kalkınma Planı 2014-2018, Ankara of clouds over Indian Ocean, Curr. Sci., 85(12), 1713–1719.