



# YEŞİL BİNA SERTİFİKASYONLARINDA YERLİLİK ve KÜRESEL KRİZ DUYARLIĞINDA TSE GÜVENLİ- YEŞİL BİNA BELGELENDİRME ÖRNEĞİ

*Locality In Green Building Certifications And TSE Safe-Green Building Certification Example In Global Crisis Sensitivity*

**Biröl Kılış  
Hasan Alpay Heperkan**

## ÖZET

Yapıların enerji tüketimlerinin toplam tüketime oranlarının yaklaşık %40 olması sonucu, küresel krizde binaların oynadığı önemli rol kapsamında, sıfır enerjili bina tanımları yetersiz görülmüştür. Bu amaçla, daha bütüncül, enerjinin niteliğini de önemseyen yeni yeşil bina tanımları geliştirilmiş ve örneklerle gerekçelendirilmiştir. Örnek hesaplarla yeşil enerji girdisinin akılcı bir şekilde değerlendirilmediği oranda ek CO<sub>2</sub> salım sorumluluklarının da olacağı vurgulanmıştır. Bu örneklerden hareketle, yeşil bina belgelendirme algoritma ve derecelendirme ölçütlerinin Termodinamiğin 2.ci Yasasına göre revize edilmelerinin gerekli olduğu belirtilerek kısmen de olsa 2. Yasayı gözeten TSE Güvenli-Yeşil Bina Belgelendirme sisteminin esasları tanıtılmış, yeni öneriler getirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yeşil Bina, TSE Güvenli-Yeşil Bina Belgesi, Ekserji, Yenilenebilir Enerji,

## ABSTRACT

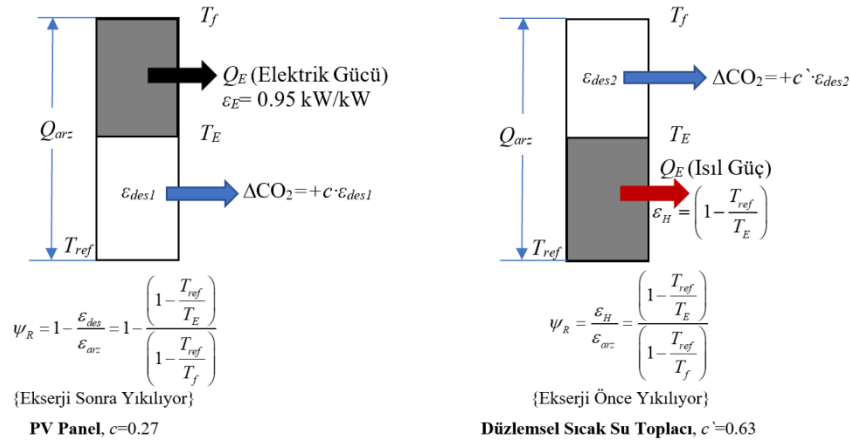
Since the ratio of energy consumption of buildings to the total consumption is almost 40%, it is emphasized, there is a need for new green building definitions to be developed more holistically instead of the zero-energy type of definitions. This paper shows that if any green energy input is not utilized exergy-rationally, additional CO<sub>2</sub> emission responsibilities occur. Based on the examples presented, it has been stated that the green building certification algorithms and rating criteria need to be revised according to the 2nd Law of Thermodynamics. The principles of the TSE Safe-Green Building Certification system, which partly observes the 2nd Law, are explained with new green definitions.

**Key Words:** Green Building, TSE Safe-Green Building Certificate, Exergy, Renewable Energy

## 1. GÜVENLİ -YEŞİL BİNA BELGELENDİRMESİNDE ENERJİ NİTELİĞİ

Günümüzün tüm yeşil bina belgelendirme sistemleri ve yönetmeliklerin tamamı sadece 1.ci Yasa üzerine kurgulanmıştır [1]. Şekil 1'de çatısında güneş enerjisini farklı sistemlerle kullanan iki binanın ekserji akış çubuğu gösterilmektedir. İlk bina güneş enerjisinden foto-gözeli paneller (PV) kullanarak elektrik üretmekte ama panellerin soğurduğu ısıyı değerlendiremeyip, bilakis kendileri ısınarak verimleri düşmektedir. İkinci bina ise Türkiye'de çok yaygın biçimde kullanılan düzlemsel sıcak su panelleri kullanarak sadece sıcak üretmekte ve elektrik üretim şansını yıkarak elektrik gücünün birim ekserjisine oranla çok daha düşük birim ekserjisine sahip sıcak su üretmekle yetinmektedir. Ancak, bu iki binanın ürettikleri `enerji` miktarı yıl boyunca (kW-k/yıl) veya anlık elektrik gücü veya ısı güç (kW)

aynı ise, mevcut yeşil bina belgelendirme algoritmalarında bu konudaki puanları eşit olmaktadır ve bu iki farklı uygulamanın hiçbir farkı görülmemektedir.



**Şekil 1.** Güneşten enerji üretimi aynı olan ( $q_{arz}$ ) pv panel ve düzlemsel toplaçların ekserji farkları

Halbuki, Şeki1 de görüldüğü üzere:

- 1-  $Q_{arz}$  aynı fakat yıkılan ekserjiler farklıdır (Eşitlik 1) ( $\varepsilon_{des1}$  ve  $\varepsilon_{des2}$ ):
- 2-

$$\underbrace{Q_{arz} \left(1 - \frac{T_{ref}}{T_E}\right)}_{\Delta E_{X1}} \neq \underbrace{Q_{arz} \left(1 - \frac{T_E}{T_f}\right)}_{\Delta E_{X2}} \quad (1)$$

Isıl Ekserji Yıkımı      Elektriksel Ekserji Yıkımı

PV panellerde ekserji, yararlı üretimden (Elektrik) sonra ısıl güç olarak yıkılmaktadır. Düzlemsel toplaçta ise ekserji yararlı üretimden (Isıl Güç) önce kaybedilen elektrik gücü üretim potansiyeli şeklinde yıkılmaktadır. Bu yıkımların çevresel etkileri de farklı olmaktadır ( $c$  ve  $c'$  cinsinden):

$$0.27 \left(1 - \frac{T_{ref}}{T_E}\right) \neq 0.63 \left(1 - \frac{T_E}{T_f}\right) \quad (2)$$

Çünkü bir uygulama elektrik enerjisi elektrik olarak sektörde telafi (ofset) edilirken diğer uygulamada ısıl ekserjinin telafisi söz konusudur.

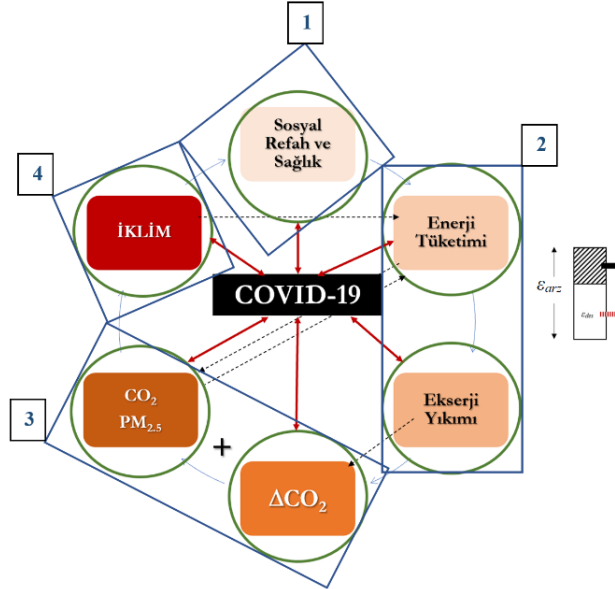
- 2- Ekserji yıkımlarını ideal Karno çevrimi ile tarif eden sıcaklıklar farklıdır (Şekil 1),
- 3- Ürettikleri enerjilerin birim ekserjileri farklıdır (Şekil 1:  $\varepsilon_E$  ve  $\varepsilon_H$ ),
- 4- Bu iki sistemin enerji ve stokundan azalttıkları doğrudan CO<sub>2</sub> salımları farklıdır. PV paneller enerji stokundan ürettikleri elektrik enerjisi oranında CO<sub>2</sub> salımı azaltırlar. Düzlemsel toplaçlar ise ancak ısının üretilebileceği bir sıcak su kazanının saldığı CO<sub>2</sub> kadar yarar sağlar,
- 5- Buna karşılık, yıktıkları ekserjilerin hem miktarları hem de türleri (Isı veya elektrik gücü) farklı olduğundan önlenebilir □CO<sub>2</sub> salımları da farklıdır (Şekil 1),
- 6- Güneş enerjisini akılcı değerlendirme ölçütü,  $\psi_R$  değerleri farklıdır (Şekil 1). Bu nedenle de karbon ayak izleri farklıdır ve güneş enerjisini dönüştüren cihaz ve binalar sıfır karbon salım tarifine girmez:

$$\Delta CO_2 = +Q_{arz} (1 - \varepsilon_{des}) \quad (3)$$

Bu binanın bacası olmayabilir ama en az Eşitlik 3'de ifade edildiği biçimde salım sorumluluğu bulunmaktadır. Her birim ekserji yıkımı küresel ısınmanın  $0.256 \times 10^{-13}K$  artmasına neden olmaktadır. Küresel ekserji yıkımlarının yıllık enerji tüketimlerine oranla en az %80 olduğu göz önünde tutulduğunda ekserji yıkımlarının hep göz ardı edilen iklimsel zararının boyutu ortaya çıkmaktadır. Ekserjinin akılcı kullanımı bağlamında  $\psi_R$  ölçütünün en az 0.7 olması gerekir. Bu ölçüt Dünyada ilk kez LEED Platin sertifikası alan Eser Yeşil Ofis Binasında kullanılmıştır [2, 3]. Ne var ki yukarıda özetlenen

altı farklılık hala hiçbir belgelendirme programında göz önünde bulundurulmamaktadır ve bunun somut anlamı küresel ısınmanın önüne pratik anlamda geçilemeyecek demektir. Çünkü bu ölçüt tüm sektörler için geçerlidir. Bu yaklaşıma bir tek TSE Güvenli- Yeşil Bina Sertifika Programında dolaylı biçimde yer verilmiştir [4, 5, 6].

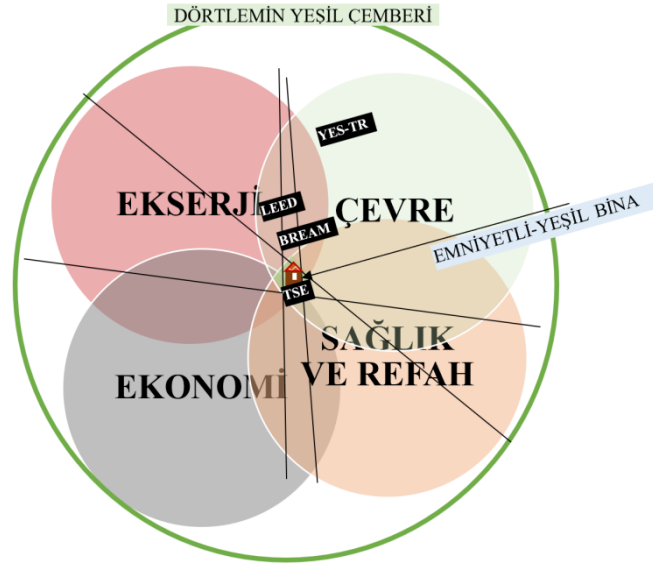
Bunun da ötesinde, mevcut programlarda, örneğin PV panellerde üretilen elektrik binada hangi talepleri karşıladığı sorgulanmaz ve değerlendirmelere katılmaz. Halbuki, üretilen elektrik gücü elektrik dirençli bir ısıtma sisteminde (Elektrikli radyatör gibi) sadece konfor ısıtmasında kullanılıyor ise 1.ci yasa verimi neredeyse bir, fakat enerjinin niteliğinin (Ekserji) değerlendirme oranı %8 kadardır. Kısacası, binanın ürettiği `Yeşil Elektrik Gücü` yararlı ve yüksek katma değerli işlerde kullanılmamakta, sadece bugünün 5.ci nesil bölge ısıtma sistemlerinde olduğu gibi 35°C (308 K) gibi çok düşük sıcaklıklarda yapılacak bir uygulamada (Birim ekserji:  $1-283/308=0.08$ ) birim ekserjisi 0.95 kW/kW olan elektrik tüketilerek büyük oranda ekserji kaybedilmektedir. Bu uygulamada arz ve talep birim ekserjileri arasında büyük fark vardır ve yıkılan ekserji çevreye ve enerji bilançosuna ek ve neredeyse-önlenebilir  $\square$ CO<sub>2</sub> salımları olarak yansır. Neredeyse deniyor çünkü PVT paneller kullanılıp aynı çatı alanında hem elektrik gücü hem ısı gücü elde edilse idi ekserji yıkımları büyük ölçüde azalabilecekti. Buda gösteriyor ki yeşil bina değerlendirilmelerinde sadece binaya giren ve/veya binada üretilen yeşil enerjinin niceliği (enerji veya güç) değil bu enerjinin hangi sistemde nasıl üretildiği, ne kadar ekserji yıkımı olduğu, bu bağlamda da binada bu enerjinin nerede ve nasıl tüketildiğinden çok ne denli akılcı değerlendirildiği de sorgulanıp, denetlenip değerlendirilmelidir. Aksi halde binaya yeşil olarak giren bir yenilenebilir enerji gri olarak binadan çıkar. Günümüzün koşullarında pandemi dirençli binalar gündeme gelmiştir. Örneğin, %100 taze havalı klima sistemleri, buna bağlı olarak HEPA ve üstü filtreler, UVC steril lambaları, artan güç ihtiyacının karşılanması havada virüs taşıyan zerrecik kontrolü, hatta büyük toplanma alanlarında tavan yüksekliği gibi yeni kavramlar yeşil bina algısını güvenli bina yönüne çevirmektedir. Şekil 2 bu yeni yönü altı boyutta veren dört kutucukta özetlemektedir. Pandemi de artık zamanımızın %90'ından fazlasını geçirdiğimiz kapalı alan ve binaların gündemine girmiştir ve *Pandemi Dirençli Bina* puanlaması da güvenlik ve refah kapsamında kesinlikle düşünülmelidir. Şu andaki pandemi sürecinde binalar dışındaki tüm sektörlerin pandemiye karşı olumlu tepki verirken binaların olumsuz tepki vererek hava kirliliğinde artışa neden olduğu görülmüştür. Hava kirliliği ise pandemi vaka sayısında en az %15 dolayında artışa neden olmaktadır. İşte bu noktada tüm yeşil bina belgelendirme sistemlerinin bu yönde de gelişime ve tartışmaya açılmalarının zamanının geldiğini hatta geçtiğini göstermektedir.



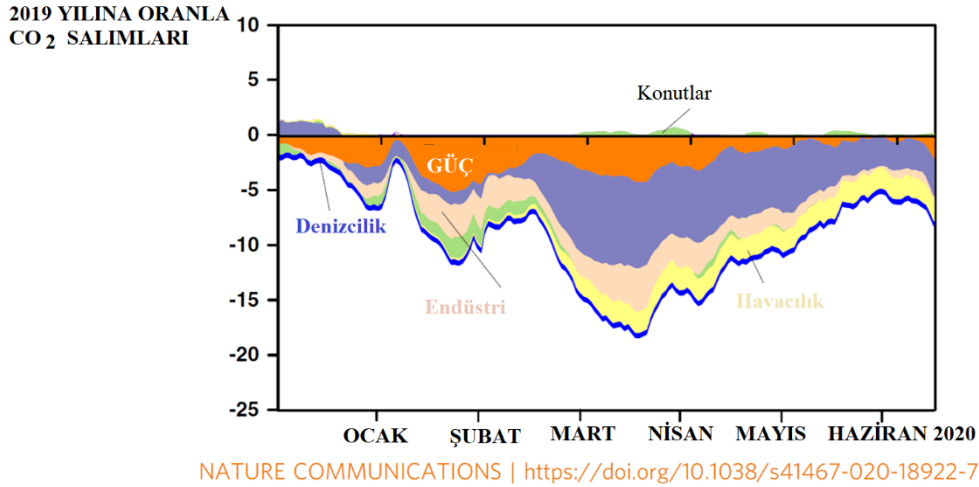
**Şekil 2.** Küresel Krizin, Pandemi ve Refah, Enerji, Çevre ve İklim Dörtlemi

Şekil 3'de ise ekonomi boyutunun da eklendiği ve mevcut yeşil bina belgelendirme programlarının kapsama alanları gösterilmiştir. Bu şekilde de görüldüğü gibi enerjinin niteliğinin değerlendirilmesi

konusunda hiç bir program bulunmamaktadır. Dörtlem elemanlarının örtüştüğü küçük alana sadece TSE Belgelendirme Programı yaklaşabilmektedir. Bu bağlamda tüm diğer programların revizyonu gerekir. Ayrıca genelde enerji eknominin içerisinde yorumlanır ki, bu da yanlıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Ekserji tabanlı dörtlemde yeşil bina belgelendirme konumları [7]



Şekil 4. Pandemiye karşı yapılan kısıtlamalarda değişik sektörlerin tepkisi

Yeşil bina kavramında ısı pompalarının kullanılması önemli bir puan kaynağıdır. Ancak bu puanlardan ısı pompalarında kullanılan soğutucu akışkanların neden olduğu ozon seyreltim (*ODP*) ve küresel ısınma potansiyellerinin (*GWP*) birbiri ile olan etkileşimleri de göz önünde tutularak yorumlanmalı ve kazanılan puanlardan gerektiği şekilde eksiltme yapılmalıdır (*ODI*). *ODI* ölçütünün  $CO_2$  salım karşılığı bulunduğu gibi, elektrik gücü binada veya yakın çevrede güneş veya rüzgâr enerjisinden elde edilse bile ısı pompasında kullanılmasının ekserji akılcılığı ve  $CO_2$  karşılığı Eşitlikler 6 ve 7'de verilmiştir. Ayrıca Eşitlik 6 koşulu sağlanmadığında elektrik gücünün üretiminde ve değerlendirilmesindeki ekserji dengesizliği oranında doğrudan  $CO_2$  salım sorumlulukları da bulunmaktadır [8].

$$ODI = \frac{0.1GWP^{0.03}}{(1-ODP)} \left( \frac{ALT}{1} \right)^{0.01} \quad \{ODP < 1\} \quad (4)$$

$$CO_2 = \left( \frac{L}{E_{xarz}} \right) \times GWP \quad (5)$$

$$COP > \frac{0.95}{\left( 1 - \frac{T_{dönüş}}{T_{gidiş}} \right)} \quad (6)$$

$$\Delta CO_2 = 0.27 \left( 0.95 - \left[ 1 - \frac{T_{dönüş}}{T_{gidiş}} \right] \right) \quad (7)$$

Son yıllarda BEP-TR ve BREEAM-Turkey ve benzeri yeşil bina belgelendirme sistemleri ile enerji performans belgelerinin birleştirilmesi üzerinde de çalışmalar yapılmakta ise de 2.ci Yasa bir ortak payda olabileceksen değerlendirilmeye alınmamıştır [9].

## 2. OLUMSUZ ÖRNEKLER

### 2.1 Çin Modeli: Rüzgâr Enerjisinden Isıya

Çin hükümeti kuzey eyaletlerindeki dağlık ve soğuk iklime sahip yörelerde kışın yerel odun ve kömür kaynakları ile binaların ısıtılmasından oluşan CO<sub>2</sub> salımlarının ve hava kirliliğinin azaltılması amacı ile yerinde rüzgâr türbinleri ile ısıtma projeleri önermiştir (Şekil 5). Ancak o yörelerde yazın soğutma gereksinimi de olmadığı için rüzgâr türbinlerinin yıllık kullanım faktörleri de -sadece elektrik üretmek dışında-düşük olacaktır. Rüzgâr enerjisinden elde edilen elektrik gücünün birim ekserjisi ile talep edilen iç mekân konfor ısıtmasında talep edilen birim ısı ekserji arasında büyük fark vardır [10, 11, 12]. Eşitlik 5 kapsamında ısı pompası soğutucu akışkanının da salım katkısı göz önünde tutulduğunda rüzgârdan- ısıya türü bir ısı pompalı sistemde CO<sub>2</sub> salım sorumluluğu bulunmaktadır. Bu hesapta COP 2.5 (Soğuk iklim) olarak kabul edilmiştir. COP ışınımsal paneller kullanılarak arttırılabilir [13].

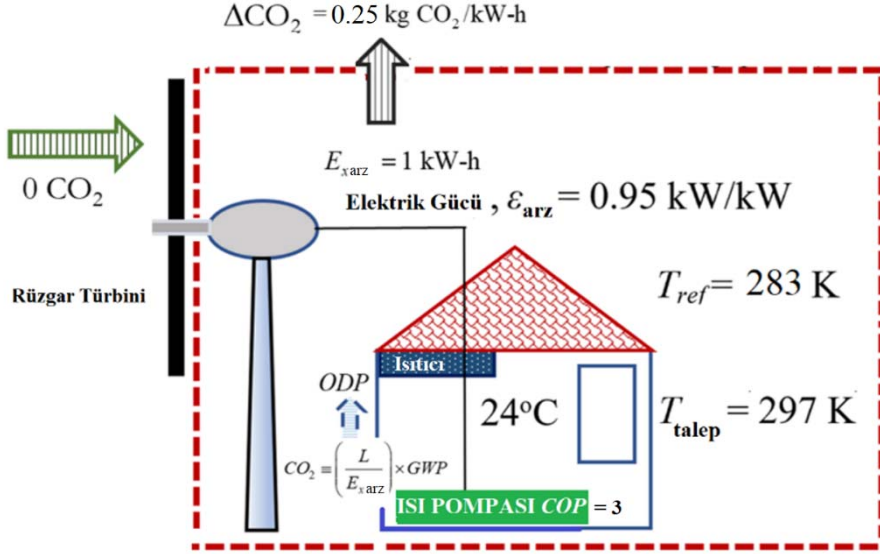
$$\Delta CO_2 = 0.63 \times \left( 0.95/2.5 - \left[ 1 - \frac{283 \text{ K}}{297 \text{ K}} \right] \right) + 0.04 = 0.25 \text{ kg CO}_2/\text{kW-h}$$

Eğer rüzgâr enerjisi ısı pompası olmaksızın basit bir elektrikli ısıtıcıda kullanılırsa (COP=1) salım sorumluluğu çok daha fazla olur ve bir kömür sobasından pek farkı kalmaz:

$$\Delta CO_2 = 0.63 \times \left( 0.95/1 - \left[ 1 - \frac{283 \text{ K}}{297 \text{ K}} \right] \right) = 0.57 \text{ kg CO}_2/\text{kW-h}$$

Kömür sobalı ısıtmada

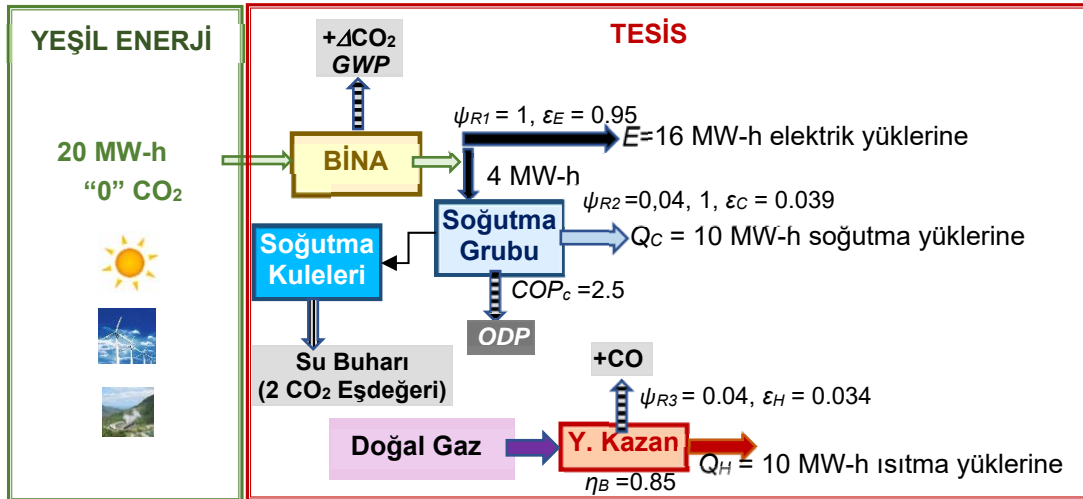
$$CO_2 = \frac{c_K}{\eta_{soba}} = \frac{0.4}{0.55} = 0.73 \text{ kg CO}_2/\text{kW-h}$$



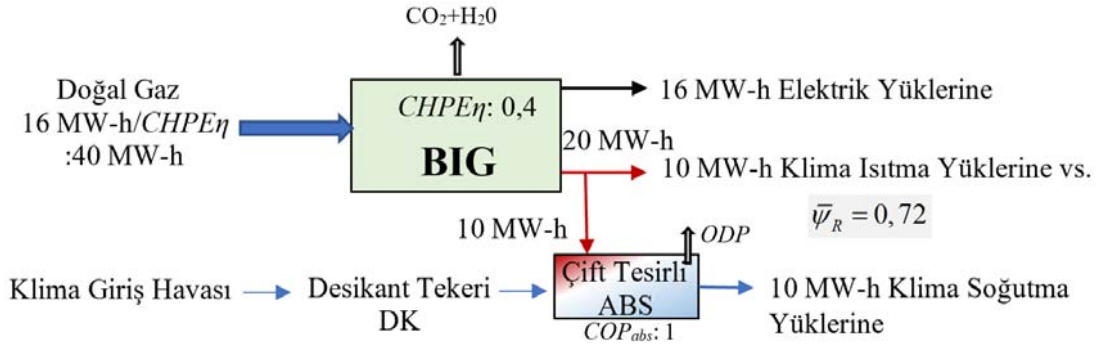
Şekil 5. Rüzgârdan-ısıtmaya uygulaması.

## 2.2. İstanbul IGA Hava Alanı Terminali

İstanbul IGA Havalimanı ana terminali LEED altın belgesi kazanmıştır [14]. Bu belgenin puanlama kartına göre EAC6 kategorisinde *Yeşil Güç* (green power) maddesinden iki puan aldığı görülmektedir. Tesis bu kapsamda bir yeşil enerji sağlayıcısından 20 MW elektrik gücü temin etmektedir. Bir saat boyunca tesis, 16 MW-h kadarlık bir bölümünü elektrik taleplerinde değerlendirmektedir. Ancak, 4 MW-h elektrik gücü, başka sistemlerle gerçekleştirilebilecek 10 MW-h soğutma sürecinde kullanılması dahil olmak üzere ısı taleplerinin de doğal gazlı yoğuşmalı kazanlar ile karşılanması akılcı seçenekler değildir [15,16]. Akılcı ekserji verimi,  $\psi_R$  0.44 tür. Bu nedenle de satın alınan enerji yeşil fakat kullanımı belirli oranda yeşil değildir. Daha akılcı bir çözüm ise sadece 16 MW elektrik gücü talep edilip, ısıtma, soğutma ve 4 MW elektrik güç üretimi doğal gazlı beraber ısı ve güç sisteminde (CHP) üretilmesidir (Şekil 7).



Şekil 6. Referans senaryo: yeşil enerjinin bir bina tesisinde tam akılcılıkla kullanılmayışı,  
 $\psi_R = 0.44 < 0.70$



Şekil 7. Yeşil enerjinin daha ekserji akılcı değerlendirilmesi,  $\psi_R = 0.44 > 0.70$  (Yeşil Terminal)

### 3. YENİ NESİL YEŞİL BELGELENDİRME PARAMETRELERİ

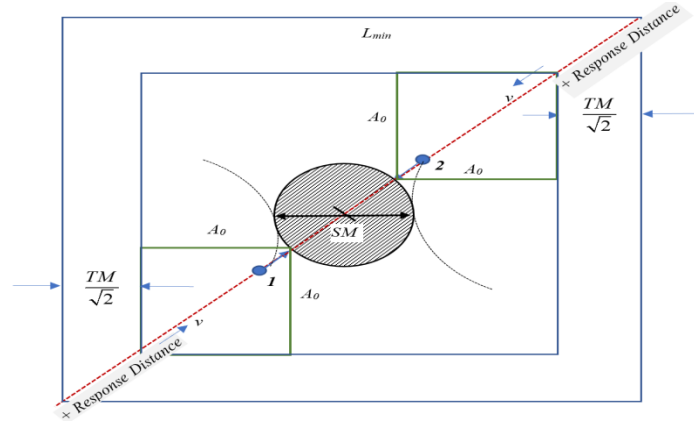
Yeni nesil belgelendirme usul ve esaslarında dört düzey göz önünde bulundurulmalıdır (Şekil 8).

- Bina Düzeyindeki Ölçütler

Bina tipolojisine, boyutlarına, ulusal veya uluslararası boyutlarına (Örneğin, uluslararası hava terminalleri gibi) daha çok önem veren yeni ve alt kırılımları da olan ölçütler geliştirilmelidir. Örneğin, bir hava alanı terminal binasındaki tavan yüksekliğinin pandemik zerrelerin havada yayılımına etkisi, güvenli (Sosyal) mesafe ve alan sınırlamaları bir konuta göre daha önemlidir ve çok daha değişiktir (Şekil 8).

$$SA = (SM + 2A + \sqrt{2}TM)^2 \quad (6)$$

$$SM = A \left( 1 + \left[ \frac{n}{n_o} \right]^c \right) \quad (7)$$



Şekil 9. Büyük kapalı alanlarda dinamik hareketlilikte 2-boyutlu sosyal mesafe algoritması

### 4. TSE GÜVENLİ VE YEŞİL BINA

Bu çalışmada; 'Ulusal Güvenli-Yeşil Bina Belgelendirme Sistemi' oluşturulabilmesi amacıyla 'Sürdürülebilir Enerji Yönetimi' ilkelerine uygun bir puanlama sistemi geliştirilmiştir. Bu puanlama sisteminde; ülkemizde hızla gelişmekte olan Enerji Verimliliği, Yenilenebilir Enerji, Yerli/Yenilikçi Enerji

uygulamalarının sürdürülebilir gelişimini temin edecek şekilde 'Sürdürülebilir Enerji Yönetimi' ağırlığı diğer belgelendirme sistemlerine kıyasla daha ağırlıklı olacak şekilde (%40 olarak) değerlendirilmiştir. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının aktif ve akılcı kullanımını içeren, ölçülebilir veya hesaplanabilir parametrelerle, mevcut ulusal standartların (TSE 825, TSE EN 13790, vb.) ve mevzuat/yazılım altyapısının (Örneğin BEP-TR Yönetmeliği ve Yazılımı) kullanılmasına olanak sağlayacak şekilde özgün bir puanlama sistemi önerilmiştir.

**Tablo 1.** TSE güvenli-yeşil bina enerji ana ölçütleri

DEĞERLENDİRME GRUBU		PARAMETRE		EK PUAN		
Bina Sınıfı (9/40)	Enerji	A Sınıfı		6	6	
		B Sınıfı				3
		Diğer Sınıflar (C-G)				0
	CO <sub>2</sub>	A Sınıfı		3	3	
		B Sınıfı				1
		Diğer Sınıflar (C-G)				0
Yenilenebilir Enerji Kullanımı (14/40)	Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranı	<b>YEO<sub>Elektrik</sub></b>	<b>YEO<sub>ısı</sub></b>	3	0.5	
		0.2 < YEO <sub>E</sub> < 0.4	0.3 < YEO <sub>I</sub> < 0.5			1
		0.4 < YEO <sub>E</sub> < 0.7	0.5 < YEO <sub>I</sub> < 0.7			
		YEO <sub>E</sub> > 0.7	YEO <sub>I</sub> > 0.7			
	Fosil Enerji Kullanım Oranına Bağlı Düzeltilmiş Tesir Katsayısı (TK <sub>FEO</sub> )	Isıtma: $TK_{FEO} > 2$		1	0.5	
		Soğutma: $TK_{FEO} > 1.5$				0.5
	Yenilikçi, Akılcı Çözümler	Otomasyon		2	2	
		Enerjinin Akılcı Kullanımı	Yenilenebilir Enerji Sistemlerinde Üretilen Doğru Akımın Verimli Kullanımı		1	1
	Akışkanın sisteme giriş sıcaklığı		Isıtma	$T_{giriş} \leq 50^{\circ}C$	1	
				$50^{\circ}C < T_{giriş} \leq 70^{\circ}C$	0.5	
				$T_{giriş} > 70^{\circ}C$	0	
	Soğutma		Isıtma	$T_{giriş} > 12^{\circ}C$	1	
				$10^{\circ}C \leq T_{giriş} \leq 12^{\circ}C$	0.5	
		$T_{giriş} < 10^{\circ}C$		0		
Yerli Teknoloji ve Üretim	%70 < YÜMO < %100		3	3		
	%40 < YÜMO < %70				2	
	%10 < YÜMO < %40				1	
YÜMO (yerli üretim maliyeti / toplam maliyet)						
TSE Sertifikalı Ürünler			2	2		
İşletme ve Alma, İşletme ve Bakım, Farkındalık (7/40)	Yetkin (Sertifikalı) Personel		1	1		
	Yenilenebilir Enerji Kullanımının İzlenebilirliği ve Görşelliği		2	2		
	Eğitim		1	1		
	Ayar ve Dengeleme		3	3		



**Tablo 1.** TSE güvenli-yeşil bina enerji ana ölçütleri (devamı)

DEĞERLENDİRME GRUBU		PARAMETRE	EK PUAN		
<b>Enerji Verimliliği (5/40)</b>	Isıl Enerji Depolama Sistemi, EDS	Isıtma	2	1	<b>5</b>
		Soğutma		1	
	Birincil Enerji Tutumu, <i>BET</i>		1	1	
	Pasif Önlemler		1	1	
	Bölgesel-Merkezi Enerji Sistemleri Katsayısı, <i>BMESK</i>	$BMESK \geq 1$	1	1	
		$0.5 < BMESK < 1$		0.5	
$BMESK < 0.5$		0			
<b>Ek Bina Bileşenleri (2/40)</b>	Dış Aydınlatma		1	1	<b>2</b>
	Asansörler		1	1	
<b>Enerji Güvenliği ve Kalitesi (2/40)</b>			2	2	<b>2</b>
<b>Enerji Verimli Ev Aletleri (1/40)</b>			1	1	<b>1</b>

**Tablo 2.** Yenilenebilir enerji kullanım oranına göre kazanılabilecek puanlar

$YEO_E$	$YEO_I$	PUAN
$0.2 < YEO_E < 0.4$	$0.3 < YEO_I < 0.5$	0.5
$0.4 < YEO_E < 0.7$	$0.5 < YEO_I < 0.7$	1
$YEO_E > 0.7$	$YEO_I > 0.7$	1.5

**Tablo 3.** Isıtma ve soğutmada akışkan sıcaklıkları (ekserji) kırılımı

	Akışkanın Sisteme Giriş Sıcaklığı	Puan
<b>Isıtma Sistemi</b>	$T_{giriş} \leq 50^\circ C$	1
	$50^\circ C < T_{giriş} \leq 70^\circ C$	0.5
	$T_{giriş} > 70^\circ C$	0
<b>Soğutma Sistemi</b>	$T_{giriş} > 12^\circ C$	1
	$10^\circ C \leq T_{giriş} \leq 12^\circ C$	0.5
	$T_{giriş} \leq 10^\circ C$	0

Yerli teknoloji gelişimini ve yerli üretimi teşvik etmek amacıyla, enerji tüketim yükünün azaltılması için kullanılan yenilenebilir enerji teknolojilerinin ve otomasyon sistemlerinin yerli ürünlerden seçilmesi ek puan olarak değerlendirilir. Kullanılan sistemlerin tümünde, toplam maliyet içinde yerli üretim maliyet oranı **YÜMO** (yerli üretim maliyeti /toplam maliyet);

- %70-%100 arasında ise +3 puan,
- %40-%70 arasında ise +2 puan,
- %10-%40 arasında ise +1 puan

verilir. Maliyet oranı, genel sistem maliyetinin %10'undan az oranda olan yerli sistemler için puan verilmez. Belgeli ürün kullanımını teşvik etmek amacıyla, enerji tüketim yükünü azaltmak için kullanılan yenilenebilir enerji teknolojilerinin, TSE veya eşdeğer sertifikalı ürünlerden seçilmesi +2 ek puan olarak değerlendirilir.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada yeşil bina kavramının küresel krizde yetersiz kaldığı, bu nedenle Termodinamiğin 2.ci Yasasına da müracaat edilmesinin gereği örneklerle gösterilmiştir. Bir örnek olarak IGA havaalanında LEED sertifikasyon puanlamasında kazanılan 2 yeşil enerji (Rüzgâr) puanının kısmen de olsa doğru taleplerde kullanılmadığından ortaya çıkan salım sorumlulukları gösterilmiştir [17]. Bu bağlamda yeşil kavramının arka plandaki enerji arz ve taleplerinin ekserji dengesini gözeterek yeni ölçütlerin gereği tanıtılmıştır.

## SİMGELER

<i>ALT</i>	Atmosferde zararlı gaz veya parçacığın kalma süresi, yıl
<i>BET</i>	Birincil Enerji Tutum Endeksi
<i>BMESK</i>	Bölgesel-Merkezi Enerji Sistemleri Katsayısı
<i>c</i>	Yıkılan potansiyel ısı ekserjinin CO <sub>2</sub> salım karşılığı çarpanı (Şekil 1) veya soğutma (Şekil 6), 0.27
<i>c'</i>	Yıkılan potansiyel elektriksel ekserjinin CO <sub>2</sub> salım karşılığı çarpanı (Şekil 1), 0.63
<i>c<sub>K</sub></i>	Yakıtın birim CO <sub>2</sub> salımı, kg CO <sub>2</sub> /kW-h
<i>COP</i>	Tesir katsayısı
<i>E</i>	Elektrik gücü, kW
<i>E<sub>x</sub></i>	Ekserji, kW veya kW-h
<i>GWP</i>	Küresel Isıtma Potansiyeli
<i>H</i>	Isıl Güç, kW
<i>n</i>	Kapalı alandaki insan (anlık) mevcudiyeti
<i>n<sub>o</sub></i>	Kapalı alandaki müsaade edilen insan sayısı
<i>ODI</i>	Tümleşik Ozon Katsayısı
<i>ODP</i>	Ozon katmanını inceltme potansiyeli
<i>Q</i>	Kaynaktan yararlı işe dönüştürülen enerji veya güç miktarı, kW-h veya kW
<i>SA</i>	Sosyal alan, m <sup>2</sup>
<i>SM</i>	Sosyal mesafe, m
<i>TK</i>	Düzeltili tesir katsayısı
<i>YEO</i>	Yenilenebilir enerji kullanım oranı
<i>YÜMO</i>	Yerli üretim maliyet oranı
<i>ψ<sub>R</sub></i>	Akılcı ekserji yönetim verimi
<i>DCO<sub>2</sub></i>	Neredeyse-önlenebilir CO <sub>2</sub> salım sorumluluğu, kg CO <sub>2</sub> /kW-h
<i>η</i>	Birinci Yasa verimi
<i>ε</i>	Birim ekserji, kW/kW

### Alt simgeler

<i>arz</i>	Enerji arzı
<i>B</i>	Kazan
<i>des</i>	Yıkım
<i>E</i>	Elektrik
<i>f</i>	Yakıt veya enerji kaynağı
<i>FEO</i>	Fosil enerji kullanım oranı
<i>H</i>	Isı
<i>ref</i>	Referans çevre

## KAYNAKLAR

- [1] Think Exergy not Energy [https://www.scienceeurope.org/media/0vxhcyhu/se\\_exergy\\_brochure.pdf](https://www.scienceeurope.org/media/0vxhcyhu/se_exergy_brochure.pdf)
- [2] Cakmanus, I., Kunar, A., Toprak, G., Gulbeden, A. 2010. A Case Study in Ankara for Sustainable Office Buildings, *Clima 2010 - REHVA World Congress Conference*, May 9-12 2010, Antalya. <<http://www.olimposenerji.com/a-case-study-in-ankara-for-sustainable-office-buildings>>
- [3] Gülbeden, A. E. 2019. Yüksek Performanslı Binalarda Enerjinin Akılcı Kullanımı İçin Mekanik Tasarım ve Optimum Kontrol Algoritmasının Geliştirilmesi, Doktora Tezi, Selçuk Ü. FBE, Konya.
- [4] TSE. 2011. Güvenli ve Yeşil Bina Sertifika Sistemi <<https://tse.org.tr/lcerikDetay?ID=41&ParentID=30>>
- [5] İnternet: Türk Standartları Enstitüsü, “Güvenli yeşil bina belgesi” <<http://www.tse.org.tr/hizmetlerimiz/belgelendirme-hizmetleri/urun-belgelendirme/%C3%BCr%C3%BCn-belgelendirmeba%C5%9Fvurular%C4%B1/g%C3%BCvenli-ye%C5%9Fil-bina-belgesi>> (2014).
- [6] İnternet: Türk Standartları Enstitüsü, “Güvenli yeşil bina belgesi” <<http://www.tse.org.tr/docs/%C3%BCr%C3%BCn-belgelendirme/bm-07-fr56-g%C3%BCvenli-ye%C5%9Fil-bina-belgesi-ba%C5%9Fvurufomu-01.pdf?sfvrsn=0>> (2014)
- [7] Kılış, B. 2020. Küresel Salgının Hatırlattıkları, İklimsel Isınma ve Klima Sistemleri, *Tesisat Mühendisliği*, MMO İstanbul Şubesi, Sayı 177. <<https://www.mmo.org.tr/yayin-turu/tesisat-muhendisligi-dergisi>>
- [8] Kılış, B. 2019. The Importance of Exergy Rationality and Storage for 100% Renewable Targets in Decoupling Sustainable Development and Ozone Depletion, Sunu, UNIDO Workshop, September 16-17, 2019, Antalya. Turkey.
- [9] Kobas, B. and Yılmaz, Z. K. 2010. Integration of Green Building Certification Systems and Energy Performance Certificates: BREEAM-Turkey and BEP-TR, International Symposium “Steel Structures: Culture & Sustainability 2010”, 21-23 September 2010, İstanbul, Turkey Paper No: 61 <[https://www.researchgate.net/publication/321145786\\_Integration\\_of\\_Green\\_Building\\_Certification\\_Systems\\_and\\_Energy\\_Performance\\_Certificates\\_BREEAM-Turkey\\_and\\_BEP-TR](https://www.researchgate.net/publication/321145786_Integration_of_Green_Building_Certification_Systems_and_Energy_Performance_Certificates_BREEAM-Turkey_and_BEP-TR)>
- [10] YE. 2019. Çin Isınmada Rüzgâr Enerjisinin Kullanılmasını Teşvik Edecek, *Yeni Enerji*, Sayı 70, Haber, s: 14, Mayıs-Haziran 2019. ISSN: 1307-9212.
- [11] Kilkis, B. 2019. Rational Utilization of Wind Energy For Heating Purposes in Cold Climates in China, Technical Note 1 for Sustainability and Decarbonization In China, 26 p. Ankara.
- [12] Kilkis, B. 2020. Accelerating the Transition to 100% Renewable Era. But How? Exergy Rationality in the Built Environment, in: Uyar T. (eds), Accelerating the Transition to 100% Renewable Era. *Lecture Notes in Energy*, Vol. 74, pp: 1-49.
- [13] Kilkis, B. 2000. Kilkis, I. B. Rationalization and Optimization of Heating Systems Coupled to Ground Source Heat Pumps, *ASHRAE Transactions*, Vol. 106, Pt. 2, pp. 817-822, 2000. *ASHRAE Transactions*, MN-00-13-1.
- [14] “Bir Zafer Anıtı: İstanbul Havalimanı” Belgeseli, 31 May 2020 tarihinde yayınlandı, <<https://www.youtube.com/watch?v=nk30SiXAWkk&fbclid=IwAR1CHe0GwJtXld5GJ959rDY8adoWpz hKZ7E9MILH23pTfZMhWrgi-Tt7aNo>>
- [15] Kılış, B. 2019. Yeşil Hava Limanlarında Beraber Isı ve Güç Sistemleri, *Termodinamik Dergisi*, Sayı 318, s: 62-74.
- [16] Kılış, B. 2019. Havaalanı Terminal Binalarında Ekserji Akılcılığı ve Küresel Isınma, *Sürdürülebilir Havacılık Araştırmaları Dergisi: SÜHAD*, Cilt 4, Sayı 1: SARES.
- [17] Kılış, B. 2020. Rüzgâr Enerjisi ile Isıtma Soğutma ve Çevre, *Termodinamik-İnfo*, 7 Temmuz 2020, Dergi: I

## TEŞEKKÜR

Bu makalede sunduğumuz TSE Güvenli-Yeşil Bina Belgelendirme konusundaki özet bilgiler ilgili TSE Çalışma Grubunun Yenilenebilir Enerji Komitesinin hazırlamış olduğu nihai raporundan derlenmiştir. Belgelendirme çalışmalarının en başından en sonuna kadar bizlere yön veren, büyük katkılar sunan TSE Yapı Malzemeleri Sektörü Müdürü Osman Özdemir’e, komitemizde yer alan ve çok değerli katkılar sunan Aynur Eray (Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi), Günnur Koçar (Prof. Dr., Ege



Üniversitesi), Seyhan Uygur Onbaşıoğlu (Prof. Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi), H. Mehmet Şahin (Prof. Dr., Gazi Üniversitesi), Bülent Yeşilata (Prof. Dr., Harran Üniversitesi), Y. Doç Dr. Levent Çolak'a (Başkent Üniversitesi) ve Sayın Arif Künar'a (Ven Esko, A. Ş.) teşekkürlerimizi sunarız.

## ÖZGEÇMİŞ

### Birol KILKIŞ

1949 yılında Ankara da doğdu. ODTÜ Makina Müh. Bölümünden 1970 yılında Yüksek Şeref derecesi ile mezun oldu. 1971-1972 yıllarında TÜBİTAK bursu ile Brüksel von Karman Enstitüsünde akışkanlar mekaniği ve aerodinamik konularında çalışarak şeref derecesi ile mezun oldu. 1973 yılında Y. Lisans ve 1979 yılında Doktora derecelerini aldı. 1981 yılı TÜBİTAK Teşvik Ödülü sahibi Kılış, 1999 da ODTÜ Makine Müh. Bölümü Profesör kadrosundan emekli oldu. 1980'li yıllarda altı adet Isı Pompası TSE Standardı hazırlamıştır. ASHRAE'nin değişik teknik komitelerinde görevlidir. 2003 yılında uluslararası başarılarından dolayı ASHRAE Fellow üyeliğine yükseltilen Kılış 2004 yılında da Distinguished Lecturer seçilmiş, 2008 yılında *Distinguished Service* ve *Exceptional Service* ödülleri almıştır. Green Energy Council üyesi, *Int. Journal of Green Energy* ve *Exergy* Dergilerinin Editörler Kurulu üyesi ve IEA Heat Pump Programı gözlemci üyeliğinde bulunmuştur. Ayrıca ASHRAE El Kitaplarının revizörlüğü yapmaktadır. Yeşil ve sürdürülebilir binalar, karbon dioksit salımları, enerji performansı, ekserji akılcılığı ve bölge enerji sistemleri üzerinde ekserji tabanlı çözümlenmeleri bulunmaktadır. Yeni Nesil Melez Güneş Enerjisi Sistemleri ve Isı Pompaları üzerinde patentleri mevcuttur. Avrupa Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile Isıtma ve Soğutma Kurulu (RHC) alt komite ikinci Başkanı olup AB Başkanlığına karbon dioksit azaltımı konusunda raporlar hazırlamaktadır. Türkiye'nin ilk LEED Platin Binasının Mekanik Tasarım Danışmanlığını gerçekleştirmiş olan Kılış, Türk Tesisat Mühendisleri Derneğinin 13. Dönem Yönetim Kurulu Başkanlığında da bulunmuştur.

### Hasan Alpay HEPERKAN

Ankara Fen Lisesi (1970) ve İTÜ Makina Fakültesi'nden (1974) mezun olmuş, Fullbright ve TÜBİTAK şeref bursiyeri olarak ABD de, Syracuse University de M.Sc. (1976) ve University of California, Berkeley de Ph. D. (1980) derecelerini elde etmiş, bu arada Lawrence Berkeley Laboratuvarı 'nda araştırmacı olarak çalışmıştır. Daha sonra ABD'de Union Carbide firması Araştırma Merkezi'nde bir yıl görev yaparak, Alexander von Humboldt bursiyeri olarak Almanya'da Universitaet Karlsruhe (TH) ya gitmiştir. 1984 yılında Almanya'dan dönmüş, TÜBİTAK ve Demirdöküm'de çalıştıktan sonra 1996 da Yıldız Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi'ne geçerek profesör ünvanını almıştır. Aynı üniversitede Makina Fakültesi dekanı olarak görev yapmıştır; halen İstanbul Aydın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi dekanıdır. EUROSOLAR, Türkiye Yenilenebilir Enerji Derneği; ISKAV, Isıtma, Soğutma, Klima Araştırma ve Eğitim Vakfı; TTMD, Türk Tesisat Mühendisleri Derneği; İSKİD, İklimlendirme, Soğutma, Klima İmalatçıları Derneği; MTMD, Mekanik Tesisat Müteahhitleri Derneği üyesidir. İki dil bilen Heperkan çeşitli ulusal ve yabancı ödüller kazanmış, birçok kitap, makale ve bildirisi yayınlanmıştır.