

KURUMSAL YAPILARIN ISI TALEBİ YÖNETİMİ İÇİN VERİMLİLİĞE BAĞLI ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK GÖSTERGELERİ

Environmental Sustainability Indicators Depending On Efficiency For Heat Demand Management Of Corporate Structures

M. Ziya Söğüt

ÖZET

Küresel iklim değişikliğinin temel nedeni olan fosil yakıt tüketimi tüm sektörlerde olduğu gibi bina ısıtma tercihlerinde de çevresel kirliliğin temel nedenlerinden biridir. Farklı iklim koşulları, binalarda geleneksel ısıtma sistemlerinin performanslarını doğrudan etkiler ve bu sistem kaynaklı entropi üretimiyle birlikte küresel etki olarak CO₂ emisyonunun ana kaynağını oluşturur. Mevsim değişimlerine bağlı çevre koşullarındaki değişiklikler, ısıtma ihtiyaçlarının dinamik koşullarına bağlı olarak, doğrudan veya dolaylı sistemlerin performanslarına bağlı yakıt tüketimini etkiler. Bu tüketimler öncelikle yanma performansına göre değişmekle birlikte, genellikle sistem işletme ve yük değerlerine bağlı olarak tersinmezlik nedeniyle yüksek oranda ekserji yıkımı tanımlarlar. Bu çalışmada, kurumsal bir yapı bloğunun ısıtma talep yönetimine bağlı ekserji verimliliği ve entropi performansları karşılaştırmalı incelenmiştir. Bu kapsamda sistemlerin değerlendirmesi için geliştirilmiş çevresel sürdürülebilirlik indikatörleri tanımlanmıştır. Ayrıca talep kontrolünün etkin parametrik kontrolleri ile sistemde sağlanabilecek iyileştirmeler, sistemde hem verimlilik hem de entropi açısından değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda özellikle çevresel etkiler değerlendirilmiş ve süreç analizlerine ilişkin değerlendirmeler yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kurumsal yapılar, Talep yönetimi, Verimlilik Sürdürülebilirlik Çevre.

ABSTRACT

Fossil fuel consumption, which is the main cause of global climate change, is one of the main causes of environmental pollution in building heating preferences as in all sectors. Different climatic conditions directly affect the performance of traditional heating systems in buildings and together with this system-induced entropy generation constitute the main source of CO₂ emission as a global impact. Changes in environmental conditions due to seasonal changes affect the fuel consumption directly or indirectly depending on the performance of the systems, depending on the dynamic conditions of the heating needs. Although these consumptions vary primarily according to combustion performance, they generally define a high rate of exergy destruction due to irreversibility depending on the system operation and load values. In this study, the exergy efficiency and entropy performances of an institutional building block related to heating demand management were analyzed comparatively. In this context, environmental sustainability indicators developed for evaluation of systems were defined. In addition, improvements that can be achieved in the system with effective parametric controls of demand control were evaluated in terms of both efficiency and entropy in the system. At the end of the study, especially environmental impacts were evaluated and evaluations regarding process analyzes were made.

Key Words: Institutional structures, Demand management, Efficiency Sustainability Environment.

1. GİRİŞ

Küresel iklim değişikliğinin yaşam formları üzerindeki etkileri her geçen gün etkisini arttırmaktadır. 1992 yılında Rio konferansı ile başlayan uluslararası farkındalık, günümüzde toplumun her kesimi için küresel ısınma tehdidinin önemli bir problem olduğu bilincini oluşturmuştur. Sektörel farkındalıklara rağmen maalesef fosil yakıt tüketim talebi de sürekli artmaktadır. Sektörel olarak toplam emisyon yükünün yaklaşık %40'ına sahip bina sektörü, bu sürecin önemli bir oyuncusudur. Günümüz bina stokunun yaklaşık %60'ı 2000 yılı öncesi binalara aittir ve bu binaların kötü mimari ve ısı özellikleri bina kaynaklı emisyon yükünün önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Araştırmalar, artan nüfus etkisi ve son yıllarda yaşanan pandemi etkisi de buna ilave edildiğinde, insanların ev kullanımını arttırdığı ve bu kötü şartlar nedeniyle enerji tüketim payını önemli ölçüde arttırdığını göstermektedir[1,2]. Binalarda önemli bir paya sahip kurumsal yapılar da bütünlük yapıları olarak bu tehdidin önemli bir parçasıdır. Her şeyden önce çoğu kamu hizmetinde olan bu yapıların sektörel etkisini azaltmak, doğrudan talep yönetimine bağlı enerji verimli çözümlerin geliştirilmesine ihtiyaç duymaktadır. Enerji verimliliği, bu tür yapılarda, konforun korunması ve çevresel sürdürülebilirliğin geliştirilmesi için etkin bir kaynak olarak görülmelidir. Bu kapsamda enerji verimliliği, işletim süreçleri olmak üzere, kurumlarda kültürel bir değişimin de anahtarı olarak görülmelidir. Kurumsal yapılarda enerji yönetilebilir bir konudur. Bu kapsamda etkin enerji yönetim araçlarının geliştirilmesi, kurumsal yapılar için geliştirilmiş bir süreç ve organizasyonlar bütünüdür. Özellikle enerji teknolojilerinin tanımlanacak hedef eylemler ile birlikte operasyonel yönetimi, fosil yakıt kaynaklı tüketimleri sınırlarken, çevresel ve ekonomik sürdürülebilirliğinin etkinliğini de sağlamış olacaktır.

Günümüzde toplumsal olarak yaşam kalitesi ve sürdürülebilir gelişme, geleneksel olarak enerji tüketiminin de artmasıyla ilişkilendirilir. Sürdürülebilir kalkınma vizyonunda beklentiler toplum, çevre ve ekonomi unsurlarının tüm boyutlarıyla gelişmesine bağlı değerlendirilir. Ancak günümüzde küresel ısınma ve iklim değişikliği etkisi, gelişen farkındalığa bağlı olarak, bu süreçte daha iyi üretme ve tüketme yollarını tanımlamak için karar süreçlerini etkileyecek sürdürülebilir nesnel teknik kriterlerin oluşturulmasını bir ihtiyaç olarak tanımlamıştır[3].

Temelde ana sorun neden kriterler tanımlanmalıdır ve bir ihtiyaç olarak görülmelidir. Günümüzde ısı proseslerin işlevleri, çok girdili ve karmaşık bilgi alt yapısına sahiptir. Bilimin kriter kullanma ihtiyacı, karar verme süreçlerinde, karmaşık bir bilgi kümesine sahip bir gerçeklik hakkında bilgi edinme olasılığı üzerinedir. Böylelikle gerçekliğin anlamı korunurken, geliştirilen kriterle sürdürülebilirliğin olası etkilerini korumak adına eylem süreci için temel ve öncelikli alanlar tanımlanacaktır[4,5]. Bu kapsamda, tanımlanan gerçeklik için, bu çalışma kurumsal yapılarda ısı talep yönetiminin geliştirilmesini sağlayacak, araştırmacılara, karar vericilere etkin bir araç olarak geliştirilen sürdürülebilirlik göstergeleri önermektedir. Çalışma öncelikle ısı talep yönetimini incelemiş ve bu etkinin geliştirilmesi için çevresel sürdürülebilirliği temel alan indikatörleri örneklemelerle tanımlamıştır.

Enerji ve kalkınma arasındaki ilişkiler hakkındaki tartışma, çeşitli ulusal ve uluslararası kuruluşlar tarafından desteklenmektedir. Bu perspektifte, sosyoekonomik kalkınmanın itici temellerinden biri olarak enerji sektörüne yönelik kamu politikalarının formülasyonunun yapı göstergelerine bağlı olduğu görülmektedir. Makale, bu düşüncelerden yola çıkarak, çoğu enerji üreten kaynağın enerji sürdürülebilirliğini ölçmek için kullanılacak enerji sürdürülebilirliği göstergelerinin akademik ve kurumsal kaynaklarını belirlemeyi amaçlamaktadır.

Küresel iklim değişikliğinin neden olduğu temel problem ve sürdürülebilir ekonominin ana girdisi olan fosil yakıt tüketimi, kurumsal yapılar içinde yönetilmesi gereken bir indikatördür ve bu yapıların toplam tüketim içindeki payı önemlidir. Özellikle iklim değişikliği ile mücadele kapsamında, yaklaşık %30'ları bulan emisyon potansiyeli dikkate alındığında kurumsal stratejilerde enerji ve çevre yönetimi, yönetsel bir süreç olarak ele alınmalıdır. İklim değişikliği ile mücadelede ilk adım 1992 yılında gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Rio konferansıdır. Bu konferansta "Mal ve üretim piyasalarının işleyişini iyileştirmek ve bu sektörünün sürdürülebilir kalkınmaya katkısını optimize etmek amacıyla çevresel kaygılar dikkate alınarak ulusal ve uluslararası düzeyde sağlam, uyumlu ve tutarlı üretim politikaları gerçekleştirmek" tanımlanan hedef uluslararası farkındalığın gelişiminde bir başlangıç olarak kabul edilir[1]. Gerçekte uluslararası mücadele süreci 1997 yılında imzalana Kyoto protokolü ile devam etti ve günümüzde Paris antlaşmasıyla devam etmektedir [5.6]. Tüm bu süreçler toplumsal yapılarda bir mücadele sürecini ve sorumluluğunu tanımlamaktadır. Özellikle kamu otoritesinin tüketim

payı ve sorumlulukları dikkate alındığında, kurumsal stratejileri için enerji etkin çözümlerin geliştirilmesi yönünde etkin bir rolü olduğu gerçektir.

Günümüzde bina stokunun yaklaşık %60'ı 2000 yılı öncesi binalardan oluşmaktadır. Kamu binaları çoğunlukla bu tanımlama içinde görülecek yapılardır. Enerji etkin yönetim süreçlerinde bu binaların yapısal problemleri doğrudan tüketim potansiyellerinin önemli nedenidir. Ancak özellikle mekanik sistemlerde tasarım problemleri de bu kapsamda önemli kayıp potansiyellerinden biri olarak görülmelidir. Mevcut yapı özelliklerinde işletme yetenekleri de enerji tüketiminde dikkate alınacak diğer problem alanıdır[7,8].

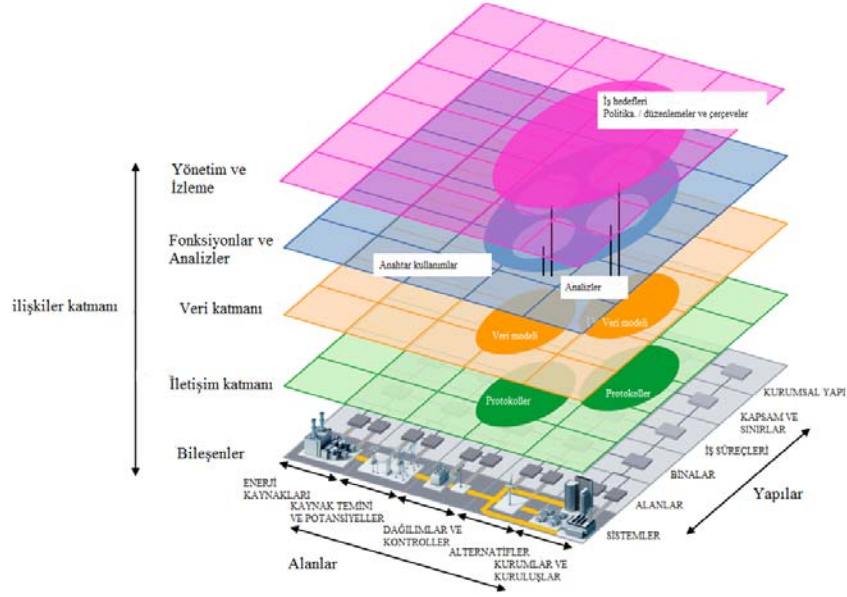
Kamu otoritesi özellikle son yıllarda enerji verimliliğini ve yönetimini geliştirecek bazı bütünsel projeleri uygulamaya sokmuştur. Bu projelerde uygulama hedefleri, binalarda mevcut tüketimlerine bağlı olarak önemli kazanımlar sağlayabileceğini göstermektedir. Ancak Enerji yönetimleri için bu yapısal dönüşümde, hedef tanımlama ve sistem tercihlerinde uygulama yapıları çok disiplinli bir tercih olduğu unutulmamalıdır. Temel hedef dönüşümler için kamu otoritesinin yapı örneğine ve içinde bulunduğu iklim bölgesine göre etkin bir model çalışması temel ihtiyaçtır. Bu çalışmada referans alınan okul örneği, kamu bina stoku yönüyle önemli bir potansiyeli göstermektedir. Kamu yapısında dinamik bir bina örneği olarak, enerji yönetim araçlarının etkin kullanımı için bir rol model olabileceği değerlendirilmiştir. Bu kapsamda Bursa'da bir okul modeli talep yönetimi temel alınarak modellenmiş ve mevcut duruma göre kazanımlar irdelenmiştir. Bu yönüyle geliştirilen bu proje öncelikle yerelde okulun enerjisi yönetebilme etkinliğini göstermiştir. Çalışmada enerji yönetimi ve geliştirilen modelin anlatılması, bu proje kapsamında geliştirilen enerji yönetim sistem mimarisi ile birlikte buna bağlı kurumsal modele ilişkin sonuçların değerlendirilmesini kapsamaktadır. ↵

2. KURUMSAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE YAPILARDA TALEP YÖNETİMİ

Kurumsal yapılar, çoğunlukla farklı hizmet yapısına sahip bütünleşik yapı özelliklerine sahiptir. Çoğunluğu hizmet amaçlı yapılar olarak, bütünleşik iş süreçlerinde farklı mimari özelliklerden oluşurlar. Bazı koşullarda bir yerleşke özellikli, bina gruplarından oluşan bu yapılar, enerji sistem ve ihtiyaçlarını ısı merkezlerine bağlı olarak yönetirler. Gerçekte yüksek enerji tüketim özelliğine sahip bu yapılarda enerji kullanımı, farklı birim yönetimlerinin farklı iş süreçleriyle yönetilir[9]. Çoğunluğu devlet yönetiminde olan bu yapılar için yönetilebilir bir sistem yapı eksikliği, verimlilik ve sürdürülebilirlik yönüyle önemli bir problemdir.

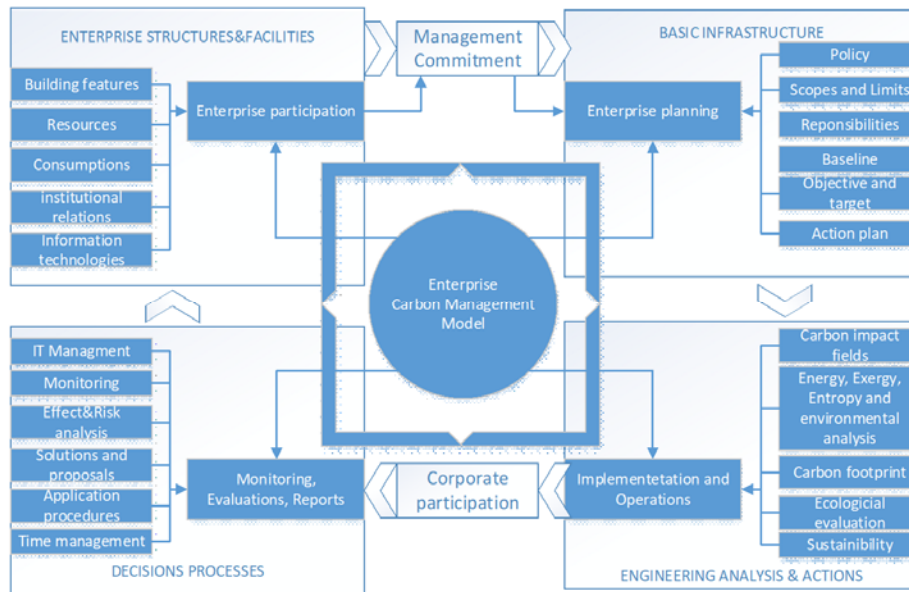
Bina teknolojilerindeki değişimler, enerji tüketim ve davranışlarında önemli kazanımlar sağlamış olsa da, kurumsal yapılarda değişimin kolay yönetilememesi, bu tür yapılar için verimli ve sürdürülebilir dönüşümün oluşmasında önemli bir problemdir. Bu amaçla kurumsal binalar için bir çerçevenin geliştirilmesi önemlidir. Temel sorun, kurumsal yapılar için bu dönüşümde nasıl bir stratejinin önceliklendirilmesi önemlidir.

Özellikle kurumsal yapılarda ortak yaşam alanlarında konfor talebi yapı teknolojilerinde önemli değişimi de sağlamıştır. Bu tür yapılarda faaliyetlerin çeşitlenmesi, farklı türlerdeki enerji taleplerinin artması, bir konsept ihtiyacını ortaya çıkartmıştır[10]. Kurumsal yapılarda enerji talebinin anahtar noktası, ihtiyaçların şekillendirilmesine katkı sağlayacak konsept yapının ve ilişkilerin tanımlanmasıdır. Özellikle bir yönetim organizasyonuna sahip yapılar için değerlendirme ölçütleri yapılar, alanlar ve ilişkiler olmak üzere üç yönlü değerlendirilmelidir. Bu daha önce geliştirilmiş bir konsept mimarisiyle tanımlanmıştır.



Şekil 1 Kurumsal yapılar için enerji yönetim mimarisini[3]

Kurumsal sürdürülebilirlik kısaca, işletmelerde risk yönetimlerinin geliştirdiği önemli bir stratejik eylem olarak gelişmiştir. Sürdürülebilirlik kavramsal olarak, ekonomik, çevresel ve sosyal ölçütler ile ilişkili bağlamsal bir entegrasyonu tanımlar. Bu kapsamda kurumsal sürdürülebilirlik, kavramsal olarak ekonomik, sosyal ve ekonomik, sosyal ve kurumsal sürdürülebilirliği hedefleyen, çok kriterli bir stratejik yaklaşım olarak ifade edilir. Kurumsal sürdürülebilirliğin, temeli ekonomik refah ve fırsat; sosyal eşitlik ve yaşam kalitesi; ekolojik kaynakların korunması olarak bilinen üçlü model ile ifade edilir. Ancak kurumsal stratejilerde bu yaklaşım çevresel sürdürülebilirliğin önceliklendirilmesi ile değişmiştir. Böylelikle, kurumsal yapıların, ekolojik ve sosyal açıdan destekleyici, tüm işlevlerde, rekabeti destekleyecek yeşil dönüşüm stratejilerinin kalıcı etki yaratması ve risk faktörlerinin giderilmesini temel alır[3]. Bu yönüyle yeni ve gelişen yapı olarak, çevresel sürdürülebilirliği destekleyen kurumsal yönetim paradigması, enerji yönetiminde bir karbon yönetim yaklaşımını destekleyen sürdürülebilir model üretimini tanımlar. Bu kapsamda kurumsal yapılar için karbon yönetimini temel alan çerçeve model örneği Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2 Kurumsal yapılar için karbon yönetim modeli[11]

Kurumsal yapılar, bütünleşik yapı özelliğine sahip ve çoğunluğu kamu bünyesinde olan çok amaçlı kullanım özellikleriyle farklı enerji kaynağı kullanan yapılardır. Kurumsal bütünlük içinde farklı lokasyonlarda olan bu yapı grupları, bina alt yapılarında da çok farklılığa sahiptir. Farklı iklim bölgelerinde benzer yapı mimarisi ile ele alınan bu yapılar, kamu veya kurum otoritesine bağlı bir yönetim modeliyle işletilmekte ve kurumsal alt yapılarda kamu veya kurum bütçe yönetiminde yer alır. Hizmet veya işlev yapısı ile farklılıklara sahip olsa da, bina modelleri nedeniyle, alt yapı uyumsuzlukları en problem alan olarak gözükmektedir. Bina imalat yapıları benzer olmasına karşın, buldukları iklim mimarisiyle problem yaşayan bu yapılarda, enerji sistem yapıları, verimsiz işletme koşullarına sahip olabilir. Kurumsal yapı gereği, enerji tüketimi veya yönetimi lokal yapıda ele alındığı gibi, bir enerji yönetim sistemi de bulunmamaktadır.

Bu tür binalarda genellikle enerji kullanımı elektrik ve ısı olmak üzere iki kaynakla ifade edilir. Bu sistem yapılarında tip proje özelliğine bağlı olarak benzer uygulamaların yapıldığı görülmektedir. Bu kapsamda sistemlerde, işletme alt yapılarında da önemli problemler olduğu söylenebilir. Özellikle yanlış kapasite tercihleri, işletme zorlukları, bina mimarisindeki aşırı kayıplar, enerji kontrol teknolojilerinin olmaması ve mekanik sistem problemleri verimsiz sistem yapısının temelleri olarak görülebilir. Enerji yönetiminde temel süreç ihtiyacın tanımlanmasıdır. Talep yönetimi olarak ifade edilen bu süreç, kurumsal yönetim kültüründe dikkat edilmeyen bir kavramdır. Oysa enerji yönetim sistemleri için, talep yönetimi doğrudan enerji verimliliğinde anahtar role sahiptir ve sistem tercihlerini de tanımlar. Enerji yönetimlerinde talep yönetimi, disiplinli bir süreçtir ve temelde, ısı talep yönetimi süreç metodolojisi ile ilişkilidir (Şekil 3).



Şekil 3 Isı talep yönetimi süreç metodolojisi

Bu çalışmada öncelikle referans alınan kurumsal bir yapı için talep yönetimine bağlı çevresel sürdürülebilirliğin izlenebileceği göstergeler geliştirilmiştir. Bu amaçla mevcut bir yerleşke incelenerek, metodolojiye bağlı saha çalışması yapılmıştır. Bu kapsamda ısı talebi yönüyle yerleşkede performans analizleri yapılmış ve göstergelerin etkileri tanımlanmıştır. Bu süreç sırasıyla, mimari yapı bileşen tercihleri, yakıt seçimi, yakıt tercihinin bağlı sistem performansları, akışkan tercihleri üzerinden kurumsal yapının çevresel performans değerlendirilmesi incelenmiştir.

3. ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK GÖSTERGELERİ

Enerji sistemlerinde oluşan verimsizliğin temel ölçütü sistemlerin neden olduğu kayıplardır. Bunlar özellikle çevrenin düzensizliği için de temel kaynaktır. Termodinamik anlamda bu düzensizliğin ölçütü entropi üretimidir. Entropi en genel haliyle bir sistemdeki doğrudan nicel bir düzensizlik ölçüsüdür. Bu nedenle çevresel sürdürülebilirlikte entropinin yönetimi anahtar role sahiptir. Entropinin yönetsel süreçlerini etkileyen temel faktörler ise;

- 1) Sistem yapısı ve süreçleri etkileyen faktörler; Sistem araçlarında işlevsel karmaşıklık ne kadar büyükse, entropi yönetimi zorlaşır ve entropi üretimi artar.
- 2) Sistem bileşenlerinin yapısı ve yapısal ilişkileri; Sistem yönetim ve kontrol, sistem bileşenlerinin yapısı ile doğrudan ilişkilidir. Yapısal karmaşıklık, entropinin üretimini etkiler.
- 3) Sistemin verimliliği ve yönetimi; Sistemin etkin yönetimi, entropi üretimini doğrudan azaltan bir faktördür.
- 4) Sistemin yönetim sürekliliği; kurumsal yönetim sürekliliği entropinin kontrol edilmesini sağlar

Entropi yönetimi, öncelikle çevresel yönetim stratejilerinde, çevrenin korunması adına önemli bir parametredir. Kurumsal yapılarda enerji verimliliğini geliştirecek tüm süreçler için, entropi yönetimi performans optimizasyonuna dayalı bir yaklaşım olarak görülmelidir.[12-15]. Bu çalışmada çevresel sürdürülebilirliğin tanımlanması için, iki temel ölçüt dikkate alınmıştır. Bunlar, Çevresel Performans Endeksi (EPI), ortam sıcaklığı altında entropi enerji ve çevre arasındaki fonksiyonel ilişkiye bağlı geliştirilmiştir.

$$EPI = \left(\frac{\sum S_{gen}}{\sum E_{x_{in}}} \right) * T_0 \quad (1)$$

Burada EPI sıfır ile bir arasında bir değere sahiptir. Çevresel etki yönüyle değerin sıfıra yaklaşması önemlidir ve sistem verimliliğinin etkisinin de önemini ortaya koymaktadır. Entropi üretimi ne kadar düşük olursa çevresel kirlilik ölçütü o kadar azalır. Bu doğrudan sistemin etkinliğine bağlı bir inceleme gerektirir. Termal sistemler için referans alınan Carnot verimliliği, sistem analizlerinde bir ölçüt olarak görülebilir[15]. Sistemin iyileştirme süreçleri de bu kapsamda bir ölçüttür. Buna göre bir sistem performansı için iyileştirme oranı;

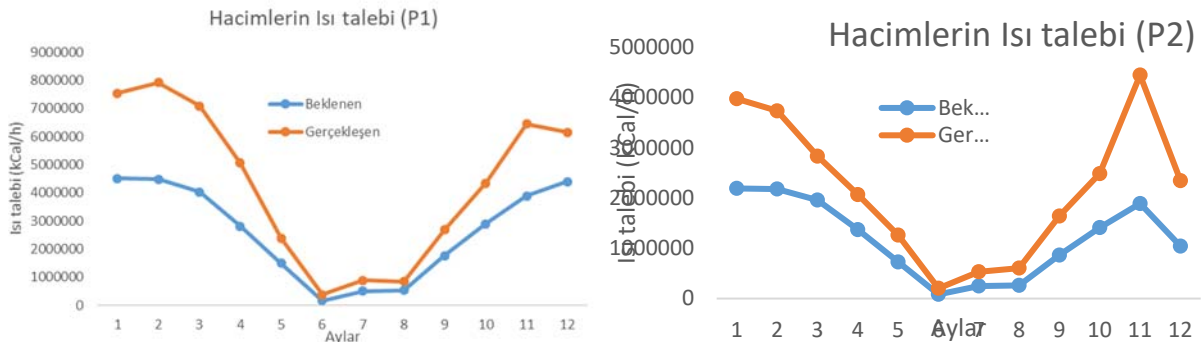
$$IP = (\eta_{carnot} - \eta_u) \cdot (\dot{E}_{x_{in}} - \dot{E}_{x_{out}}) \quad (2)$$

Enerji sistemlerinde sürdürülebilirlik, etkin verimlilik yönetimine bağlıdır. Çalışmada tanımlanan Sürdürülebilirlik endeksi sistemlerde olası iyileştirmelerin sınır koşulunu ifade eder ve doğrudan iyileştirmeye bağlı entropi, enerji ve çevre ilişkisinin bir fonksiyonudur. Bu kapsamda SI;

$$SI = \left(\frac{\sum S_{gen,c}}{\sum E_{x_{in}}} \right) * T_0 \quad (3)$$

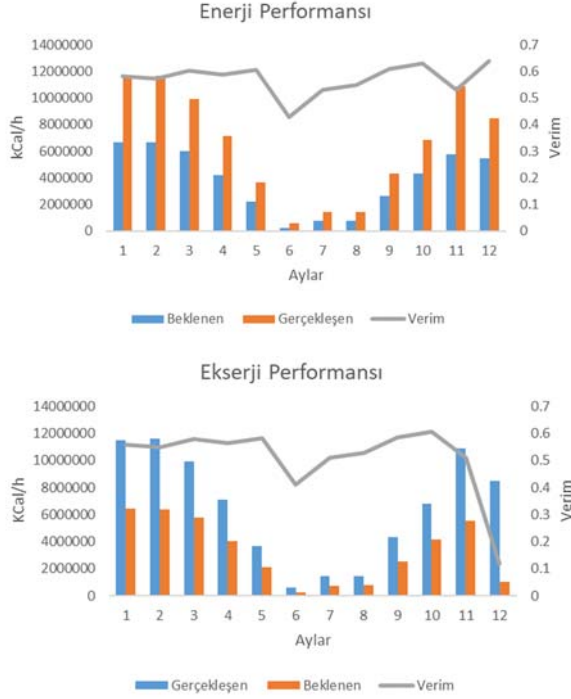
4. SONUÇLAR VE BULGULAR

Bu çalışma kurumsal yapılarda enerji kullanım davranışlarının çevresel performansı değerlendirilmiştir. Bu kapsamda referans alınan yapının öncelikle ısı enerji kullanım davranışları kümülatif değerlendirilirken, sistem verimsizliğin çevresel ölçütü geliştirilen iki indeks ile ele alınmıştır. Kurumsal yapılarda enerji yönetim alt yapıları, kurumsal bir alt yapı istemesine rağmen genellikle ihmal edilen bir süreçtir. Bu kapsamda oldukça verimli kurulmuş bir örnek üzerinden inceleme yapılmıştır. Referans alınan kurumsal yapı, yaklaşık 280.000 m² kapalı alana ve altı farklı bina tip ile iki kazan dairesinden oluşan bir bütünleşik yapıdır. Bina kullanım alanı tamamıyla hizmet binası olarak planlanmış ve binanın inşa özelliği leed sertifikası değerlendirilerek ele alınmıştır. Enerji sistem alt yapısı izlenen ve etkin kontrolü sağlanan bir yapıdır. Yerleşkenin iklim özellikleri, İstanbul olmak üzere, tüketimler aylık ortalama sıcaklık değerleri üzerinden ele alınmıştır. Bina grubunun ısı talebi bu iklim verileri üzerinden, yapının bütünsel ihtiyaçları dikkate alınarak hesaplanmıştır. Binanın iç ortam konfor sıcaklığı 22 °C alınmış ve işletme talebi binanın yönetim süreçleri üzerinden tanımlanmıştır. Öncelikle enerji talebi ve binanın yakıt tüketiminin aylara göre ve her kazan dairesinin beslediği binalar dikkate alınarak dağılımlar hesaplanmış ve sonuçlar Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4 Binaların ısı talebi ve tüketimleri

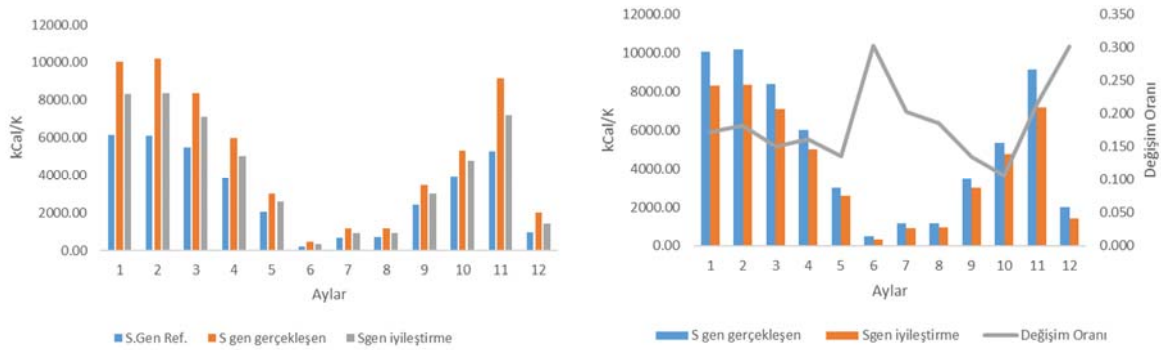
Yapılarda ısı talebi her iki kazan dairesi için, 52990 kWh yıl olarak gerçekleşmiştir. Bu yapısal dağılımlarda %68.92 tüketim birinci kazan dairesinde tüketilmektedir. Toplam tüketime göre beklenen oran ise, birinci kazanda %59.99, ikinci kazanda ise, %55.95 olarak gerçekleşmiştir. Bu tüketim dağılımında, enerji ve ekserji performans dağılımı incelenmiş ve dağılımlar ayrı ayrı çalışılmıştır (Şekil 5)



Şekil 5 Binaların enerji ve ekserji performansları

Kurumsal yapıda yakıt kaynaklı tüketimde binanın talep yüküne göre tüketim verimliliği, enerji verimliliği yönüyle, %57.23 iken, ekserji verimliliğine bağlı performans %50.88 bulunmuştur. Kurumsal yapı için çevresel performans, doğrudan üretilen entropinin bir formudur. Bu kapsamda her iki kazan sisteminde üretilen entropi ve iyileştirme potansiyeli incelenmiş dağılımlar Şekil 6'da verilmiştir.

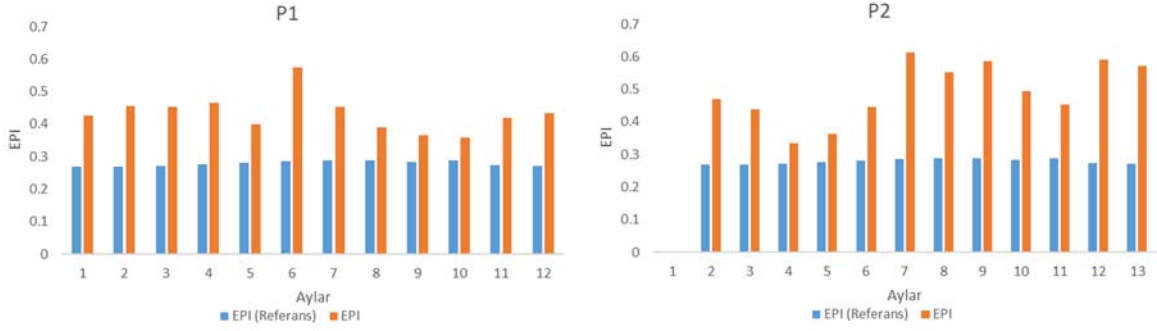
Cal/



Şekil 6 Binaların Entropi potansiyeli ve performansları

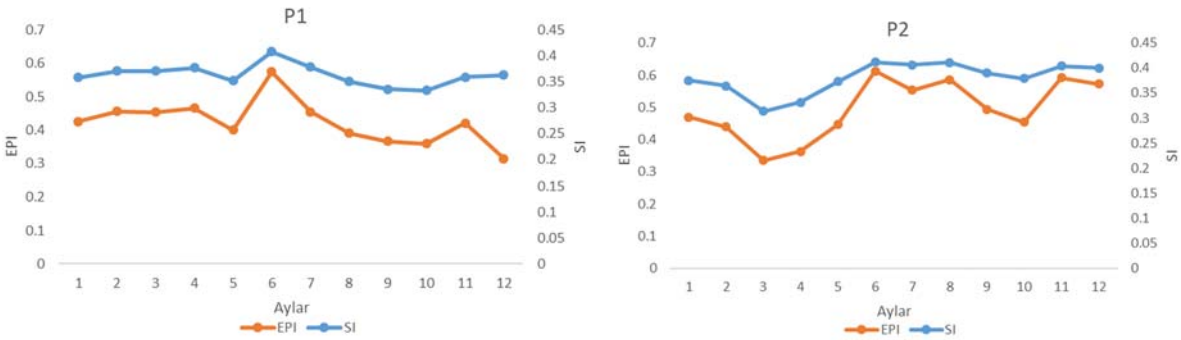
Kurumsal yapıyı bütünlük analizinde üretilen entropi potansiyeli toplam potansiyele bağlı olarak; yaklaşık %14'ü bulan ekserji yıkımının bir sonucu olarak toplamda 60416.4 kCal/K bir potansiyeli ifade etmektedir. Ayrıca iyileştirme potansiyelinin entropi üzerindeki etkisi, toplamda ortalama %18.8'lik bir potansiyeli ifade etmektedir. Enerji tüketiminde işletmenin toplam verimlilik potansiyeli olarak görülebilecek bu potansiyel, yerleşkenin dikkate alınması gereken bir potansiyeli ifade etmektedir. Bu kullanım davranışına göre işletmenin çevresel kriterleri değerlendirilmiş ve her bir kriter ayrı ayrı ele

alınmıştır. Şekil 7 yerleşkenin çevresel performans göstergeleri için aylık değerlendirmelerini vermektedir.



Şekil 7 Kurumsal yapının çevresel performans göstergeleri

Her iki kazan sistemi için EPI'leri ayrı ayrı ele alınmıştır. Bu performans dağılımına göre P1 için performans 0.42 olarak bulunmuştur. Ancak referans ölçüt 0.028 olarak hesaplanmıştır. Bu potansiyelde toplam ekserji yıkımı %41.07 olarak hesaplanmıştır. Bu potansiyel içinde iyileştirme potansiyel etkisi %5.87 olarak hesaplanmıştır. Bu performans toplamda sürdürülebilirlik indeksi yönüyle önemlidir. Her iki kazan sistemi için sürdürülebilirlik indeksi (SI) ve dağılımlar Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8 Kurumsal yapının sürdürülebilirlik göstergesi

Kurumsal yapının işletme özelliklerine göre iyileştirme potansiyeli, P1 için %5.87'lik bir potansiyel oluşurken, P2 için bu değer, %9.41'lik bir potansiyeli işaret etmektedir. Bu kapsamda sürdürülebilirlik indeksi P1 için 0.36 iken, P2 için bu değer 0.38 olarak bulunmuştur. Kurumsal hedef olarak P1 için %14.33'lük bir tasarrufu, P2 için bu hedef %20.31'lik bir hedefi göstermektedir. İşletmenin enerji yönetim stratejilerinde bu ulaşılabilir bir hedef olarak görülmektedir. Nitekim kümülatif toplamda yaklaşık %38'lik iyileştirme fırsatları bulunmuştur.

SONUÇ

Bu çalışma kurumsal yapıların stratejilerinde enerjinin yönetimi ve çevresel sürdürülebilirliği geliştirmelerini temel alan iki etki göstergesine bağlı bir değerlendirmeyi içermektedir. Enerji yönetimlerinin temel hedefleri kurumsal stratejilerde enerji verimliliğini sürekli iyileştirme sağlarken, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliği de geliştirmelidir. Bu kapsamda referans alınan işletmenin enerji verimlilik potansiyeli hesaplanmış ve bu verimsizliğin etki koşuluna bağlı çevresel etki göstergeleri tanımlanmıştır. Bu kapsamda işletmenin Enerji ve ekserji verimliliği sırasıyla %57.23 ve

%55.02 bulunmuştur. Bu performansta çevresel sürdürülebilirliğe bağlı iyileştirme potansiyeli sırasıyla P1 için %14.33, P2 için bu %20.31 olarak bulunmuştur. Bu değer doğrudan kurum için hedef verimlilik değerleri olarak görülebilir,

KAYNAKLAR

- [1] Cao, X.; Dai, X.; Liu, J. Building energy-consumption status worldwide and the state-of-the-art Technologies for zero-energy buildings during the past decade. *Energy Build.* 2016, 128, 198–213.
- [2] Urban Persson, Sven Werner, Quantifying the Heating and Cooling Demand in Europe, Intelligent Energy Europe Programme, Project No: IEE/13/650, Halmstad University, Sweden 2015.
- [3] M.Ziya Söğüt, Levent Yazıcı, Kurumsal Yönetimlerde Bütünleşik Sürdürülebilir Enerji Yönetim Mimarisi: Örnek Çalışma, 13. Ulusal Tesisat Kongresi, İzmir, 19-22 Nisan 2017
- [4] Leila Damirchi Loo, Mohammadjavad Mahdavejad, Analysis of Design Indicators of Sustainable Buildings with an Emphasis on Efficiency of Energy Consumption (Energy Efficiency), *Civil Engineering Journal*, Vol. 4, No. 4, April, 2018
- [5] Alam Shawkat, Sustainable development and free trade institutional approaches, Routledge Taylor&Francis Group, London, 2008, ISBN0-203-93606-X e book, Sayfa 38
- [6] H.Soner Aplan, M. Z. Söğüt, Game Theory Approach In Decisional Process Of Energy Management For Industrial Sector, *Energy Conversion and Management (ISI)* ,74 (2013) 70–80
- [7] VYAS S., AHMED S., PARASHAR A., 2014, “BEE (Bureau of energy efficiency) and Green Buildings”, *International Journal of Research*, 1, 23 -32
- [8] European Commission, EU Buildings Datamapper, Share of non-residential in total building floor area. <https://ec.europa.eu/energy/en/eu-buildings-datamapper> (accessed 11.11.17).
- [9] Nemli E (2004). The Status of Corporate Sustainability in Turkish Companies, from: <http://opim.wharton.upenn.edu/gc/philadelphia/abstract/Nemli.pdf>
- [10] Cenelec, CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group Smart Grid Reference Smart Grid Coordination Group Document for the M/490 Mandate Smart Grids Reference Architecture, November 2012
- [11] Sogut Z, Enver Y., Hikmet K., Sustainable Carbon Management in Corporate governance: A Case Study, *Energy Procedia* Volume 158, February 2019, Pages 3302-3307
- [12] Thakkar V. (2015) Entropy Management Along With Energy Management for Sustainability, *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Volume 6, Issue 6, June-2015, ISSN 2229-5518
- [13] Jing D.(2012) The Study on Business Growth Process Management Entropy Model, *Physics Procedia* 24 (2012) 2105 – 2110
- [14] Markina I.and Dyachkov D.(2014) Entropy Model Management of Organization, *World Applied Sciences Journal* 30 (Management, Economics, Technology & Tourism): 159-164, 2014 , ISSN 1818-4952, DOI: 10.5829/idosi.wasj.2014.30.mett.66
- [15] M.Ziya Sogut, Investigation of Entropy Optimization Related to Thrust Control for Jet Engine in Atmospheric Elevation, *International Symposium on Sustainable Aviation (ISSA) 2020-Universiti Putra Malaysia, Malaysia*

ÖZGEÇMİŞ

M. Ziya SÖĞÜT

1988 yılında Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Makine Ana Bilim dalında lisans, 2005 yılında Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünden Makine Mühendisliği yüksek lisans programını, 2009 yılında aynı enstitünün Makine Mühendisliği doktora programını tamamlayıp doktor unvanını almış, 2013 yılında Makine Mühendisliği Enerji Teknolojileri dalında doçentlik unvanını almıştır. 2020 yılında Profesör olarak atanan M.Ziya Söğüt Halen Piri Reis Üniversitesi Denizcilik Fakültesinde tam zamanlı



öğretim üyesi olarak Lisans, Yüksek Lisans ve Doktora dersleri vermektedir. Ayrıca Sertifikalı Bina enerji yöneticisi, UNIDO Uluslararası Sanayide Enerji Verimliliği Uzmanı, Ulusal ve uluslararası bilimsel dergilerde hakemlik görevlerine devam etmektedir. Enerji, Ekserji, Eksergoekonomik analizler ve optimizasyon, Isı geri kazanımı, Yenilenebilir Enerjiler ve uygulamaları, Enerji yönetimi, Soğutma teknolojileri ve uygulamaları, çevre teknolojileri ve analizleri konularında proje ve çalışmaları vardır.