



## KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİNE AİT BİNALAR İÇİN ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ ARTIRMAYA YÖNELİK ÖRNEK BİR ÇALIŞMA

<sup>1</sup>Gülin GENÇOĞLU KORKMAZ , <sup>2</sup>Ahmet SAMANCI 

<sup>1</sup>Konya Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, KONYA,  
TÜRKİYE

<sup>2</sup>Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Konya,  
TÜRKİYE

<sup>1</sup>[ggkorkmaz@ktun.edu.tr](mailto:ggkorkmaz@ktun.edu.tr), <sup>2</sup>[asamanci@erbakan.edu.tr](mailto:asamanci@erbakan.edu.tr)

(Geliş/Received: 18.03.2022; Kabul/Accepted in Revised Form: 22.04.2022)

**ÖZ:** Dünyada ve ülkemizde artan enerji maliyetleri, fosil yakıtların tükeniyor olması, yenilenebilir enerji kaynaklarında da henüz istenen kurulu güç potansiyeline erişilememiş olması, enerjide dışa bağımlılık ve çevresel endişeler binalarda enerjinin verimli kullanımını zorunlu kılmıştır. Özellikle kamu kurum ve kuruluşlarından başlanmak üzere tüm yapılarda enerji tasarrufu yoluna gidilmesi, enerjinin verimli kullanılması ve hatta var olan enerjinin daha sonra kullanılmak üzere depolanması ülkemizin enerji verimliliği ve yönetimi konusunda üst sıralara ilerlemesine yardımcı olacaktır. Üniversitelerde enerjinin verimli kullanılması ile hem enerji maliyetlerinin üniversite bütçesi üzerindeki yükü hafifletilebilecek, hem de sürdürülebilir üniversite kriterleri için önemli bir adım atılabilecektir. Bu amaçla, bu çalışmada Konya Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi binasının (KTUN) enerji açısından mevcut durumu ortaya çıkarılmış ve enerji verimlilik potansiyeli incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, üniversitenin 2020-2021 yılı enerji tüketim değerinin sırasıyla 482 ve 502 Ton Eşdeğer Petrol (TEP) olduğu bununla birlikte yıllık CO<sub>2</sub> salınımının 2020 yılında 135 toneşd.CO<sub>2</sub> ve 2021 yılında 141 toneşd.CO<sub>2</sub> olduğu belirlenmiştir. Bir başka deyişle bu rakamlar sırasıyla 1164 ton ve 1215 ton karbon ayak izine karşılık gelmektedir. Yapılan çalışmadan yola çıkılarak başta kamu kurum ve kuruluşlarında olmak üzere tüm yapılarda enerji mevzuatlarına göre enerji tasarrufu, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili çalışmalara bir an önce başlanması ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji verimliliği, Fosil yakıtlar, Karbon ayak izi, Yenilenebilir enerji

### A Case Study on Increasing Energy Efficiency for Buildings of the Faculty of Engineering and Natural Sciences of Konya Technical University

**ABSTRACT:** Increasing energy costs in the world and in our country, the depletion of fossil fuels, the fact that the desired installed power potential in renewable energy sources has not yet been reached, dependence on foreign energy and environmental concerns have made it necessary to use energy efficiently in buildings. Especially starting from public institutions and organizations, going to the way of energy saving in all structures, efficient usage of energy and even storing the existing energy for later use will help our country to move to the top in energy efficiency and management. With the efficient usage of energy in universities, the burden of energy costs on the university budget will be alleviated, and an important step will be taken for sustainable university criteria. For this purpose, in this study, the current state of the Konya Technical University Faculty of Engineering and Natural Sciences (KTUN) building was revealed in terms of energy and its energy efficiency potential was examined. According to the results, it has been determined that the energy consumption value of the university for the year 2020-2021 is 482 and 502 Tons Equivalent Petroleum (TEP), respectively, and the annual CO<sub>2</sub> emissions are 135 toneq.CO<sub>2</sub>

in 2020 and 141 toneq.CO<sub>2</sub> in 2021. In other words, these figures correspond to a carbon footprint of 1164 tons and 1215 tons, respectively. Based on the work done, studies on energy saving, energy efficiency and renewable energy sources should be started as soon as possible and necessary precautions should be taken according to energy regulations in all structures, especially in public institutions and organizations.

**Keywords:** Carbon footprint, Energy efficiency, Fossil fuels, Renewable energy

## GİRİŞ (INTRODUCTION)

Ülkelerin gelişmişliklerinde kalkınmalarını gösteren ve itici gücü oluşturan unsurların başında enerji gelmektedir. Enerji, ısınma ihtiyacının karşılanmasının dışında temel üretim faktörlerinden biridir. Bu nedenle, ülkeler ihtiyaç duydukları enerjiyi güvenli, sürekli, kalıcı, ucuz, kaliteli, temiz ve doğa dostu olarak sağlamak; enerji kaynaklarını enerji arz güvenliği içinde çeşitlendirmek zorundadırlar. Bu kapsamda, sadece enerjinin sağlanması ve üretilmesi değil, aynı zamanda çevreye duyarlı şekilde temiz enerji kullanımının da sağlanmasına yönelik planlamaların yapılması ve bununla birlikte uygun enerji depolama yöntemleri ile enerjinin gerektiği zaman yeniden kullanılması amacıyla saklanması-depolanması gerekmektedir (Flavin ve Lenssen, 1994). Enerji verimliliği konusu bölgesel, ulusal ve küresel anlamda büyük öneme sahiptir. Ülkemizde, son yıllarda artan nüfus, sanayi ve gelişen teknoloji ile birlikte yükselen enerji ihtiyacımız, fosil yakıtların tükeniyor olması, mevcut enerji kaynaklarımızın sınırlı oluşu ve enerjide büyük oranda dışa bağımlı olmamız ülkemizde enerjinin verimli kullanılmasına bununla birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına ilişkin çalışmaları zorunlu hale getirmiştir. Enerjinin doğru ve verimli kullanılması ile sağlanacak enerji tasarrufu bununla birlikte enerjinin ihtiyaç olması durumunda kullanılması amacıyla fazla olduğu dönemde uygun enerji depolama teknikleri ile depolanması aslında enerjinin daha ucuza mal edilme yöntemidir ve ülke ekonomisi üzerindeki enerjiden kaynaklanan maliyetlerin düşürülmesinin yanı sıra sera gazlarının neden olduğu iklim değişikliklerinin azaltılmasına ve enerji arz güvenilirliğinin artırılmasına katkıda bulunacaktır (Aydın, 2016). Hastane, alışveriş merkezi, sanayi kuruluşları, kamu kurumları, eğitim veren binalarda tüketilen enerjinin dünyada olduğu gibi ülkemizde de toplam enerji tüketimindeki payı oldukça yüksektir (Yılmaz, 2006). Dolayısıyla yapılardaki enerji tüketiminin azaltılması, yapıların dış cephelerindeki yalıtımın standartlarla belirlenmiş iklim şartlarına göre tasarlanması ve ısı kayıp kaçaklarının en aza indirilmesi ile ısıtma için harcanan enerjinin azaltılması, kullanılan yakıtın kaliteli olması, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelerek binalarda ısınma ve sıcak su ihtiyacı için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması, gün ışığından faydalanmanın en uygun düzeye taşınması önem arz etmektedir. Bununla birlikte, binalarda verimli aydınlatma ve elektrikli cihazların kullanılması ve doğal havalandırmanın bina tasarımında kurgulanması gibi uygulamalar günümüzde yapılarda enerjinin verimliliği ve tasarrufu konularında ele alınan önemli uygulamalardır (Çakmanus ve diğ., 2010).

Bu araştırmada Konya Teknik Üniversitesi (KTUN) Alaeddin Keykubat Kampüsü'nde yer alan Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi binası enerji tüketimi ve verimliliği konusu incelenmiştir. Bu fakülte Selçuk Üniversitesi'nden (S.Ü.) 2018 yılında ayrılmış ancak hala aynı kampüs içerisinde yer aldığından ayrı elektrik ve su sayaçları bulunmasına karşın doğalgazı S.Ü'den karşılamakta, S.Ü'nin firmalara ödediği ücret üzerinden kullanım bedeli kadar, toplam doğalgaz fatura tutarı 12 aya bölünerek yıl boyunca S.Ü'ne ödeme yapmaktadır. S.Ü'ne ait ana ısı merkezinden ısınma işlemi sağlandığından ayrı bir doğal gaz saati bulunmamaktadır ve merkezi olarak ısınma işlemi gerçekleştirilmektedir.

## MATERYAL VE YÖNTEM (MATERIAL AND METHOD)

52400 m<sup>2</sup> kapalı alana sahip olan bu fakülte de yaklaşık 400 akademik ve idari personel görev yapmaktadır. 5600 lisans, 1955 lisansüstü öğrencisi bulunmaktadır, ancak her lisansüstü öğrencinin düzenli olarak gelmediği, laboratuvar analiz tekniklerini kullanmadığı, elektrik, doğalgaz ve su tüketiminde bulunmadığı düşünüldüğünden bu çalışmada yapılan hesaplamalarda ortalama öğrenci

sayısı 7000 olarak alınmıştır. Öğrenci sayısı her geçen gün artan üniversitede enerji ihtiyacı da giderek artmaktadır. İhtiyaç duyulan enerjiyi elektrik, su ve doğalgaz kullanarak karşılayan fakültede ısı ve elektriksel enerji tüketen pek çok sistem mevcuttur. Başta kazan olmak üzere basınçlı hava sistemleri, elektrik motorları, ısıtma ve soğutma sistemleri, aydınlatma sistemleri hem öğrencilerin hem de akademisyenlerin laboratuvarlarda kullandıkları analitik cihazlar ve çeşitli ekipmanlar, gibi yoğun enerji tüketen pek çok sayıda sistem bulunmaktadır. Fakültenin son 2 yıla ait elektrik, doğalgaz ve su tüketim faturaları incelenmiş buna göre yıllık ortalama 492 TEP enerji tüketimi gerçekleştiği görülmektedir. Çalışmada, incelenen yıllar için yıllık enerji tüketim analizi, enerji türleri ve toplam etkisi ile CO<sub>2</sub> salınım miktarı dikkate alınarak incelenmiştir. Ayrıca, aylık bazda yapılan çalışmalarda ay ay fakültenin tüketim değerleri incelenerek uzaktan eğitim dönemi (2020-2021) ve yüz yüze eğitim (2021-2022) dönemlerindeki değişkenlikler incelenmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan enerji tüketim bilgileri kurum Yapı İşleri Daire Başkanlığı kaynaklarından alınmıştır. Yerleşke binalarının ve enerji tüketim noktalarının tasarruf potansiyellerinin incelenmesi için çeşitli ölçüm cihazları kullanılmış (dijital termometre ve termal kamera) ve tüm ölçümler 25.12.2021-31.12.2021 tarihleri arasında düzenli olarak alınmıştır. Düzenli alınan tüketim verileri sayesinde fakültenin enerji tüketim karakteristiği hakkında belirli periyotlarda analizler yapılmıştır. Verimlilik artırıcı projeler ve fırsatlar listesi için hesaplama ve değerlendirmeler yapılırken Çizelge 1 ve 2 de verilen referans değerler kullanılmıştır.

**Çizelge 1.** Referans Değerler Tablosu (30.12.2021 tarihli, Dolar kuru:13 TL)

*Table 1. Table of Reference Values (dated 30.12.2021, USD exchange rate: 13 TL)*

Enerji Birim Fiyat	2020	2021
Elektrik (\$ / kWh)	0,69 \$	0,92 \$
Doğalgaz(\$/m <sup>3</sup> )	1,69\$	2,15 \$
Su (\$ / m <sup>3</sup> )	0,53 \$	0,60 \$

**Çizelge 2.** Çevrim Tablosu

*Table 2. Conversion Table*

Çevrim Birimleri ( kWh, m <sup>3</sup> , TEP, kcal )	
1 kWh Elektrik	8,6x10 <sup>-5</sup> TEP
1 Ton Doğalgaz	82,5x10 <sup>-5</sup> TEP
1 TEP	10 <sup>7</sup> kcal
1 m <sup>3</sup> su*	6 kWh
1000 lt mazot	0. 84 TEP
1 lt mazot	10 L (ortalama 2021)

\*Suyun yerden çıkarılması, iletilmesi, arıtılması vb. yoğun enerji gerektiren işlemler içerdiğinden, 1m<sup>3</sup> suyun temini yaklaşık 6 kWh enerji tüketimine eşdeğer kabul edilmiştir.

## BULGULAR (RESULTS)

### Yıllık Enerji Tüketim (Annual Energy Consumption)

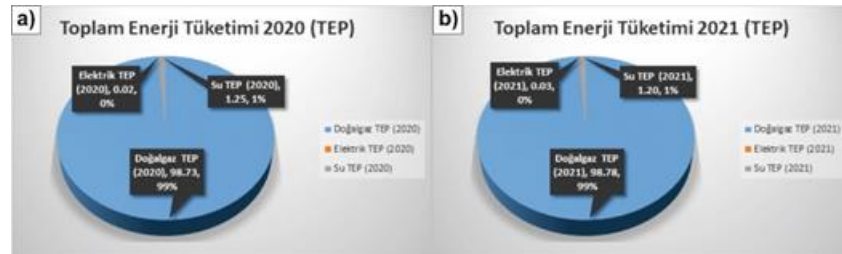
KTUN Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi birbirine bağlı 7 bloktan oluşmaktadır. Bu bloklarda enerji kaynağı olarak elektrik ve doğalgaz kullanılmakta ve yerleşke içinde herhangi bir enerji üretim tesisi bulunmamaktadır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, yerleşke binalarında kullanılan enerji 2020-2021 yılları arasında online-yüzyüze eğitim şekilleri de göz önünde bulundurularak giderek artmıştır. Fakülteye ait 2020-2021 yılları arası toplam enerji tüketimleri (elektrik, su, doğalgaz) Çizelge 3 ve Şekil 1, 2 ve 3 de verilmektedir. Buna göre yıllık toplam enerji tüketimi sırasıyla 482 ve 502 TEP iken, 1000 Kişi Başına Düşen TEP Miktarı sırasıyla 65 ve 68 TEP dir.

**Çizelge 3.** Konya Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi için son 2 yıla ait yıllık ısıtma ve soğutma derece-gün sayıları ile Toplam Yıllık Enerji Tüketimi değerleri

*Table 3. Annual heating and cooling degree-days and Total Annual Energy Consumption values for the last 2 years for Konya Technical University Faculty of Engineering and Natural Sciences*

Yıl	Yıllık Isıtma Derece Gün Sayısı (HDD)	Yıllık Soğutma Derece Gün Sayısı (CDD)	Toplam Yıllık Enerji Tüketimi (TEP)	1000 Kişi Başına Düşen TEP Miktarı	1000 m <sup>2</sup> Başına Düşen TEP Miktarı
2020	2444	243	482	65	9.2
2021	1989	178	502	68	9.6

Fakülteye ait 2020-2021 yılları elektrik, su ve doğalgaz tüketimleri incelenerek oluşturulan diyagramlarda (Şekil 1) her iki yılda da enerji tüketimindeki en büyük pay doğalgaza, en küçük pay ise elektriğe aittir. Ancak 2021 yılında enerji tüketiminde artışın gözlemlendiği görülmektedir. Bununla birlikte 2020 yılına göre 2021 yılında doğalgaz tüketiminin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum 2021 yılında online yerine yüzyüze eğitime geçilmiş olması ile açıklanabilmektedir.

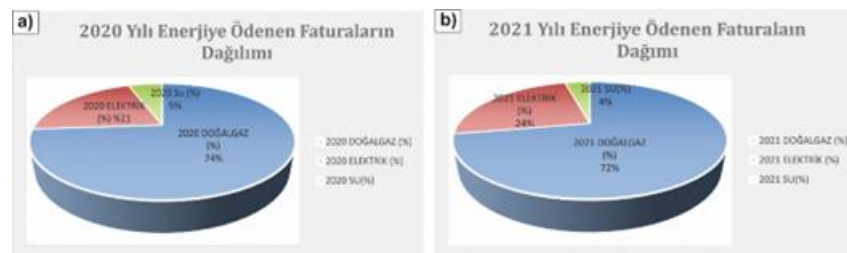


**Şekil 1.** TEP cinsinden (a) 2020 yılında (b) 2021 yılında doğalgaz, elektrik ve su tüketimlerinin görüldüğü diyagramlar

*Figure 1. Diagrams showing natural gas, electricity and water consumption in TOE (a) in 2020 (b) in 2021*

**Aylık Enerji Tüketim (Monthly Energy Consumption)**

Fakülteye ait 2020-2021 yılları enerji tüketim değerlerine göre her ay tüketimin farklı değerler aldığı görülmektedir. 2020 yılına göre 2021 yılında aylara göre doğalgaz, elektrik ve su tüketimlerinde TEP olarak artış gözlemlendiği görülmektedir. Doğalgaz tüketiminin her ay ve her yıl elektrik ve su tüketimine göre daha fazla olduğu görülmektedir (Şekil 4).



**Şekil 2.** 2020-2021 yıllarında KTUN Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi'ne ait tüketilen enerjinin maliyet dağılımı

*Figure 2. Cost distribution of energy consumed by KTUN Faculty of Engineering and Natural Sciences in 2020-2021*



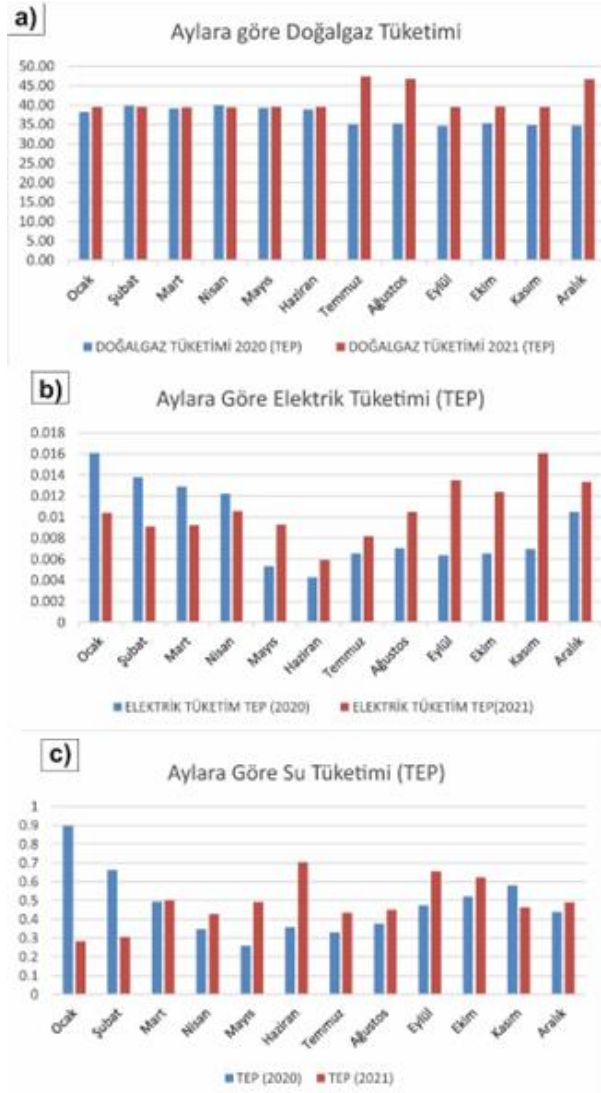
**Şekil 3.** Yıllara göre TEP cinsinden (a) Doğalgaz tüketimi, (b) elektrik tüketimi, (c) su tüketimi histogram diyagramları

*Figure 3.* Histogram diagrams of (a) natural gas consumption, (b) electricity consumption, (c) water consumption in TEP by years

Bu da enerji tüketiminin çok büyük çoğunluğunun doğalgaz tüketimi ile ısınmaya harcadığını göstermektedir. Özellikle öğrencilerin olmadığı yaz aylarında elektrik ve su tüketiminde her iki yılda da azalma görülmektedir. Doğalgaz faturalarının aylara bölünerek ödenmesi, toplam tüketimi aylara bölerek dağıtılması aylık tüketim grafiklerine olumsuz yansımakta, yaz-kış aynı miktarda enerji tüketildiği gibi bir algı yaratmaktadır. Ancak enerji tüketimlerinin yıllık TEP grafikleri (Şekil 1 ve 2) ve fatura-maliyet dağılım grafikleri (Şekil 3) incelendiğinde doğalgaz tüketiminin payının diğerlerine göre daha yüksek oranda olması en büyük sorunun ısınmada yaşandığını gözler önüne sermektedir. En az elektrik enerjisi tüketiminin hem 2020 hem de 2021 yılında Haziran ayında olduğu tespit edilmiştir. Ancak elektrik enerjisi ve doğalgaz tüketiminin en yüksek olduğu ayların genel olarak ocak, kasım ve aralık ayları olduğu görülmektedir. Bununla birlikte Ocak ayının su tüketiminde 2020’de en yüksek 2021’de ise en düşük olduğu, Mayıs ayının ise 2020’de su tüketiminin en az olduğu ay olduğu gözlenmiştir (Şekil 4c). Türkiye’de pandemiyin yayılmaya başladığı 11 Mart 2020 tarihinden itibaren online eğitim ve hibrit çalışma koşullarına geçilmesi ile elektrik ve su faturalarında aylara göre azalma yaşandığı görülmektedir. Aynı azalmanın aylara göre doğalgaz tüketim grafiğinde görülmemesinin nedeni yine yıllık toplam fatura bedellerinin 12 aya bölünerek taksitli ödenmesi ile açıklanabilmektedir. Yıllık toplam fatura bedeli ve toplam tüketim miktarı diyagramlarından yine doğalgazın diğerlerine göre en çok tüketilen enerji kaynağı olduğu belirlenmiştir.

#### **Bina Zarfının Isı Yalıtımı (Thermal Insulation of Building Envelope)**

Isı yalıtımı çerçevesinde alınabilecek bazı tedbirler ile kamu binaları ve konutlarda enerji verimliliği artırılabilir. Dış ortamı ısıtmak asla mümkün olmayacağı için ortamların dış hava ile bağlantısının azaltılması, kapı altlarında fitil-süngerlerin kullanılması, gölgeliklerin kullanılması, bina girişlerinde çift kapı kullanılması ısı kayıp kaçaklarını önleyecek önlemlerden bazıları olarak sıralanabilir. Bununla birlikte ısı kaybını önleyecek diğer önemli tedbirler dış cephe ısı yalıtımının yapılması, oluşan ısı köprülerinin önlenmesi, pencerelerden meydana gelen ısı kayıplarının en aza indirilmesi olabilir. Binalarda en yüksek ısı kayıpları %20-50 arasında ısı köprülerinde meydana gelmektedir. Sonrasında %15-25 oranında dolgu duvar, %25 tavan, %10-25 pencerelerde ve %10 döşemelerden meydana gelmektedir (Ekinci, 2005). Isı yalıtımının önemini anlattığı örnek bir çalışmada (Gürdal, 1988) iki katlı bir binanın ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız olma durumlarında kullanılan yakıt durumları ve havaya salınan zehirli sera gazlarının miktarları incelenmiş, ısı yalıtımı yapılması halinde enerjiden %78.4 tasarruf sağlandığı, havaya salınan zehirli gaz miktarında da %70 oranında azalma olduğu ifade edilmiştir (Kurt ve Arık 2018). KTUN Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi binaları incelendiğinde yalıtımının olmadığı bununla birlikte bazı binalarda sıvaların döküldüğü görülmektedir. Ayrıca yeni yapılan G blokta su yalıtımın yeterli olmamasından kaynaklı bazı bölümlerde bazı personel odalarında tavandan, pencerelerden, pencere altındaki mermerlerden bir miktar su sızıntılarının olduğu gözlenmektedir (Şekil 5).



Şekil 4. (a) Aylara göre doğalgaz tüketimi, (b) Aylara göre elektrik tüketimi, (c) Aylık su tüketimi grafiği  
Figure 4. (a) Natural gas consumption according to months, (b) Electricity consumption according to months, (c) Monthly water consumption graph







Şekil 5. (a) Binaların dış kabuğunda görülen döküntüler (b)-(c) oda duvarlarında yağışlı aylarda gözlenen su sızıntıları

Figure 5. (a) Debris on the outer shell of the buildings (b)-(c) water leaks on the room walls in rainy months

#### Elektrik ve Aydınlatma Sistemi (Electric and Lighting System)

Aydınlatma açısından enerji tasarrufu için bir örnek olarak; bina ve hizmet sektöründe kullanılan akkor flamanlı lambalarının aylık tüketimi 100 kWh iken bunun yerine aynı ışık akısını veren led

lambaları kullandığında Şekil 6'da görüldüğü gibi 20 kWh bir tüketim olması mümkündür. Bina ve hizmet sektöründe aydınlatma için kullanılan elektrik miktarının genel tüketime oranının %21 olduğu göz önüne alınırsa akkor lamba yerine kullanılan led lambaları ile sağlanacak enerji tasarrufunun miktarının kayda değer olacağı görülecektir. Mühendislik fakültesinde her binada her sınıf, laboratuvar, koridor ve personel odalarında floresan, bazı yeni sınıf ve personel odalarında (yeni bina-G blok) ise led kullanılmıştır. Bunların dışında elektrik tüketiminde önemli bir yere sahip olan 20 adet projektör çatılarda aydınlatma amaçlı bulunmaktadır. Kullanılan floresan lamba yerine aynı lümen değerine sahip LED aydınlatma kullanılması daha faydalı olacaktır. Bu sayede aydınlatma sistemlerinde elektrik enerjisinden tasarruf edilebilir. Yaklaşık 2000 adet armatür için led armatür kullanılması maliyeti verimlilik arttırıcı projeler tablosunda verilmektedir (Çizelge 12).

VERİMLİLİK	DÜŞÜK			YÜKSEK
AMPUL TİPİ				
LÜMEN (ışık birimi)	KLASİK	HALOJEN	TASARRUFLU	LED
450	40 W	29 W	9 W	8 W
800	60 W	43 W	14 W	13 W
1100	75 W	53 W	19 W	17 W
1600	100 W	72 W	23 W	20 W
ÖMÜR	1 yıl	1-3 yıl	6-10 yıl	15-25 yıl
TASARRUF	X	%30'a kadar	%75'e kadar	%80'e kadar

Şekil .6 Ampullerin tiplerine göre enerji tasarrufu (Elhuveydi, 2020).

Figure 6. Energy savings according to the types of bulbs (Elhuveydi, 2020).

#### Hidrofor ayarlarının yapılması (Making the settings of the hydrophore)

KTUN Mühendislik ve Doğa bilimleri fakültesi binası hidrofor çalışma basıncı 5.5 bar olarak gözlemlenmiştir. Fakültede özellikle eğitim-öğretim dönemleri içerisinde öğrenci sayısı fazla olduğundan lavabolarda su tüketimi fazla olacağından 5.5 bar yani 55 mSS uygun görülmektedir. Ancak yapılan hesaplamalara göre bu değer oldukça yüksektir. Çizelge 4'te yapılan basınç hesabına göre hidrofor çalışma basıncı  $P_{alt}$  3 bar basınç yeterli olacaktır. Alt basınç değeri ve üst basınç değerleri birbirine çok yakın olmamalıdır. Bu durum da hidrofor çok sık devreye girip çıkacaktır. Genellikle  $P_{alt}$  basıncının en az %20-25 i  $P_{üst}$  olarak hesaplanır. Yani hidrofor durma basıncı  $3 \cdot 1.25 = 3.75$  yaklaşık 4 bar olması yeterli olacaktır. Hidroforların gereğinden fazla yüksek basınçlarda çalışması pompalarının aşırı yüklenmesine sebep olacak, fazladan elektrik tüketimine yol açacaktır. Gerekli düzeltmeler yapılması halinde fazla kullanılan elektrik sarfiyatının önlenmesi mümkündür.

#### Çizelge 4. Bina yüksekliğine bağlı olarak uygun hidrofor çalışma ve durma basınçlarının hesaplanması

Table 4. Calculation of the appropriate booster pressure working and stopping pressures depending on the building height

Bina yüksekliği*	(Bodrum + 4 kat)=(h= 5 kat x 4 m) (A)	20	**mSS
Toplam boru fittings basınç kaybı yükseklikleri (yaklaşık kabul) (B)		5	mSS
Toplam gereken basınç yüksekliği (A+B)		25	mSS
Cihazların asgari çalışma basıncı ( yaklaşık kabul 5-10 alınabilir) (C)		5	mSS
Hidrofor çalışma basıncı (A+B+C) ( $P_{alt}=3$ bar)		30	mSS
Hidrofor durma basıncı ( $P_{üst}=1.25 \cdot P_{alt} = 3.75$ bar) (yaklaşık 4 bar alalım)		40	mSS

\* Çatıda herhangi bir tesisat bulunmadığı için çatı yüksekliği dahil edilmemiştir. \*\*mSS: metre Su Sütunu

## Karbon Ayak İzi ve Binaların Enerji Sınıfı Hesaplamaları (Carbon Footprint and Energy Class Calculations of Buildings)

### Karbon Ayak İzi (CO<sub>2</sub> Salınımı) (Carbon Footprint -CO<sub>2</sub> Emission)

Karbon ayak izi; insan faaliyetlerinin karbondioksit cinsinden çevreye verdiği zarar olarak tanımlanmaktadır (Şekil 7). Birincil ve İkincil karbon ayak izi olmak üzere ikiye ayrılabilir (Bekiroğlu, 2008). **Birincil ayak izi**, ulaşım ve evsel enerji tüketimi olmak üzere fosil yakıtların yanmasıyla ortaya çıkan doğrudan CO<sub>2</sub> emisyonlarıdır. **İkincil ayak izi ise**, bir ürünün üretilme aşamasından sevk ve idaresine kadar kullanımda olduğu süre boyunca enerji tüketimine neden olan döngüsüdür. Günümüzde gelişen teknoloji ve artan nüfus ile enerji ihtiyacı sürekli arttığı için, bu enerjinin yenilenebilir enerji kaynakları ile karşılanması CO<sub>2</sub> salınımını büyük oranda engelleyecektir. KTUN Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi 2020-2021 yılları enerji tüketim kalemleri CO<sub>2</sub> çevrim katsayılarına göre sınıflandırılmıştır. Buna göre toplam CO<sub>2</sub> salınımı 2020 yılında 134848 kg eşd.CO<sub>2</sub> ve 2021 yılında 140660 kg eşd.CO<sub>2</sub> olarak hesaplanmıştır. Bir başka deyişle bu rakamlar sırasıyla 1164 ton ve 1215 ton karbon ayak izine karşılık gelmektedir (Çizelge 5). Yıllık toplam enerji tüketimi (TEP) değeri ile yıllık oluşan toplam CO<sub>2</sub> (Ton/yıl) salınımının doğru orantılı olduğu görülmektedir. 2021 yılında CO<sub>2</sub> salınımının biraz fazla olmasının sebebi özellikle doğalgazın daha fazla kullanılmış olması olarak düşünülmektedir. Bununla birlikte yüz yüze eğitime geçilmesi elektrik, su ve doğalgaz tüketimlerinde artışa sebep olmuştur. Özellikle doğalgaz tüketiminin her iki yılda da aylara göre oldukça fazla olması ısınmadan kaynaklı bir problemin olduğunu düşündürmektedir. Bu durum ısı kayıp kaçaklarının olması, bina kabuğunun ısı yalıtımının iyi olmayışı ile açıklanmaktadır.

Çizelge 5 2020-2021 yıllarına göre karbon ayak izinin hesaplanması.

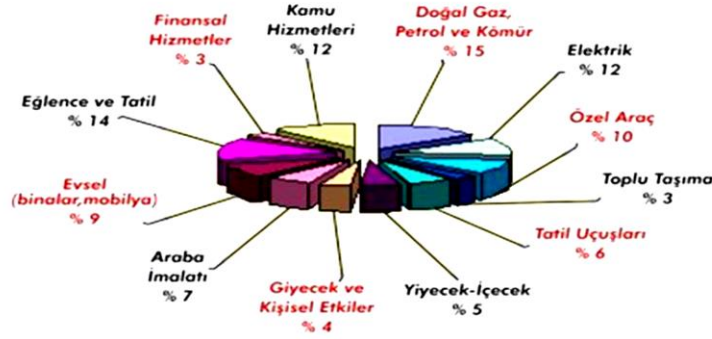
Table 5. Calculation of carbon footprint according to the years 2020-2021.

Enerji Tüketimi	Fosil Yakıtlar İçin SEG Katsayıları (kgeşd.CO <sub>2</sub> /kWh )	2020 (kgeşd.CO <sub>2</sub> )	2021 (kgeşd.CO <sub>2</sub> )
Elektrik tüketimi	0,007	1262 kWh *0.007= <b>8.834</b>	1494 kWh *0.007= <b>10.458</b>
Doğalgaz tüketimi	0,234	576236.5m <sup>3</sup> *0.234 = <b>134839.34</b>	601070 m <sup>3</sup> *0.234 = <b>140650</b>
Toplam (kgeşd.CO <sub>2</sub> )		134848.174~135.000	140660.830~141.000
Toplam (TON)*		<b>1164</b>	<b>1215</b>

\*kgeşd.CO<sub>2</sub>-Ton dönüşümleri için otomatik karbon izi hesaplayıcı <https://www.egeorman.org.tr/hesaplayicilar/karbon-ayakizi/> kullanılmıştır.



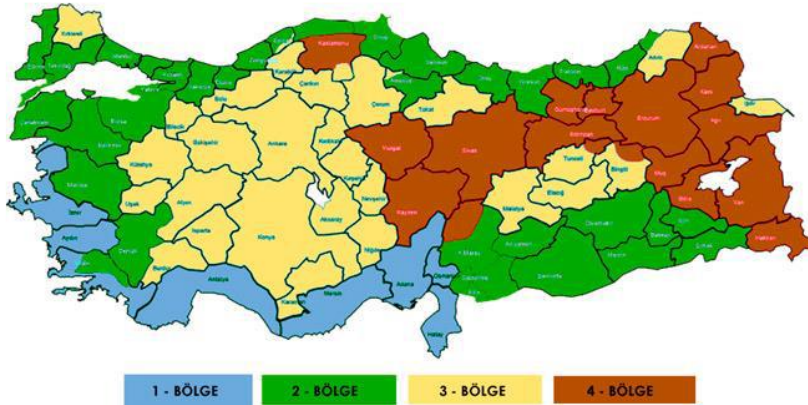
### Bir Kişinin Tipik 'Karbon Ayak İzi'nin Dökümü



Şekil 7. İnsan Yaşamında Karbon Ayak İzi (Başol, 2018)  
Figure 7. Carbon Footprint in Human Life (Başol, 2018)

### Binaların Enerji Sınıfı Hesaplamaları (Energy Class Calculations of Buildings)

Konya ili 2005 yılı resmi gazetede yayınlanan Türkiye Işıma Bölgeleri haritasına göre 3. Bölgede yer almaktadır (Şekil 8). Fakültenin 2020-2021 yıllarına ait metrekareye düşen enerji tüketimleri (kWh) Çizelge 6'da verilmektedir. Binanın yıllık enerji tüketimi tesisin toplam kapalı alan büyüklüğüne bölünerek m<sup>2</sup> başına enerji tüketimi olan Enerji Performans (EP) değeri bulunur. KTUN Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi için yıllık elektrik, doğalgaz ve su tüketimlerinin toplamından yola çıkılarak elde edilen veriler daha önceki bölümlerde bahsedilmiştir. Buna göre 2020-2021 yıllarına ait EP'ler Çizelge 6'da verilmektedir.



Şekil 8 Türkiye Işıma Bölgeleri (Resmi Gazete, 2005)  
Figure 8. Radiation Zones of Turkey (Official Gazette, 2005)

### Çizelge 6 2020-2021 yıllarına ait metrekareye düşen enerji tüketimleri (kWh)

Table 6. Energy consumption per square meter for the years 2020-2021 (kWh)

Yıllık enerji tüketimi (TEP)	Toplam Alan (m <sup>2</sup> )	TEP	kWh	EP (kWh/m <sup>2</sup> )
2020	52400	482	5589630	106.67 ~ 107
2021	52400	502	5822894	111.12 ~ 111

Birincil enerjiye göre referans göstergeler Çizelge 7'de yer almaktadır. Buna göre Fakülte binası 3. Isıtma bölgesinde Referans Göstergesi (RG) değeri 300 dür. Sera gazı referans göstergesi ise Çizelge 8'de

50 olarak görülmektedir. Bu veriler ışığında Çizelge 11’de bina enerji sınıfı A sınıfı olarak bulunmaktadır. Çizelge 9’da Sera Gazı etkisi SEG yani toplam CO<sub>2</sub> salınımı 2020 yılında 134848.174 kgeşd.CO<sub>2</sub> ve 2021 yılında 140660.830 kgeşd.CO<sub>2</sub> olarak hesaplanmıştır. Buna göre salınım miktarı çok fazla olduğundan Nihai Enerji Tüketimine Göre Sera Gazı Emisyon Sınıfı (SEG) çizelgesinde (Çizelge 10) G sınıfı olarak belirlenmektedir. Bina Enerji Performans Göstergesi ise Çizelge 11’de EP değerleri 106-111 aralığında olduğundan D sınıfı olarak belirlenmektedir.

**Çizelge 7** Birincil enerjiye göre referans göstergesi (RG kWh/m<sup>2</sup>-yıl) (Resmi Gazete, 2005)

*Table 7. Reference indicator according to primary energy (RG kWh/m<sup>2</sup>-year) (Official Gazette, 2005)*

BİNA TİPLERİ	KULLANIM AMACI	1.ISITMA BÖLGESİ (RG)	2.ISITMA BÖLGESİ (RG)	3.ISITMA BÖLGESİ (RG)	4.ISITMA BÖLGESİ (RG)
Konutlar	Meskenler	165	240	285	420
	Bloklar	180	255	300	435
Hizmet Binaları	Ofisler	240	300	360	495
	Eğitim Binaları	180	255	300	450
	Hastaneler	600			
Ticari Binalar	Otel, Restoran	540			
	AVM	750			

**Çizelge 8** Sera gazı referans göstergesi (SRG kg eşd.CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.yıl ) (Resmi Gazete, 2005).

*Table 8. Greenhouse gas reference indicator (SRG kg equivalent CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.year) (Official Gazette, 2005)*

BİNA TİPLERİ	KULLANIM AMACI	1.ISITMA BÖLGESİ (RG)	2.ISITMA BÖLGESİ (RG)	3.ISITMA BÖLGESİ (RG)	4.ISITMA BÖLGESİ (RG)
Konutlar	Meskenler	28	40	47	70
	Bloklar	30	43	50	73
Hizmet Binaları	Ofisler	40	50	60	80
	Eğitim Binaları	30	45	50	75
	Hastaneler	120			
Ticari Binalar	Otel, Restoran	100			
	AVM	150			

**Çizelge 9.** Birincil Enerji Tüketimine Göre Enerji Sınıfı (EP kWh/m<sup>2</sup>-yıl) (Resmi Gazete, 2005).

*Table 9. Energy Class according to Primary Energy Consumption (EP kWh/m<sup>2</sup>-year) (Official Gazette, 2005).*

BİNA ENERJİ SINIFI	ENERJİ SINIFI ENDEKSİ (EP)
A	EP<0,4*RG
B	0,4*RG≤EP<0,8*RG
C	0,8*RG≤EP<RG
D	RG≤EP<1,20*RG
E	1,20*RG≤EP<1,40*RG
F	1,40*RG≤EP<1,75*RG
G	1,75*RG≤EP

**Çizelge 10.** Nihai Enerji Tüketimine Göre Sera Gazı Emisyon Sınıfı (SEG) (Resmi Gazete, 2005).*Table 10. Greenhouse Gas Emission Class (SEG) according to Final Energy Consumption (Official Gazette, 2005).*

BİNA ENERJİ SINIFI	SERA GAZI EMİSYON SINIFI (SEG)
A	$SEG < 0,4 * SRG$
B	$0,4 * SRG \leq SEG < 0,8 * SRG$
C	$0,8 * SRG \leq SEG < SRG$
D	$SRG \leq SEG < 1,20 * SRG$
E	$1,20 * SRG \leq SEG < 1,40 * SRG$
F	$1,40 * SRG \leq SEG < 1,75 * SRG$
G	$1,75 * SRG \leq SEG$

**Çizelge 11** Bina Enerji Performans Göstergesi (Resmi Gazete, 2005)*Table 11. Building Energy Performance Indicator (Official Gazette, 2005)*

ENERJİ SINIFI	EP ARALIKLARI
A	0-39
B	40-79
C	80-99
D	100-119
E	120-139
F	140-174
G	>175

## SONUÇLARIN İRDELENMESİ (DISCUSSION)

Fakülte S.Ü.'den ayrılmış olmasına rağmen aynı kampüs alanı içerisinde yer aldığından aynı doğalgaz sayacını kullanmakta ve, S.Ü'nün doğalgaz şirketine ödediği tarife üzerinden S.Ü'ne ödeme gerçekleştirmektedir. Yıllık fatura bedeli 12 aya bölünerek ödendiğinden yaz-kış ayları boyunca neredeyse aynı miktarda tüketim yapılmış olduğu algısı oluşmaktadır. Bu nedenle bu konuda önlem alınmalı, fakülte kendine ait bir sayaç taktırmalı ve ödemelerini taksitli fiyat üzerinden değil aylık kullanım bedeli üzerinden ödemelidir. Ancak yıllık tüketimlerin incelendiği diyagramlar göz önüne alındığında en çok enerji tüketiminin doğalgaz kullanımına bağlı olarak gerçekleştiği görülmekte, incelenen fakülte binasında genel olarak ısınma ile ilgili problemler olduğu düşünülmektedir. Fakülte geneli incelendiğinde yapı itibarıyla duvarlarda, kapılarda ve camlarda herhangi bir ısı yalıtımının bulunmadığı, E-F bloğun betonarme, B bloğun tamamen alçıdan olduğu, genel olarak her binada sıva malzemesinin olmadığı, kapı doğramalarının basit çita, kontrplak, suntadan yapılmış dolgu malzemesi olduğu tespit edilmiştir. Sıva malzemesinin bununla birlikte su yalıtımının yetersiz olduğu bölümlerde duvarların dökülme olduğu, yağışlı dönemlerde duvarlardan su sızıntılarının gerçekleştiği görülmektedir. Bu nedenlerle ısı kayıplarının en çok yaşandığı bina kabuk malzemelerinin iyileştirilmesi ile enerji kaybının en aza indirilmesi gerekmektedir.

## Verimlilik Artırıcı Projeler (Productivity Increasing Projects)

Günümüzde her alanda gereksinim duyulan enerji gelişmişliğin, sosyal ve ekonomik kalkınmanın temeli olarak görülmektedir. Dışa bağımlılık ve artan enerji maliyetleri enerjinin verimli kullanılması ve enerji yönetiminin önemini bir kez daha gözler önüne sermektedir. Enerjinin yoğun olarak kullanıldığı başta sanayi, endüstriyel kurum ve kuruluşlar ve kamu kurumları olmak üzere yapılarda enerji verimliliğini arttırmaya yönelik planlı ve sistematik çalışmalar yapılmalı ve enerjinin sürdürülebilirliği sağlanmalıdır. Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen enerji etüdü ile KTUN Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi enerji tüketimi, enerji verimliliği konusunda bazı eksiklikler tespit edilmiş, bu eksiklikler rapor halinde sunulmuş, verimlilik artırıcı projeler önerilmiştir.

Yapılan gözlem, inceleme ve hesaplamalar sonucunda bazı aksaklıklar tespit edilmiş, enerjinin verimli kullanılabilmesi, enerji maliyetinin en aza indirilebilmesi için verimlilik artırıcı projeler listesi hazırlanmıştır (Çizelge 12). Görülen her bir aksaklığa karşı oluşturulan fırsatlar listesi incelendiğinde (Çizelge 12) her bir maddenin kendi içerisinde çok kısa bir süre içerisinde kendini amorti etmesi ve daha sonra kara geçilmesi beklenmektedir. 2 yıllık ortalama tüketim 492 TEP olarak belirlenmiş bunun maliyeti ise 4.920.00TL (378.460\$) olarak hesaplanmıştır. En çok enerji tüketiminin ısınmada yaşandığı, en çok ısı kaybının ısı yalıtımının olmayışından kaynaklandığı bu çalışma sonucu ortaya çıkmaktadır. Buna göre yapılacak bina kabuğu yalıtımı (çatı-duvar) ile %50 oranında 2.460.000 TL (189.230\$) tasarruf sağlanacağı, yapılan yenilemenin maliyetinin 4.4 yılda kendini amorti edeceği hesaplanmıştır. Benzer şekilde gibi çatılara kurulabilecek güneş panelleri ile yenilenebilir enerji kaynağı ile ısınmanın gerçekleşmesi halinde %5 lik bir tasarruf ile firmalardan alınan fiyatlar doğrultusunda 246.000 TL(189.230\$) tasarruf sağlanarak, kurulum maliyeti 0.3 yıl (yani 4 ayda) kendini amorti edecektir.

### SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Bu çalışma kapsamında elde edilen sonuç ve öneriler aşağıda özetlenmektedir.

Kalorifer sistemi 7/24 çalışmaktadır. Kazan sistemi düzenli kontrol edilmektedir fakat S.Ü. bağlı ana sistemden ısınma gerçekleştiğinden kazan dairesinde sıcaklık ayarlarında değişiklik yapılamamaktadır. Bununla birlikte personel odaları ve sınıflarda klima saati, koridor ve tuvaletlerde radyatörlerde termostatik vana yalnızca yeni yapılan G blokta bulunmaktadır. Fakültede bulunan diğer 6 blokta sınıflar, personel odaları, toplantı salonları, koridorlar ve tuvaletlerde radyatörler termostatik vana bulundurmamaktadır. Dijital termometre ile yapılan ölçümlerde ve klima saati ile termostatik vana bulunan sınıf ve odalarda mahal sıcaklıkları 25-26 °C gözlemlenmiştir. Personel odaları ve sınıflar da dahil olmak üzere her odaya klima saati, radyatörlere termostatik vana takılmalı, sıcaklıkları 18-22 °C'ye ayarlanmalıdır. Enerji verimliliği açısından enerji sarfiyatının önüne geçilebilmesi için Kamu Kurumlarında Enerji Verimliliği Mevzuatına ve Kazan yakma talimatlarına uygun olarak çalışmalar gerçekleştirilmeli ve fazla enerji tüketiminin önüne geçilmelidir.

Bunların dışında ısı kayıplarının önemli bir bölümünün yaşandığı camlar ise fakültede çift cam olmalarına rağmen kırık bazı camlar tespit edilmiştir. En çok ısı kayıp kaçaklarının yaşandığı bir başka bölüm olan ana giriş kapıları ise yönetmeliklerde belirtildiği gibi çift kapılıdır. Her blokta ana girişlerde çift kapı sistemi mevcut olmasına rağmen kapı altlarında, kapı altı hava kaçakları vardır ve fitil/sünger bulunmamaktadır. Bu da ısı kayıp kaçaklarına neden olmaktadır.

Mühendislik fakültesinde yer alan bazı koridor, bazı tuvalet ve bazı laboratuvarlarda aydınlatma sistemlerinde fotoselli kullanılmış olmasına rağmen genel itibariyle derslik, laboratuvar, tuvalet, personel odaları ve koridorlarda floresan lamba kullanılmıştır. Floresanlar yerine aynı lümen değerine sahip LED aydınlatma ve harekete ve sese duyarlı armatürler kullanılması aydınlatmada önemli ölçüde tasarruf sağlayacaktır. Led lambalar diğer lambalara kıyasla daha verimlidir, bununla birlikte başlangıçta daha pahalı olmasına karşın, daha uzun ömürlüdür ve geleceğin aydınlatma biçimi olarak görülmektedir. Su tasarrufu ise yine enerji tasarrufu olarak değerlendirildiğinde, bozuk muslukların tamir edilmesi ve her musluğa perlatör takılması ile önemli ölçüde tasarruf gerçekleştirilmektedir.

Kojenerasyon sistemleri kurularak tek bir enerji kaynağı (genelde doğalgaz) ile elektrik, sıcak su ihtiyaçları giderilebilir. Böylece en üst seviyede verimlilik sağlanabilir.

Fakülte binası 3. Isıtma bölgesinde RG değeri 300 dür. Sera gazı referans göstergesi ise 50 olarak görülmektedir. Bu veriler ışığında Çizelge 11'da bina enerji sınıfı A sınıfı olarak bulunmaktadır. Sera Gazı etkisi yani toplam CO<sub>2</sub> salınımı 2020 yılında 134848.174 kgeşd.CO<sub>2</sub> ve 2021 yılında 140660.830 kgeşd.CO<sub>2</sub> olarak hesaplanmıştır. Buna göre salınım miktarı çok fazla olduğundan Nihai Enerji Tüketimine Göre Sera Gazı Emisyon Sınıfı (SEG) G sınıfı olarak belirlenmektedir. Bina Enerji Performans Göstergesi ise EP değerleri 106-111 aralığında olduğundan D sınıfı olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 12 Fırsatlar Listesi ve Verimlilik Artırıcı Projeler***Table 12. List of Opportunities and Productivity Increasing Projects*

Fırsatlar Listesi Verimlilik Arttırıcı Projeler	Enerji Türü	Tasarruf Yüzdesi (%)	Yatırım Maliyeti (TL)	Tasarruf Miktarı (TL/Yıl)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)	Sorumlu Kişi	Açıklama
Enerji tasarrufu farkındalık eğitimi	Genel	10	Ücretsiz	492.000 (37.846 \$)	0.0	Herkes	Açık bırakılan kapılar ve pencereler binanın ısı kaybetmesine sebep olur. Bununla ilgili eğitim verilerek bu tür kayıplar önenebilir.
Kapı altı rüzgârlık	Doğalgaz	30	3m =24 24*4=96	1.476.000 (113.538 \$)		Güvenlik, Temizlik Görevlisi	Kapı altı boşlukları için süpürgelik görevi gören aparatlar kullanılmalıdır
Kapı, duvar ve camların yalıtımlarının yapılması	Doğalgaz	50	54.500 m <sup>2</sup> *200 TL =10.900.000 TL	2.460.000 (189.230 \$)	4.4	Bina görevlileri Yapı işleri teknisyenleri	Pencereler için fitil, duvarlara yalıtım ısı kayıplarını azaltacaktır.
Yakma talimatına uyulması	Doğalgaz	30	0	1.476.000 (113.538 \$)	0.0	Kazan görevlisi	Kazan yakma talimatına uyulması yakıt tasarrufu sağlar.
Termostatik vana kullanılması	Doğalgaz	25	100 TL*900= 90.000	1.230.000 (94.615 \$)	0.1	Bina görevlileri	Termostatik vanaların kullanılması gereksiz yakıt tüketimini önleyerek enerji tasarrufu yapılmasına olanak sağlar.
Brülör ayarlarının yapılması	Doğalgaz	5	0	246.000 (18.923 \$)	0.0	Bina görevlileri	Brülörün belirli kalorifer yakma rejimlerinde çalışması yakıt tasarrufu sağlar.
Mevcut kalorifer kazanının yoğunmalı kazan ile değiştirilmesi	Doğalgaz	15	150.000*8 1.200.000	738.000 (56.770 \$)		Selçuk Üniversitesi Bina görevlileri, kazan görevlisi	Bacadan çıkan atık ısının değerlendirilmesi ve verimin artırılması hususunda yoğunmalı kazan tercih edilmelidir.
*Ekonomizere kullanılması	Doğalgaz	5	1000 TL	246.000 (18.923 \$)	0.0	Bina görevlileri	Bacadan çıkan atık ısının değerlendirilmesi için tercih edilir.
Mevcut aydınlatmaların LED panel armatür ile değiştirilmesi	Elektrik	5	25 TL*2000= 50000TL	246.000 (18.923 \$)	0.2	Bina görevlileri	Aynı lümen değerinde LED panel armatür kullanılması elektrik tasarrufu sağlar.
Su yalıtımının yapılması	Su+elektrik doğalgaz	2		98.400 (7.569\$)		Bina görevlileri Yapı işleri teknisyenleri	Binaların sıvalarının dökülmesine çabuk çürümeye yol açacak, odalardan sızan sular duvarlara parkelere zarar verecektir.
Su tasarrufu için perlatör kullanımı, bozuk ve akıtan muslukların tamirati	Su	3	4 TL*600= 2400TL	147.600 (11.35 \$)	0.0	Bina görevlileri Temizlik Görevlisi	Lavabolardaki gereksiz su akışı, sirkülasyon pompalarının uygun şekilde ayarlanmasıyla veya lavabo altındaki vanaların uygun şekilde kısılmasıyla sağlanabilir.
Hidrofor ayarlarının yapılması	Su	5	1000 TL	246.000 (18.923 \$)	0.0	Bina görevlileri Temizlik Görevlisi	Hidroforların gereğinden fazla çalışması pompaların zarar görmesine sebep olacak, fazla elektrik tüketimine yol açacaktır.
Yenilenebilir enerji kaynakları/Güneş panelleri sistemi kurulması ile sıcak su ve ısınmada yararlanılması	Sıcak su+doğalgaz	5	10kW 70000TL	246.000 (18.923 \$)	0.3	Bina görevlileri Yapı işleri teknisyenleri	Her binada sıcak su kullanımı sağlanabilir. Güneş enerjisi ile ısınma yapılarak doğal gaz tüketimi azaltılabilir

\*Yoğunmalı kazan değişimi yapılırsa ekonomizere gerek kalmayacaktır

1 lt mazot= 0.000846599 TEP=10 TL (ortalama-2021)

492 TEP =492 ton TL\*10 (2020-2021 yılı ortalama enerji tüketim maliyeti)= 4.920.00 TL (378.461 \$) 2 yıllık ortalama maliyet

Bu çalışma ile yıllara göre toplam enerji tüketimi (TEP) ve bu enerji tüketiminin oluşturduğu toplam CO<sub>2</sub> salınımı değerleri incelendiğinde enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> salınımının temelde doğru orantılı olduğu belirlenmiştir. Ancak doğalgaz kullanımı sonucu oluşan CO<sub>2</sub> emisyonun elektrik kullanımına göre fazla olması sebebiyle doğalgaz kullanımı arttıkça CO<sub>2</sub> salınımının daha fazla olduğu belirlenmiştir. Üniversitenin toplam enerji tüketimini azaltması yönünde öncelikle detaylı etüt çalışmasının yaptırılması, enerji tüketimlerinin sürekli takip edilmesi, üniversitede en az bir enerji yöneticisinin bulunması ve gerekli kontrollerin düzenli yapılması gerekmektedir. Gerekli yatırımların yapılarak uygun bulunan verimlilik artırıcı projelerin gerçekleştirilmesi önerilebilir. Bu çalışma ve ulaşılan sonuçlar başta kamu kurum ve kuruluşları olmak üzere sanayi kuruluşları ve normal binalarda enerji tüketim planlamalarını, işletmelerin enerji hedeflerini ve CO<sub>2</sub> salınımı gibi çevresel etkilerini belirlemede etkin olacaktır. Ayrıca bu ve benzeri çalışmalar ülkemizde en fazla enerji tüketim alanı olan sanayi sektöründeki enerjinin planlamasında ve verimliliğin artırılmasında örnek olarak dışa bağımlılığın azalmasına katkı sağlayacaktır.

KTUN Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesinin 2 yıllık enerji tüketimleri incelendiğinde fakülte binasında enerji yönetimi hususunda gözlemlenen eksiklikler doğrultusunda verimlilik artırıcı projeler ve fırsatlar listesi hazırlanmıştır (Çizelge 12). Bunların başında personellere enerji yönetimi ve enerji farkındalığı eğitim seminerleri verilmesi gelmektedir ve bu eğitimin enerji kayıplarının %10 oranında azaltması beklenmektedir. Yakıt tasarrufu için kullanılan yakıt kalitesi, tam yanmanın sağlanması ve ısı yalıtımının yapılarak ısı kayıp kaçaklarının önlenmesi gerekmektedir. Yapıların ısı yalıtımının gerçekleşmesi ile yakıt tüketiminin azalacağı gibi hava kirliliğinin de önüne geçilecektir. Isı yalıtımından kaynaklı problemler ısı kayıp kaçaklarının en çok nerede olduğunun tespit edilmesi ile buna bağlı olarak da gerekli kapı, duvar, cam, çatı yalıtımlarının yapılması ile ortadan kaldırılabilir. Pencerelerde çift cam uygulaması ısı kaybını önlemektedir ve fakülte camlarında çift cam uygulaması mevcuttur. Ancak yalıtımın daha iyi olması için yeni yapılacak olan binalarda cam aralarına argon gazı koyulabilir, ısı kontrolü sağlayan triple-glazed yarı reflekte gibi camlar kullanılabilir. Ayrıca termal kamera ile detaylı biçimde kalorifer yalıtımları da incelenip kayıp-kaçaklara bakılarak daha iyi sonuçlar elde edilebilir. Kazan ısıtma soğutma sistemleri dahil tüm sistemler (en azından kazan ısıtma-klima havalandırma sistemleri) tek bir merkezden otomatik olarak kontrol edilebilmelidir. Binalarda mekanik ve elektrik otomasyon sistemleri uygulanarak enerji tüketim miktarları takip edilebilir. Bu sayede tüketim verileri anlık kontrol edilebilir ve kullanım miktarlarını en aza indirmek için gerekli çalışmalar yapılabilir.

Enerji verimliliği ve enerjinin doğru kullanımı adına, hem ısınmada hem de sıcak su kullanımında yararlanmak üzere çatılara güneş panelleri yerleştirilmesi önerilmektedir. Binaların güney cephesine veya çatı üzerine yerleştirilen fotovoltaik güneş panelleri sayesinde elektrik enerjisi ihtiyacı karşılanabilir. Böylelikle tükenmekte olan fosil yakıt tüketimi azalarak, doğaya salınan CO<sub>2</sub> gibi gazların da salınımı engellenmiş olacaktır. Her binanın çatısına yerleştirilen güneş kolektörleri ile güneş enerjisinden yararlanılarak sıcak su elde edilebilir ve tüm binalarda kullanılabilir. Kampüs alanındaki otoparklara yüzeyi güneş panelleri ile kaplı çatılar yapılabilir ve elde edilen enerji elektrikli cihazlar ve gece aydınlatması için kullanılabilir. Gün ışığını algılayan foto sensörler yardımıyla dış mekânlarda gece aydınlatmaları yenilenebilir enerji sistemi ile gerçekleştirilebilir.

#### TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGMENT)

Bu çalışmanın yapılmasında desteğini esirgemeyen **Konya Teknik Üniversitesi Rektör Yardımcısı Prof. Dr. Halil Kürşad ERSOY'** a, gerekli ölçümlerin ve denetimlerin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Konya Teknik Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik İşler personeline teşekkür ederiz.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

Aydin, M., 2016, Enerji Verimliliğinin Sürdürülebilir Kalkınmadaki Rolü: Türkiye Değerlendirmesi: Yönetim Bilimleri Dergisi, v. 14, no. 28, p. 409-441.

- Başol, O., 2018, Dünyada ve Türkiye’de Yeşil İşlerin Gelişimine İlişkin Bir Değerlendirme: Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar, no. 636, p. 71-87.
- CIPEC, (2002). Energy Efficiency Planning and Management Guide, Canada, 12.
- Çakmanus, İ., Kaş, İ., Künar, A., ve Gülbeden, A., 2010, Yüksek performanslı sürdürülebilir binalara ilişkin bir değerlendirme: Yeşil Bina Dergisi, v. 3, no. 4, p. 461-462.
- Ekinci, C. E., 2005, Bordo Kitap: Yapı ve tasarımcının inşaat el kitabı, Üniversite Kitabevi.
- Elhuvaydi, A.,2020. Enerji Verimliliği Bakımından Bitlis Eren Üniversitesi Kampüs Binalarının Enerji Etüdü Bitlis Eren Üniversitesi Ve Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı *Yüksek Lisans Tezi*. P. 94.
- Flavin, C., ve Lenssen, N., 1994, Reshaping the electric power industry: Energy Policy, v. 22, no. 12, p. 1029-1044.
- Gürdal , E., 1988. Isı iletkenlik katsayısının malzeme özellikleri ile ilişkisi, Yapı, 80, 44-46.
- Kurt, H., Arık, F., 2018.Planlama Yapı ve Çevre için Jeoloji. Nobel Yayınları, 432, 320-321.
- Yılmaz, Z., 2006, Akıllı binalar ve yenilenebilir enerji: Tesisat Muhendisligi Dergisi,(91), v. 7, p. 15.