GELECEK İÇİN SÖZ BİZDE

Erişilebilir ve Temiz Enerji

SEMPOZYUM

BİLDİRİ KİTABI

2022

Üsküdar İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü tarafından organize edilen,
13 proje okulun katılımıyla gerçekleştirilen ve 10 Mayıs 2022 tarihinde düzenlenen
"Gelecek İçin Söz Bizde/Erişilebilir ve Temiz Enerji Sempozyumu"
Bağlarbaşı Kongre ve Kültür Merkezi'nde yapıldı.

Bu kitap sempozyuma katılan öğrenciler tarafından sunulan
sözlü ve poster bildirilerin metinlerinden oluşmaktadır.

10 MAYIS 2022 SALI

GİS-B Sempozyum-6

ERİŞİLEBİLİR VE TEMİZ ENERJİ

Açılış Konuşması: Ahmet Emre BİLGİLİ

1.Oturum (11.00-12.00)

Oturum Moderatörleri: Zehra KADUMİ-Defne DÜŞÜNÜR

BİLDİRİLER

ARGEM: Türkiye'de Tarım, Sanayi ve Ulaşım Sektörlerindeki Enerji Verimliliğinin Karşılaştırılması ve Artırılması İçin Strateji Önerileri

HÜSEYİN AVNİ SÖZEN AL: Hidroev

ÇAMLICA KIZ AİHL: İnsan Hareketlerinden Elektrik Enerjisi Üretilmesi

2.Oturum (12.00-13.00)

Oturum Moderatörleri: Esmanur YARCI -Zehra USLU

BİLDİRİLER

KANDİLLİ KIZ LİSESİ: Yenilenebilir Enerji Hakkında Araştırmalar, Geliştirmeler ve Yatırımlar

VALİDEBAĞ FEN LİSESİ: Türkiye'de Enerji Verimliliği

ÇAMLICA KIZ LİSESİ: Temiz ve Erişilebilir Enerji Alanında Araştırma, Geliştirme ve Yatırımlar

3.Oturum (14.00-15.00)

Oturum Moderatörleri: Dila YILDIRIM -Elif Naz ÖLÜÇ

BİLDİRİLER

HAYDARPAŞA LİSESİ: Yenilenebilir Enerji: Türkiye'de Bir Algı Araştırması

TENZİLE ERDOĞAN KIZ AİHL: Enerji Tasarrufu ve Geri Dönüşüm

HACI SABANCI ANADOLU LİSESİ: Yenilenebilir Enerji ile İlgili Yatırımlar

4.Oturum (11.00-12.00)

Oturum Moderatörleri: Beren TÜRK Nisa Meriç KAÇAR

BİLDİRİLER

HÜSEYİN AVNİ SÖZEN AL: Biokütle Enerjisiyle Isınıyoruz

ARGEM: Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Verimliliğini Arttırmak Amacıyla Tasarlanmış Yenilenebilir Enerji Kaynağı Model Önerisi "Serpentes"

KANDİLLİ KIZ LİSESİ: Enerji Verimliliğini İyileştirme Stratejileri

5.Oturum (12.00-13.00)

Oturum Moderatörleri: Irmak ÇAĞLAYAN -Nisa Melek PARMAKSIZ

BİLDİRİLER

ÇAMLICA KIZ AİHL: Yenilenebilir Enerji ve Ülkemiz

İSTANBUL ÜSKÜDAR LİSESİ: Yenilenebilir Enerjinin Yaygınlaştırılması

VALİDEBAĞ FEN LİSESİ: Alternatif Enerji Kaynaklarının İncelenmesi

6.Oturum (14.00-15.20)

Oturum Moderatörleri: Halil İbrahim ÇELİK -Nihal İlayda TEKER

BİLDİRİLER

TENZİLE ERDOĞAN KIZ AİHL: Nükleer Enerji

ÇAMLICA KIZ LİSESİ: Akıllı Ulaşım Sistemleri

İTO MARMARA AİHL: Sürdürebilir Çevreye Saygılı Üretim Döngüleri

ÜSKÜDAR AHMET KELEŞOĞLU AL: Uzay Tabanlı Güneş Enerjisi

7.Oturum (11.00-13.00)

Oturum Moderatörleri: Berkay Selam POLAT -Fatma Nur ARAL

BİLDİRİLER

ÇAMLICA KIZ LİSESİ: Erişebilir ve Temiz Enerji Kapsamında Türkiye'deki Nükleer Enerji Yatırımları

HÜSEYİN AVNİ SÖZEN AL: Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile Çalışan Akıllı Şarj Robotu

ÜSKÜDAR AHMET KELEŞOĞLU AL: Yenilenebilir Enerjide Mikrobiyal Enerjinin Yeri

HAYDARPAŞA LİSESİ: Gelişmekte Olan Ülkelerde Enerji Verimliliği Hizmetleri

HACI SABANCI ANADOLU LİSESİ: Sürdürülebilir Enerji ile Ekonomi İlişkisi ve Temiz Enerji Kullanımını Arttırmak

HAKKI DEMİR AİHL: Temiz Enerji Kaynaklarının Yaygınlaştırılmasına Dair Öneriler

8.Oturum (11.00-13.00)

Oturum Moderatörleri: Belinay Songül TÜFEKÇİ -Defne DÜŞÜNÜR

BİLDİRİLER

HAKKI DEMİR AİHL: Erişebilir ve Temiz Enerji

ÜSKÜDAR AHMET KELEŞOĞLU AL: Geleceğin Teknolojisi:Şefaf Güneş Paneli 2.0

İSTANBUL ÜSKÜDAR LİSESİ: Yenilenebilir Enerjinin Geleceği

HACI SABANCI ANADOLU LİSESİ: Temiz ve Ulaşılabilir Enerjiden Yararlanabilen Nüfusun Oranı

ÇAMLICA KIZ AİHL: Okullarda Sürdürülebilir Kalkınma Eğitimi ve Ülkemizde Uygulanabilirliği

HAKKI DEMİR AİHL: Yeşil Mutabakat

İstanbul, 2022

İSBN NUMARASI

…….

KAPAK VE GRAFİK

Yasemin KUTLU

DİZGİ

Ahmet DUMAN

EDİTÖRLER

Ayşe OKTAY

Nurunisa ÇENGEL

BASKI

Üsküdar Belediyesi

GELECEK İÇİN SÖZ BİZDE

BİLDİRİ KİTABI

SEMPOZYUM DÜZENLEME KURULU

Sinan AYDIN
Üsküdar İlçe Milli Eğitim Müdürü
Fehmi GÜR
Üsküdar İlçe Milli Eğitim Şube Müdürü
Haluk DEĞİRMENCİ
Hüseyin Avni Sözen Anadolu Lisesi Müdürü
Dr. Zuhal YILMAZ DOĞAN
Üsküdar İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü
Sema BEKİROĞLU
Üsküdar İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü

PAYDAŞ ÜNİVERSİTELER VE AKADEMİSYENLER

Prof. Dr. Uğur ÇEVİK
KTÜ-Cumhurbaşkanlığı Külliyesi Cumhurbaşkanı Başk. Yrd. Bilim Danışmanı

Prof. Dr. Volkan Ş. EDİGER
Kadir Has Üniversitesi

Prof. Dr. Zehra Söğüt YUMURTACI
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Ahmet Duran ŞAHİN
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Eyüp SEVİMLİ
Medeniyet Üniversitesi

M. Kerem SİNANOĞLU
Duracell Genel Müdürü
Dr. Figen ÖZEN
Haliç Üniversitesi

Dilara GÖKER
REENGEN

SEMPOZYUM BİLİM KURULU

Prof. Dr. Ahmet Emre BİLGİLİ
Prof. Dr. Volkan Ş. EDİGER
Prof. Dr. Zehra Söğüt YUMURTACI
Dr. Mine KILIÇ *(Validebağ Fen Lisesi)*
Gürhan KURUKAYA *(ARGEM)*

SEMPOZYUM MAKALELERİ İNCELEME KURULU

Ayşe OKTAY - *Validebağ Fen Lisesi*
Dr. Selin GÜNAY - *Şeyh Şamil MTAL*
Dr. Zuhal Yılmaz DOĞAN
Üsküdar İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü
M.Nihal Öykü ÜLKER
Üsküdar İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü
Nurunisa ÇENGEL -V*alidebağ Fen Lisesi*
Osman Orhan DEMİR - *Ata Ortaokulu*
Ömer EKİNCİ - *Çağrıbey Anadolu Lisesi)*
Sema BEKİROĞLU
Üsküdar İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü

SEMPOZYUM OKUL GÖREV DAĞILIMI

Sempozyum Sekreteri
Çamlıca Kız AİHL

Akademik İçerik Sorumlusu
Hüseyin Avni Sözen Anadolu Lisesi

Kurumsal Kimlik Sorumlusu

a) **Web Sitesi**
Hüseyin Avni Sözen Anadolu Lisesi

b) **Sosyal Medya**
Hüseyin Avni Sözen Anadolu Lisesi

c) **Kitap-Grafik Tasarımı**
İTO Marmara AİHL

Reklam, Sponsorluk Çalışmaları ile Fuar Alanı Sorumlusu
İstanbul Üsküdar Lisesi

P&R Sorumlusu
İstanbul Üsküdar Lisesi

Teknik İşler Sorumlusu
ARGEM

Resmi İş ve İletişim Sorumlusu
Hüseyin Avni Sözen Anadolu Lisesi

Sosyal Program Sorumlusu
Hakkı Demir AİHL

Sempozyum Yazılı Metinler Sorumlusu-
Validebağ Fen Lisesi

Sempozyum Bildiri Kitabı Sorumlusu
İTO Marmara AİHL

ÜSKÜDAR MEM YAYINLARI: 14
Mayıs 2022

İÇİNDEKİLER

AHMET KELEŞOĞLU ANADOLU LİSESİ 13

Geleceğin Teknolojisi Şeffaf Güneş Paneli 2.0 15

Yenilenebilir Enerjide Mikrobiyal Enerjinin Yeri 25

Uzay Tabanlı Güneş Enerjisi 33

ARGEM 41

Türkiye'de Tarım, Sanayi ve Ulaşım Sektörlerindeki Enerji Verimliliğinin Karşılaştırılması ve Artırılması İçin Strateji Önerileri 43

Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Verimliliğini Artırmak Amacıyla Tasarlanmış Yenilenebilir Enerji Kaynağı Model Önerisi "Serpentes" 75

ÇAMLICA KIZ ANADOLU İMAM HATİP LİSESİ 91

İnsan Hareketlerinden Elektrik Enerjisi Üretilmesi 93

Yenilenebilir Enerji ve Ülkemiz 103

Okullarda Sürdürülebilir Kalkınma Eğitimi ve Ülkemizde Uygulanabilirliği 113

ÇAMLICA KIZ LİSESİ 127

Akıllı Ulaşım Sistemleri 129

Erişilebilir ve Temiz Enerji Kapsamında Türkiye'deki Nükleer Enerji Yatırımları ... 139

Temiz ve Erişilebilir Enerji Alanında Araştırma, Geliştirme Ve Yatırımlar 145

HACI SABANCI ANADOLU LİSESİ 155

Sürdürülebilir Enerji İle Ekonomi İlişkisi ve Temiz Enerji Kullanımını Artırmak 157

Yenilenebilir Enerji Alanında Yatırımlar 165

HAKKI DEMİR ANADOLU İMAM HATİP LİSESİ 171

Erişilebilir ve Temiz Enerji 173

Temiz Enerji Kaynaklarının Yaygınlaştırılmasına Dair Öneriler 179

Yeşil Mutabakat 187

HAYDARPAŞA LİSESİ 195

Gelişmekte Olan Ülkelerde Enerji Verimliliği Hizmetleri 197

Yenilenebilir Enerji: Türkiye'de Bir Algı Araştırması 209

HÜSEYİN AVNİ SÖZEN ANADOLU LİSESİ 223

Biyokütle Enerjisiyle Isınıyoruz 225

Yenilenebilir Enerji Kaynakları İle Çalışan Akıllı Şarj Robotu 231

Hidroev 243

İSTANBUL ÜSKÜDAR LİSESİ 251

Yenilenebilir Enerjinin Yaygınlaştırılması 253

Yenilenebilir Enerjinin Geleceği 261

İSTANBUL TİCARET ODASI MARMARA ANADOLU İMAM HATİP LİSESİ 273

Sürdürülebilir Çevreye Saygılı Üretim Döngüleri-Düşük Güçlü Teknolojik Araçların Üretimi-Sürdürülebilir Ulaşım Araçları 275

KANDİLLİ KIZ LİSESİ 293

Enerji Verimliliğini İyileştirme Stratejileri 295

Yenilenebilir Enerji Hakkında Araştırmalar, Geliştirmeler ve Yatırımlar 313

TENZİLE ERDOĞAN KIZ ANADOLU İMAM HATİP LİSESİ 331

Enerji Tasarrufu ve Geri Dönüşüm 333

Nükleer Enerji 351

VALİDEBAĞ FEN LİSESİ 361

Alternatif Enerji Kaynaklarının İncelenmesi 363

Enerji Verimliliğini İyileştirme Stratejileri Türkiye'de Enerji Verimliliği 379

Sevgili Gençler,

Bu sene altıncısı düzenlenen Gelecek İçin Söz Bizde Sempozyumu, "Erişilebilir ve Temiz Enerji" konusunu işleyerek ülkemizi ve dünyamızı ilgilendiren çok önemli bir hususu tekrar gündemimize taşıdı. Geçen yıl salgın şartları sebebiyle çevrim içi gerçekleşen GİS-B Sempozyumu, Üsküdarlı öğrencilerimiz ve eğitimcilerimizin şartlar ne olursa olsun çalışmaya ve üretmeye gönül verdiklerini bir kez daha gösterdi. Salgının izlerinin yavaş yavaş silinmeye başladığı bu günlerde GİS-B Sempozyumu yine heyecan ve iştiyak ile bu kez yüz yüze gerçekleşiyor. Sanayi Devriminden bugüne fosil yakıtlar toplumun gelişmesinde hemen her alanda aktif olarak kullanılmıştır. Sağlık ve eğitim başta olmak üzere, insanların ihtiyaç duyduğu alanlarda yoksulluktan kurtulmayı, hayatı kolaylaştırmayı sağlamıştır. Ancak bugün, fosil yakıtlardan elde edilen enerjinin bir maliyetinin olduğu, bu maliyetin ise tüm dünyanın bugününü ve geleceğini olumsuz anlamda etkilediği anlaşılmıştır. Atmosferdeki karbon seviyesinin artışının, içinde bulunduğumuz ekosistemi tehdit edecek boyutta iklim değişikliğine sebep olduğu tespit edilmiştir. Ekosistemin bozulması ise toplumsal ve ekonomik kargaşalar ile istikrarsızlık risklerini ortaya çıkarmaktadır. Yeryüzünde yüzyıllar, hatta binyıllar içerisinde oluşan birikime sahip çıkmak ve gelecek nesillere bu birikimi sağlıklı biçimde aktarmak için sürdürülebilir ve temiz enerjiye geçiş yapmak hayati önem taşımaktadır. Bu anlamda hükümetlerin, şirketlerin, tedarikçilerin yapması gereken iş ve işlemler olduğu gibi eğitimcisinden doktoruna, avukatından tüccarına dünya vatandaşlarının tümü inisiyatif almalıdır. "Ben ne yapabilirim ki?" demek yerine her birimiz gereksiz yanan bir ışığı kapatmalı, fişi prizden çekmeli, toplu taşıma kullanmalıyız. Küçük gibi görünen daha pek çok iş temiz enerjiye geçiş için önem arz etmektedir. Geleceğimizin teminatı olan siz kıymetli gençlerimizin, "Erişilebilir ve Temiz Enerji" konusunda bilinçli bir hayat süreceğine, çevrenizde farkındalıklar oluşturacağına, gereken tedbirleri alarak ülke ve dünya genelinde insanlığın faydasına olan işler yapacağına, iyinin ve güzelin öncüsü olacağına gönülden inanıyorum. Akademik düşünme becerisini geliştiren ve analitik bakış açısı kazandıran bu sempozyuma katılan proje okullarımıza, bildiri sunan öğrencilerimize, emek veren öğret-

men ve idarecilerimize, katkıda bulunan üniversitelerimize; sempozyumu hazırlayan ve 6'ncısına ulaşarak yoğun çalışmalarda bulunan İlçe Milli Eğitim Müdürümüz ve ekibine teşekkür ediyorum.

Murat Sefa DEMİRYÜREK

Üsküdar Kaymakamı

Değerli Öğrenciler,

Dünya, tarihin hiçbir döneminde olmadığı kadar hızlı bir şekilde kirleniyor, tükeniyor. İnsanlık olarak bizler dünyaya hor davranıyoruz. Özellikle kapitalist Batılı anlayışın tüketim çılgınlığı, kaynakları telafi edilemez şekilde yok ediyor. Bu tablo doğal olarak yine bizlere yeni sorumluluklar yükledi. Dünyayı tüketenler olarak aynı zamanda dünyayı kurtarma, kaynakları sürdürülebilir hale getirme mücadelesi veriyoruz. Bu büyük mücadelenin içinde "erişilebilir ve temiz enerji" meselesi, bütün bu karanlık tabloyu aydınlatacak anahtar bir gerçeklik olarak önümüzde duruyor. Enerji hem üretirken hem de tüketirken doğaya zarar verme potansiyeli olan bir kaynak. Hepimiz enerji kaynaklarına, enerji üretim teknolojilerine bağımlıyız. Bu iki yönlü sorumluluk zincirini, sağlıklı ve insanlığa faydalı bir şekilde sürdürebilmek, tüm insanlığın ortak görevi oldu. Resmi rakamlara göre son 30 yılda 2 milyardan fazla insanın elektriğe erişimi imkânı bulduğunu biliyoruz. Nüfus artıyor, enerji ihtiyacı artarak yayılıyor. Mevcut kaynakların ve yöntemlerin hem yetersiz kalması hem de doğanın dengesini bozacak şekilde kullanılması önemli bir sorun. Asimetrik bir üretim-tüketim zıtlığı var. Milyonlarca yılda oluşan kaynaklar, saniyelerde tükeniyor. Onlarca yılda büyüyen ormanlar saniyeler içinde yok ediliyor.

Bu üzücü manzara karşısında temiz enerjinin teşvik edilmesi, çılgınca tüketim yerine kanaat felsefesinin yaygınlaşması ve ortak bir tutum haline gelmesini elbette önemsiyoruz. Bu konuda çalışan uzmanların ve kuruluşların öngörülerine göre 2030 yılı geldiğinde insanlık olarak bu meseleyi çözmüş olmamız gerekiyor. Herkesin erişebildiği temiz enerjiyi üretebilmek için güneş, rüzgâr ve termal gibi temiz enerji kaynaklarına öncelikli olarak yatırım yapmalıyız. Bir yandan bireysel olarak bir bilinç geliştirmeli ve tüketimimizi kontrol etmeliyiz. Bir yandan da toplumsal bir vicdanla üretim biçimlerini kontrol etmeli ve doğa dostu yöntemleri takip etmeliyiz. Erişilebilir ve Temiz Enerji Sempozyumu, bu alandaki bilimsel birikimi bizlere aktarmak için -Gelecek İçin Söz Bizde (GİS)- önemli bir organizasyon oldu. Bireysel ve toplumsal farkındalığı artıracağına inandığımız böylesi akademik/ bilimsel çalışmaların yayınlanması, dağıtılması, başta öğrenciler olmak üzere tüm toplumsal kesimlerin

gündemine gelmesi bizlerin ortak arzusudur. Unutmayalım, başka Türkiye olmadığı gibi başka dünya da yok. Bize düşen evlatlarımıza temiz, yaşanabilir bir dünya bırakmak, geleceği bugünden inşa etmek. Bunun için de bilgilenmeye, bilinçlenmeye ara vermeden devam etmeliyiz. Eskilerin dediği gibi, dünya bize büyüklerimizden kalan bir miras değil, küçüklerimize bırakacağımız bir emanettir. Değerli öğrenciler, sevgili gençler, Sizlere bu konuda güveniyor, yaşanabilir bir dünyanın sizinle mümkün olacağına inanıyoruz.

Hilmi TÜRKMEN
Üsküdar Belediye Başkanı

Kıymetli Gençler,

Bu yıl altıncısı düzenlenen "Gelecek İçin Söz Bizde" Sempozyumunun teması "Erişilebilir ve Temiz Enerji" olarak belirlendi. Geçen yıl salgın sebebiyle çevrimiçi platformda gerçekleştirdiğimiz GİS-B Sempozyumu, zor zamanlardan geçerken dahi gayreti elden bırakmamanın göstergesi oldu. Bu seneki sempozyumumuz ise öğrenciler, öğretmenler ve üniversitelerin tam desteği ve teveccühü ile verimli şekilde gerçekleşiyor. Bu tür akademik düşünme becerileri ve bilimsel araştırma yeterliliklerini geliştiren çalışmaları her zaman önemsedik ve önceledik. Geleceğimizin teminatı olan siz değerli gençlerimizin, daha donanımlı yetişebilmesi için nice etkinlikleri hayata geçirmeyi diliyoruz.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı çok eski çağlara dayanmaktadır. Örneğin suyun pompalanması, yiyeceklerin öğütülmesi, kurutulması, suyun ısıtılması ve yelkenli gemilerde yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmıştır. Ancak sanayi devrimi ve buharlı makinelerin keşfi, Avrupa ve Amerika'da yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının azalmasına neden olmuştur. Özellikle 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizi ile enerji arzının güvenliği ve 1990'larda dünya gündeminde yer almaya başlayan küresel ısınma ve çevre duyarlılığıyla birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarının daha etkin kullanımı ve yaygınlaştırılmasına yönelik politikalar geliştirilmeye başlanmıştır.[1]

Dünya genelinde her beş kişiden biri elektrikten mahrum yaşarken "Benim evimde elektrik var nasıl olsa, bu sorun beni ilgilendirmiyor." demek bencillik ve düşüncesizlik olarak addedilir. Uygun fiyatlı, güvenilir ve modern enerji hizmetlerine evrensel erişimin sağlanması için herkes üzerine düşeni yapmalıdır. Ülkeler yenilenebilir enerji alanına yatırım yapmalı, enerji verimliliğini ön plana çıkarmalıdır. İş dünyası hidro-elektrik kaynaklarını geliştirerek yüzde yüz yenilenebilir kaynaklarla ekosistemi koruyabilir. Yatırımcılar yenilenebilir enerji alanına yatırım yapabilir. Bu bağlamda, Millî Eğitim Bakanlığımızın okulların kendi kendilerine yetecek enerji üretimini

1 GEKA, 2011:7 /Seydioğulları, 2013

ve kullanımını sağlamaları için başlattığı "Temiz Okul Temiz Enerji Projesi" örnek bir çalışmadır. Bu anlamlı proje ile okullarda yağmur depolama sistemleri kurmak, enerjilerini üretecek güneş enerji santrallerinin sistemlerini oluşturmak, ampulleri ve bataryaları fotoselli yapmak gibi amaçlar belirlenmiştir.

Günlük hayatımızı sorunsuz bir şekilde sürdürebilmek için erişilebilir ve güvenilir enerjiye ihtiyaç duymaktayız. Sürdürülebilir kalkınma hedefleri arasında bulunan "Erişilebilir ve Temiz Enerji" herkes için erişilebilir, güvenilir ve sürdürülebilir enerji sağlamayı amaçlamaktadır.

Bizler ise bu dünyada yaşayan insanlar olarak gündelik hayatımızda ihtiyaç haricinde elektriği ve özel araçlarımızı kullanmamaya özen gösterebilir, karbon emisyonunu azaltmak ve çevremizde farkındalık oluşturmak için çalışmalar yapabiliriz.

Gelecek İçin Söz Bizde Sempozyumu'nun amacı da tam olarak budur. Dünyayı ve ülkemizi yakından ilgilendiren konuları derin ve detaylı bir şekilde incelemek, farkındalık oluşturmak ve gerekli alanlarda faaliyete geçmektir.

"Gelecek İçin Söz Bizde" projesi ile ülkemizin ve medeniyetimizin umudu olan siz değerli gençlerimizin daha iyi yetişmesine zemin hazırlamayı hedeflemiş bulunuyoruz. Gençlerimizin iletişim, organizasyon, birlikte iş yapabilme, araştırma ve akademik düşünme becerilerine büyük katkı sağladığına inandığımız bu projenin arkasında okul müdürlerimiz ve öğretmenlerimiz var. Bu vesile ile okul müdürlerimizi ve öğretmenlerimizi tebrik ediyor, böyle bir sempozyuma katılıp bildiri sunan öğrencilerimizi kutluyorum. Sempozyumumuza katkıda bulunan üniversitelerimize ve çalışma arkadaşlarıma teşekkür ediyorum. Destek ve himayelerinden dolayı Sayın Belediye Başkanımız ve Sayın Kaymakamımıza şükranlarımı arz ediyorum.

Sinan AYDIN

Üsküdar İlçe Milli Eğitim Müdürü

AHMET KELEŞOĞLU ANADOLU LİSESİ

PROJE DANIŞMAN ÖĞRETMEN
Seher YÖNEY / Meryem ÇOLAK

GELECEĞİN TEKNOLOJİSİ ŞEFFAF GÜNEŞ PANELİ 2.0

İbrahim Efekan ÇETİN | **Melis KEYİF**

ÖZET

Yakın zamanda fosil yakıtların tükenme tehlikesi sebebiyle yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim artmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan güneş enerjisinden faydalanmak için günümüzde güneş panelleri kullanılmaktadır. Ancak güneş teknolojisi de geliştirilmeye ihtiyacı vardır. Güneş panelleri şeffaf hale getirilerek kullanışlılığı artırılmıştır. Örneğin sadece çatılara güneş paneli koymaktansa pencerelere, cihazların ekran camına, seralarda vb. yerlerde kullanılabilir. Böylece hem gereksiz yer işgal etmemiş olurlar hem de cam kullanımı olan her yerde şeffaf güneş paneli kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: *Şeffaf Güneş Paneli, Güneş Enerjisi, Güneş Paneli*

ABSTRACT

Recently, the tendency towards renewable energy sources has increased due to the danger of extinction of fossil fuels. Solar panels are used today to benefit from solar energy, which is one of the renewable energy sources. But solar technology also needs to be improved. Solar panels have been made transparent and their usefulness has been increased. For example, instead of just putting solar panels on roofs, it can be installed on windows, screen glasses of devices, greenhouses, etc. Thus, they do not occupy unnecessary space and can be used wherever glass is used.

Keywords: *Transparent Solar Panel, Solar Energy, Solar Panel*

1. GİRİŞ

Dünyada kullanabileceğimiz en doğal ve en temiz enerjiler yenilenebilir enerjiler olarak belirtilmektedir. Bu enerjiler tamamen doğal kaynaklardan elde edilir ve doğaya, çevreye atık bırakmadan kullanılabilir ve çevreyi kirletmez. Yenilenebilir enerjinin en önemli özelliği doğada asla yok olmayıp tekrar kullanılabiliyor olmasıdır. Temiz enerjiler karbon üretimini en aza indirmektedir. Böylece dünyada oluşabilecek küresel ısınma gibi sorunlar uzun vadede düşünülecek olursa en aza indirilebilir ve bu da aslında mümkündür (Zhao ve Lunt, 2013). Yenilenebilir enerji kaynakları tamamen doğal olup, kendini yenileyebildiği için fosil yakıtlara bağımlılık minimum seviyeye inebilir. Ne yazık ki, bu enerji kaynaklarının da kurulum aşamasında ve sonrasında aktif olarak kullanımından dolayı çevreye bazı zararları olabilmektedir. Buna rağmen yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım aşamasında doğaya verdiği zarar fosil yakıtlarının verdiği zararın yanında bir hiç sayılabilecek kadar azdır. Bu kaynaklardan faydalanırken dezavantajlarını minimum düzeye indirmek, sistemlerde yapılacak çalışmalar ve iyileştirmelerle mümkündür. Tüm yenilenebilir enerji kaynaklarının kaynağı muhakkak ki güneştir. Güneş enerjisinden elektrik enerjisi olarak faydalanabilmek için kullanışlılığını ve verimliliğini artırmamız ise artık dünyanın içinde bulunduğu ve gitmekte olduğu durumundan dolayı zorunluluk haline gelmiştir. Bu sebeple güneş enerjisini geniş bir alanda kullanımına önem vermemiz gerekmektedir (Zhao ve Lunt, 2013).

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Güneş Paneli Nedir?

Güneş; dünyayı aydınlatan, ısı enerjisi sağlayan ve dünyadaki yaşamın sürdürülmesini sağlayan bize en yakın olan yıldızdır. Temiz yenilenebilir enerji kaynağı olan Güneş'in hem ışık hem ısı enerjisinden faydalanmaktayız. Güneş'ten dünyaya gelen ışınları emerek elektrik enerjisi üreten panellere güneş paneli denir. Güneş panelleri, gelen ışığı elektrik enerjisine dönüştürme kabiliyeti olan hücresel silikon bölümlerden oluşmaktadır. Hücreler yarıiletkenden oluşmaktadırlar (Goetzberger, 2000). Doğru akım enerji üreten güneş panelleri ile günümüzde kullandığımız elektrik enerjisini doğal yollarla elde edebiliyoruz. Güneş paneli kurulu gücümüz ne kadar artarsa ülkemizdeki enerji cari açığı da o kadar azalacak ve dış ülkelere giden para ülkemizde kalacaktır.

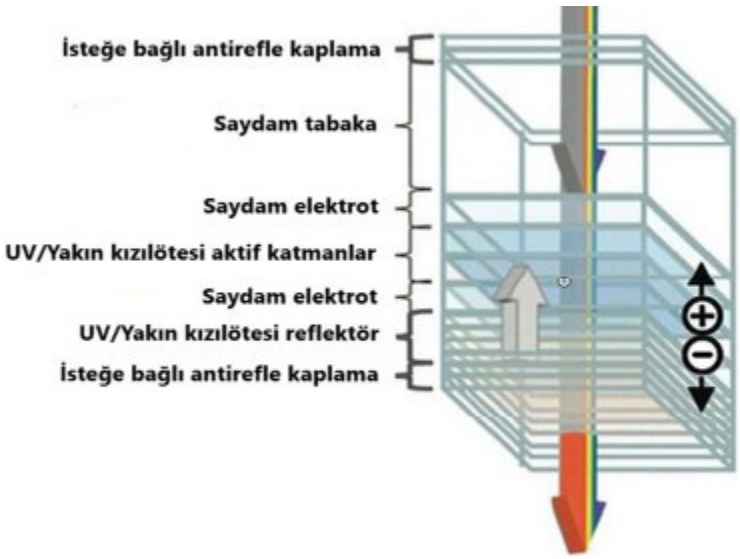
Güneş panelleri güneş hücrelerinden diğer bir adıyla fotovoltatik hücrelerden oluşur. Güneş pili hücrelerinin üst kısmında oluşan enerji kaybının önüne geçilmesi için soğurmayı gerçekleştiren yüzeylerden meydana gelir. P ve N tipi yarı iletken maddeler

bu yüzeylerin altında bulunur. Güneş ışığı, güneş panelinin yüzeyine düşmesiyle birlikte panelin üzerindeki fotovoltatik hücreler tarafından soğurulur. Güneş ışınları P tipi maddelerden elektronlarını ayırır. Enerji yüklenen elektronlar yarı iletken olan N tipi maddeye doğru geçiş yaparlar. Bu geçiş tek yönlü olan bir elektron akımı yaratır. Kurulan devrelerde elektronlar devre boyunca pillerin gerek duyduğu enerjiyi elde etmesinde ya da daha farklı yerlerde kullanılabilir ve yarı iletken olan P tipi maddeye geri döner. (Goetzberger, 2000) Güneş paneli; kısaca cam muhafaza bölümü, silikon hücresi ve güneş panelinin üstündeki akımı iletmek için kullanılabilen alternatif akım ve doğrusal akım kablolularından oluşur. (Goetzberger, 2000)

2.2. Şeffaf Güneş Paneli

Şeffaflık, güneşten gelen ışınların geçebilmesi ya da herhangi bir nesnenin arkasından diğer tarafın görebilmesidir. Aslında günlük hayatta gördüğümüz ve şeffaf sandığımız camlar tamamen şeffaf değildir çünkü kullandığımız camlar mor ötesi dalgaları emerek ve gelen güneş ışınlarının birazını yüzey üstünden yansıtarak şeffaflığı azaltırken, beyaz camlar %92,1 taktığımız güneş gözlükleri %75-85 arası şeffaflık yüzdeliğindedir. Şeffaflık oranı klasik güneş panellerinde kullandığımız camlarda ise %92 gibidir (Husain vd., 2018).

2.2.1. Şeffaf Güneş Panelinin Çalışma Prensibi



Şekil 1. Saydam güneş panelleri katmanları (Öngel, 2021)

Şeffaf güneş panelleri isminden de anlaşıldığı üzere şeffaf bir yapısı vardır. Şeffaf güneş panellerinin çalışma şekli ise normal güneş panellerindeki fotoelektrik ilkesine uyar. Normalde kullanılan güneş panelleri, Güneş'ten gelen ışınları soğurarak yüzeydeki elektronları koparıp elektrik devresine aktarır bu da güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretilmesi gerçekleştirir. Saydam güneş pillerini normal Güneş panellerinden farklı kılan özelliği ise malzemeyi şeffaf görmemize sebep olan görünür bölge frekans aralığındaki güneş ışınlarının geçebilmesidir. Bizim göremediğimiz frekans aralığındaki ışınları ise soğurarak enerji elde edebilmesidir. Şekil 1'de görüldüğü üzere saydam güneş panelinde kullanılan yüzeyler katman katman gösterilmektedir. (Öngel, 2021)

2.2.2. Şeffaf Güneş Paneli Teknolojileri

Şeffaf güneş pillerinin üretiminde kullanılan yaklaşık dokuz teknoloji vardır ve bunlar pazar talebi ve şeffaf güneş pillerinin (TSC) potansiyel kullanımları sebebiyle mevcut araştırmaların odağıdır. TSC ile bazı başarıları bildiren yerlerin başında ABD ve Japonya gelmektedir. Camın kendi içsel optik kayıplarıyla birleştiğinde, bu katmanlar, diğer malzemelerin birikiminden önce şeffaflığı yaklaşık %15-20 oranında azaltır. En az %1 verimlilikle %20'den fazla geçirgenlik sağlayan teknolojiler aşağıda tarihsel sıraya göre detaylandırılmıştır (Zhao ve Lunt, 2013).

2.2.2.1. İnce Film Fotovoltatikler

İnce Film Fotovoltatikler saydam güneş panellerinde en fazla verimlilik elde edilen teknolojilerin başında gelir ve başka yollarlar da kullanılabilir. Bahsedilen yollardan bazıları saydamlığın elde edilebilmesi materyallerin sayısına bağlıyken, kullanılan diğer yöntemler ise flor katkılı kalay oksit (FTO) yüzeyinde kullanılan macunların üst üste konulma şekline bağlıdır. İnce film fotovoltatikler (TPV), kabaca camın üstünde birbirinden değişik biçimde biriktirilen onlarca nanometreden yüzlerce mikrometreye kadar ulaşabilen bir kalınlığa sahiptir (Zhao vd. 2014).

TPV teknolojileri, kullandığımız malzemeleri muhafaza ederek güneş panellerinin üretim fiyatlarının azalmasına katkıda bulunur. Ek olarak çok fazla değişik özellikteki alt katmana hassas faaliyetlerin yapılmasını çok daha kolaylaştırılmasını sağlar. Böylece daha yeni çalışmalara, birçok farklı türde materyallerin elde edilmesine kolaylık sağlar. En son durumda bu yolla üretilen malzemelerin verimlilik oranı %9,2 iken şeffaflığı %60'tır (Zhao vd. 2014).

2.2.2.2. UV/Yakın Kızılötesi Saydam Güneş Paneli

Bilindiği üzere saydam güneş panelinin amacı görünür bölge dışındaki ultraviyole (UV) ve kızılötesine yakın dalga boylu ışınları absorbe edebilmesi ve bu sayede say-

damlığı sağlayabilmesinin sonucunda görünür bölge ışınlarının iletilmesine izin vermesi temel olarak belirtilebilir. Bu durum, bahsedilen her iki özelliği de doğal olarak bir materyalde birleştirmeyi zorlaştırabilmektedir. Bu konu üzerinde yapılan birçok inceleme, cüzi bir miktar olsa bile şeffaflık görünümüne ulaşabilmek maksadıyla görünebilen ışığın geçmesine imkân oluşturan çok ince yüzeylerden oluşan fotovoltatik hücreler elde etmeyi amaçladığını ortaya koymaktadır. Ortaya çıkan verimliliğin muhafaza edilmesi, geçirgenliği toplamda %30'dan daha az miktarda güneş hücrelerinin elde edilmesiyle mümkün olur (Zhao vd., 2014).

Richard Lunt ve beraberindeki araştırma personeli 2011 yılında, saydam bir güneş hücresi materyaline ulaşabilmek amacıyla katmanların kalınlığına dikkatin toplanması yerine yakın kızılötesi ya da UV frekansındaki fotonlarının soğurulması amacıyla boya partiküllerinin değişimini amaçlayan bir metot kullanmışlardır. Bahsi geçen bu ekibin yoğun çalışması sırasında organik fotovoltatik batarya için, %65 seviyesinden daha fazla saydamlık ve ayrıca %1,3'lük bir verime ulaşıldığı sonucu beyan edilmiştir (Zhao vd., 2014).

2.2.2.3. Polimer Güneş Pili

Polimer güneş pilinin uygun bir şekilde üretilmesi için soğurma özelliğine sahip olan materyallerin yakın kızıl ötesi ve ultraviyole katmanlarındaki bütün fotonların bir araya gelmesi ve görülebilen ışığın iletilmesini sağlaması gerekmektedir. Bahsedilen fonksiyonlara sahip olan saydam ve elektriği aktarabilen materyallere sahip olan grafen ve karbon nanotüpe materyaller bulunmaktadır. Bahsedilen materyalleri tek bir saydam fotovoltatik oluşturabilmek amacıyla kullanılması uygun değildir. Bu sebeple saydam olan polimer güneş pilinin, yakın kızıl ötesi (NIR) ve ultraviyole (UV) ışık türleri için saydam özellik göstermeyen, görünebilen ışık için saydam olan polimerik fotovoltatik hücreyle beraber içinde gümüş (Ag) bulunduran nanotel olan elektriği iletme özelliğine sahip olan materyalle bir araya getirilmesi gerekir (Stauffer, 2013).

2.2.2.4. Saydam Parlak Güneş Yoğunlaştırıcı (TLSC)

Michigan Eyalet Üniversitesi'nde, yapısında organik tuzların bulunduğu bilinen şeffaf parlak güneş yoğunlaştırıcılar (TLSC) adında yeni ortaya çıkan saydam bir güneş paneli elde edilmiştir. Bahsedilen projede, saydamlığı verimlilikle bir araya getiren ve ayrıca farklı bir türde yapısı olan yeni türde güneş panelleri üretilmiştir. Bahsedilen güneş panellerinin üretiminde kullanılması düşünülen floresan özelliğe sahip NIR saydam boyaları, yakın kızılötesi (NIR) ve UV görünemeyen ışıkların yakalanılarak görünebilen ışığa dönüştürebiliyor daha sonrasında bahsedilen ışınlar güneş panellerinin bulunduğu şeffaf özelliği olan camların kenarlarına iletilmektedir. Bu şeffaf güneş panellerinden üretilen verimlilik %5'ken saydamlığı %86'dır ve bahsedilen

saydamlık şu anda üretilebilen saydamlığı en yüksek güneş hücresidir (Roldan-Carmona vd., 2014).

2.2.2.5. Yarı Saydam Perovskit Güneş Pili

Antioquia Üniversitesi, 2014 yılında yapmış olduğu çalışmada enerji bant aralığı daha az olan soğurucu materyal kullanılmasıyla görünebilen ışığın iletilmesine ayrıca kızılötesi olan ışınların absorbe edilmesine olanak sağlayan tamamen organik güneş panellerinin yarı şeffaf olan özelliğini arttırmaya çalışılmıştır. Şeffaflık arttığında verimlilik düşmektedir. Saydamlık daha yüksek oranlara çıkartılabilmesi fotovoltatik yüzey alanının incelmesiyle gerçekleşirken verimliliğini daha az oranlara iner. Böylece bu çalışmayla uğraşan bilim adamları hem daha saydam olan bir materyal hem de verimliliği arttıran malzeme elde etmeyi başarabilmişlerdir. Kristalli bir yapıya sahip olan perovskit kullanarak güneş panelinde 800 nanometre dalga boyunda %12,7 oranında verimlilik ve %77 oranında da saydamlığa ulaşmışlardır (Werner vd. 2016).

2.2.2.6. Elektroforetik Biriktirme

Bahsedeceğimiz bu yöntem ince olan filmleri üretebilmek amacıyla kullanılan diğer bir yoldur. Flor katıklı kalay oksit camının içine ince boyutlu bir film kullanmak amacıyla öncelikle biriktirilecek tanecikler, verilen enerji ile elektrotların arasında oluşan elektrik alan ile taşınarak cam yüzeyde birikirler. Bahsettiğimiz bu iki elektrotlar ise biri anot diğeri katot işlevi yapar. Tanecikleri bulunduran yere elektrotlara bağlı camlar daldırılır. Elektrotların birinde biriken tanecikler ince olan titanyum dioksit katmanı oluşturur (Bahramian ve Vashaee, 2015).

2.2.2.7. Daldırma ile Kaplama Yöntemi

Hamedan Teknoloji Üniversitesi 2015 yılında çok ince olan küçük tüplerin üstünde yapılmış çalışmada, ince film üretmek amacıyla titanyum dioksit anot elektrot ve saydam polianilin katot elektrot olarak uygulandığı bildirilmiştir (Grimes ve Mor, 2009).

2.2.2.8. Püskürtme Biriktirme Yöntemi

İnce filmleri çökertmek amacıyla kullanılan bir diğer metot ise püskürtme biriktirme metodudur. Bu yolla ince olan titanyum nanotüp tabakası, flor katıklı kalay oksit tabakasına püskürtme yolunun kullanılmasıyla tabakanın üstüne bırakılmasını sağlar. Bahsettiğimiz bu yöntem iki ana adımlıdır: Öncelikle püskürtme yolu ve ayrıca anodizasyon yoluyla ince olan titanyum oksit nanotüp ince filmlerin üretimi ayrıca sonrasında nanotüp dizilerinin üstünde 459 °C'de gerçekleşen işleme oksijen tavlama tekniği denir. İkinci olarak geriye kalmış titanyum adacıkları saydam olan zamana

kadar oksitlenir. Böylece yapılan bu önemli projeden net bir sonuca ulaşılamadığından dolayısıyla bu yönteme yukarıdaki çalışmayı onaylamak adına daha fazla çalışma yapılmalıdır (Zhang vd. 2016).

2.2.2.9. Kuantum Nokta (Quantum Dot; QD) Güneş Pili

Kuantum nokta (QD) güneş pilleri son dönemlerdeki incelemelere göre ileri derecede gelişmiş optik ve elektronik karakterleri yardımıyla ön plana çıktığını söylemek mümkündür. Kuantum nokta tabanlı güneş pillerinin kullanımı için değişik yapı faaliyetleri vardır. 2016 yılında, Uppsala Üniversitesi'nden Xiaoliang Zhang, QD kullanan 2 TSC modelini ilan ederek bilim dünyasını haberdar etmiştir. İlk modelde, ayarları dinamik şekilde değiştirmeye müsait bir bant boşluğu olan PbS QD kullandığı görülmüştür. Bu onu gayet iyi bir şekilde ışık absorbe edici yaparak %3,9 güç devinim verimliliğine ve %22 görünür saydamlık değerine ulaştırmıştır (Pultarova, 2017). İkinci modelde bu değerlerin daha da yükseldiği bildirilmiştir. Bu cihazı imal etmek için faydalanılan tasarım ve materyaller, optiksel zayiatları en aza indirmeye faydalı olur ve üretkenliği artırır. Xiaoliang Zhang'ın beyan etmiş olduğu saydam güneş tasarımı, düşük ışık geçirgenliği gerektiren tasarımlar için uygun olduğu söylenebilir (Pultarova, 2017).

2.2.2.10. Diğer Alternatifler

Çoğu güneş panelinde silikon kullanılır ancak silikondan daha verimli daha dayanıklı olan ama maliyeti fazla olan bir materyal vardır. Bu materyal galyum arsenittir. Galyum arsenitin bazı elektronik özellikleri silikondan üstündür. Daha yüksek elektron hızına ve elektron hareketliliğine sahiptir. Bu da galyum arsenitin 250 GHz'i aşan frekanslarda çalışabilir. Geniş bant aralığı nedeniyle saf Galyum arsenit oldukça dirençlidir ("Gallium arsenide", 2022).

Silikonun dolaylı bir bant aralığı vardır, bu nedenle ışık yaymada nispeten daha zayıftır. Galyum arsenit güçlü uygulamalarda dış uzay elektroniği ve optik pencerelerde kullanılması için mükemmel bir malzemedir ("Gallium arsenide", 2022). Galyum ne kadar maliyetli olsa da şeffaf güneş panelinde yüksek performans sağlayabilir. Böylece kendi maliyetlerini kısa sürede amorti edebilir ve bu durum gelecek zamanlarda şeffaf güneş paneli kullanımını artıracaktır ("Gallium arsenide", 2022).

2.2.3. Güneş Paneli İle Şeffaf Güneş Paneli Arasındaki Farklar

Klasik güneş pilleri görünür bölgedeki ışınlarından elde edilen enerjiyi biriktirirken saydam güneş panelleri görünebilen bölgeden ışınların iletilmesine olanak sağlayarak morötesi ve ayrıca kızılötesi ışıklardan enerji elde edilmesini sağlar. Güneş paneli ile şeffaf güneş paneli arasındaki farklar tabloda belirtildiği gibidir (Öngel, 2021).

Tablo 1: Güneş Paneli İle Şeffaf Güneş Panelinde Kullanılan Malzemeler

Güneş Paneli	Şeffaf Güneş Paneli
Dıştan İçe Doğru Alüminyum Çerçeve	İsteğe Bağlı Antirefle Kaplama
Su ve Tozdan Koruyan Yalıtım	Saydam Tabaka
Özel Temperli Cam	Saydam Elektrot
EVA Film	UV/Yakın Kızılötesi Aktif Katman
Güneş Hücresi	Saydam Elektrot
Sırt Folyosu	UV/Yakın Kızılötesi Reflektör
Bağlantı Kutusu	İsteğe Bağlı Antirefle Kaplama

2.2.4. Günlük Hayatta Şeffaf Güneş Paneli Kullanabileceğimiz Yerler

Geliştirilme safhasındaki güneş hücrelerinden en dikkat çekici olanı saydam güneş panelleridir. Bu araştırma ile adını bilim dünyasında duyurmayı başaran Michigan State Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerinden Richard Lunt ve araştırma grubu, 2013 yılında güneş panellerinin uygulama alanlarını daha da çeşitlendirmek için %86 ölçüsünde saydamlığı bulunduran güneş panellerini imal etmeyi başarmıştır (Zhao ve Lunt, 2013). Böylece dış yüzeyleri tamamen veya çoğunluklu oranlı camlarla kaplı olan tüm yapılar saydam güneş panelleri vasıtasıyla harcadıkları enerjiyi kendileri üretebileceklerdir.

Şekil 2. TSC Kullanım Alanları (Husain vd., 2018)

Bunun yanında yaz aylarında pencerelerde saydam fotovoltatik paneller tercih edildiği sürece yalnızca enerji üretmeyip, absorbe ettiği ultraviyole (UV) ışınlarından

dolayı yapıların sıcaklığının artmasını engelleyerek klima kullanım oranını da azaltır. Tarım alanında ise sera üretiminde tercih edilmesi ile ihtiyaç duyulan elektrik enerjisinin çok büyük bir kesimi üretilebilir. Havaalanı, otobüs veya tren terminallerine, otomobil ve uçakların camlarına, otobüs duraklarının üstüne saydam güneş panelleri kurularak ihtiyaç duyulan enerjinin büyük bir kısmı da sağlanabilir. Günlük yaşamımızda ise yüzeyi cam olan ve açık hava ile temas eden tüm cihazlarda kullanılabilmesi mümkündür. Örnek olarak tablet bilgisayarlar, cep telefonları, dizüstü bilgisayarlar da dâhil olmak üzere diğer taşınabilir cihazların ekranlarında için de enerji üretme kapasitesi oluşturularak enerji üretilebilir. Potansiyel olarak güneş enerjisi ile çalışan otomobiller, hava araçları, trenler ve tekneler şeffaf güneş pillerinin uygulama alanlarına girebilir (Zhao vd., 2014).

3. SONUÇ VE TARTIŞMA

Şeffaf güneş panelleri kullanılarak yenilenebilir güneş enerjilerinden biri olan güneş enerjisini günlük hayatın her yerinde kullanımını arttırarak dünyanın ihtiyaç duyduğu enerji ihtiyacını karşılanabilir ve bu sayede fosil yakıtların kullanımını en aza indirilebilir. Aynı zamanda fosil yakıtların kullanımı çeşitli çevre sorunlarına da yol açtığı için güneş enerjisini kullanarak daha sağlıklı bir çevre olanağı sağlanabilmesi mümkün olacaktır. Türkiye yıl içerisinde güneşlenme süresi fazla olan bir ülke olduğundan şeffaf güneş pili teknolojileri geliştikçe çevremizde kullanımının gittikçe arttığı görülecektir. Şeffaf güneş panelinin kullanım alanlarının yakın gelecekte artması oldukça olağan bir gelişme olarak beklenmektedir. Kullanım alanları arttıkça, seri üretime geçildiğinde, maliyetin de düşeceği muhakkaktır. Maliyeti düştükçe de daha fazla yaygınlaşacak ve bu sürecin sonucunda fosil yakıt kullanımını, dolayısıyla çevre kirliliği ve dışa bağımlılığı büyük oranda azaltacaktır. Ortaya çıkacak bu son tablo ile hem dünyamızın geleceği hem ülkemizin menfaatleri açısından fayda sağlayacağı muhakkaktır.

KAYNAKÇA

Bahramian, A., & Vashaee, D. (2015). In-situ fabricated transparent conducting nanofiber-shape polyaniline/coral-like TiO2 thin film: Application in bifacial dye-sensitized solar cells. Solar Energy Materials and Solar Cells, 143, 284-295.

Gallium arsenide. (2022, 15 Nisan) Wikipedia, The Free Encyclopedia içinde. http://meb.ai/vzyDv4 adresinden edinilmiştir.

Goetzberger, A., & Hebling, C. (2000). Photovoltaic materials, past, present, future. Solar energy materials and solar cells, 62(1-2), 1-19.

Grimes, C.A., & Mor, G.K. (2009). TiO2 nanotube arrays. Synthesis, properties, and applications. New York: Springer.

Husain, A.A., Hasan, W.Z.W., Shafie, S., Hamidon, M.N., & Pandey, S.S. (2018). A review of transparent solar photovoltaic technologies. Renewable and sustainable energy reviews, 94, 779-791.

Öngel, Y. (2021). Şeffaf güneş pilleri. Yeşerenerji. http://meb.ai/thlfZw adresinden edinilmiştir.

Pultarova, T. (2017). More than a view: Windows double as solar panels. Live Science. http://meb.ai/UXfu04 adresinden edinilmiştir.

Roldan-Carmona, C., Malinkiewicz, O., Betancur, R., Longo, G., Momblona, C., Jaramillo, F., ... & Bolink, H.J. (2014). High efficiency single-junction semitransparent perovskite solar cells. Energy & Environmental Science, 7(9), 2968-2973.

Stauffer, N.W. (2013). Transparent solar cells: Generating power from everyday surfaces. MIT Energy Initiat., 22-26.

Werner, J., Barraud, L., Walter, A., Bräuninger, M., Sahli, F., Sacchetto, D., ... & Ballif, C. (2016). Efficient near-infrared-transparent perovskite solar cells enabling direct comparison of 4-terminal and monolithic perovskite/silicon tandem cells. ACS Energy Letters, 1(2), 474-480.

Zhang, X., Hägglund, C., Johansson, M. B., Sveinbjörnsson, K., & Johansson, E. M. (2016). Fine tuned nanolayered metal/metal oxide electrode for semitransparent colloidal quantum dot solar cells. Advanced Functional Materials, 26(12), 1921-1929.

Zhao, Y., & Lunt, R.R. (2013). Transparent luminescent solar concentrators for large-area solar windows enabled by massive stokes-shift nanocluster phosphors. Advanced Energy Materials, 3(9), 1143-1148.

Zhao, Y., Meek, G.A., Levine, B.G., & Lunt, R.R. (2014). Near-infrared harvesting transparent luminescent solar concentrators. Advanced Optical Materials, 2(7), 606-611.

YENİLENEBİLİR ENERJİDE MİKROBİYAL ENERJİNİN YERİ

Nil Duru EREN

ÖZET

Teknolojinin gelişimiyle artık enerjiye her zamankinden fazla ihtiyaç duyuyor ve çevreye zarar veren kaynakların etkilerini her zamankinden fazla gözlemlenmektedir. Fakat artan nüfusla beraber enerji ihtiyacımız da giderek büyümektedir Bu bağlamda, çevreye zarar vermeyen yenilenebilir kaynaklara ihtiyaç da bir o kadar büyümektedir. Bu ihtiyacın ortaya çıkışının fark edilmesiyle çeşitli enerji sistemlerinin keşfi ve üretiminin hızlandırılması çalışmaları yapılmıştır ve yapılmaya devam edilmektedir. Yenilenebilir enerji sistemleri denildiğinde akla yalnız güneş enerjisi, rüzgar tribünleri ve bazı çok bilindik sistemler geliyor olabilir. Ancak yenilenebilir enerji kaynakları bunlardan ibaret değildirler. Projemiz yenilenebilir enerji adına çok bilinmeyen bir sistemi ülkemizin uygun bölgelerinde yaygınlaştırmaya yönelik bir çalışmadır. Mikrobiyal sistemler ülkemizin çeşitli bölgelerinde kullanıldığında enerji sorunlarımızı azaltacak ve elektriğin ulaşımı zor, dağlık bölgelere elektrik ulaştırmada, her çevreye göre inşa edilebilecek olma özellikleriyle, bölgede kullanımları büyük farklar yaratacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Mikrobiyal Yakıt Hücreleri (MYH), Güvenilir ve Verimli Enerji, Mikrobiyal Sistemler, Su Arıtımı*

ABSTRACT

With the development of technology, we now need energy more than ever and we observe the effects of sources that harm the environment more than ever. However, with the increasing population, our energy needs are also increasing. In this context, the need for renewable resources that do not harm the environment is growing as well. With the realization of the emergence of this need, studies to accelerate the discovery and production of various energy systems have been made and continue to be done. When it comes to renewable energy systems, we may think of only solar energy, wind turbines and some very familiar systems. However, renewable energy sources are

not limited to these. Our project is an effort to expand a system that is not very well known as renewable energy in suitable regions of our country. When microbial systems are used in various regions of our country, they can reduce our energy problems, and their use in the region can make a big difference in transportation of electricity to mountainous regions where electricity is difficult to reach, with their ability to be built according to every environment.

***Keywords**: Microbial Fuel Cells (MFC), Reliable and Efficient Energy, Microbial Systems, Water Treatment*

1. GİRİŞ

Yenilenebilir enerji sistemleri denildiğinde akla yalnız güneş enerjisi, rüzgar tribünleri ve bazı çok bilindik sistemler geliyor olabilir. Oysa bunların dışında da alternatif yenilenebilir enerji kaynakları bulunmaktadır.

1911 yılında Potter, bakterilerin metabolik reaksiyonları sayesinde elektrik enerjisi üretilebileceğini keşfetti. O yıllarda fazla değer görmeyen çalışması; 1931'de Barnett Cohen'in, bu düşünceden yola çıkarak bir pil üretmesi sonucu gelecekte kullanılabileceği önemli bir yenilenebilir enerji kaynağı olarak görülmeye başlandı. Cohen'in üretmiş olduğu bu pillere, günümüzde "Microbial Fuel Cell" kısaca MFC deniyor ve geleceğin alternatif enerji kaynakları arasında görülüyor. Buna bağlı olarak son zamanlarda mikrobiyal pillerden enerji üreten, kullanan şirketler ve ülkelerin sayısı artmakta ve bu proseslerin kullanım alanı giderek genişlemektedir (Padharia ve Agrahari, 2020).

Dünyada yerine geri konulamayan enerji kaynakları kullanıldıkça, hem dünyada hem ülkemizde yerine konulamayacak hasarlar verilmektedir. Bu bağlamda, özellikle ülkemizde, yenilenebilir enerjiye geçiş büyük bir önem taşımaktadır. Projemiz yenilenebilir enerji adına çok bilinmeyen bir sistemi ülkemizin uygun bölgelerinde yaygınlaştırmaya yönelik bir çalışmadır.

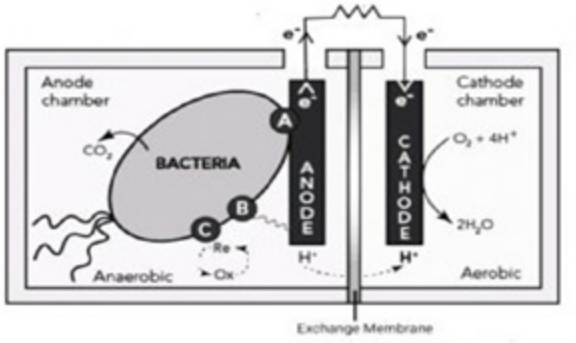
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Mikrobiyal Enerji

Mikrobiyal pillerin çalışma prensipleri bakterilerin redox reaksiyonlarına bağlıdır. Bu reaksiyonlar bakterilerin doğal metabolizmik faaliyetlerinden biridir. Bitki köklerindeki bakteriler, organik malzemeyi (örneğin glikoz) parçalarlar. Bunun sonucunda elektronlar, protonlar ve CO2 ortaya çıkar. Pilin mekanizması bu elektronlara elektrik akımı oluşturacak biçimde yön vermeye dayalıdır. Bu piller için uygunluğu daha yüksek olan bakteriler genellikle bu elektronları hücresel uzantılarından taşıyıcıya

iletenlerdir (Logan, 2009). Bunlara bir örnek Geobacter sulfurreducens KN400 bakterisidir. Bu tip bakterilerde bulunan pili uzantıları (bakteri yüzeyindeki bakteriyel birleşme için gerekli olan yapı) sayesinde bakteri, ekstra selüler alanında bulunan elektron kabul edici bileşene ulaşmak adına pililerinden yararlanır. Pili uzantıları maksimum 20 mikron uzunluğuna ulaşabilen nano tellerdir. Oysa bakteri genellikle sadece 1 mikron uzunluğundadır. (Yi vd. 2009)

Bir MFC'de bir anot, bir katot ve bir değişim katmanı veya tuz köprüsü vardır. Anot kısımda oksijen olmamalı, katot kısımda olmalıdır. Diyagramda da görüldüğü üzere bakterilerden alınan elektronlar anot ve katotlardan kablolar aracılığıyla yol alır ve bu sayede anot ve katotların arasında bir elektrik akımı oluşur.



Şekil 1. Mikrobiyal Enerji Üretimi

2.2. Biyolojik Atıklardan Enerji Elde Edimi ve Ucuz Su Arıtımı

Bitkilerin fotosentez yapması sonucu köklerinde glikoz açığa çıkar ve bitki köklerindeki bakteriler bu glikozu parçalar. Bunun sonucunda genellikle CO2 ve H2O ortaya çıkar. Bu malzemelerden temiz su arıtımını iki adımda yapılabilir. Her zamanki MFC reaktörü parçaları yerleştirilmelidir. Bir anot, bir katot ve ortalarına bir değişim zarı (membran). Bitki anot ile membran arasına koyulmalıdır (Alam ve Wang, 2019).

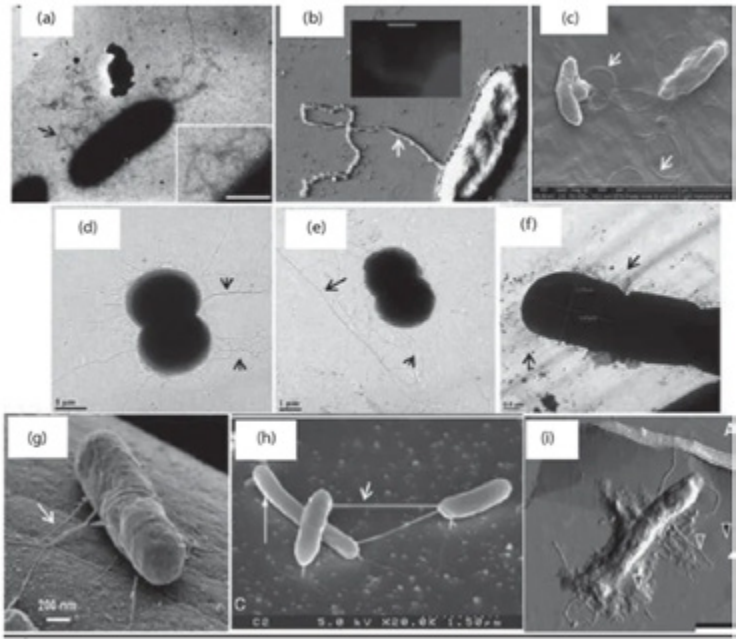
İlk adımda, bitki köklerindeki bakteriler, H+ ve e- ortaya çıkarırlar ve elektronlar anota doğru gider ve ışık kaynağının bir ucuna anota bağlanmış bir kablo aracılığıyla bağlanırlar. Işık kaynağımızın öbür ucundan bir kablo daha çeker ve onu da katota bağlar. Bu sayede elektrik akımı anottan katota doğru ilerler. Işık kaynağı yanmaya başlar.

İkinci adım ise suyun arıtımıdır. Katottan serbest bırakılan elektronlar membran ve katot arasına dağılır. Sadece protonları geçiren membranlardan H+ ortama dağılır. Oksijene ulaşımı olan katot tarafında elektronlar, oksijen ve H+ iyonu buluşur ve arıtılmış temiz su oluşumu gözlenir. Bu yöntemle hem elektrik üretmek hem de temiz suya ulaşımı kolaylaştırmak mümkündür. Bu sistem halihazırda Çin, Harbin'de bir

bira fabrikasında atık suları ayırmak için kullanılmakta. Aynı zamanda Brezilya'nın Icapuí şehrinde, nehir arıtımında kullanılmakta ve başarılı sonuçlar vermektedir (Dong vd., 2015).

2.3. Kullanıma Uygun Bakteriler

Doğru sonuçlar elde edebilmemiz adına pillere uygun bakteriler seçmemiz önem taşır. Örneğin, bakteriler organik maddeyi parçaladığında elektronlar üretmeli. Ayrıca, metabolizmalarında ürettikleri elektronları anot ve katotlarına göndermeye uygun olmalıdır. (Bu özellik bulunmasa da çeşitli kimyasal taşıyıcılar kullanılarak pillere konulan bakteriler vardır.) Bu uygunlukta olan bakterilere eksoelektrojen denir. Eksoelektrojenler tüm canlılarda bulunan elektron taşıma sistemlerinden genellikle uzantılar yoluyla elektron vermeye yatkın bakteri veya canlılara denir (Guang vd., 2020). Piller için ise, bu yatkınlığa sahip olmalarından dolayı genellikle Geobacter and Shewnella türleri kullanılır.



Şekil 2. 1 Mikron Geobacter Sulfurreducens KN400 Bakterisinin 20 Mikron Uzantılarından Elektrik İletimi (Sure vd., 2016)

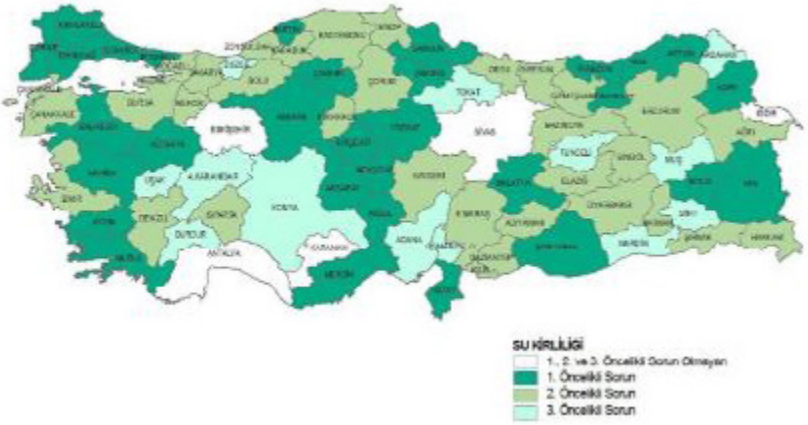
Geobacter sulfurreducens KN400 bakterisi anot alanı olarak metrekare başına 3.9 Watt elektrik üretebilir. Bond ve Lovley'in (2003) yaptığı çalışmaya göre, G. Sulfurreducens bir MFC'ye uygun bir bakteri olabilir. Aynı zamanda *Shewanella putrefaciens* bakterisi ise metrekare başına 4.4 Watt elektrik üretebilir (Yang vd., 2017). Ancak bakteriden alınabilecek verim ortamın durumuna, ortamda bulunan su mikta-

rına veya bakterilerin doğal yaşam ortamlarına, kullanılan substrata, ortamın ph'ına, sıcaklık, anot ve katotun gücüne, membranın geçirgenliğine ve daha birçok faktöre göre değişebilir (Guang vd., 2020).

NASA, bu sistemlerin uygunluğunu uzun zamandır kabul etmiştir ve 2006'dan beri istasyonlarında MFC veya MFC benzeri çalışma prensipleri olan cihazları kullanmaya devam etmektedir. Örneğin NASA 2011'de, uzay istasyonlarında CO2'yi metana, suya ve oksijene çeviren bir MFC kullanmayı denediğini açıkladı. NASA'nın bu proje için kullandığı bakteri Shewanella oneidensis'di. Daniel Bond ve Derek Lovely tarafından 2003 yılında yapılan bir araştırma *G. sulfurreducens*'in elektrik iletme yeteneği nedeniyle etkili ve uzun ömürlü bir mikrobiyal yakıt hücresi (MFC) yaratma olasılığının bulunduğunu gösterdi. (Bond ve Lovley, 2003)

3. BULGULAR

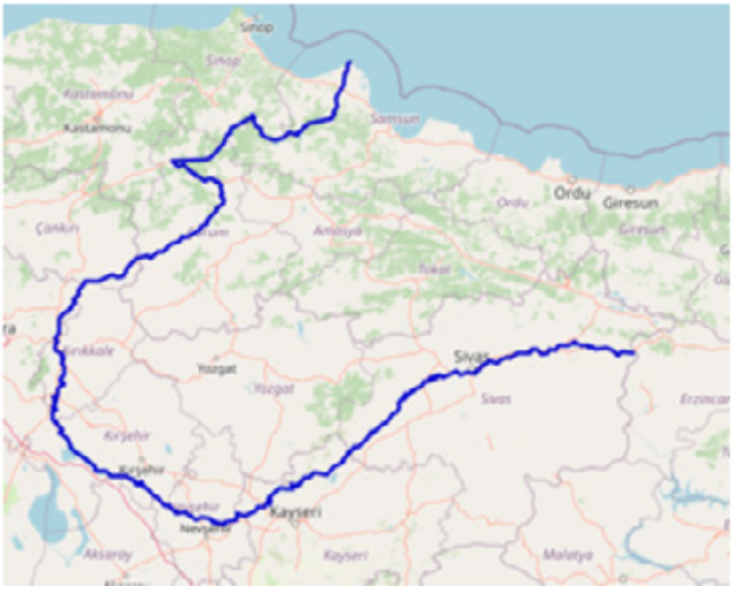
Üst bölümde mikrobiyal sistemlerin su arıtımı gösterilmişti. Bu projenin amacı ise bu sistemlerin ülkemizdeki gelecek su sorununa olabildiğince yardımcı olabilmesini sağlamaktır. Aşağıdaki haritada, su kirliliğini yaşayan ya da yaşama ihtimali yüksek illerimiz gösterilmiştir. Bu haritada, hem bakterilerin habitatı olabilecek hem de elektrik enerjisi ve su temizliği açısından faydası dokunabilecek bölgeler bulunmaktadır.



Şekil 3. Türkiye Su Kirliliği Haritası

Bu bölgelere bir örnek de Geobacter sulfurreducens'in yaşama alanı olabilecek; yani nehir yatakları bakımından zengin bir konum olan Kızılırmak yataklarıdır. Bu bölge, bakteri yaşamına uygun ve elektrik ulaşımına ihtiyaç duyacak köy veya kasabalara ev sahipliği yapmaktadır. Bu bölgeye, MFC takılarak çevredeki konutlara elektrik ulaşımı sağlanırken Kızılırmak nehrinde su arıtımı yapılabilir. Şekil 4'te haritada Kı-

zılırmak'ın geçtiği bölgelerdeki illerde su arıtım tesisleri kurulabilir.



Şekil 4. Kızılırmak Nehrinin Geçtiği İller

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Dünyanın artan enerji ihtiyacını karşılayabilmek için yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji ve yakıtların üretimi son derece önem arz etmektedir. Mikrobiyal yakıt teknolojileri güvenilirliği, yüksek verimliliği, çevre dostu olması ve çevreye zararlarının minimum olması gibi avantajlara sahiptir. Bu avantajları göz önünde bulunduğunda MFC pilleri ve teknolojileri gelecek yıllarda ülkemiz ve dünyada önem arz eden bir enerji üretme aracı olacaktır. Bu sebepten ötürü, ülkemizde kullanımları için destek verilmeli ve kullanım alanları genişletilmelidir. Konudaki önerimiz, mikrobiyal enerji sistemlerinin ülkemizin Karadeniz bölgesinin bol yağışlı ve çeşitli bakteri türlerinin yaşamasına uygun ve nemli noktalarda kurulmasıdır. Bunun sağlanmasıyla, şehre uzak noktalarda yaşayan elektriğe ulaşımı zor olan kişilere elektrik ulaştırılabilecektir. Aynı şekilde, bu yöntemi su artımında kullanma ile üç tarafı sularla çevrili ülkemizin su kirliliği sorununu hafifletmek mümkün olabilecektir.

KAYNAKÇA

Alam, M.A., & Wang, Z. (2019). Microalgae biotechnology for development of biofuel and wastewater treatment. Singapore: Springer Singapore.

Bond, D.R., & Lovley, D.R. (2003). Electricity production by Geobacter sulfurreducens attached to electrodes. Applied and Environmental Microbiology, 69(3), 1548-1555.

Dong, Y., Qu, Y., He, W., Du, Y., Liu, J., Han, X., & Feng, Y. (2015). A 90-liter stackable baffled microbial fuel cell for brewery wastewater treatment based on energy self-sufficient mode. Bioresource technology, 195, 66-72.

Guang, L., Koomson, D.A., Jingyu, H., Ewusi-Mensah, D., & Miwornunyuie, N. (2020). Performance of exoelectrogenic bacteria used in microbial desalination cell technology. International journal of environmental research and public health, 17(3), 1121.

Logan, B.E. (2009). Exoelectrogenic bacteria that power microbial fuel cells. Nature Reviews Microbiology, 7(5), 375-381.

Sure, S., Ackland, M.L., Torriero, A.A., Adholeya, A., & Kochar, M. (2016). Microbial nanowires: an electrifying tale. Microbiology, 162(12), 2017-2028.

Yang, L., Deng, W., Zhang, Y., Tan, Y., Ma, M., & Xie, Q. (2017). Boosting current generation in microbial fuel cells by an order of magnitude by coating an ionic liquid polymer on carbon anodes. Biosensors and Bioelectronics, 91, 644-649.

Yi, H., Nevin, K.P., Kim, B.C., Franks, A.E., Klimes, A., Tender, L.M., & Lovley, D.R. (2009). Selection of a variant of Geobacter sulfurreducens with enhanced capacity for current production in microbial fuel cells. Biosensors and Bioelectronics, 24(12), 3498-3503.

UZAY TABANLI GÜNEŞ ENERJİSİ

Ali Eren TOKER | **Ömer Arda DEMİRAY**
Berkay Selam POLAT

ÖZET

Bu makalede, sistemlerin uzay kurulumlarını tamamlamak ve dünyadaki diğer enerji kaynakları ile ticari ve finansal olarak rekabet etmek için uzay tabanlı güneş paneli sistemleri geliştirilecektir. Dünya yörüngesinde ulaşım, güç üretimi ve kablosuz güç aktarımı ve benzeri teknolojik araştırmaların geliştirme çabaları ayrıntılı olarak tartışılmaktadır. Uzayda güneş enerji sistemi, sistemler arasında güvenilir, temiz, işlevsel ve güncel enerji kaynakları ile finansal açıdan rekabetçi bir enerji sistemi olarak, geleceğin küresel enerji ihtiyaçlarını karşılamak için çalışan alternatif, gelecekte küresel enerji ihtiyacını karşılayacak yenilenebilir enerji sistemlerinden biridir. Uygulanması halinde insanlığa her açıdan sağlayacağı faydalar sebebiyle geleceğe umutla bakmamızı sağlar. İnsanlık için bu kadar fayda barındıran bir projenin uygulamaya geçirilememesinin sebebi maliyettir teorik olarak uygulanabileceğini bilim dünyası kabul etmiştir. Yapılan ve yapılacak çalışmaların katkısıyla maliyet düşmüştür ve düşmeye devam edecektir.

Anahtar Kelimeler: *Uzay, güneş, enerji, uzay tabanlı güneş enerji*

ABSTRACT

In this article, space-based solar panel systems will be developed to complete the space installations of the systems and to compete commercially and financially with other energy sources in the world. The development efforts of earth-orbit transportation, power generation and wireless power transmission and similar technological research are discussed in detail. The solar energy system in space is one of the alternative renewable energy systems that will meet the global energy needs in the future, working to meet the global energy needs of the future, as a financially competitive energy system with reliable, clean, functional and up-to-date energy sources among the systems. It enables us to look at the future with hope because of the benefits it

will provide to humanity in every aspect if implemented. The reason why a project that has so many benefits for humanity could not be put into practice is the cost and the scientific world has accepted that it can be applied theoretically. With the contribution of the work done and to be done, the cost has decreased and will continue to decrease.

Keywords: *Space, solar, energy, space-based solar power*

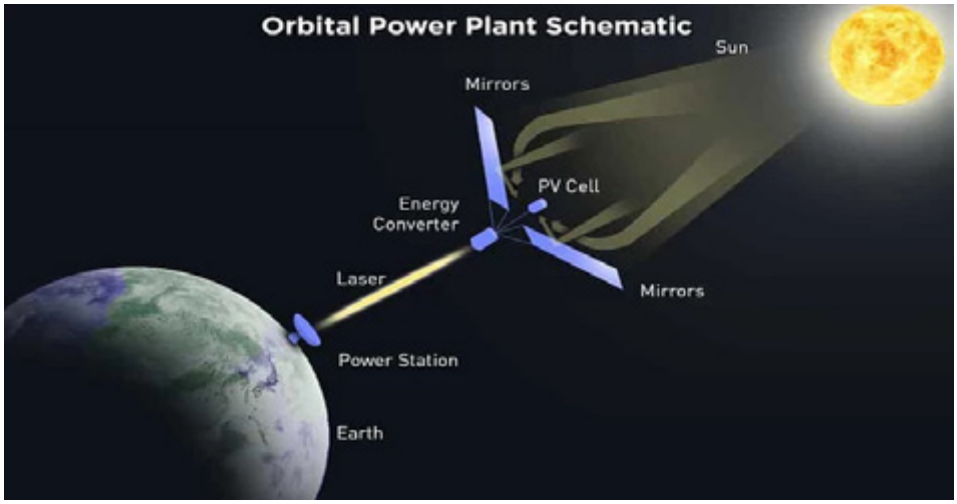
1. GİRİŞ

Günümüzde enerji ihtiyacının %82'si fosil yakıtlar tarafından karşılanmaktadır (Lal, 2004). Gezegenimizdeki nüfus artışı ve küresel ekonomik büyüme göz önüne alındığında enerji gereksiniminin 2100 yılına kadar 4 kat artacağı düşünülmektedir (Mankins, 2011; akt. Yıldız ve Aslan, 2015). Sera gazları etkisinden dolayı artan kaygılar, fosil yakıtların sebep olduğu küresel ısınma ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının uzak tarihlere kalmadan tükeneceği önsezisi, insanları yeni enerji kaynakları ve sistemleri aramaya itmiştir. Hâlihazırda yeryüzü kaynaklı yenilenebilir enerji kaynakları belirli bir seviyede ihtiyacı karşılasa da gezegenimizde büyük bir enerji ihtiyacı süregelmektedir. Bu duruma getirilebilecek en iyi çözümlerden biri Uzay Tabanlı Güneş Enerjisidir. Güncel olarak elektrik üretimi için kullanılan fosil yakıtlar aşağıdaki tabloda yer almaktadır (Hayami, 2005; akt. Yıldız ve Aslan, 2015).

Enerji Sistemi	Kurulum	İşletim	Toplam
1979 NASA/DOE	20	0	20
Kömür	3	1222	1225
Petrol	2	84	846
Sıvılaştırılmış Doğal Gaz	2	639	631
Nükleer Enerji	3	19	22

Tablo 1. Elektrik Üretim Kaynaklarının CO_2 Salınımı

Uzay tabanlı güneş enerjisi, Dünyanın yörüngesine gönderilen güneş panelleri aracılığıyla güneş ile elde edilen elektrik enerjisini mikrodalgaya dönüştürdükten sonra faz dizili anten ekipmanlarını kullanarak yeryüzü istasyonundaki alıcı olan antene giderek tekrar elektrik enerjisine dönüştürmeyi amaçlamaktadır (Jaffe ve McSpadden, 2013; akt. Yıldız ve Aslan, 2015)



Şekil 1. Uzay Tabanlı Güneş Enerji Panel Modeli

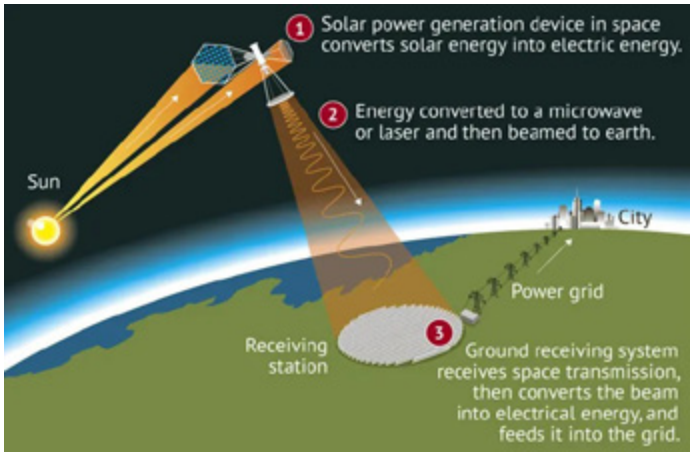
Şekil 1'de görüldüğü üzere uzay tabanlı enerjinin enerji üretme sistemi genel şeması verilmiştir.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Uzay Tabanlı Güneş Enerjisi Çalışma Yöntemi

Projenin amaçları doğrultusunda uzaya konumlandırılan panel sistemlerinin Dünyadaki istasyonlara enerji gönderimini sağlamak üzere kullanılacak faz dizili antenlerini, enerji gönderimini en sağlıklı şekilde sağlayacak değerlere ayarlamak projenin en önemli noktalarından biridir.

Kablosuz enerji aktarımında mikrodalga ışının kontrolü; geriye yönlendirme metodu ile dünyadaki alıcı antenden gönderilen enerji seviyesi düşük bir sinyalin, uzay tabanlı güneş enerji sisteminin faz dizili verici antenin içine yerleştirilmiş anten ekipmanları aracılığıyla alınarak, faz eşlenerek üretilmiş mikrodalganın tekrardan alıcı antene geri yönlendirilmesiyle gerçekleşmektedir (Mankins vd., 2012). Işın denetimi için pozisyon ve açı düzeltme yönetimi (PAC) ve dönen eleman elektrik alan vektörü (REV) yönetimi kullanılabilir (Sasaki vd., 2013).



Şekil 2. Uzay Tabanlı Güneş Panelinin Çalışması

Uzay tabanlı güneş enerji panellerinin kablosuz enerji aktarımında, iletilen mikrodalganın %80'ninden fazlasının dünyadaki alıcı anten aracılığıyla sağlanması istenmektedir. Bunu sağlamak için verici ve alıcı antenlerin ebatları, kullanılan ışığın dalga boyuna ve antenle arasındaki mesafeye göre uygun büyüklükte olmalıdır. Araştırmalara göre çıkarılmış değerler ilişikteki tabloda yer almaktadır (Yıldız ve Aslan, 2015).

Alıcı Antenin Işınım Toplama Verimliliği	$\tau = 2.44$
Mikrodalga İletim Frekansı	$f = 5.8$ GHz
Dalga Boyu	$\lambda = 5.1688 \times 10^{-5}$ km
Verici-Alıcı Antenler Arası Mesafe	$D = 35786$ km
Verici Antenin Alanı	$A_t = 0.4849$ km^2

Tablo 2. Antenler Arası İletim Bileşenleri

2.2. Uzay Tabanlı Güneş Enerjisi Üzerine Yapılmış Çalışmalar

1968 yılında, Doktor Peter Glaser tarafından ortaya çıkarılan bu fikir güneş sayesinde elde ettiğimiz elektrik enerjisini mikrodalgalara dönüştürerek bu dalgaları faz dili anten elemanlarını kullanarak dünyadaki alıcı antene ulaştırıp tekrardan elektrik enerjisine çevirmeyi hedeflemektedir (Glaser, 1973; akt. Yıldız ve Aslan, 2015). 1970'li yıllarda Gerard O'Neill küçümsenemeyecek fırlatma maliyetleri sorununa dikkat çekerek Güneş Enerjisi Uydularını (GEU) aydan gelen malzemelerde dünyanın yörüngesinde inşa etmeyi teklif etti. Aydan fırlatma maliyetlerinin düşük olması aydaki düşük yerçekimi ve atmosferik sürükleme olmaması sebebiyle dünyadan fırlatma maliyetinden çok daha düşük olabileceğini iddia etti (O'Neill vd., 1975). 30

Nisan 1979 tarihinde NASA NAS9-15560 kapsamında Genaral Dynamics Convair bölümü tarafından hazırlanan "Uzayda İnşaat İçin Ay Kaynaklarının Kullanımı" adlı raporda Ay kaynaklarının kullanımının Dünya temelli malzemelerden daha maliyetsiz olacağı sonucuna varıldı (Bock, 1979).

1995-1997 yılları arasında NASA'nın yürüttüğü "Fresh Look Study" adlı araştırma sonucunda, SunTower ve SolarDisc gibi modern fikirler ortaya çıktı (Mankins, 1997; akt. Yıldız ve Aslan, 2015). 2000 yılında ABD Ulusal Araştırma Konseyi bu çeşit bir enerji kaynağı için henüz ekonomik olarak yeterli düzeyde olmadığımızı ancak teorik olarak öyle enerji üretebilmenin mümkün olduğunu iddia etti (Yıldız ve Aslan, 2015). 2002 yılında Avrupa Uzay Ajansı, "Sail Tower" tasarımını geliştirdi (Sebolt vd., 2001; akt. Yıldız ve Aslan, 2015). İlk kez ticari amaçla kullanımı ise 2009 yılında ABD'de Pasifik Gaz ve Elektrik şirketi ile Solaren Şirketi arasında gerçekleştirilmiştir (Mankins, 1997; akt. Yıldız ve Aslan, 2015). 12 Mart 2015 tarihinde kablosuz olarak 1.8 kilowatt, 50 metre uzaklığa iletilmiştir. Burada, elektriğin mikrodalgaya dönüştürülerek iletildiği, sonrasında ise tekrardan elektriğe dönüştürüldüğü açıklandı (Glaser vd., 1994; akt. Yıldız ve Aslan, 2015). South China Morning Post'un aktardığına göre ise uzaydan dünyaya güçlü bir güneş enerjisi ışını göndermek için bir yörünge istasyonu kullanılacaktır. Güneybatı Çin'deki Chongqing şehrinde gerçekleştirilecek testler sonrası, 2030 yılına kadar uzayda 1 MW'lık büyük ölçekte bir güneş enerjisi santrali inşa edilmesi planlanmaktadır (Temiz Enerji Vakfı, 2021).

3. YÖNTEM

3.1. Uzay Tabanlı Güneş Enerjisinin Sağlayacağı Faydalar

Bu bölümde, uzay tabanlı güneş enerjisinin sağlayacağı faydalar anlatılmıştır. Öncelikle güneş ışınlarının %60'lık kısmı yeryüzüne ulaşana kadar kaybedilmektedir. Panellerin projemiz kapsamında uzaya yerleştirilmesi durumunda böyle bir kayıp söz konusu olmayacağından Güneş enerjisinden kaybedilen %60'lık kısımdan tasarruf mümkün olacaktır (Shinohara vd., 2011).

Yeryüzüne yerleştirilen Güneş panelleri ortalama 12 saat verim sağlarken, paneller uzaya konumlandırıldığında, panellerden alınacak verim gece-gündüz döngüsünden etkilenmeyecek ve ortalama verim 24 saate çıkacaktır. Yeryüzüne yerleştirilen güneş panelleri iklim ve hava olaylarına maruz kaldığından, potansiyel fayda sağlanamamaktadır. Paneller uzaya yerleştirildiği durumda, uzaydaki olumsuz faktörlerden etkilenmeyeceği için verimde herhangi bir kayıp söz konusu olmayacaktır.

Dünya üzerindeki panellerin yerleştirilmesi söz konusu olan arazilere bakıldığında, oldukça büyük alanlar kapladığı görülmektedir. Bunun sonucunda, arazilerin etkili

kullanımında oldukça problem yaratmaktadır. Fakat panellerin uzaya yerleştirildiği durumda, kaybedilen araziler daha verimli kullanılabilmektedir (Hoffert vd., 2002).

3.2. Uzay Tabanlı Güneş Enerjisinin Uygulanamamasının Sebepleri

Uzaya gönderilen her panel, uzaydaki atık anlamına gelmektedir. Uzun vadede, bu atıklar güneş sisteminde büyük çöplüklere neden olacaktır. Güneş panellerinin uzaya ulaşmasında kullanılabilecek roketlerin maliyetinin 40 milyon dolardan başlamasıyla beraber, eklenecek her kilogramda uygulamanın maliyeti de artmaktadır. Projede, Ar-ge yatırımından model (prototip) üretim aşamasına, prototip üretim aşamasından seri üretim aşaması ve uygulamaya geçişe kadar (panellerin yerleştirilmesi ve gereken düzenin sağlanması vb.) oldukça ciddi ve altından kalkılması zor maliyetlerle karşılaşılmaktadır.

Uzay tabanlı güneş enerji sistemlerinin kurulumunu tamamlayıp, dünyadaki birçok enerji kaynağı ile finansal olarak yarışabilmesi için; Dünyadan yörüngeye gönderimi, enerji üretimi, kablosuz enerji aktarımı vb. teknolojik çalışmalarda ilerleme sağlanması gerekmektedir. Bu teknolojilerin Dünyamızda alternatif uygulamaları mevcut olmakla birlikte; uygulamasındaki en büyük problemi, sistemin binlerce ton ağırlığa, gigawatt seviyesinde büyüklüğe ve bu teknolojik uygulamaların maliyetinin elle tutulur seviyede büyük olmasından kaynaklıdır.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

4.1. Uzay Kirliliğinin Çözümü

Bilim adamları, uzayda ömrünü tamamlamış roket atıkları ve fonksiyonelliğini kaybetmiş uydu parçalarından oluşan atıkları engellemek için yeni bir yöntem üzerinde çalışmaktadır. Uzaya gönderilecek bir uzay aracının uzay seyahatlerinden artakalan ve dünyanın yörüngesinde dolaşıp duran cisimlere ulaşması amaçlanmaktadır.

Plana göre uydu motor yardımıyla atıkları gezegenimizin atmosferine geri gönderecek ve atıklar atmosfere girdikleri sırada yanarak uzay atığı olmaktan çıkacak. Bilim insanları mekanik kollara sahip uzay araçları üzerinde düşünüyor. Kollardan biri uzay atığını toplarken, diğer kol ise atığı yörüngeden çıkaran itici gücü çalıştıracaktır (ESA, 2021).

4.2. Maliyetinin Düşürülmesi için Yapılabilecek Çalışmalar

Yeniden kullanılabilir roket sistemi ilk olarak SpaceX firmasının tasarladığı Falcon roketlerinde kullanılmıştır. Bu roketler şu şekilde çalışmaktadır. Öncelikle taşıyıcı roketler ayrılmaktadır yerden 75 bin metre yükseklikte gerçekleşen işlemin sonrasında ayrılma sırasında yatay konumdaki roket yeniden dikey pozisyona çevrilmektedir. Bu işlem yeryüzündeki SpaceX ekibi tarafından kullanılan soğuk gaz püskürtücülerinin konumlandırılması ile gerçekleştirilmektedir. Bu işlemin gerçekleştirilmesi için hava koşulları roket ağırlığı ve kalan yakıt hesaplamaları çok önemlidir. Bunların hepsi 15 saniyede bir hesaplanarak yeryüzüne inişin kazasız gerçekleşme olasılığını artırmaktadır. Bu çalışmalar; Falcon 1, Falcon 5, Falcon 9, Falcon Heavy roketleridir (Kılıç ve Bakırcı, 2019).

Gezegenimizin gelecekteki enerji taleplerini karşılamak için araştırılan ve geliştirilmesi gereken alternatif enerji panel sistemleri arasında; diğer yenilenebilir, saf, güvenilir ve güncel enerji kaynakları ile verim ve diğer statüler bakımından rekabet edecek bir enerji sistemi olarak uzay tabanlı güneş enerji sistemlerini ümit verici adaylarından biri olarak ortaya çıkartmaktadır. Sistemlerin günümüz enerji kaynakları ile finansal olarak rekabet edebilecek şekilde kurulumunun yapılması, gerçekleştirilebilecek düzenek tasarımlarının ve alt sistem teknolojilerinin geliştirilmesine ve kurulum için yeterli bir mali kaynak gereklidir. Uzay tabanlı güneş enerji sistemleri günümüzdeki ve gelecekteki muhtemel durumlara göre geliştirilmelidir. Uzay tabanlı güneş enerji sistemlerinin gezegenimizden yörüngeye ulaşım, enerji üretimi ve kablosuz enerji aktarımı vb. teknolojilerin verimlilikleri arttırılmalı ve maliyetleri düşürülmelidir. Bu problemlerin çözüme kavuşturulduğu durumda projemiz pratikte uygulanabilir hale gelmektedir.

KAYNAKÇA

Bock, E.H. (1979). Lunar resource utilization for space construction (NASA Sözleşme No. NAS9-15560). San Diego, CA: General Dynamics Convair Division.

Glaser, P. E., Davidson, F.P., & Csigi, K.I. (1994). Solar power satellites. New York, NY: Wiley.

Glaser, P.E. (1973). Method and apparatus for converting solar radiation to electrical power (Patent No. US 3781647).Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

Hayami, H. (2005). The life cycle CO_2 emission performance of the DOE/NASA solar power satellite system: A comparison of altenative power generation systems in Japan. IEEE Trans. Syst. Man Cybern. C, Appl. Rev., 35(3), 1014-1024.

Hoffert, M.I., Caldeira, K., Benford, G., Criswell, D.R., Green, C., Herzog, H., ... & Wigley, T.M. (2002). Advanced technology paths to global climate stability: Energy for a greenhouse planet. Science, 298(5595), 981-987.

Jaffe, P., & McSpadden, J. (2013). Energy conversion and transmission modules for space solar power. Proceedings of the IEEE, 101(6), 1424-1437.

Kılıç, K, & Bakırcı, Ç.M. (2019, 2 Temmuz). SpaceX'in yeniden kullanılabilir Falcon roketlerinin kısa bir tarihi... Evrim Ağacı. http://meb.ai/fL69QL adresinden edinilmiştir.

Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. science, 304(5677), 1623-1627. doi: 10.1126/science.1097396.

Mankins, J.C. (1997). A fresh look at space solar power: New architectures, concepts and technologies. Acta Astronautica, 41, 347–359.

Mankins, J., Kaya, N., & Vasile, M. (2012). SPS-ALPHA: The first practical solar power satellite via arbitrarily large phased array (2011-2012 NIAC Projesi). 10th International Energy Conversion Engineering Conference, 3978.

Mankins, J.C. (2011). Space solar power: The first international assessment of space solar power: opportunities, issues and potential pathways forward. International Academy of Astronautics.

O'Neill, G.K. (1975). Space colonies and energy supply to the Earth: Manufacturing facilities in high orbit could be used to build satellite solar power stations from lunar materials. Science, 190(4218), 943-947.

Sasaki, S., Tanaka, K., & Maki, K. I. (2013). Microwave power transmission technologies for solar power satellites. Proceedings of the IEEE, 101(6), 1438-1447.

Seboldt, W., Klimke, M., Leipold, M., & Hanowski, N. (2001). European sail tower SPS concept. Acta Astronautica, 48, 785–792.

Temiz Enerji Vakfı (2021, 20 Ağustos). Çin, uzayda devasa bir güneş enerjisi santrali inşa etmek istiyor. http://meb.ai/KlLdCF adresinden edinilmiştir.

Yıldız, E., & Aslan, A.R. (2015). Günebakan: Uzay tabanlı güneş enerji sistemi. Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 8(1), 27–38.

ARGEM

PROJE DANIŞMAN ÖĞRETMEN
Aysel TOL / Pınar ÖZDEMİR

TÜRKİYE'DE TARIM, SANAYİ VE ULAŞIM SEKTÖRLERİNDEKİ ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN KARŞILAŞTIRILMASI VE ARTIRILMASI İÇİN STRATEJİ ÖNERİLERİ

Meryem Su GÖREN | **Ecem ERSOY** | **Yunus Emre YANGIN**

ÖZET

Günümüzde giderek yaygınlaşan makineleşmeye bağlı olarak artan enerji ihtiyacı, fosil yakıtlar ve yenilenebilir enerji yöntemleri ile karşılanmaya çalışılmaktadır. Fosil yakıtların giderek azalması ve yenilenebilir enerji yöntemlerinin bu açığı kapatacak durumda olmaması sebebiyle de dünya genelinde enerji yönetim sorunu oluşmaktadır. Bu nedenle insanlar sahip oldukları enerjiyi korumaya dair çalışmalarını artırmaktadır. Enerji yönetimi bağlamında, enerji verimliliği en sık karşılaşılan kavramlardandır. Enerji verimliliği, ihtiyaç duyulan ürün ve hizmetler için gereken enerjinin kaliteyi ve üretimi düşürmeden olabileceği kadar asgari düzeye indirilmesidir. Bu yöntemle birçok sektörde ve işletmede enerji verimliliği artırılarak hem ekonomik anlamda katkı sağlanabilir hem ekolojik denge korunabilir hem de fosil yakıtlara olan bağımlılık azaltılabilir. Bu çalışmada enerji tüketiminin sektörlere göre dağılımı incelenmiş ve enerji tüketiminde büyük yer kaplayan üç başlık seçilerek bu başlıklar özelinde araştırma yapılmıştır. Tarım, sanayi ve ulaşım başlıklarını içeren çalışmada sanayi alanı; otomotiv ve tekstil olmak üzere iki alt başlıkta incelenmiştir. Üç ana başlıkta da Türkiye ve dünya genelinde literatür taraması yapılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda dünya genelinde uygulanan ama Türkiye'de bulunmayan çalışmalar tespit edilmiş ve bu çalışmaların Türkiye'de de yürürlüğe girmesi için öneriler verilmiştir. Aynı zamanda Türkiye'de yaşanan enerji sorunlarının azaltılması ve fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltacak enerji verimliliği çalışmalarının artırılması için strateji önerilerinde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Fosil Yakıtlar, Yenilenebilir Enerji, Enerji Verimliliği, Tarım, Sanayi, Ulaşım*

ABSTRACT

The growing need for energy, fuelled by the increasing mechanization, is currently met with fossil fuels and renewable energy methods. Due to the gradual decrease of fossil fuels and the inability of renewable energy methods to fill this gap, energy management problems occur worldwide. Therefore, people are increasing their efforts to maintain the energy they have. In the context of energy management, energy efficiency is one of the most frequently encountered concepts. Energy efficiency minimizes the amount of energy required to deliver the products and services requested, without reducing quality and production. In this sense, energy efficiency across many industries and businesses can be optimised, thereby contributing to the economic aspects, maintaining ecological stability and reducing dependence on fossil fuels. In this study, the distribution of energy consumption by industries was examined and the three headings that were shown to take up a large part in energy consumption were selected and further researched. The study includes agricultural, industrial and transport heads; it examines two sub-topics: automotive and textile industries. Literature screening has been conducted in all three major headlines, in Turkey and around the world. Studies conducted have identified studies implemented worldwide but not in Turkey, and recommendations have been given for these studies to take effect in Turkey. At the same time, strategies have been proposed to reduce energy problems in Turkey and to increase research into energy efficiency in order to reduce dependence on fossil fuels.

Keywords: *Fossil Fuels, Renewable Energy, Energy Efficiency, Agriculture, İndustry, Transportation*

1. GİRİŞ

Günümüzde ülkelerin üretim kapasitesi ile gelişmişlikleri arasında bir ilişki bulunmaktadır. Üretimde ihtiyaç duyulan enerji ise belli başlı kaynaklardan sağlanmaktadır. Ülkeler ihtiyaç duydukları enerji kaynaklarını sürekli, kaliteli, ucuz ve çevreye duyarlı bir şekilde kullanarak enerji tasarrufu sağlamak zorundadır (Uzun, Çolak, Yüregir, Kokangül ve Ay, 2015). Bu çerçevede, enerji tasarrufu yanında çevreye duyarlı bir şekilde temiz enerji kullanımının sağlanması da gerekmektedir (Flavin ve Lenssen, 1994). Bu bağlamda, enerjinin çevreye duyarlı bir biçimde kullanılabilmesi için ihtiyaç duyulan en önemli kavramlardan biri de enerji verimliliğidir. Enerji verimliliği, ihtiyaç duyulan ürün ve hizmetler için gereken enerjinin kaliteyi ve üretimi düşürmeden olabileceği kadar asgari düzeye indirilmesini hedeflemektedir.

Enerji verimliliği, enerji kaynaklarının kullanımının azaltılması için en önemli araçlardan biri olarak kabul edilmektedir (Somuncu, 2016). Özellikle 1970'li yıllarda

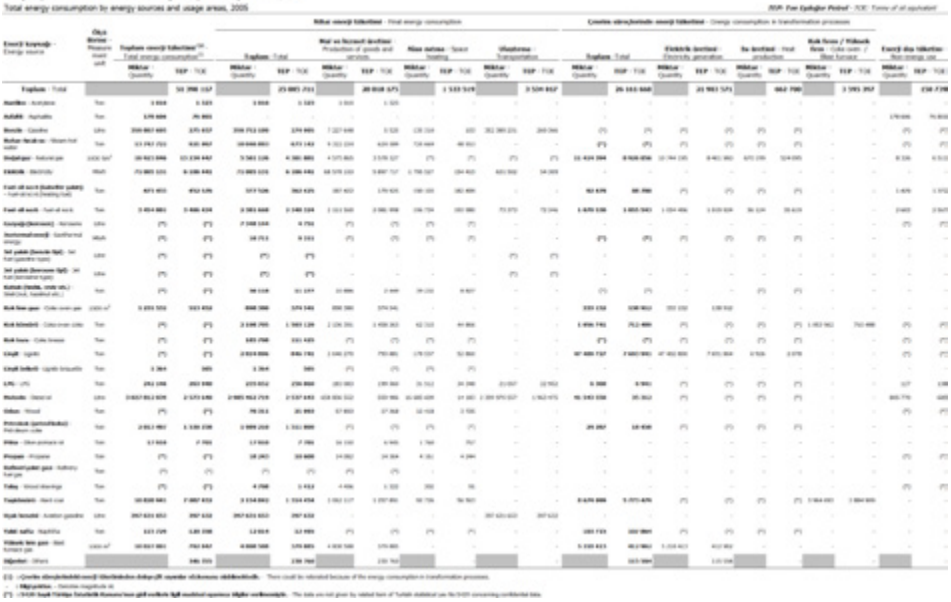
yaşanan petrol krizinden sonra bu konu dünya ekonomisinin gündemindedir ve yine bu tarihten beri, öncelikli olarak endüstriyel işletmeler olmak üzere çoğu işletmede enerji verimliliğinin artırılması yöneticiler arasında bir problem olarak ortaya çıkmıştır (Uzun, Çolak, Yüregir, Kokangül ve Ay 2015).

Enerji verimliliğinin sebebi sanayi devrimi ile birlikte hızla artan makineleşme ve enerjiye olan bağlılığın artmasıdır. Dünya tarihi açısından dönüm noktalarından biri olan Sanayi Devrimi ile insan gücüne olan önem azalmış, bu durum enerji kaynaklarına olan bağımlılığı artırmıştır. 20. yy'dan itibaren sanayileşmenin de artmasıyla birlikte üretimde ihtiyaç duyulan enerji buna paralel olarak artmıştır. Böylece enerji ile üretim ilişkisi, üzerinde düşünülmesi gereken bir konu hâlini almıştır (Meşin, 2020). Günümüzde artan nüfusun ihtiyacına bağlı olarak mal ve hizmet talebinin yükselmesi, konforlu yaşam ihtiyacı ve markalar arasındaki rekabet ile enerji verimliliği daha da önemli hâle gelmiştir. Dünya gündeminde bulunan küresel iklim değişikliği ve fosil yakıtların azalması gibi konular insanları enerji verimliliğine yönlendirmektedir (Sagbaş ve Başbuğ, 2018).

Yapılan literatür taraması sonucunda enerji verimliliğine dair bilinç gibi konularla ilgili toplumsal alandaki çalışmalara, Dünya ve Türkiye'de enerji verimliliği konusunda yürütülen politikalarla ilgili çalışmalara rastlanmıştır. Bu durum ülkemizde, özellikle akademik alanda, enerji verimliliğine dair görüşlerin belirmeye başladığı hakkında ipuçları vermektedir. Bu çalışmada ülkemizde enerjinin en çok tüketildiği alanlar tespit edilmiştir. Tarım, sanayi ve ulaşım olarak belirlenen 3 alan için gerçekleştirilen literatür taraması sonucunda, bu sektörlerde enerji verimliliğini artırmak doğrultusunda yürütülebilecek çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

Tablo-1'de verilen Türkiye'nin enerji tüketiminin sektörlere göre dağılımı tablosuna bakıldığında enerjinin çoğunlukla mal ve hizmet üretimi, ulaşım sektörü ve elektrik üretimi için kullanıldığı görülmektedir. Bu tabloya bakıldığında ülkemizde enerjinin özellikle sanayi ve üretim alanında kullanıldığı görülmektedir. Bu bağlamda enerji verimliliğinin artması ile üretimde verimin artması arasında anlamlı bir ilişki olduğu savunulabilir. Bu durum ekonomik alanda pek çok sorunu çözmenin yanında; istihdam edilebilir nüfus, yararlanılabilecek azami miktarda insan gücü ve işsizlik gibi pek çok ekonomik temelli soruna çözüm getirebilir.

Tablo-1: Enerji Kaynakları ve Kullanım Alanlarına Göre Toplam Enerji Tüketimi



Yaptığımız literatür taraması sonucunda elde edilen verilere bakıldığında dünya ve Türkiye genelinde tarım, sanayi ve ulaşım alanındaki enerji verimliliğine dair çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Ancak bu çalışmalar, ortaya yeteri kadar öneri sunmamaktadır. Bu nedenle enerji verimliliğini ülke çapında artırmak amacıyla yola çıkan veya bu bağlamda ortaya bir sonuç koyan çalışmaların sayısının artırılması bu çalışmanın çıkış noktası olmuştur.

2. AMAÇ

Bu çalışmada dünyanın ve Türkiye'nin gündeminde olan ve küresel anlamda önem taşıyan enerji verimliliği konusunda ülkemizde nasıl bir yol izlenmesi gerektiği araştırılmıştır. Çalışmanın amacı, sanayileşmenin yayılması ile birlikte artan makineleşme sonucunda önem kazanan bir kavram olan enerji verimliliğinin ülkemizde çeşitli alanlarda uygulanabilirliğinin araştırılması ve uygulanabilir alanlarda yürütülebilecek çalışmaların önerilmesidir.

3. YÖNTEM

Çalışmada doküman analizi yapılmıştır. İlk olarak problem belirlenmiş, daha sonra konu hakkında literatür taraması yapılmıştır. Literatür taramasında özellikle Google Akademik üzerinden yayımlanan makalelerden ve YÖK Ulusal Tez Merkezinde yayımlanmış tezlerden yararlanılmıştır. Yararlandığımız tezler; tarım, sanayi ve ulaşım

için kullandıklarımız ve dünyada enerji verimliliği ile Türkiye'de enerji verimliliği olarak kategorize edilmiştir. Elde ettiğimiz bulguların tablo haline getirilmesi için Excel programı kullanılmıştır. Elde edilen veriler tablola haline getirilirken betimsel istatistik kullanılmıştır. Elde edilen veriler betimlendikten sonra verilerin yorumlanması ile bazı fikirlere varılmıştır. En sonunda ise sunulan fikirler değerlendirilerek uygulamaya değer olduğu düşünülenler rapor hâline getirilerek bir arada sunulmuşlardır.

4. BULGULAR

4.1. TARIM

4.1.1. Tarımın Enerjideki Rolü

Tarım, insanların beslenme ihtiyacı ile birlikte ortaya çıkan ve günümüze kadar gelişerek devam eden bir sektördür. Tarımın uzun yıllardan beri insan hayatında olmasının en temel nedeni insan yaşamı için gerekli olan beslenme ihtiyacını karşılayabilmesidir. Temel ihtiyaçlarımızdan biri olan beslenme ihtiyacının zorunlu bir ihtiyaç olması ile birlikte besin ihtiyacının karşılanabilmesi için tarımsal ürünlerin yerini alabilecek başka alternatif bir çözüm bulunmaması, tarımın önemini daha da artırmaktadır (Ergül, 2016).

İnsanlığın ilk dönemlerinde tarım sektörü kas ve hayvan gücüne dayanmaktaydı. Gelişen teknoloji sayesinde kas gücüne gerek kalmadan çalışabilen çeşitli araç gereçler üretilmiş, bu gelişmeler ile birlikte tarım sektöründeki insan gücü ihtiyacı azalmıştır. Kas ve hayvan gücünü temel alan tarım sektörü gelişmemiş ülkelerde çokça görülürken, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde ise bu tip uygulamalar yerini teknolojik gelişmelere bırakmıştır (Öztürk, Yaşar ve Eren, 2006).

Teknolojinin gelişimi ve kullanımının artmasıyla birlikte tarım sektöründeki enerji tüketimi ulusal ekonomiden daha hızlı bir artış göstermeye başlamıştır. Bununla birlikte ortaya çıkan atıklar, üretimde kullanılan azotlu gübreler ve ısı amaçlı kullanılan yakıtlar gibi sebepler sera gazı oluşumuna göz ardı edilemeyecek düzeylerde etki etmektedir. Bu duruma çözüm olarak birçok ülke, tarımda enerji verimliliği alanında çalışmalar başlatmış; verimli uygulamalar ve teknolojilere yatırımlarını artırmışlardır ("Tarımda Enerji Verimliliği", b.t.).

Gelişmekte olan ülkelerde, başta gübre üretimi ve makine kullanımı olmak üzere tarım sektöründe fazla miktarda doğrudan veya dolaylı fosil yakıt enerjisi kullanılmaktadır (Öztürk ve ark., 2006). Gelişmekte olan ülkelerden biri olan Türkiye için de enerji hem üretim sektörü için gerekli hem de stratejik öneme sahiptir. Tüm dünyanın yakından ilgilendiği enerjinin güvenilirliği, sürdürülebilirliği ve verimliliği, sera

gazı etkilerinin azaltılması, çevrenin korunması, fosil kaynaklardan yeni ve verimli yenilenebilir enerji kaynaklarına doğru geçiş gibi konular ülkemizin de yakından ilgilenmesi gereken konulardır (Ergül, 2016),

4.1.2. Tarımda Kullanılan Enerji Türleri

4.1.2.1. Doğrudan Enerji;

Doğrudan enerji, bitkisel ve hayvansal üretimde kullanılan temel uygulamaların tükettiği enerjiye, ayrıca tarım alanında üretim gerçekleştirilebilmesi için gereken temel ortam hazırlanırken ve gerekli cihazlar kullanılırken harcanan enerjiye denir (Onurbaş Avcıoğlu, 2018).

Petrol ürünleri, yakıtları, hayvansal üretim için gereken ortamın hazırlanması ve talaş gibi ürünlerin tarımsal üretim süreci, tüm enerji kaynakları ve enerji taşıyıcıları doğrudan enerjiye örnek olarak verilebilir (Mutlu, 2020)

4.1.2.2. Dolaylı Enerji;

Dolaylı enerji, tarımsal üretimde yararlanılan cihazlar ve üretim için kullanılan enerji girdilerine denir. Bahsedilen enerji girdileri sanayi sektöründe daha yaygındır (Onurbaş Avcıoğlu, 2018).

Kimyasal gübreler, tarım ilaçları, tarım alet ve makinaları, sera ve hayvan barınakları gibi tarımsal yapıların yanı sıra; tohum ve yem gibi tarımsal üretim girdilerinin üretiminde tüketilen enerji de dolaylı enerjiye örnek verilebilir (Mutlu, 2020).

Doğrudan enerjinin tanımlanması ve analiz edilmesi, dolaylı enerjiden kısmen daha kolaydır (Öztürk ve ark., 2006).

4.1.2.3. Yakıt Enerjisi;

Tarımsal üretim işlerinde başlıca yakıt enerjisi kullanılmaktadır. Yakıt, fiziksel ve kimyasal bozulmaya uğramış, bu değişiklik sonucu ısı enerjisi açığa çıkaran her türlü maddeye verilen isimdir. Yakıt, enerji üretebilme amacıyla depolanabilme ve sadece gerekli durumlarda ihtiyaç duyulan enerjiyi üretebilme gibi özelliklere sahiptir (Öztürk ve ark., 2006).

4.1.3. Türkiye'de Tarım

Türkiye, sahip olduğu fiziki ve beşerî coğrafya özellikleri dolayısıyla bir tarım ülkesi hâlini almıştır. Bu hâl uzun yıllar boyunca Türkiye'yi tanımlayan bir olgu olmuştur. İklimi, bulunduğu kuşak ve sınırlarında yer alan biyomlar sayesinde bu olguyla anılan ülkemiz, ticari değere sahip pek çok bitki türünün dağılım bölgesinde yer almaktadır. Çoğu bitki türü üretilen, milli gelirinin büyük bir bölümü tarım çalışmaları

sayesinde elde edilen, dış ticaretin büyük bir kısmı tarım ile yapılan bir ülke oluşu göz önüne alındığında, bu tanımlamanın Türkiye için yerinde bir kullanım olduğu söylenebilir (Bakırcı, 2018).

Yukarıda da bahsedildiği üzere tarım sektörünün milli ekonomiye olan katkısı çok büyük olsa da bu alan için yapılan çalışmaların verimliliğinin ve geliştirilen politikaların az olmasıyla birlikte, Türkiye'de tarımın milli gelire olan etkisi yıllar geçtikçe azalmıştır (Tablo-1).

Tablo-2 Türkiye'de Tarımın Yıllar İçindeki Payı

Temel veriler	Türkiye(2002)	Tarım (2002)	Tarımın payı(%) (2002)	Türkiye(2011)	Tarım (2011)	Tarımın payı(%) (2011)
Nüfus(milyon)	69,3	23,7	**34,2**	74,7	17,3	**23,2**
İstihdam(milyon)	21,3	7,4	**34,9**	24,1	6,1	**25,5**
Milli gelir(milyar $)	230,5	23,7	**10,3**	772,3	62,7	**8,1**
Kişi başı gelir ($)	3492	1064	**28,6**	10444	3653	**35,0**
İhracat(milyar$)	36,0	4,0	**11,2**	134,9	15,3	**11,3**
İthalat(milyar$)	51,5	3,9	**7,7**	240,8	17,6	**7,3**

Tarıma etkili olan durumlara baktığımız zaman;

1999 yılı Aralık ayında yapılan IMF ve Dünya Bankası ile yapılan anlaşma sonrası tarımsal ürünlerde ithalat serüveni başlamıştır. Bu tarihte T.C. Hükümeti ve IMF arasında imzalanan Stand-by anlaşması kapsamında bize sunulan Niyet Mektubunun tarım alanı için yazılan bölümün birkaç maddesini inceleyecek olursak;

Mevcut destekleme politikaları yerine küçük üreticiyi hedef alan araziye dayalı Doğrudan Gelir Desteğine geçilmesi ve bu sürecin 2000 yılında pilot uygulama yapılması, ardından 2001 yılında ise ülkenin yarısına uygulama yapılması ve en son 2002 yılında Türkiye'yi kapsaması planlanmıştır.

Hububat destekleme fiyatlarının C.İ.F piyasa fiyatlarının (Dünya piyasa fiyatlarının) %35'ini geçmeyecek şekilde belirlenmiş ve yıl geçtikçe aradaki farkın kapanması hedeflenmiştir (Doğan,2018).

Türkiye'deki tarım politikaları Osmanlı Dönemi, Cumhuriyet Dönemi ve Planlı Dönem (1963-2005) olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Bu üç dönem arasından Planlı Dönem, on bir kalkınma planından oluşmakla birlikte ülkemiz on birinci beş yıllık kalkınma planı yılları (2019-2023) içerisinde bulunmaktadır.

Planlı Dönem ilk olarak "Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı" adıyla 1963-1967 yılları arasında üretim girdilerini desteklemek amacıyla hazırlanmıştır. Ardından İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1968-1972) ise fiyat politikalarını ele almıştır. Yüksek

fiyat politikası sonrası iç fiyatlar ve dünya fiyatları arasındaki farkın artması sonucu Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planında (1973-1977) da farkın kapatılabilmesi için fon kurulması önerilmiştir. Aynı zamanda bu dönem içerisinde Toprak ve Tarım Reformu Kanunu 1973 tarih ve 1757 sayılı kanunla çıkarılmıştır. Fakat bu durum faaliyetlerin önemli ölçüde sekteye uğramasına neden olmuştur. Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planında (1978-1983) ise fiyat ve müdahale alımlarından farklı olarak tarımda eğitim gibi alanlar üzerinde de durulmuştur. Ek olarak tüm kuruluşların finansman ihtiyacının karşılanması için öz kaynak artırımına gidilmesi, Tarım Ürünleri Destekleme Kurumu ve TMO tarafından sağlanacağı vurgulanmıştır. 1984-1989 yılları arasında yapılan beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planında iç ve dış taleplere uygun bir üretimle verimliliği artırılması esas alınmış ve tarımdaki gelir istikrarsızlıklarına yönelik ürün sigortası çalışmalarının yapılacağı belirtilmiştir. Aynı yıl yürürlüğe girmiş olan "22.11.1984 tarihli ve 3083 sayılı Sulama Alanlarındaki Arazi Düzenlemesine Dair Tarım Reformu Kanunu" çıkarılmış fakat sadece devletçe sulamaya açılan alanlarda kullanılabilir olması sebebi ile planlanan uygulama sınırlı kalmıştır. Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planında takip edilecek politikalar, Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı ile çok fazla benzerlik göstermektedir. Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1996-2000) "Tarımsal Politikalar ile İlgili Yapısal Değişim Projesi", Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001-2005) ise "Genel Tarım Politikaları" adıyla yürürlüğe girmiş ve politikalar ve ilkeler paralel olarak ele alınmıştır (Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, 2005) (Tablo-2).

Yıllar	GSMH		Tarım		Sanayi	
	Hedef	Gerçekleşme	Hedef	Gerçekleşme	Hedef	Gerçekleşme
1963-1967	7,0	6.7	4,2	3.2	12,3	9.7
1968-1972	7,0	6.9	4,1	3.1	12,0	7.6
1973-1978	7,4	2.7	3,7	2.2	11,4	6.8
1979-1983	8,0	2.7	5,3	0.3	9,9	3.8
1983-1989	6,3	7.7	3,1	1.0	7,5	6.6
1990-1995	7,0	3.5	4,1	1.6	8,1	3.8
1996-2000	5,5 - 7,1	4.6	2,9 - 3,7	1.7	6 - 7,7	5.4
Ortalama	6,9	4.97	4,0	1.9	9,7	6.2

Tablo-3: Planlı dönemlerde GSMH büyüme oranları (%, 1987 sabit fiyatlarla)

2006 yılında ise Türkiye'deki tarım politikaları ile ilgili ilk kanun kabul edilmiştir. Bu politikaların 2006 yılında kabul edilmesine rağmen günümüzde ilgili uygulama yöntemleri çıkmadığından kanun tam olarak uygulanamamaktadır. Bu durum Türkiye'nin henüz yerleşik bir tarım politikasına sahip olmadığının göstergesidir. Tarım, özellikle sürdürülebilir tarım ile ilgili politikaların resmen belirtildiği en önemli belgeler beş yıllık kalkınma planı ve programlarıdır (Yalçınkaya, Yalçınkaya ve Çılbant, 2006).

Tarım alanında alınan genel ilkeler ve politikalar haricinde tarımın yaygınlaştırılması, tarım ile ilgili eğitimler ve bildiriler, tarım enerjileri gibi alanlarda da politikalar belirlenmiş ve çalışmalar yapılmıştır (Karahan, 2017).

Bu zamana kadar enerji verimliliği ile ilgili çalışmalar yapılarak politikalar belirlenmiş olsa da tarımın enerji tüketimi içindeki payı %5'ten daha az olduğu için bu politikalar ve çalışmalar içinde yer edinmemiştir. Ancak teknolojinin hızla ilerlemesi sebebiyle tarım sektöründe de enerji ihtiyacı artmıştır. Bu nedenle birçok ülke tarım sektöründe de enerji verimliliği ile ilgili düzenleme yapmak için girişimlerde bulunmaya başlamıştır (Beyaz ve ark., 2017).

Yıllar	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (Milyar TL)	Tarımın GSYH İçindeki Payı Cari Fiyatlarla (%)	Tarımsal Üretim (Milyar TL)	Tarımda Tüketilen Enerji/ Tarımsal Üretim (TEP/TL)
2000	166,658	10,10	16,832	182568,9
2001	240,224	8,80	21,139	140214,8
2002	350,476	10,30	36,099	83935,84
2003	454,780	9,90	45,023	68542,74
2004	559,033	9,50	53,108	62401,14
2005	648,931	9,40	60,999	54755
2006	758,390	8,30	62,946	57318,97
2007	843,178	7,60	64,081	61547,1
2008	950,534	7,60	72,240	71622,37
2009	952,558	8,30	79,062	64164,83
2010	1103,749	8,00	88,299	57633,72
Ortalama		*8,89*		*82245,95*

Tablo-4: Türkiye'de gayri safi yurtiçi hasıla ve tarımın GSYİH içindeki payı (TÜİK, 2011; Aktaran: Öztürk,2013)

Ülkemizin tarım alanındaki enerji kullanımı yıllar geçtikçe artmış olmasına rağmen "Türkiye'de Tarım Enerjisi" başlığı altında çıkarılan yakın tarihteki literatürlerin çok az olduğunu, yazılan makalelerin ise 10 yıl ve üzerindeki verilerden yararlandığı görülmektedir. Yıl geçtikçe enerji kullanımıyla beraber bu durumla ilgili araştırmaların ve çözümlerin artması gerekirken süreç tersine işlemiştir. Bu durum da ülkemizin tarım sektöründeki ilerlemesinin yavaşlamasına sebep olmuştur.

4.1.4. Türkiye'de Tarımda Enerji Verimliliğine Dair Çalışmalar

Türkiye'de tarım sektörü önemli bir yere sahip olsa da Beyaz ve ark. (2017) belirttiği gibi tarım enerjisinin yüzdelik payı %5 'ten az olduğu için bu konu hakkında politikalar ve çalışmalar yapılmadığı gibi tarım enerjisiyle alakalı gereken düzeyde çalışmalar da yapılmamıştır. Yapılan çalışmalarda ise genellikle yenilenebilir enerji kaynakları üzerinde durulmuştur.

Türkiye'de tarım traktörlerinin enerji verimliliği sınıflandırmasına yönelik bir sistem geliştiren Ergül (2016), OECD Kod 2 test yöntemine göre test edilmiş traktörleri baz almıştır. Sonuç olarak traktörün özgül yakıt tüketimi ve verimliliğinde traktör testlerinin düşük hızlarda yapılmasının etkili olduğunu, CR ve CVT sisteme sahip traktörlerin daha verimli olduğu ve özgül yakıt tüketimlerinin daha düşük olduğunu aynı zamanda bu sistemlerin (CR ve CVT) traktörün ekonomik ömrü boyunca yakıt tüketiminden sağladığı tasarruf miktarının satın alma bedelinin yaklaşık %49'una karşılık geldiğini, CR sistemine özel olarak bakıldığı zaman ise yaklaşık %38'ine karşılık geldiği sonucuna varmıştır.

Seralarda Enerji Verimliliğinin Artırılması ile ilgili çalışan Baytorun ve Gügercin (2015), metot olarak yaptıkları hesaplamalarda Antalya ili iklim değerleri ve son yıllarda Türkiye'de kurulan modern plastik sera boyutlarını dikkate almışlardır. Çalışmada ulaşılan bulguları yedi başlığa ayırmışlardır, başlıklar şu şekildedir: seraların teksel olarak kurulması yerine blok olarak inşa edilmesi, örtü malzemesi seçimi ve yalıtımı, ısı perdeleri, ısıtma sistemi, ısıtma kazanının seçimi, iklimlendirme (otomasyon), uygun ölçüm algılayıcılarının kullanılması. Seralardaki ısıtma sadece verim artışına iyi gelmekle kalmayıp aynı zamanda ürünün kalitesini de olumlu yönde etkilediğini fakat bu yöntemin maliyeti artırması ile birlikte fosil enerji kaynaklarının kullanılmasına ve bu durumdan kaynaklı çevre kirliliğine neden olduğu sonucuna varmışlardır.

4.1.5. Dünyada Tarım

Sağlıklı, sürdürülebilir ve kapsayıcı yemek sistemleri dünyanın gelişim hedeflerine ulaşabilmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Tarım alanındaki gelişmeler; aşırı yoksulluğu bitirebilecek, ortak refahı artırabilecek ve 2050'ye kadar 9,7 milyar insanı besleyebilecek en güçlü araçlardan biridir. Tarım sektöründeki büyümeler, en yoksul kesimin gelirinin artmasından iki ila dört kat daha fazla etki etmektedir. 2016'da yapılan bir çalışmaya göre, işçi sınıfı yetişkinlerin %65'i hayatlarını tarım aracılığıyla sürdürmektedir ("Agriculture and Food", b.t.).

Tarım, ekonomik büyümede de mühim bir rol oynamaktadır. 2018'te tarım; dünyadaki gayri safi milli hasılanın %4'ünü, bazı gelişmiş ülkelerde ise %25'ten fazlasını

oluşturmaktadır (“Agriculture and Food”, b.t.).

Tarıma dayalı büyüme, yoksullukta azalma ve yiyecek güvenliği risk altındadır. İklim değişikliği, özellikle de yiyecek güvensizliğinin dünyada en fazla olduğu bölgelerde, verimi azaltabilir. Tarım, ormancılık ve arazi kullanımı değişikliği sera gazı emisyonunun yaklaşık %25’inden sorumludur. Şu anki yiyecek sistemi, insanların ve gezegenin sağlığını tehdit etmekte; sürdürülemez seviyelerde kirlilik ve israf meydana getirmektedir (“Agriculture and Food”, b.t.).

Günümüzde yakıt ve enerji problemi sınırlı rezervlerden dolayı acil bir durumdur. Tarımsal sanayi kompleksindeki enerji arzı sorunu, toplam nüfusun ve refahının artmasının neden olduğu gıda üretimini artırma ihtiyacının yanı sıra kırsal kesimde yaşayanların sayısında gözle görülür bir azalma ile karmaşıklaşıyor. Tarım, özellikle petrol ürünlerinin önemli bir enerji tüketicisi hâline geldi; tüm enerji maliyetlerinin %15’inden ve petrol ürünleri giderlerinin %40’ından sorumludur (Apazhev ve ark., 2019).

4.1.6. Dünyada Tarımda Enerji Verimliliğine Dair Çalışmalar

Tarım sektörü; dünya ekonomisinde, istihdamda ve enerji sektöründe büyük bir rol oynamaktadır. Bundan dolayı, dünya geneline bakıldığında tarım sektöründe enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik birçok çalışma yapıldığı görülmektedir.

Bosch’un ürettiği bir teknolojiyle İspanya’daki zeytin ağaçları için akıllı sulama sistemleri kurulmuş ve bu sistem sayesinde ağaçların su ihtiyacı, ağaçlara yerleştirilmiş kablosuz sensörlerle belirlenebilmiştir. Bu çalışmada su tüketiminin azaltılması, hava şartlarına ve ihtiyaçlarına göre hassas şekilde sulama yapılabilmesi amaçlanmıştır (Kılavuz ve Erdem, 2019).

Amerika için Kırsal Enerji Programı (Rural Energy for America Program - REAP); tarım üreticilerinin ve küçük kırsal işletme sahiplerinin enerji verimliliği iyileştirmeleri yapmasına ve temiz enerji uygulamasına doğrudan yardımcı olan enerji başlığındaki tek programdır. Amerika’nın çiftçilerinin ve kırsal topluluklarının maruz kaldığı yüksek enerji maliyetleri konusuna ve enerji verimliliğinin bu maliyetleri düşürmelerine yardımcı olabilmesine gereken ilgiyi getirdi. REAP’in finansmanı, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji sistemi iyileştirmeleri, enerji denetimleri ve fizibilite çalışmaları için programlara bölünmüştür (Levine, 2012).

İlk ve finansmandan en büyük payı alan çalışma “Yenilenebilir Enerji Sistemi ve Enerji Verimliliği İyileştirme Garantili Kredi ve Hibe Programı”dır. Enerji -elektrik, doğal gaz, propan veya petrol- tasarrufu sağlayan, tarım üreticisi veya küçük kırsal işletmesi tarafından geliştirilen her proje hibe veya kredi için değerlendirilmeye uygun görülür. Krediler 5.000 dolardan 25 milyon dolara kadar değişebilmektedir

(Levine, 2012).

Finansmanın bir diğer payı ise "Enerji Denetimi ve Yenilenebilir Enerji Geliştirme Yardımı Hibe Programı"na aittir. REAP için sağlanan tüm fonların en az yüzde dördü enerji denetimleri için kullanılabilir. Bu hibeler; eyalet veya yerel yönetimlere, yükseköğretim kurumlarına, kırsal elektrik kooperatiflerine veya kamu elektrik hizmetlerine denetimleri finanse etmek için sağlanır (Levine, 2012).

Finansmanın son payı, fon almak için ABD Tarım Bakanlığı (USDA) veya diğer devlet kurumlarının enerji programları tarafından fizibilite çalışmalarını tamamlaması gereken başvuru sahiplerine yardımcı olan "Fizibilite Çalışmaları Hibe Programı"na aittir. Bu çalışmalar normalde yenilenebilir enerji sistemleri içindir (Levine, 2012).

REAP, Amerika genelinde tarımsal verimlilik hedeflerini desteklemiştir. Enerji denetimleri; çiftçilerin faaliyetlerinin ne kadar enerji tükettiğini değerlendirmelerine ve iyileştirme için hedef alanları belirlemelerine olanak tanıdığından, verimliliği artırmanın en önemli yollarından biridir. Hibeler ve kredi garantileri, tarım üreticilerinin ve küçük işletmelerin enerji verimli ekipmanların faydalarını fark etmelerine yardımcı oldu. REAP hibelerini kullanarak, daha önce çiftlik enerji denetim programları olmayan veya etkin olmayan programları olan birçok eyalet, ülke genelinde çok daha fazla tarım üreticisi için denetim gerçekleştirebilmiştir (Levine, 2012).

2009 ile 2011 mali yılları arasında USDA Kırsal Kalkınma, 5.733 REAP projesine destek vererek 191.935.584 $ hibe ve 164.530.349 $ kredi ile tasarruf veya 6,5 milyon MWh üretim sağladı. USDA, REAP'in çiftçiler için enerji verimliliği projelerini sürdürmeleri için büyük bir teşvik yarattığını defalarca kez tespit etti (Levine, 2012).

Dikey çiftlikler ve bitki fabrikaları (bir bitki yetiştiricisinin tüm yıl boyunca sürekli sebze üretimi gerçekleştirmesini sağlayan kapalı bir yetiştirme sistemi) gibi "Kontrollü Çevreli Tarım" (Controlled Environment Agriculture - CEA) uygulamaları; gıda üretimini, büyük nüfusun taleplerini karşılamaya ve küresel iklim hedeflerine ulaşmaya yardımcı olan şehir merkezlerine yakın olacak şekilde değiştirme potansiyeline sahiptir. Kontrollü ortamlarda mahsul yetiştirmenin çeşitli uygulamalar için uygun olduğu kanıtlanmıştır ancak çoğu, yoğun enerji süreçleri içerir. Engler ve Krarti (2021)'nin yaptığı çalışmada CEA uygulamalarının yanı sıra sürdürülebilirliği ve kapalı tarım endüstrisinin kârlılığını geliştirebilecek potansiyel enerji verimliliği teknolojilerini de incelenmiş; çeşitli CEA tekniklerini, optimum kapalı yetiştirme ortamlarını, başarılı vaka çalışmalarını ve önerilen enerji sistemleri araştırmalarını gözden geçirilmiştir. İnceleme analizi, bir tesisin kabuğunda, HVAC'de, aydınlatmada ve dağıtılmış üretim teknolojisinin dahil edilmesinde yapılan değişikliklerin, birkaç CEA vaka çalışmasında elektrik tüketimini %75'e kadar azaltabileceğini göstermektedir. Kontroller, nem alma, aydınlatma ve ürün çeşitliliğine ilişkin gelecekteki

araştırmalar, CEA uygulamalarının daha geniş çapta benimsenmesi için hayati önem taşımaktadır (Engler ve Krarti, 2021).

CEA tesislerinin bugüne kadarki başlıca sorunlarından ikisi, çiftçilerin kâr elde etmesini engelleyen yüksek işletme maliyetleri ve hükümetin karbon emisyonlarını azaltma çabalarını engelleyen mahsul başına yüksek karbon ayak izidir. Bu nedenle, CEA tesislerinin enerji tüketimini azaltmak, şehirlerde başarılı entegrasyonları için hayati önem taşımaktadır (Engler ve Krarti, 2021).

CEA tesislerinde enerji verimliliği ölçümlerinin başarılı bir şekilde uygulanmasına ilişkin araştırmalar sınırlıdır. Bu nedenle, bildirilen sınırlı analizler belirli ölçümlere, iklimlere ve ürün türlerine özgü olduğundan, CEA tesisleri için çeşitli enerji verimliliği ölçümlerinin etkisinin değerlendirilmesi için önemli bir ihtiyaç vardır (Engler ve Krarti, 2021).

Ölçümler; tesis kabuğu, dağıtılmış üretim teknolojileri, düşük-enerji HVAC sistemleri ve enerji verimli yıldırım olarak kategorize edilmiştir (Engler ve Krarti, 2021):

• Isı yalıtımının eklenmesinin, iklim koşullarına bağlı olarak soğutma yüklerini %18,8–%30,4 oranında azaltabilmektedir. Pasif enerji depolama özelliği olarak termal kütlenin kullanılması, ısıtma taleplerini %31,7'ye kadar azaltabilir. Ayrıca, gölgeleme cihazlarının kullanılması, özellikle sıcak iklimlerde soğutma taleplerini %30'a kadar azaltabilir. Benzer şekilde, kuru iklimlerde doğal havalandırmanın yanı sıra diğer pasif ısıtma/soğutma stratejilerinin, CEA tesislerinde HVAC yüklerini ve enerji tüketimini %31'e kadar azaltmada etkili olduğu belgelenmiştir. Bu pasif stratejiler CEA tesislerinin karbon ayak izini %8,7'ye kadar azaltabilmektedir (Engler ve Krarti, 2021).

• Aydınlatma, çoğu CEA uygulamasında tipik olarak en yüksek elektrik kullanıcısıdır ve bu kullanım yaklaşık %70'e tekabül eder, bu nedenle CEA çalışma koşullarına uygun LED armatürlerin sürekli araştırılması ve geliştirilmesi, CEA tesislerinin işletme maliyetlerini azaltmak için hayati önem taşır. Kırmızı ve mavi LED ışıkların kullanımının elektrik tüketimini %75,6'ya kadar azalttığını göstermiştir. Bu, tipik bir CEA uygulaması için %51'lik bir karbon ayak izi azalmasına karşılık gelir (Engler ve Krarti, 2021).

• Dağıtılmış üretim teknolojileri, özellikle yenilenebilir enerji sistemleri, CEA tesisleri ile entegrasyon için uygun olabilir. Örneğin, PV dizileri ve yakıt hücrelerinin, rapor edilen CEA vaka çalışmaları için uygun maliyetli yenilenebilir enerji teknolojileri olduğu kanıtlanmıştır. Spesifik olarak, 3 kW'lık bir yakıt hücresinin, Stockholm'deki bir CEA için elektrik taleplerini %25 ve termal talepleri %10 oranında azalttığı bulundu. Ek olarak, %49 kapsama alanına sahip Organik Fotovoltaik Paneller, şebekeden bağımsız CEA uygulamalarının enerji taleplerini karşılayabilir.

Yenilenebilir enerji sistemlerinin devreye alınması, karbon ayak izini %70'e varan oranda azaltabilir (Engler ve Krarti, 2021).

• CEA tesisleri için, özellikle ekinlerin ekimi ve hasadı sırasında daha otomatik ve akıllı kontroller, işçilik maliyetlerini büyük ölçüde azaltabilir ve daha yüksek kalitede daha fazla verimle sonuçlanabilir. İşgücü maliyetleri, genellikle CEA tesislerinde toplam işletme maliyetlerinin %50'sini oluşturur. Bu nedenle, işletme maliyetlerinin düşürülmesi, daha yüksek kârlılığa ve CEA'ların daha geniş bir alana yayılmasına olanak sağlayacaktır (Engler ve Krarti, 2021).

CEA tesisleri için geleneksel tarıma kıyasla, araziyi %300'e kadar büyük ölçüde azaltan, %95'e varan su kullanımı ve pestisit gereksinimi dahil olmak üzere çeşitli faydalar bildirilse de CEA'nın daha geniş bir şekilde uygulanması için bir takım zorluklar devam etmektedir. CEA tesislerinin geleneksel tarımdan çevreye daha az zarar vermesini sağlamak için özellikle aydınlatma, nem alma ve kontrol teknolojilerinde iyileştirmelere ihtiyaç vardır (Engler ve Krarti, 2021).

4.2. SANAYİ

4.2.1. Sanayi İçerisindeki Enerji Kullanımları

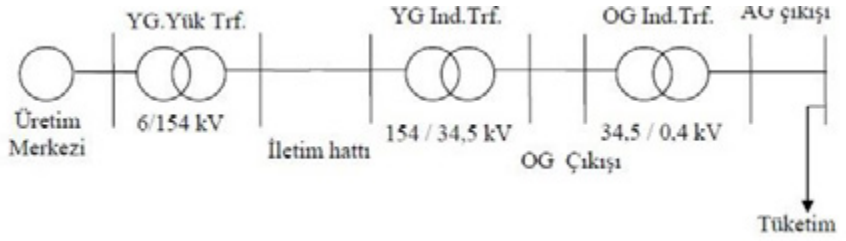
4.2.1.1. Sanayide Elektrik

Ülkemizdeki elektrik enerji talebinin dağılımına bakılırsa talebin yaklaşık olarak yarısının sanayide kullanıldığı görülmektedir. Bunu konut ve hizmetler %47 ile takip ederken %4'lük kısmını diğer sektörler kapsamaktadır. Enerji çıktısı ile girdisi arasındaki oranı ifade eden enerji verimliliği kapsamında, enerji tasarrufunu artırıcı yöntemler, yatırım maliyetlerini en kısa sürede karşılanması gibi konular bulunmaktadır (Meral ve ark., 2009).

Klasik güç santrallerinde yakıt enerjisinin yaklaşık üçte biri elektrik enerjisine dönüştürülürken geri kalanı çevreye atılmaktadır. Bunun yanı sıra kojenerasyon sisteminde, ortaya çıkan atık ısı, diğer ısı ihtiyaçları için kullanılabilmektedir. Bu sistem sayesinde enerji verimliliğinde yaklaşık %80-90 oranında artış gözlemlenmiştir ve bu sistem, maliyetini 1,5-6 sene gibi kısa bir sürede karşılamaktadır (Işık ve İnallı,2005) (Kavak,2005).

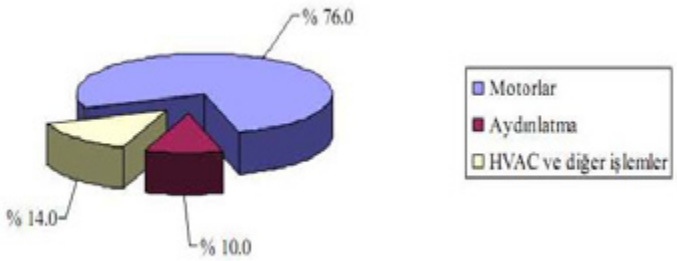
Elektrik enerji sistemi; üretim, iletim ve dağıtım olmak üzere 3 kısma ayrılır. Üretim aşaması santral ve üretim tesislerinde sağlanır. Depolanamayan elektrik enerjisi anlık iletim hatlarına iletilir ve son olarak gerilimleri dengelenerek elektrik enerjisi tüketiciye ulaştırılır (Şekil-1). Fakat bu sistem içerisinde bazı kayıplar oluşmaktadır. Bir sistem düzgün çalışmalıdır çünkü Ateş ve Kadah (2021)'ın da dedikleri gibi sis-

temin enerjisi onun davranışını da etkiler. Bu kayıpları azaltmak için bazı çalışmalara başvurulmuştur. Teknik kayıpları azaltmak için enerji sistemlerindeki malzemelerin güçlendirilmesi ve çalışanların bilinçlendirilmesi gibi çözümler bulunmuştur. Teknik olmayan kayıpları azaltmak için ise teknik bakımlar artırılmıştır. Öneri olarak ise ulusal düzeyde enerji kalitesini artırma ile ilgili bir standart hazırlanması düşünülmüştür (Dalmiş,2022).



Şekil-1: Elektrik Enerji Sistemi

Türkiye'de kullanılan elektrik enerjisinin yaklaşık olarak yarısı sanayide kullanılmaktadır (Meral ve ark., 2009). Bununla beraber sanayi içinde kullanılan elektriğin de kendi içinde oranları vardır. Grafik-1'de de görüldüğü gibi sanayi içinde kullanılan elektriğin %76 gibi büyük bir kısmını motorlar almaktadır. Fakat tüm elektrikli sistemler gibi motorlarda da kayıplar oluşmaktadır. Bu kayıpları azaltmak için son yıllarda bazı uygulamalara geçilmiştir. Bunlar başlıca; yüksek verimli motorlar, donanımın modern teknolojiye göre hazırlanması, iletim sistemlerinde artırılan enerji verimlilikleri, değişimlere uyum sağlayacak kontrol sistemlerinin kurulmasıdır (Kaya, 2012). Bunların yanında günümüzde hâlâ motorların verimini artıracak ve kayıpları en aza indirecek çalışmalar devam etmektedir.



Grafik-1: Sanayi İçerisinde Elektrik Kullanım Değerleri

4.2.2. Sanayide Otomotiv Alanında Enerji Verimliliği

Otomotiv sektörü, dünyadaki bütün sanayileşmiş ve sanayileşen ülkelerin lokomotif sektörlerinden biridir. Bunun nedeni ise alandaki diğer sektörlerle olan yakın ilişkisidir. Otomotiv sanayisi; demir-çelik sanayisi, hafif metaller, petrokimya, cam ve lastik sanayisi alanlarının birinci alıcılarından biri ve bu sektörlerin gelişmesinde rol oynayan başlıca alandır. Ayrıca tarım, turizm, taşımacılık, ulaşım, altyapı, sağlık ve eğitim benzeri sektörlerin ihtiyaç duyduğu motorlu araçları bu sektör sağlamaktadır. Bahsi edilen durumlar sebebiyle, otomotiv sanayisi, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin dikkatini çekmektedir ve bu sektöre özel planlamalar yapılmaktadır (Sipahi, 2019).

1900'lü yılların başında kurulan ve sipariş usulü ustalar tarafından kişisel bilgi, beceri ve deneyime dayanan bir üretim yapısına sahip olan otomotiv sektörü, özellikle Henry Ford'un geliştirdiği Küresel Üretim Modeli ile kısa sürede büyük bir sektöre dönüşmüştür. 2. Dünya Savaşı'nda duraklamış olsa da savaştan sonra pazarların ve sanayi bölgelerinin yeniden yapılandırılmasıyla kısa sürede küreselleşen bir sanayi sektörünün alt boyutu olan otomotiv sektörü, her geçen gün daha çok pazara ulaşarak rekabeti artırmaktadır (Uylukçuoğlu, 2009).

Türkiye'de ise otomotiv sanayisi, 1960'lı yıllardan beri AB otomotiv sanayisi ile entegrasyon göstermektedir. 1970'li yıllarda da lisans alarak "teknik işbirliği" ile üretim başlamıştır. Bu işbirliği, özellikle 1980'li yıllarda yabancı sermayenin artması ile "Ekonomik İşbirlik"'e dönüşmüştür. 1990'lı yıllara gelindiğinde ise otomotiv sektörü hakkında bu sektörü döviz getirecek niteliğe getiren kanunlar çıkarılmıştır (Uylukçuoğlu, 2009).

Akbaş (2018) yaptığı çalışmada motorlu araç montaj tesislerinde kullanılan birincil enerji kaynaklarının: elektrik, buhar, doğalgaz ve basınçlı hava olduğunu belirtmiş, ayrıca bu sektörde toplam enerji bütçesinin %45'ini elektrik bütçesinin karşıladığını belirtmiştir.

Sipahi (2019) yaptığı çalışmada otomotiv sanayisi için belirli enerji fırsatlarını belirlemiştir. İşletmedeki kürleme fırınlarını, yakma sistemlerini, buhar sistemlerini, soğutma sistemlerini ve kataforez tesisindeki ısıtma-soğutma proseslerini incelemiştir. Tesisin enerji tüketiminin azaltılması için uygulanan projeleri detaylı olarak analiz etmiş ve sonuçları ortaya koymuştur. Çalışmasında kürleme fırınına hava-hava ısı geri kazanım sistemi kurumuş ve bu sistem ile 177.824 m3/yıl doğalgaz tasarrufu sağlamıştır. Tasarrufun mali değeri 218.723 TL/yıldır. Uyguladığı enerji tüketimi iyileştirme çalışması ile 379 ton CO2 emisyonunun atmosfere salınımı engellemiştir.

Yine aynı çalışmada ısı pompası projesi sonucunda 108.000 kWh/yıl elektrik tasarrufu, 252.195 cm3/yıl doğalgaz tasarrufu sağlanmıştır. Tasarrufun toplam mali değeri 342.600 TL/yıl olmuştur. Uygulanan enerji tüketimi iyileştirme çalışması ile toplam-

da 584 ton CO2 emisyonunun atmosfere salınımı engellemiştir. Sipahi çalışmasında imalat ve taşınma gibi aşamalarda toplam 6 ton CO2 salındığını hesaplamıştır. Bu durumu dengelemek amacıyla ağaçlandırma çalışmalarının önemine değinmiştir (Sipahi, 2019).

4.2.3. Sanayide Tekstil Alanında Enerji Verimliliği

Tekstil sektörü, sektörde ihtiyaç duyulan kaynakların ülkemizde yeterli miktarda bulunması sebebiyle Türkiye ile en çok özdeşleşen sektördür. Hem bu hem de Türkiye'nin sosyo-ekonomik yapısına olan olumlu etkisi ile tekstil sektörü lokomotif sektörlerin arasına girebilmiştir. Türkiye'nin kalkınmasına önemli katkılar sağlamasıyla da bu sektörler arasında öne çıkan bir sektör olabilmiştir (Kabakçı, 2010). Günümüzde belli bir seviyede öneme sahip olan bu sektörün Türkiye'deki değeri gün geçtikçe artmaktadır. Özellikle 1990-2000 yılları arasında Türkiye'de önem kazanmaya başlamıştır (Sert, 2018).

Hazır giyim sektörünün de günden güne değer kazanması ile birlikte, tekstil sektörünün ekonomi ve ihracattaki değeri artmıştır. Sektörün gitgide önem kazanmasıyla da birlikte sektörün elektrik, dolayısıyla da enerji, tüketimindeki payı artmaya devam etmektedir. 2006 yılında yapılan bir çalışmaya göre tekstil sektörü, 2006 yılında sanayideki enerji tüketiminin %19'luk kısmını oluşturarak en çok enerji tüketilen üçüncü sanayi dalı olmuştur (Kabakçı, 2010).

Enerji ihtiyacı sürekli olarak artmakta olan bir sektör için enerji verimliliği ile ilgili çalışmaların yapılması kaçınılmaz olduğundan hem Türkiye'de hem de dünya genelinde tekstil sektörü için enerji verimliliği çalışmaları yapılmaktadır.

Türkiye'de, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü bünyesindeki Ulusal Enerji Tasarruf Merkezi 1997 yılında "Sanayide Enerji Yönetimi Esasları" adlı bir rapor yayımlamıştır. Raporda Türkiye'nin enerji verimliliği potansiyeli, enerji verimliliği kavramı gibi konuların yanı sıra tekstil sektöründe enerji verimliliği ile ilgili bilgilendirme yapılan kısımlar da içermektedir. Bunun sayesinde Türkiye'de tekstil sektörünün enerji verimliliği ile ilgili çalışmalar bir sistem üzerine oturtulmuştur (Yalçınkaya, 2016).

Değirmen (2022), yaptığı çalışmada Türkiye'nin Bursa ilindeki bir havlu fabrikasında enerji verimliliğini artırmak amaçlı yedi farklı çalışma denemiştir. Jet makinelerinin izole edilmesi, kompresör emiş havasının düzenlenmesi ile ring hattı ve tesisat revizyonu, kondens dönüşlerinin toplanması, buhar kazanı su seviyesinin otomatik kontrolü, kondenslerde seviye kontrol sistemi uygulaması, kazan besi suyu şartlandırma sisteminin kurulması, başlıklarını içeren program bu fabrikada uygulanmış ve sadece kondens dönüşlerinin toplanmasıyla 175.583TL/yıl maddi tasarruf sağlanmış-

tır. Aynı zamanda yapılan deneyler ve ölçümler sonucu bu sistemin, CO2 emisyonunu ciddi miktarlarda azaltacağı öngörülmektedir. Bu nedenle bu sistemin hem mali hem de çevresel açıdan faydalı olacağı sonucuna varılmıştır.

2012 yılında, Türkiye'de sanayinin harcadığı enerjinin büyüklüğü fark edilmiş ve enerji yoğunluğu azaltılarak enerji kayıplarının azaltılması bir hedef hâline gelmiştir. Bu kapsamda tekstil de dahil olmak üzere sanayinin her bir alt sektöründeki enerji yoğunluğunun %10 azaltılması amaçlanmış bunun için de minimum beş işletmede dört yıllık periyotlarla enerji etütlerinin yapılması gerektiğine karar verilmiştir (Enver, 2012).

Cabak (2018), yaptığı çalışmada yıllık enerji tüketimi 25.000 ton petrole eşdeğer olan bir fabrikanın en çok enerji harcayan bölümlerindeki bazı arızaları gidererek ve bazı sistem değişiklikleri yaparak fabrikanın enerji verimini artırmayı hedeflemiştir. Baskı makinesi kurutma bölümü buhar ve kondens hatlarının yalıtılması, kompresör sisteminin airend ünitesinin değiştirilmesi, hava kaçaklarının azaltılması, fabrika içinde değişimin uygun olduğu bölgelerde led lamba dönüşümünün gerçekleştirilmesi ve eksik vana ceketlerinin tamamlanması çalışmaları bu fabrikada tamamlanmıştır. Ve bu sayede enerji verimliliğine katkı sağlanabilmiştir.

Tekstil işletmelerinde bulunan ramözlerin bacalarından çıkan atık havada geri dönüştürülemeyen atık enerji bulunmaktadır. Türkiye'deki bir tekstil işletmesinde bu atık enerji, işletmedeki suların ısıtılmasında kullanılmış ve ortaya çıkan enerji verimi ve mali açık incelenmiştir (Yılmaz, 2010).

Türkiye'de tekstil sektöründeki enerji verimliliğin artırılması için yapılan bir diğer çalışmada tekstil firmalarına uygulanan bir anket çalışmasıyla alt dalları da dâhil olmak üzere Türk tekstil sektörünün muhtemel minimum tasarruf potansiyelleri belirlenmiştir. Yapılan bu çalışma sayesinde işletmelere, kendilerine en uygun enerji verimliliğini artırma yöntemleri ve stratejileri önerilmiştir (Kabakçı, 2011).

Bir başka çalışmada bir tekstil üretim işletmesinin enerji tüketimi konusunda önem arz eden basınçlı hava sistemleri, buhar ve kızgın yağ kazanları, aydınlatma sistemleri, sıcak hatlar ve yüzeyler, ram makineleri ve ring iplik makineleri incelenmiştir. Tekstil işletmesindeki bu kısımların kontrolü yapılmış ve enerji tasarrufu potansiyelleri hesaplanmıştır (Sert, Eyidoğan, Çanka Kılıç, Kaya, 2017).

2008 yılında da tekstil sektöründeki işletmelerin enerji potansiyellerinin ölçülmesi ile ilgili bir çalışma yapılmıştır (Çınar, 2008). Yapılan literatür taraması sonucu alanyazında bu tarz enerji tasarrufu potansiyeli belirleme çalışmaları çokça bulunsa da bu potansiyelin kullanılması ile ilgili çalışma sayısının oldukça az olduğu gözlemlenmiştir.

4.2.4. Sanayide Enerji Yönetimi

Sanayi Devrimi'yle beraber tüm dünya enerji savaşı içerisine girdi. Çok hızlı bir şekilde gelişen bu rekabet aynı zamanda dünyadaki güç dengesini de belirliyordu. İlk zamanlarda insan gücünün önemli olduğu bu güç savaşı zaman içinde modernleşerek daha otonom bir sistem içerisine girdi. Artık bir ülkenin gelişmişlik seviyesi eskiden olduğu gibi nüfusu, toprak büyüklüğü, spesifik bir alanda çok güçlü olmakla değil; sanayisinin gelişmişliği ile belirleniyordu.

Enerji tüketiminin fazlalığı ile ülkelerin gelişmişlik seviyesi benzerlik göstermektedir. Nüfus oranı göz ardı edilerek, bir ülkenin gelişmiş olmasını sanayi sektöründe ne kadar ileri olduğu ile dolaylı olarak bağdaştırılabilir. Neredeyse tüm ülkelerdeki enerji maliyetlerini düşürmekteki en önemli etken kayıpların azaltılmasıdır. Bu durum gelişmiş ülkelerde iyi durumda iken, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler için büyük maliyetler ortaya çıkarmaktadır. Bir ülkenin kayıpları ne kadar azalırsa sanayi alanındaki maliyetleri de doğru orantılı olarak azalmaktadır (Kılınç, 2016).

Enerji yönetim sistemleri, bu kayıpların en aza indirmesini sağlayan ve enerjinin verimli ve tasarruflu kullanılmasını sağlayan sistemlerdir. Ülkeler bu yönetim sistemlerine uyarak, hem kayıplarını azaltarak ekonomilerine katkı sağlar hem de dünya standartlarına uyarak ülkelerinin imajını iyi gösterebilir. Enerji yönetim sistemlerinin amaç listesinde;

Enerjinin verimli kullanılmasını sağlayarak enerji tüketimini ve maliyetleri azaltmak,

Enerji kullanım yöntemleri için etkin izleme, raporlama ve yönetim stratejileri geliştirmek ve uygulamak,

Yapılan çalışmalar ile enerji yatırımlarının ve iyileştirmelerinin sürekli hâle getirilmesini sağlamak,

Tüm kullanıcıların enerji yönetim sistemleri bilincine sahip olmasını sağlamak ve sürekli iyileştirmede etkin rol oynamaya teşvik etmek maddeleri bulunmaktadır.

Bununla beraber ülkelerin en son ve en yeni uygulamalarını temsil eden mevcut enerji yönetim standartlarının üzerine inşa edilmiş, birçok ülke tarafından kullanılan standart olan ISO 50001 ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİ bulunmaktadır. Bu standart gelişmiş ülkelerin kendi ülkelerinde kurdukları sistemlerin daha sistemli ve geliştirilebilmeleri için kurulmuş yönetim sistem standardıdır. Bu standardın amaçları ise;

Kuruluşlarda enerjinin verimliliğini, kullanımını, tüketimini ve yoğunluğunu içeren enerji performans göstergelerini geliştirmek için gerekli sistemleri ve süreçleri kurmalarına yardımcı olmak,

Enerjinin sistematik yönetimini sağlamak; enerji maliyetlerinin, sera gazı emisyonlarının ve diğer olumsuz çevre etkilerinin azaltılması sağlamak,

Enerji yönetim sisteminin şartlarının belirlenerek işletme için yasal şartları ve önemli enerji kullanımına ait bilgileri de göz önüne alarak;

Enerji politikasını oluşturmak, iyileştirmek ve uygulamak,

Amaçları, hedefleri ve faaliyet planlarını oluşturmak,

Gerekli iç tetkikler ve önleyici faaliyetler yaparak yönetimin gözden geçirmesini sağlamaktır (Pekaçar; Aktaran: Kılınç, 2019).

4.3. ULAŞIM

4.3.1. Ulaşımda Enerji Verimliliği

Sanayileşmenin etkisi ile pek çok alanda makineleşme faaliyetleri başlamıştır. Bu alanlardan biri de ulaşımdır. Eskiden bilumum hayvanlarla ve insan gücü ile sağlanan ulaşım günümüzde; sosyal alanda toplu taşımada, ekonomik alanda mal ve hizmet ulaşımında, askeri alanda ise mekanizeleşme ile oldukça gelişim göstermiştir. Bu makineleşme ile özellikle kişisel ulaşımın da artması ile enerjiye duyulan gereksinim büyük ölçüde artmıştır.

Enerjiye duyulan bu gereksinim, özellikle sınırlı kaynaklardan elde edilen enerjinin verimli kullanılmasını ve hükümetlerin bu doğrultuda adımlar atmasını gerektirmiştir. Bu kapsamda dünya genelinde bir "enerji verimliliği" kavramı oluşturulmuştur.

Enerji verimliliği, Kyoto protokolü başta olmak üzere birçok metinde belirtilmiştir. Bunun en büyük sebeplerinden biri ise küresel ısınmanın aldığı vahim boyutlardadır. Atmosferdeki kirlilik sonucunda, 20.yy. başlarında atmosferde 290 ppm olan CO2 oranı, 1987 yılında 345 ppm seviyelerine çıkmıştır. 2006 yılında bu değer 381 ppm seviyelerine ulaşmış ve her yılda 2,3 ppm artmaktadır. Bu durum doğaya büyük ölçüde zarar vermektedir (Sertsöz, 2012).

Bu kapsamda dünya genelinde önemli adımlar atılmaktadır. Türkiye'de de konuyla ilgili çalışmalar yürütülmektedir. 2004 yılında Enerji Verimliliği Kanunu yayımlanmış ve bu kanun kapsamında ulaşımda enerji verimliliğinin artırılması ile ilgi olarak yurt içinde üretilen araçların enerji tüketimlerinin asgari düzeye getirilmesinde, araçlarda verimlilik standartlarının yükseltilmesine, toplu taşımacılığın yaygınlaştırılmasına dair esaslar, Sanayi ve Ticaret Bakanlığı ile hazırlanarak yürürlüğe konulacak yönetmelikle düzenlenmiştir (Sertsöz, 2012).

4.3.2. Ülkemizde ve Dünyada Ulaşımda Enerji Verimliliğine Dair Çalışmalar

Giriş bölümünde bahsedildiği üzere ülkemizde ulaşımda enerji verimliliğine dair çalışmalar yapılmaktadır. Bunlardan bir tanesi de 2004 yılında çıkarılan Enerji Verim-

liliği Kanunu'dur. Bu kanun kapsamında ulaşımda enerji verimliliğinin artırılması anlamında araçların enerji tüketimlerinin asgari düzeye getirilmesinde, araçlarda verimlilik standartlarının yükseltilmesine, toplu taşımacılığın yaygınlaştırılmasına dair esaslar hazırlanarak yürürlüğe konulacak yönetmelikle düzenlenmiştir.

Raylı sistemle alakalı olarak Türkiye'de henüz ayırt edici bir çalışma yapılmış olmasa da Avrupa'da bu konuyla ilgili olarak demiryolu taşıtları için enerji tüketimi tanımı ve kontrolünü açıklayan bir teknik tavsiye olan TecRec yayımlanmıştır. Bu teknik tavsiye UNIFE ve UIC tarafından 2010 yılında imzalanmış olup; Avrupa Demiryolu Taşıtları içerisinde ve diğer alakalı yan sistemler ilk uygulama alanı olacaktır. Bu tavsiyenin amacı, temelde trenler ve lokomotifler için enerji performans değerleri oluşturmaya olanak sağlayacak bir çalışma çerçevesi sağlamak ve böylece raylı sistemlerde enerji verimliliğine dair yol kat etmektir (Sertsöz, 2012).

Yeşil (2018) yaptığı çalışmada ilk elektrikli aracın 1834 yılında İngiltere'de icat edildiğini, ancak 19. yüzyıl başlarında içten yanmalı motorlar yüzünden 1930'lu yılların başında bu teknolojinin terk edildiğini belirtmiştir. Aynı zamanda 1970'lerde yaşanan petrol krizinin Avrupa ve Amerika'da petrol ve türevleri fosil yakıtlara olan güvenin sorgulanmaya başladığını belirten Yeşil (2018), bu durumun tekrardan elektrikli araçlar üzerinde çalışmaların canlandırılmasında rol oynadığını belirtmiştir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılabilmesi ve çevreye daha az zararlı bir kaynak kullanımı amacıyla elektrikli otobüslere olan talep 2000'li yılların başında artmaya başlamıştır. Dünyada 2012 yılında otobüs piyasasının %6'sını elektrikli otobüsler oluşturmaktadır. Bu otobüsler genel olarak piyasada etkin olan Güney Pasifik Asya, Avrupa ve Amerika'da kullanılmaktadır (Moataz, 2016). Bu durumda şu sonuca ulaşılabilir: Endüstriyel devrimini tamamlamış ülkelerde, gelecekte enerji yönetimi açısından daha verimli olması nedeniyle elektrikli otobüs ulaşımına ağırlık verilmektedir (Yeşil, 2018).

Böhnen ve Louen (2017) yaptıkları çalışmada Aachen bölgesinde toplu ulaşımda elektrikli araçlara geçilmesinin nedenlerini; gürültü kirliliğini azaltmak, uzun vadede ulaşım maliyetlerini düşürmek ve yüksek enerji verimliliğine ulaşmak şeklinde belirtilmektedir. Elektrikli otobüsler; karbon ayak izi, enerji verimliliği, çevreye verilen gürültü kirliliği gibi konularda dizel otobüslere oranla çok daha iyi bir performans sağlamaktadır.

Yüksek nüfuslu şehirlerde, özellikle nüfus yoğunluğu olan yerlerde trafik probleminin çözümü toplu ulaşımdan geçmektedir (Sertsöz, 2012). Uluslararası Toplu Ulaşım Birliği'nin 2011 yılında paylaştığı verilerde Avrupa genelinde şehir içi ulaşımda kullanılan toplu ulaşım araçları yakıt yanması sonucu 470 milyon ton CO2 türevi ortaya çıkarmaktadır (Adhees,2016). Bu durum her ne kadar şehir içinde toplu ulaşımın

kişisel araçların kullanımına kıyasla daha çevre dostu ve verimli olduğunu gösterse de maalesef fosil yakıtları ve türevlerini kullanan motorlu taşıtların sebep oldukları enerji kaybı hiç de azımsanacak ölçüde değildir.

Türkiye'nin enerji yatırımlarını sürdürmesine rağmen enerji verimliliği ülkemizin öncelikli sorunu olmaya devam etmektedir. Ülkemizin fosil yakıt tabanlı enerji kaynakları itibariyle fakir bir ülke olduğu, ilgili kurumlar ve sivil toplum örgütlerince sık sık dile getirilmektedir (Sertsöz, 2012). Özellikle kur sorunu yaşayan ve katılaşmış bir enflasyona sahip olan ülkemizde, alternatif enerji kaynaklarının kullanılması istikrar sağlanması için zorunlu görülmektedir. Ülkenin bu enerji politikalarında TEİAŞ 2016 yılı verilerine göre; enerji üretimimizin %65'lik kısmı ithal enerjiye dayanmaktadır. Bu durum, ülkemizde -özellikle fosil yakıtlar baz alındığında- enerji verimliliğine dair kesin adımlar atılması gerektiğini göstermektedir.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada; alan yazına bakıldığında tarım, sanayi ve ulaşım sektörlerindeki enerji verimliliği hakkındaki çalışmaların yetersiz bulunması sebebiyle bu alanlarda yapılmış ilgili boyuttaki çalışmalar incelenmiş ve doküman analizi yöntemi ile bu bilgiler toplanmış ve aralarındaki ilişkilerden yola çıkarak yapılan önerilerle birlikte alanyazına sunulmuştur. Kullanılan bu yöntem detaylı bir literatür taramasını gerektirmiştir. Karbon salınımı, verimli enerji kullanımı ve temiz enerji kullanımı gibi alt değişkenler de dikkate alınarak enerji verimliliği üst boyutunun önemine dikkat çekilmiştir. Enerji verimliliğinin bu alt boyutlarla arasındaki ilişkiye bakılmış ve sonucunda; enerji verimliliği konusunun özellikle karbon salınımı, enerji kaynaklarının korunması, temiz ve verimli enerji kullanımı boyutları ile aralarında anlamlı bir ilişkiye sahip olduğu bulunmuştur. Daha sonra enerji verimliliği konusunu araştırmak üzere öncelikle ülkemizde ve dünyada enerji kullanım oranlarına bakılmış ve enerji kaynaklarının büyük bir kısmının tarım, sanayi ve ulaşım sektöründe kullanıldığı görülmüştür. Bu analiz sonucunda enerji verimliliği konusunda yapılacak bir çalışmanın özellikle bu sektörleri kapsayacak şekilde olması gerektiğine karar verilmiştir. Bu bağlamda diğer sektörlerden daha büyük bir kapsama sahip olan sanayi sektörünü farklı başlıklara bölerek, yani kapsam alanını daraltıp daha detaylı bir araştırma yaparak elde edilen verilerin güvenilirliğini sağlamıştır. Bu amaçla dünyada ve Türkiye'de tarih boyunca süregelen, özellikle ulaşım ve sanayi alanındaki enerji verimliliği boyutunu ilgilendiren çalışmalar incelenmiş ve bu çalışmaların sebebiyet verdiği sonuçlara bakarak belli başlı yorumlarda bulunulmuştur. Ayrıca tarım, sanayi ve ulaşım alanlarında enerji verimliliğini yükseltmek üzerine bazı çözüm yolları arandı, hemen ardından bazı önerilerde ve yorumlarda bulunulmuştur. Bu çalışma sırasında

ortaya atılan yorum ve önerileri sınamak ve alanyazında önerilerin özgünlüğünü ve işe yararlılığını doğrulamak üzere tekrar detaylı bir araştırmaya girilmiş ve bu öneriler elenerek aralarından yürürlüğe girebileceği düşünülenler derlenip rapor hâline getirilmiştir.

Alanyazına bakıldığında, çalışmalarda ülkemizde tarım alanına yeterli destek verilmediği ve bu alanın ihtiyaç duyduğu değeri görmediği belirtilmektedir. Bu durumla ilgili yapılan yorum şu olmuştur: devlet tarım alanındaki çalışmaları desteklemeli, gerekirse boş arazilerin ekilmesi için teşvik fonları oluşturulmalıdır. Ayrıca alanyazına bakıldığında belirlenen alt boyutların bazıları hakkında yeterli sayıda çalışma olmadığı fark edilmiştir. Tarım sektörünün gelişimi için yalnızca saha çalışması yeterli olmayıp teknik bilgilerin oldukça önem arz ettiği tarım sektöründe, akademik çalışmalar da teşvik edilmeli ve bu alanda çalışan bilim insanları, akademisyen ve öğrenciler desteklenmelidir. Bu akademik gelişimi temellendirmek için ise özellikle ziraat fakültelerine destek verilmeli ve tarımda kullanılan motorlu ve motorsuz tüm mekanik araçların üretiminde etkin rol oynayan bölümlerin eğitim şartları azami düzeyde iyileştirilmelidir.

Türkiye'de tarım alanında 1963'ten bu yana aralıksız Beş Yıllık Kalkınma Planları yapılmış fakat istenilen sonuçlar elde edilememiştir. Bunun yanında tarımın enerji alanındaki gelişimi için yapılan çalışmalar genellikle yenilenebilir enerjiler üzerinde yoğunlaşmış ve yeni projeler üretmek yerine var olan projeler üzerinden verim sağlanmaya çalışılmıştır. Bu nedenle Türkiye tarımda enerji alanında yeterince gelişim gösterememiş ve kendini yüzölçümü olarak çok daha küçük ülkelerin gerisinde bulmuştur (Kılavuz ve Erdem, 2019).

Dünyada gelişmekte olan veya gelişmiş birçok ülke, tarımda enerji verimliliğini ve temiz enerji uygulamalarını artırmaya yönelik projeler yürütmektedir. Bu projelerden biri de küçük işletmeleri; verimliliği yüksek, temiz enerjiyi kullanması için hibe ve kredi desteği veren Amerika'daki Kırsal Enerji Programıdır (Rural Energy for America Program - REAP). Türkiye'de üreticileri verimli, temiz enerji kullanmaya teşvik eden herhangi bir program bulunmamaktadır. Buna benzer bir programın yürütülmesi ile beraber maddi imkansızlıklar yüzünden verimli tarım yapamayan birçok üretici desteklenebilir.

Dünyanın birçok yerinde uygulanan "Kontrollü Çevreli Tarım" uygulamaları, büyük nüfusların gıda talebini karşılamak için verimli bir sistem olsa da yoğun enerji süreçleri içermektedir. Engler ve Krarti (2021), bu sistemi enerji verimliliği yüksek ve sürdürülebilir hâle getirebilecek çeşitli çalışmaları incelemiş ve derlemiştir. Verimliliği en yüksek olan çalışmalar belirlenerek ülkemizde uygulanabilme durumu incelenmiştir.

Çalışmadaki sanayi alanında yapılan literatür taramaları sonucunda sanayi alanında alt başlıklara gidilmiştir. Bunlardan biri de elektrik başlığıdır. Yapılan araştırmalar sonucunda, sanayi alanındaki en fazla enerji tüketimini gerektiren sektörün elektrik olduğu görülmüştür. Bundan dolayı bu alana dair daha fazla ağırlık verilmesi gerektiği de araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır. Sanayideki enerji verimliliğine bakacak olursak, ülkemizdeki elektrik alanında sürekli olarak kayıplardan ve yetersiz kaynaklardan (personel, para, malzeme vs.) bahsedilmiştir. Kayıplara bakacak olursak; kayıplar teknik kayıplar ve teknik olmayan kayıplar olarak iki başlık altına incelenmiştir. Teknik kayıplar hesaba katılan, kullanılan malzemeden dolayı oluşabilecek kayıplar ve personellerden kaynaklanan kayıplardır. Teknik olmayan kayıplar ise kullanılan yöntem dışında beklenmeyen kayıp durumlarıdır. Gelişmiş sanayi ülkelerine bakacak olursak, ülkelerin sanayi alanındaki en büyük tasarruflarının kayıpları azaltmak olduğu görülmüştür (Dalmiş, 2022). Ülkemizde sanayi alanındaki elektrik kayıplarını azaltmaya dair fazla çalışma bulunmamaktadır. Bunun en önemli sebeplerinden birisi ise ülke çapında bir standardın olmamasıdır. Bu kayıpları azaltmak için; ilk olarak bilinçli personellerin artırılması gerekmektedir. Ardından ise ülke çapında bir standardın hazırlanması veya hazırda bulunan bir standardın ülkede yürürlüğe girmesi gerekmektedir. Bunların yanı sıra daha kaliteli malzemelerin kullanılması, kullanılan yöntemlerde daha modernleşmeye gidilerek kayıpları en aza indirmek, vatandaşlara bilinçlendirme çalışmaları yapılarak teknik olmayan kayıpları en aza indirmek gibi öneriler de yürürlüğe girebilir.

Çalışmada, sanayi başlığının alt başlıklarından biri olarak tekstil sektörü hakkında da literatür taraması yapılmıştır. Tekstil sektörünün uzun yıllardır Türkiye için arz ettiği önem ve enerji tüketimindeki konumuna rağmen bu sektördeki enerji verimliliğinin artırılması için yeterince çalışma yapılmadığı görülmektedir. Yapılan çalışmalara bakıldığında da çoğunun belirli tekstil işletmelerindeki enerji verimliliğini işletme bazında iyileştirmeye yönelik yapılmış olan araştırmalar olduğu görülmektedir. Ancak Türkiye'nin gerek ekonomik gerek enerji tüketimi konusunda bu derece önem taşıyan bir sektör hakkında, günümüz koşullarına uygun bir politika hazırlaması ve işletmeler tarafından bu politikaya uyulma durumlarını takip etmesi gerekmektedir. Sanayinin büyük bir bölümünde olduğu gibi tekstil kısmında da fabrikalarda ve üretim işletmelerinde tüketilen enerjinin bir kısmı yaşanan enerji kayıpları temelli gerçekleşmektedir. Bu kayıpların engellenmesi ve üretim merkezlerinde tüketilen enerjinin minimuma indirilmesi için işletme bazlı bir inceleme yapılmalı, işletmelerdeki makinelerde bir hasar bulunması veya yetersiz bakım görmüş olması sebebiyle enerji kaybına neden olan bütün noktalar belirlenmelidir. Bu noktalarda enerjiyi azaltmak adına çalışmalar yapılmalıdır. Üretim merkezlerindeki ramözlerin bacasından çıkan atık hava gibi enerji israfı olarak değerlendirilebilecek durumlarda da bu atık enerji-

nin aynı üretim merkezi içinde kullanılmasını sağlayacak sistemler tasarlanmalıdır.

Sanayideki enerji yönetim kısmına bakılırsa, yapılan literatür taramasında ülkemizde farklı enerji yönetim biçimlerinin olduğu fakat sabit bir yönetim biçiminin olmadığı görülmüştür. Bu sorunu düzeltmek için ülke çapında belirli bir yönetim biçimi veya uluslararası alanlarda kullanılan yönetim biçimlerinden biri yürürlüğe konulabilir, kurallara uymayan ve bu durumdan çıkar sağlayan kişi veya firmalara uygulanan cezaların daha caydırıcı olması gibi durumlar yapılabilir.

Ulaşım alanında ülkemizde yapılan çalışmalara bakılacak olursa, bu konuya yeteri kadar önem verilmediği görülmektedir. Belli başlı birkaç alanda yapılmış olan çalışmalar bulunsa da bu çalışmalar yeterli düzeyde değildir. Ülkemizde ulaşımda enerji verimliliğinin artırılması için yapılmış olan elle tutulabilir çalışmalardan biri de Enerji Verimliliği Kanunu yayımlanmasıdır. Ancak raylı sistemlerle ilgili ülkemizde resmi herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Avrupa'da ise bu alan ile ilgili TecRec adlı çalışma yapılmıştır. Günümüzde yaygın kullanımda olan raylı sistemler için ülkemizde de buna benzer çalışmaların yapılması için adımlar atılmalıdır.

Türkiye'de yaygın olması gereken ulaşım araçlarından biri de elektrikli otobüslerdir. Çevreye daha az zarar verdiği için dünya genelinde elektrikli otobüslere olan talep 2000'li yılların başında artmaya başlamış ve bu otobüsler dünyanın birçok yerinde kullanılmaya başlanmıştır. Ancak Türkiye'de bu taşıtların kullanılmasına yönelik bir çalışma bulunmamaktadır. Elektrikli otobüsler Türkiye'de de kullanılmaya başlanarak yaygınlaştırılmalıdır. Dünyada yapılan çalışmalara bakıldığı zaman ülkemize oranla daha fazla alanda daha fazla yol kat edildiği görülmektedir. Fakat Türkiye'de sürdürülen enerji yatırımlarına rağmen enerji verimliliği ülkemizin hâlâ öncelikli bir sorunudur. Bu nedenle ülkemizde enerji verimliliğine dair her alanda kesin ve güçlü adımlar atılması gerektiği sonucu çıkarılmaktadır.

6. ÖNERİLER

Bu çalışmada yapılan araştırma ve verilen öneriler, çalışmada araştırma yapılması kararlaştırılmış olan tarım, sanayi ve ulaşım sektörleri hakkındadır. Enerji verimliliği, enerji israfına neden olan birçok alandan sadece birkaçı olan bu sektörlerle bağlantılı olarak incelenmiştir. Bu nedenle bu çalışmanın yelpazesi genişletilerek başka sektörlerdeki işletmelerin ve kurumların enerji verimliliğinin artırılması ve strateji önerilmesi için çalışmalar yapılabilir.

İleriki tarihlerde yapılacak olan projeler ve araştırmalar incelenerek bu çalışmadaki verilerle kıyaslanması sağlanabilir. Bu sayede enerji verimliliği konusundaki ilerleme takip edilebilir. Yapılan bu çalışmanın ölçeği biraz daha daraltılarak daha küçük bölgelerde daha detaylı incelemeler yapılabilir. Ayrıca ülke çapında yapılması

planlanan standartların hayata geçirilmesi ile beraber enerji verimliliğine dair hangi maddelerin bulunduğunu ve bu maddelerin ne gibi sonuçlar doğuracağını içeren çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKÇA

Agriculture and Food. (b.t.). The World Bank. https://www.worldbank.org/en/topic/agriculture/overview#1Erişim Tarihi:19.03.2022

Akbaş B., Kaya D. ve Eyidoğan M. (2018). Bir Otomobil Montaj Fabrikasının Enerji Tüketim Analizi ve Enerji Tasarrufu Potansiyelinin Değerlendirilmesi. Engineer and Machinery vol 59, no 691, p. 85-100, 2018.

Akgül E. (2019). 2007 Öncesi Binalarda Enerji Verimliliğini Artırıcı Yöntemler ve Çevresel Etkilerinin İncelenmesi. Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Karabük. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:21.03.2022

Arslan I. (2019). Dünya'da Ve Türkiye'de Otomotiv Sektörü, Bist 100'de İşlem Gören Otomotiv Sektörü İşletmelerinin Finansal Analizi. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:20.03.2022

Apazhev, A. K., Fiapshev, A. G., Shekikhachev, I. A., Khazhmetov, L. M., Khazhmetova, A. L., & Ashabokov, K. K. (2019). Energy efficiency of improvement of agriculture optimization technology and machine complex optimization. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 124, p. 05054). EDP Sciences.

Aydın M. (2016). Enerji Verimliliğinin Sürdürülebilir Kalkınmadaki Rolü: Türkiye Değerlendirmesi. Yönetim Bilimleri Dergisi Cilt / Volume: 14, Sayı / N: 28, ss. / pp.: 409-441.

Bakırcı M. (2018). Türkiye Tarım Coğrafyası. İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi. İstanbul. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:19.03.2022

Beyaz A., Onurbaş Avcıoğlu A., Dayıoğlu M. A. ve Türker U. (2017). Tarımsal Üretimde Enerji Verimliliğinin Planlanması ve Sağlanması. Ankara Üniversitesi Tarım Enstitüsü. Ankara. https://www.researchgate.net/publication/322295166_Tarimsal_Uretimde_Enerji_Verimliliginin_Planlanmasi_ve_Saglanmasi Erişim Tarihi:19.03.2022

Cabak B. (2018). Tekstil Fabrikasında Enerji Verimliliği Uygulamaları. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Edirne. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:21.03.2022

Cumbul A. Y. (2019). Evaluation of Energy Efficiency Of A Power-Plant Using Energy Analysis. Dokuz Eylül University Graduate School of Natural and Applied Sciences. İzmir. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:23.03.2022

Çanka Kılıç F., Eyidoğan M. ve Sapmaz S. (2018). Bir Otomobil Montaj İşletmesinde Enerji Verimliliği Artırıcı Çözümlerin İrdelenmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 6(1): 149-162.

Çebi D. (2017). Improving Building Energy Efficiency: A Case Study In Wildau, Germany. Muğla Sıtkı Koçman University Graduate School Of Natural and Applied Sciences Department Of Energy. Muğla. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:22.03.2022

Çınar T. (2008). Tekstil Sanayisinde Enerji Yönetimi ve Enerji Verimlilik Analizi. Pamukkale

Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Denizli. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:21.03.2022

Dalmiş, E. (2022). Otomatik Sayaç Okumada Plc Sisteminin Teknik Olmayan Enerji Kayıplarının Azaltılmasına Ve Enerji Verimliliğine Etkisi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Van. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:21.03.2022

Değirmen D. ve Eker Şanlı R. (2022). Bir Tekstil İşletmesinde Enerji Verimliliği Ve Emisyon Azaltım Olanaklarının Araştırılması: Havlu Üretim Tesisi. Bursa Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi. Bursa. https://dergipark.org.tr/en/pub/uumfd/issue/68811/1022661 Erişim Tarihi:20.03.2022

Değirmen M. (2015). Endüstriyel İşletmelerde Enerji Verimliliği Ve Enerji Verimliliği Optimizasyonunda Altı Sigma Metodolojisinin Kullanılması. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı. Adana. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:22.03.2022

Doğan N. A. (2019). Kumaş Boyama, İplik Boyama, Baskı Ve Konfeksiyon Faaliyetlerinin Karbon Ayak İzi Hesabı. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Isparta. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:21.03.2022

Durubal P. M. (2019). Effects Of Port And Burner Angles On The Energy Effıcıency Of Glass Furnaces. Gebze Technıcal Unıversıty Graduate School Of Natural And Applıed Scıences. Gebze.

ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE ÇEVRE DAİRESİ BAŞKANLIĞI (2020). Sanayi, Hizmet, Ulaştırma, Tarım İşletmelerinde Enerji Verimliliği Bilinç Endeksi Araştırma Raporu. https://enerji.gov.tr//Media/Dizin/EVCED/tr/EnerjiVerimlili%C4%9Fi/Bilin%C3%A7lendirme/EnerjiVerimlili%C4%9FiBilin%C3%A7Endeksi/Belgeler/SHUT%C4%B0EVBER2020.pdfErişim Tarihi:19.03.2022

Engin P. (2018). Türkiye'de Enerji Yönetim Sistemi Uygulamalarının Sanayi Kuruluşları Ve Sanayide Enerji Verimliliği Projeleri Açısından Etkinliklerinin Değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Ankara. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:20.03.2022

Engler, N. ve Krarti, M. (2021). Review of energy efficiency in controlled environment agriculture. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *141*, 110786.

Ergül, İ. (2016). Türkiye'deki Tarım Traktörlerinin Enerji Verimliliği Sınıflandırmasına Yönelik Bir Sistem Geliştirilmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:22.03.2022

Güven E. (2019). Tekstil Terbiye Sektöründe Enerji Verimliliği Uygulama Örneği. Kırklareli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kırklareli. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:22.03.2022

İlhan C. (2015). Measurıng Urban Energy Effıcıency In Turkey. Istanbul Technıcal Unıversıty

Graduate School Of Scıence Engıneerıng And TechnologY. İstanbul.

Kabakçı O. K. (2010). Tekstil Sanayi Sektöründe Minimum Enerji Tasarruf Potansiyelinin Belirlenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü. İstanbul. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:21.03.2022

Karahan, S. (2017). Türkiye'de Tarımsal Yayım ve Çeşit Tanıtım Çalışmaları. *TÜRKTOB*, *19*, 57-60.

Kaya, M. (2012). Sanayide Enerji Verimliliği Potansiyeli Ve Basınçlı Hava Sistemlerinde Verimlilik. İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü. İstanbul. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:20.03.2022

Kılavuz, E. ve Erdem, İ. (2019). Dünyada Tarım 4.0 Uygulamaları ve Türk Tarımının Dönüşümü. Social Sciences , 14 (4) , 133-157 . Retrieved from https://dergipark.org.tr/en/pub/nwsasocial/issue/49791/511386

Kılınç, G. (2019). Otomotiv Fabrikalarında Enerji Verimliliği Uygulamaları. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kocaeli. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:22.03.2022

Kıyılmaz M. B. (2019). Sanayide Enerji Yönetimi Esasları Ve Enerji Verimliliğinin Araştırılması. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Muğla. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:21.03.2022

Levine, A. (2012). Energy efficiency in agriculture: A review of the role of the federal government and state and private entities. *An Alliance to Save Energy White Paper*.

Meşin V. (2020). Türkiye'de Enerji Verimliliği Politikaları Özelinde Konya İlindeki Firmaların Enerji Verimliliği Önem Ve Eğilim Düzeyleri. KTO Karatay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. Konya. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:19.03.2022

Mutlu N. (2020). Tarımsal Üretim İçin Entegre Kaynak Verimliliği. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi. https://dergipark.org.tr/tr/pub/ejosat/article/782364 Erişim Tarihi:19.03.2022

Onurbaş Avcıoğlu A. (2018). Tarımsal Üretimde Enerji Yönetimi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü. Ankara. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:21.03.2022

Önöz E. (2008). Tekstil Sanayinde Enerji Verimliliği Ve Enerji Verimli Motor Sistemleri. İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü. İstanbul. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:22.03.2022

Öztürk, H. H. (2006). Tarımda Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü. Adana. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:21.03.2022

Pamık M. (2021). Gemi Dizel-Elektrik Sevk Sistemlerinde Enerji Verimliliğinin Arttırılması.

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:21.03.2022

Sagbaş A. ve Başbuğ B. (2018). Sürdürülebilir Kalkınma Ekseninde Enerji Verimliliği Uygulamaları: Türkiye Değerlendirmesi. European Journal of Engineering and Applied Sciences. https://dergipark.org.tr/tr/pub/ejeas/issue/41931/498027 Erişim Tarihi:21.03.2022

Sert M. Ö., Eyidoğan M., Çanka Kılıç F. ve Kaya D. (2017). Bir Entegre Tekstil Üretim İşletmesinde Enerji Verimliği Çalışması. 1st International Conference on Energy Systems Engineering. Karabük. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:21.03.2022

Sert M. Ö. (2018). Tekstil Sanayinde Enerji Verimliliği: Entegre Bir Tekstil Fabrikası Örneği. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kocaeli. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:21.03.2022

Sertsöz M. (2012). Raylı Sistemlerde Enerji Verimliliği. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kocaeli. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Sipahi B. (2019). Otomotiv Sanayinde Potansiyel Enerji Verimliliği Projeleri. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kocaeli. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:19.03.2022

Somuncu T. (2016). Can Energy Effıcıency Save Energy? An Economy-Wıde Rebound Effect Sımulatıon For Turkey.Istanbul Technıcal Unıversıty Graduate School Of Arts And Socıal Scıences.

Söğüt M. Z., Çakal C. ve Okur F. E. (2019). Bir Tekstil İşletmesinin Enerji Tüketimi Ve Verimlilik Analizi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir. https://dergipark.org.tr/en/pub/uumfd/issue/68811/1022661 Erişim Tarihi:22.03.2022

Şen E. (2019). Veri Merkezlerinde Enerji Verimliliğini Arttırıcı Yöntemler. İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü. İstanbul

TMMOB MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI (2008). Dünyada Ve Türkiye'de Enerji Verimliliği Oda Raporu.Tarımda Enerji Verimliliği. (b.t.). Aklınla Verimli Yaşa. https://aklinlaverimliyasa.com/nasil-verimli-yasarim/makro-olcekte-enerji-verimliligi/tarimda-enerji-verimliligi Erişim Tarihi:19.03.2022

Taşkın O. ve Vardar A. (2016). Tarımsal Üretimde Bazı Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanımı. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi.

Uçarol H. (2009). Ulaşımda Enerji Verimliliği İçin Hibrid Ve Elektrikli Araçlar. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:20.03.2022

Uçarol, H., Kural E., Bahar M. D., Özsu E., Elcik E., Çimen M. A., Demirci M., Güler M., Ararat Ö., Biliroğlu A. Ö., Kütük O., Solak Y., Ergin C. ve Tırıs M. (2008). Hibrid Ve Elektrikli Araçlar Ulaşımda Enerji Verimliliği İçin Bir Alternatif. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Enerji Enstitüsü. İstanbul.

Uylukçuoğlu Ö. E.(2009). Otomotiv Sanayinde Enerji Verimliliği Ve Enerji Tasarruf Olanaklarının Belirlenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü. İstanbul. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:19.03.2022

Ülger P., Yazıcıoğlu O. ve Nalbant M. (2010). Tarımda Enerji Kullanımı Tutum Ve Üretim Olanakları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi.

https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunizfd/issue/2989/41428 Erişim Tarihi:21.03.2022

Yalçınkaya F. (2015). Sanayi Etüdü Özelinde Bir Tekstil Fabrikasının Enerji Verimliliği. Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Karabük. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:21.03.2022

Yavuz, F. (2005). Türkiye'de tarım. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayınları, Ankara, 1, 252.

Yeşil Z. C. (2018). Şehir İçi Ulaşımda Enerji Verimliliği ve Çevre Kirliliği Açısından Elektrikli Otobüs Kullanımının Araştırılması: İzmir Örneği. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:21.03.2022

Yetişkul E. ve Şenbil M. (2010). Kentsel Ulaşım Sektöründe Enerji Verimliliği: Uluslararası Bir Karşılaştırma. (27:1) 185-200.

Yılmaz O. (2021). Denizcilikte Enerji Verimliliği Tasarım İndeksi Analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. İstanbul. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/ Erişim Tarihi:20.03.2022

Yılmaz S. (2010). Tekstil Kurutma Makinelerinin Enerji Verimliliğinin Artırılması. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bursa. https://acikerisim.uludag.edu.tr/bitstream/11452/2596/1/284812.pdf Erişim Tarihi:22.03.2022

TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ ARTIRMAK AMACIYLA TASARLANMIŞ YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAĞI MODEL ÖNERİSİ "SERPENTES"

Eylül ÖZMENLİKAN | **Ali Yiğit AKSUNGUR**
Berke İnan TOL

ÖZET

Gelişen teknolojiyle birlikte beşerî unsurların da doğaya önemli ölçüde etki etmeye başladığı son yüzyıllarda iklim değişikliğinin yol açtığı sorunlar ciddi bir tehdit haline gelmiştir. Bu nedenle insanlık, iklim krizi sorununun çözümlerinden biri olarak küresel iklim değişikliğine yol açan fosil yakıtlara alternatif olacak sürdürülebilir enerji kaynağı arayışına girmiştir. Bu çalışmadaki amaç, fosil yakıtlara olan ihtiyacı azaltacak verimli bir alternatif model sunmaktır. Bu amaç doğrultusunda tasarlanan model Serpentes, ülkemizin kıyılarında kullanılabilirliği araştırılmış, verimliliği yüksek bir enerji kaynağıdır. Ayrıca Türkiye'nin özellikle dalga enerjisi alanındaki potansiyelinden yararlanılıp ülke ekonomisine ve ekolojisine katkı sağlamak da bu çalışmanın amaçları arasındadır. Bu çalışmada Fusion 360, Blender, Adobe Premiere Pro uygulamaları kullanılmıştır.

Yapılan araştırmalar sonucu maliyet ve üretilebilirlik açısından tasarlanan modelin verimini artıracak en uygun boya türü, levha cinsi ve şekli belirlenmiştir. Sistem; kullanılan enerji türleri sebebiyle yüksek verim alınabilecek, aynı zamanda seçilen bölgedeki denizin hareketliliğinin sisteme zarar vermeyeceği bir seviyede olacak şekilde konumlandırılmalıdır. Modelde kullanılan güneş panellerinin verimliliği için sistemin konumlandırıldığı yerde güneşlenme süresinin yüksek olması gerekmektedir. Bu çalışmada tasarlanan ve "Serpentes" olarak adlandırılan sistemin ülkemiz kıyılarında verimli bir şekilde çalışabileceği öngörülmektedir. Seçilen hammaddeler sayesinde tasarlanan ürün, uzun ömürlü ve çevre dostu bir sistemdir. Sistemin sağladığı yüksek enerji verimliliği sayesinde ürün, benzerlerine nazaran maliyet/verim oranında öne çıkmaktadır. Çalışma, sistemin yerleştirileceği konum araştırması genişletilerek geliştirilebilir. Gelecek çalışmalarda, kullanılan güneş panellerinin aerodinamik

olarak tasarlanması ya da uygun görülen bir başka dalga enerjisi sisteminin modele eklenmesi verimi artırabilir.

Anahtar Kelimeler: *İklim Krizi, Yenilenebilir Enerji Kaynağı, Verimlilik, Türkiye, model önerisi*

ABSTRACT

With the developing technologies, problems caused by climate change are becoming more serious, because of the harm caused by human factors. Therefore, humanity started searching for alternative renewable energy sources instead of fossil energy sources as one of the solutions to the climate crisis. The main purpose of this work is to present a new model to decrease the need for fossil fuels. Serpentes is an energy source whose usability has been researched on the coasts of Türkiye, a model designed as a proposal which yielded high efficiency. Also, another purpose of this study is to show how to especially take advantage of Türkiye's wave energy potential, thus contributing to the country 's economy and ecology. In this work, Fusion 360, Blender and Adobe Premiere Pro apps were used.

As a result of research, the most suitable colour type, plate type and shape has been determined to improve efficiency of cost and manufacturability of the model. The system must be positioned in such a way to obtain high efficiency due to the energy types used and, at the same time, the movements of the sea in the selected region must not harm the system. For the efficiency of the solar panels used in the model, a high intake of sunshine is necessary. It is thought that the model designed with this work and named "Serpentes" can work efficiency on Türkiye's coasts. The designed product is durable and eco-friendly based on its chosen raw materials. Thanks to the high efficiency provided by that system, the product stands out in terms of cost/efficiency compared to similar proposals. Work can be improved with a detailed and expanded research for the placement of the solution. In future works, the aerodynamics of the solar panels used can be improved or other suitable wave energy systems can be added to the model to improve efficiency.

Keywords: *Climate Crisis, Renewable Energy Source, Efficiency, Turkiye, Model Proposal*

1. GİRİŞ

İnsanların dünyada var oluşuna kadar geçen sürede, dünyanın coğrafî özellikleri değişime uğramıştır. Belirli dönemlerde, dünyamızın unsurları arasındaki doğal dengenin bazı nedenlerden ötürü bozulmasının sonucunda iklimde de büyük değişiklikler oluşmuştur. İnsan ırkının yeryüzünde boy göstermeye başladığı dönemden günümüze kadar olan süreçte ise yeryüzünün buzullarla kaplandığı buzul ve buzullar arası dönemlerde, yaşanılan doğal ve beşerî çevre de azımsanmayacak derecede değişmiştir. Doğal etkenler nedeniyle olan bu değişimlere, 19. yüzyılın ikinci yarısından itibaren, beşerî etkilerin de dahil olduğu söylenebilir (Öztürk, 2002).

İklim oluşumunda ve değişikliğinde birbiri ile karmaşık ilişkiler içerisinde bulunan doğal ve de beşerî unsurların ortaya çıkardıkları etkilerin ayrımının yapılması oldukça zordur. Bu zorluk günümüzdeki insan kaynaklı iklim değişikliğinin sınırlarının çizilmesi, gelecekte ortaya çıkarabileceği etkilerin değerlendirilmesi ve çözüm aşamalarının belirlenmesi konusunda bir takım eksik yönler bırakmaktadır (Keserci, 2019). Bunun yanında farklı bilimsel alanlarda yapılan çalışmalar, genellikle iklim değişikliği konusunda sadece belirli bir etmen üzerinden yapıldığından etmenler arası bağlantılar açıkça ortaya koyulamamaktadır. Bu durum iklim değişikliklerinin bütünsel işleyişinin anlaşılmasında ve çözümlenmesinde zorluk yaratmaktadır. Bu nedenle iklim değişikliklerine neden olan kısa ve uzun dönemli doğal etmenleri ve süreçleri mekanizmaları ile ele almak ve beraber ortaya çıkardıkları etkileri belirlemek beşerî unsurların belirlenmesinde ve bu unsurların ortadan kaldırma konusunda oldukça önemlidir (Keserci, 2019).

Gözlemlenebilmiş iklim değişikleri incelenmek istenirse; insan etkinlikleri sonucunda atmosferde ortaya çıkan önemli değişikliklerin tarihi 19. yüzyılda (Sanayi Devrimi sonrası) başlamış ve bu etkinlikler sonucunda yüzey sıcaklıklarında 19. yüzyılın sonlarında başlayan ısınma, 1980'li yıllarla birlikte daha da belirginleşerek, neredeyse her yıl bir önceki yıla göre daha sıcak geçerek küresel sıcaklık rekorları kırmıştır (Aktaran: Türkeş, 2008: Solomon ve diğ.,2007; Türkeş, 2003; WMO, 1999; IPCC, 2001; Türkeş, 2004).

Dünya Meteoroloji Örgütünün 31 Ekim 2021'de yayımladığı rapora göre;

1.Ortalama küresel sıcaklıklar 2020-2022'de gerçekleşen "La Niña" sebebiyle geçici olarak soğumuş olsa da Dünya Meteoroloji Teşkilatı (WMO) tarafından konsolide edilen önde gelen altı uluslararası veri kümesine göre (Grafik 1) 2021 yılı Türkiye için, kaydedilen en sıcak yedi yıldan dördüncü oldu (Meteoroloji Genel Müdürlüğü [MGM], 2022).

1.1. La Niña Nedir?

La Niña, Pasifik okyanusunun ekvatoryal bölgesinde, Endonezya tarafında alışılmadık derecede sıcak olan okyanus yüzey sıcaklıkları ile karakterize edilir. Başka bir bakış açısıyla, El Niño ile karşılaştırıldığında Ekvatoryal Pasifik bölgesinin Orta Amerika tarafında alışılmadık ölçüdeki soğuk okyanus suyu sıcaklıkları ile karakterizedir (Alan & Kayhan, 2014).

La Niña, orta ve doğu ekvator Pasifik Okyanusu'ndaki okyanus yüzey sıcaklıklarının büyük ölçekli soğumasını ifade eder. Genellikle hava ve iklim üzerinde El Niño'nun tersine etkileri vardır. La Niña, etkinliğin ikinci yılında tipik olarak en güçlü olan geçici bir küresel soğutma etkisine sahiptir (World Meteorological Organisation [WMO], 2021)

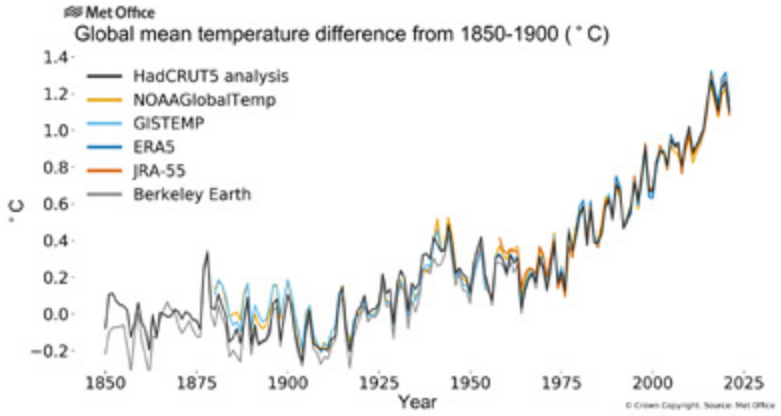
2.2021'de gerçekleşen küresel ortalama sıcaklık, Sanayi Devrimi öncesi (1850-1900) seviyelerin yaklaşık 1,11 (± 0,13) °C üzerinde oldu. 2021 yılı, WMO tarafından derlenen tüm veri kümelerine göre (Grafik 1), küresel sıcaklığın sanayi öncesi seviyelerin 1°C üzerinde olduğu art arda 7. yıldır (2015-2021).

3.En sıcak yedi yılın tamamı 2015'ten bu yana gerçekleşti ve 2016, 2019 ve 2020 ilk üçü oluşturdu. 2016'da son derece güçlü bir "El Niño" olayı meydana geldi ve bu da küresel olarak ortalama sıcaklık artışının rekor düzeyde olmasına katkıda bulundu.

1.2. El Niño Nedir?

El Niño, Tropikal Doğu Pasifik bölgesinde alışılmadık derecede soğuk olan okyanus yüzey sıcaklıkları ile karakterize edilen La Niña'nın aksine ekvatorun Doğu Pasifik bölgesindeki alışılmadık derecede sıcak okyanus yüzey sıcaklıkları ile karakterizedir (Alan & Kayhan, 2014).

Raporda yayımlanan diğer bilgilere göre ise 1850-2025 yılları arası yıllık ortalama sıcaklık değişim tablosuna göre (Grafik 1) küresel ortalama sıcaklık, düzenli olmasa da istikrarlı biçimde artmaktadır.



Grafik 1: 1850-1900'den Günümüze Küresel Sıcaklık Değişim Grafiği (WMO, 2021)

İklim değişikliğinin bilim dünyasındaki ilk farkındalığının 19. yüzyıl başlarında oluştuğu düşünülmekte ve ilk bilimsel çalışmaların 19. yüzyıl sonlarında yapıldığı bilinmektedir (1896, Arrhenius). İklim değişikliğine dair yazılan, fosil yakıt kullanımı ile ilişkin çarpıcı rapor örneklerinden biri ise 1968 yılında Stanford Araştırma Enstitüsü bilim adamları Elmer Robinson ve RC Robbins tarafından Amerikan Petrol Enstitüsü'ne sunulmuştur. Sunulan raporda atmosferde biriken kirli gazların kaynakları, artmaları ve ileride ne duruma gelecekleri hakkındadır. Rapor, yükselen karbondioksitin dünya yüzeyinde sıcaklıkta artışlara neden olacağı ve bu sıcaklık artışının buzulların erimesine, buzulların erimesine bağlı yükselen deniz seviyesine ve dünya çapında bu durumun potansiyel olarak ciddi çevresel zararlara yol açabileceği konusunda APE'yi uyardı. Örnek olarak, Antarktika buzullarının erimesi 1000 yıl sürse bile, bunun deniz seviyesinin gelecek on yılda 4 fit (yaklaşık 1 metre) yükseleceği anlamına geleceğini belirtti (Robbins, Robinson, 1968).

Fosil yakıt kullanımının yarattığı sorunlar nedeniyle fosil yakıtlara alternatif olacak enerji kaynakları aranmaktadır. Bu çalışmada tasarlanan ürün ise bu alternatif önerilerinden biridir. Ürün; dalga, rüzgar ve güneş enerjisi kaynaklarının birleşiminden oluşmaktadır. Kullanılan yöntem her enerjiyi tek tek sunan diğer sistemlere göre bu yönüyle avantajlı konumdadır. Yalnızca dalga enerjisi kullanan benzeri "Pelamis"[1] ten verim konusunda farklılık göstermektedir. Ürünün yalnızca dalga enerjisi kullanan benzerleri, maliyet/verim konusunda yeterli seviyede olmadıkları için tercih edilmemektedir. "Serpentes"in ayrıntılı tasarımı verimlilik sorununu da çözmektedir.

1 Pelamis Dalga Enerjisi Dönüştürücü, Portekiz açıklarındaki okyanus yüzeyi dalgalarını kullanarak enerji üreten bir teknolojiydi. Fonlayan şirket 2008 yılında finansal sorunlar yaşadığı için proje durduruldu.

2. AMAÇ

Bu çalışmanın birincil amacı; dünyayı karbon bazlı canlılar için hızla yaşanılamaz ve adapte olunamaz hale getiren küresel iklim değişikliğinin sebeplerinden biri olan fosil yakıt kullanımını azaltacak veya son verecek yenilenebilir enerji kaynaklarının verimini artırmak ve yeni bir alternatif sunmaktır.

İkincil amacı ise; bu modelin Türkiye kıyılarında yerleştirileceği en uygun yeri bulmak, modelin üretilmesinde kullanılacak hammaddeleri ve ürünün rengini tespit etmektir.

3. YÖNTEM

Bu çalışmada; 3 boyutlu teknik tasarım için Fusion 360, animasyon için Blender ve Adobe Premiere Pro uygulamaları kullanılmıştır. Fusion 360 uygulaması, bulut tabanlı CAD, CAM ve CAE uygulamasıdır. Blender, 3D modelleme, animasyon ve render uygulamasıdır. Adobe Premiere Pro ise video düzenleme ve montaj uygulamasıdır.

Enerji kaynağındaki silindir levha ve diğer ek parçaların boyanmasında kullanılacak boyanın parlaklık, fiyat ve ömür değişkenleri araştırılmıştır. Sistemde kullanılacak malzemelerin seçimi yapılırken puanlama kriterleri belirlenmiş, bu kriterlerin araştırılması sonucunda yapılan puanlamaya göre ise yüksek puan almanın yanında ekonomik uygunluk ve kullanılabilirlik unsurları da göz önünde bulundurulmuştur. Sistemdeki parçalardan güneş paneli dışındaki parçaların fazla ısınmasını önlemek için parlaklık (ışığı yansıtma) değeri yüksek olanlar yüksek puan almıştır. Maliyet açısından uygun fiyatta olan ön plana çıkmıştır. Boyanın ömründe ise daha uzun ömürlü olan boya yüksek puan almıştır.(Tablo 1)

Boya Çeşitleri	Su Bazlı Boya	Puan	Plastik Boya	Puan	Silikon Boya	Puan	Endüstriyel Boya	Puan
Parlaklık	Parlak	5	Mat	0	Parlak	7	Parlak	8
Fiyat (15 kg)	200	7	150	8	400	5	700	4
Ömür	7 yıl	7	5 yıl	5	6 yıl	6	10 yıl	10
Oksitlenmeye Dayanıklılık	-	1	-	1	+	8	+	8
Güneş Işığına Dayanıklılık	+	6	-	1	-	1	+	8
Maksimum Puan: 50		26		15		27		38

Tablo 1: Boya Karşılaştırma Tablosu

Dalga enerjisi sisteminde kullanılacak metalin seçimi için dört adet metal türü incelenmiştir. Bu metallerde öz kütlesi daha az olan daha yüksek puan almıştır. Puanlamada erime noktasının yüksek olması da dikkate alınmıştır. Ayrıca sistemin verimliliğinin artması için bir diğer önemli özellik ise ısı geçirgenliğidir. Yapılan değerlendirme sonucunda en yüksek puanı alan metal türü alüminyum olmuştur (Tablo 2).

Metal Türleri	Alüminyum	Puan	Paslanmaz Çelik	Puan	Bakır	Puan	Bronz	Puan
Özkütle (g/cm3)	2,7 g/cm3	8	7,9 g/cm3	3	8,9 g/ cm3	2	8,7 g/ cm3	2
Kaynama Sıcaklığı °C	660,3 C	7	1450	9	1084	8	1045C	8
Isı Geçirgenliği W/m.k	236	6	17	8	401	3	258	5
Maksimum Puan: 30		21		20		13		15

Tablo 2: Metal Karşılaştırma Tablosu

Güneş paneli sisteminde iki farklı tür silikon yapıya sahip olan güneş panellerinin verim, hammadde, fiyat, sıcaklık katsayısı ve watt değerleri araştırılmıştır. Fiyat ve sıcaklık katsayısı değerleri daha düşük olan ürün daha yüksek puan almasına karşın, verim ve watt değerlerinin daha fazla olması ürünlere daha yüksek puan kazandırmıştır. Bu puanlamalar sonucu en yüksek puanı alan güneş paneli sistemi monokristal yapılı olan güneş paneli olmuştur (Tablo 3).

Güneş Panelleri	Polikristal	Puan	Monokristal	Puan
Verim	19	6	26	9
Malzeme	Silikon	7	Silikon	7
Fiyat	2500	8	3000	5
Renk	Mavi	8	Siyah	10
Hücre Şekli	Köşeli	6	Yuvarlak Hatlı	8
Watt	325	5	400	8
Hücre Sayısı	72	6	72	6
Sıcaklık Katsayısı (Pmax)	-0.39% / °C	5	0.36% / °C	6
Güvenlik Sınıfı	C	7	C	7
Maksimum Puan: 90		58		67

Tablo 3: Güneş Paneli Karşılaştırma Tablosu

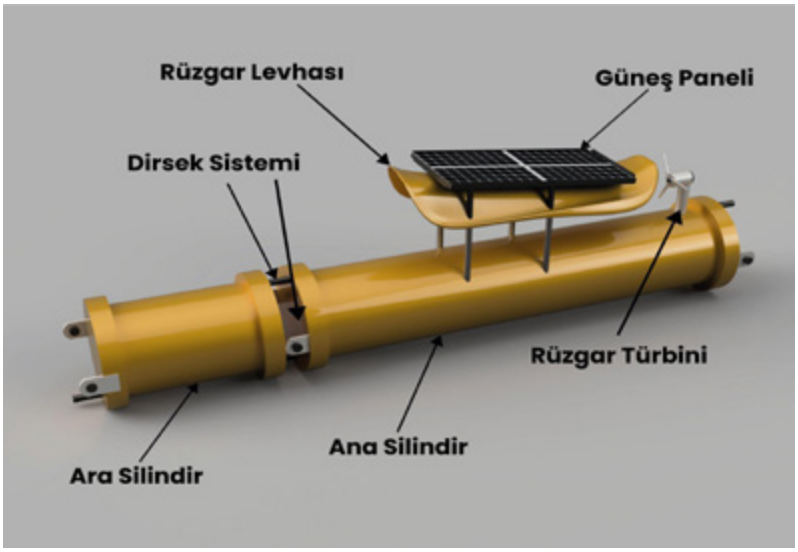
Ürünün tasarımı üç adet ana silindir, üç adet ara silindir, üç adet rüzgâr levhası, üç adet güneş paneli, üç adet rüzgâr türbini ve beş adet dirsekten oluşmaktadır (Görsel 1). Güneş paneli rüzgâr levhasının üzerine yerleştirilmiştir. Ürünün boyu 36, eni 2 metredir. Ürünün rengi "Hansa Yellow Medium" olarak seçilmiştir. Ürün renginin belirlenmesinde, renklerin bir tür güneş ışığının tahribatına dayanıklılık testi olan "Lightfastness Test" dikkate alınmıştır (Tablo 4). Ürünü oluşturan parçalar görsel üzerinde gösterilmiştir (Görsel 2). Ürün, deniz üzerinde dalgalarla uyumlu bir şekilde kasılma hareketi yapmaktadır. Ürünün deniz üzerindeki hareketi animasyonda somutlaştırılmıştır (Ek 1).

Color		Color Index Name	Average Delta E of Lightfastness Tests	ASTM Equivalent
	Cobalt Green	PG 26	1.19	I
	PBr 24 (occurs in blends only)	PBr 24	1.38	I
	Bismuth Vanadate Yellow	PY 184	1.39	I
	Pyrrole Red Medium	PR 254	1.43	I
	Permanent Scarlet	PR 188	1.59	I
	Cobalt Teal	PG 50	1.95	I
	Diarylide Yellow	PY 83	2.01	I
	Pyrrole Red Deep	PR 264	2.20	I
	Quinacridone Burnt Orange	PR 206	2.97	I
	Quinacridone Red Light	PR 207	3.49	I
	Dioxazine Purple	PV 23	3.65	I
	Quinacridone Magenta	PR 122	3.76	I
	Transparent Pyrrole Orange	PO 71	4.63	II
	Cobalt Violet	PV 49	5.46	II
	Permanent Alizarin Crimson	PR 177	5.71	II
	Indanthrone Blue	PB 60	6.03	II
	Green Gold	PY 129	6.64	II
	Hansa Yellow Medium	PY 73	13.13	III
Blends				
	Naples Yellow	PBr 24, PBk 7, PW 4	1.20	I
	Olive Green	PR 101, PY 184, PG 7	1.87	I
	Quinacridone Crimson	PR 122, PR 206	2.61	I
	Hookers Green	PY 150, PB 60, PR 122	4.55	II
	Indian Yellow	PY 73, PY 150, PR 206	9.56	III

Not: *https://justpaint.org/qor-lightfastness-testing-update/*

Tablo 4: ASTM Renk Tablosu

Görsel 1: "Serpentes" CAD Çizimi



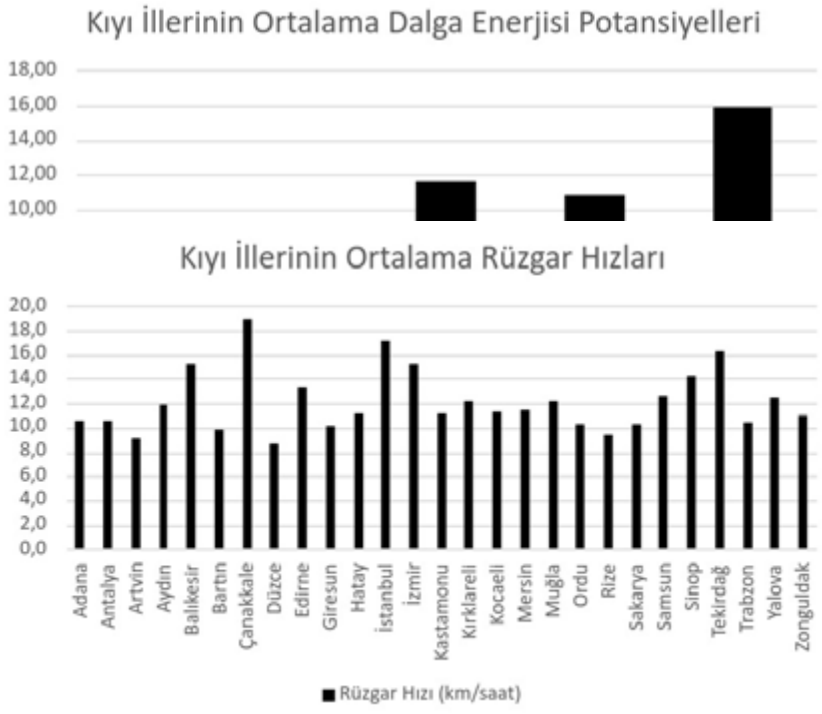
Görsel 2: Serpentes Parçaların Gösterimi

Üründe rüzgar enerjisi üretimi için silindirlerin üzerine yerleştirilen basit rüzgar türbini, bu rüzgar türbinine rüzgarı yönlendirecek her uzun silindir üzerinde 3 adet olmak üzere toplamda 9 adet aerodinamik levha bulunmaktadır. Levha şekli belirlenirken yüksek verim elde edilebilmesi için havadaki sürtünme en aza indirilmeye çalışılmıştır. Rüzgarın yeterince iyi kesilebilmesi için levhanın rüzgar yönündeki ucu hafif yukarı kalkık ve köpek balığı yüzgeci gibi kavislidir (Görsel 3). Ayrıca yine rüzgar yönündeki ucu rüzgarın kesilmesi için gittikçe kalınlaşan bir yapıda tasarlanmıştır.

Levha seçiminde gerek maliyet gerek üretimi açısından alüminyum levha kullanımına yönelmek istense de uzun vadede alüminyum levha, sürekli ve şiddeti yüksek rüzgar nedeniyle aşınmaya uğrayabileceğinden diğer seçeneklere yönelinmiştir. Çalışmada diş tedavilerinde de kullanılan zirkonyum bu seçeneklerden biri olmasına rağmen zirkonyum kullanımının en büyük dezavantajı maliyetinin oldukça yüksek olmasıdır. Bu nedenle kimyasal ve fiziksel olarak zirkonyuma benzeyen titanyum metalinin kullanılmasına karar verilmiştir.

Görsel 3: Rüzgâr Levhası

4. BULGULAR



Grafik 3: Kıyı İllerinin Ortalama Rüzgar Hızları Tablosu

Grafik 4: Kıyı İllerinin Ortalama Güneşlenme Süreleri

Ürünün yerleştirileceği yere dair yapılan araştırmalarda "Kıyı İllerinin Ortalama Dalga Enerji Potansiyelleri", "Kıyı İllerinin Ortalama Rüzgâr Hızları" ve "Kıyı İllerin Ortalama Güneşlenme Saati" araştırılmıştır (**Grafik 2, 3 ve 4**). Dalga enerji potansiyeli açısından Ege Denizi, İzmir-Antalya ve Akdeniz yeterli bulunmuştur (**Grafik 2**). Rüzgâr hızları araştırmasında Balıkesir, Çanakkale, İstanbul, İzmir ve Tekirdağ'ın rüzgâr enerjisi için potansiyelleri yeterli görülmüştür (**Grafik 3**). Güneşlenme saatlerinin karşılaştırılmasında ise Çanakkale, İstanbul ve Tekirdağ'ın yeterli olduğu tespit edilmiştir (**Grafik 4**). Ürünün konumlandırılmasında, Ege Bölgesi'nde bulunan Muğla ve civarı kıyı açıkları uygun görülmüştür. Bu konum, başta dalga enerjisi olmak üzere üç enerji tipi bakımından da potansiyeli yüksek bir bölgedir (Grafik 2, 3 ve 4).

Ana ve ara silindirler, rüzgâr levhaları ve dirsek sistemlerinin yapımında kullanılmak üzere metal, bu parçaların boyanmasında kullanmak üzere boya, kullanılacak güneş paneli seçimi için güneş paneli karşılaştırması ve puanlaması yapılmıştır (Tablo 1, 2 ve 3). Boya çeşitleri (su bazlı boya, plastik boya, silikon boya, endüstriyel boya) parlaklık, fiyat, ömür, oksitlenmeye ve güneş ışığına karşı dayanıklılık parametrelerinde karşılaştırılmıştır. Su bazlı boya 26, plastik boya 15, silikon boya 27 ve endüstriyel boya 38 puan almıştır (Tablo 1). Metal çeşitleri (alüminyum, paslanmaz çelik, bakır ve bronz) öz kütle, kaynama sıcaklığı ve ısı geçirgenliği parametrelerinde karşılaştırılmıştır. Alüminyum 21, paslanmaz çelik 20, bakır 13 ve bronz 15 puan almıştır (Tablo 2). Güneş paneli çeşitleri (polikristal, monokristal) verim, malzeme, fiyat, renk, hücre şekli, watt, hücre sayısı, sıcaklık katsayısı ve güvenlik parametrelerinde karşılaştırılmıştır. Polikristal 58 ve monokristal 67 puan almıştır (Tablo 3).

Parçaların boyanmasında kullanılacak boya renginin belirlenmesinde ASTM Lightfastness Test sonuçları kullanılmıştır (Tablo 4). Verilen tabloya göre Delta E değeri bakımından en yüksek boya renginin "Hansa Yellow Medium" olduğu görülmüş ve bu rengin kullanımına karar verilmiştir.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Ürün ile elde edilmesi hedeflenen yenilenebilir enerji tipleri; dalga enerjisi, güneş enerjisi ve rüzgâr enerjisi olarak sıralanabilir. Metrekare (m^2) başına dalga enerjisi yaklaşık olarak rüzgâr enerjisinden iki, güneş enerjisinden dört kat daha verimlidir (Sağlam ve Uyar, 2005). Ayrıca yapı olarak asıl faydalanmak istenilen enerji tipi dalga enerjisi olduğundan konumlandırma yapılırken öncelikli olarak dalga enerjisinin verimliliği göz önünde bulundurulmuştur.

Deniz veya okyanuslarda kıyıdan uzaklaştıkça dalga enerjisi; aynı zamanda rüzgârın şiddeti ve sürekliliği, buna bağlı olarak ise rüzgar enerjisinin verimliliği artar. Ancak sistem kıyıdan uzaklaştıkça kabloların maliyetlerinin ve bakım masraflarının artacağı hususunun göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Ayrıca seçilen bölgede denizin hareketliliği sisteme zarar verecek kadar şiddetli olmamalıdır. Güneş enerjisinin verimi ve devamlılığı için seçilen bölgede güneşlenme süresinin yüksek olması gerekmektedir. Sistemin suda yer alması ve üründe kullanılan boyanın türü güneş enerjisinin doğuracağı aşırı ısınma sorununu engelleyecektir. Belirtilen sebepler doğrultusunda Ege Bölgesi'nde bulunan Muğla ve civarı kıyı açıkları ürünün konumlandırılması için uygun görülmüştür. Sistem, seçilen konumda verimli bir şekilde çalışabilmektedir (Grafik 2, 3 ve 4).

Ürünün üretilmesinde kullanılacak hammaddelerin seçilmesinde bulgularda belirtilen sebeplerin yanında hammaddelerin çevre dostu olması da önem arz etmektedir. Metal olarak alüminyum, boya olarak endüstriyel boya, güneş paneli çeşidi olarak monokristal ve renk olarak Hansa Yellow Medium seçilmiştir. Seçilen hammaddeler sayesinde tasarlanan ürün, uzun ömürlü ve çevre dostu bir sistemdir (Tablo 1, 2 ve 3)

Rüzgâr türbinini çalıştıracak rüzgârın türbine yoğunlaştırılması için aerodinamik bir yapıda olan rüzgâr levhası (Görsel 3) kullanılmasına karar verilmiştir. Bu levhanın yapımında kimyasal ve fiziksel olarak zirkonyuma benzeyen titanyumun kullanılmasına karar verilmiştir.

Bu çalışmada Portekiz'de üretilen Pelamis Dalga Enerjisi Dönüştürücü örnek alınmıştır. İki modelde de temel dalga enerjisi üretme yolu silindirler arasındaki dirseklerin hareketidir. Fakat tasarlanan "Serpentes" adlı model, benzeri olan modele göre verim konusunda bazı artılara sahiptir. En büyük artısı, enerji verimini arttırmak üzere eklenmiş iki adet farklı yenilenebilir enerji sistemidir. Eklenilen yeni sistemler

ürünü enerji üretimi bakımından verimsiz olduğu için sık kullanılmayan bir sistem olmaktan çıkarmayı amaçlamaktadır.

6. ÖNERİLER

Yapılan çalışma, kaynağın yerleştirileceği konum için yapılan araştırma genişletilerek geliştirilebilir. Bu çalışmada güneş panellerinin tasarımında, üretim zorluğu yaratabilme olasılığı sebebi ile değişiklik yapılmamıştır. Fakat ileriki çalışmalarda güneş panellerüzgâr panelleri gibi kavisli, aerodinamik bir yapıda tasarlanabilir.

Dalga enerjisi birden fazla yolla üretilebilmektedir. Bu yollardan uygun görülen bir başka sistem bu modele eklenebilir. Ürün deniz veya okyanusun açıklarında olacağı ve elektrik üreteceğinden, gerekli mekanik eklemeler yapılarak açık sulardaki çöpleri temizleme işinde kullanılabilir. Ürün, bu iş için kendisine gereken enerjiyi üretiyor olacaktır.

KAYNAKÇA

Alan, İ., Kayhan, M. (2014). Havza Bazında Yağışın El Nino ve La Nina ile İlişkisi

Erişim Adresi: https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/kitaplar/havze-el.pdf Erişim Tarihi: 19/03/2022

Arrhenius, S. (1896). XXXI. On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground, The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, 41 (251), 237-276, DOI: 10.1080/14786449608620846.Erişim Tarihi: 20/03/2022

Gobato, R., Gobato, A., & Fedrigo, D. F. G. (2015). *Study Pelamis system to capture energy of ocean wave*. Brasil DOI: 10.48550/arXiv.1508.01106 Erişim Tarihi: 15/03/2022

He, H., Qu, Q., & Li, J. (2013). Numerical simulation of section systems in the Pelamis wave energy converter. *Advances in Mechanical Engineering*, *5*, 186056.

DOI: 10.1155%2F2013%2F186056 Erişim Tarihi: 19/03/2022

Keserci, F. (2019). İklim Değişikliğine Neden Olan Doğal Etmen ve Süreçler. (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul)Erişim Adresi: http://nek.istanbul.edu.tr:4444/ekos/TEZ/ET000396.pdf Erişim Tarihi: 19/03/2022

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2022) *2021 Yılı İklim Değerlendirmesi.* İklim ve Zirai Meteoroloji Dairesi Başkanlığı Araştırma Dairesi Başkanlığı. Erişim Adresi: https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yillikiklim/2021-iklim-raporu.pdf Erişim Tarihi: 21/03/2022

Meteoroloji Mühendisleri Odası (2022). *WMO: 2021 KAYDEDİLEN EN SICAK YEDİ YILDAN BİRİ…* [Basın Bülteni]Erişim Adresi: https://www.meteoroloji.org.tr/wmo-2021-kaydedilen-en-sicak-yedi-yildan-biri Erişim Tarihi: 17/03/2022

Öztürk, K. (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22 (1), 47-65. Erişim Adresi: http://www.gefad.gazi.edu.tr/tr/download/article-file/77436 Erişim Tarihi: 20/03/2022

Reikard, G., Robertson, B., & Bidlot, J. R. (2015). Combining wave energy with wind and solar: Short-term forecasting. *Renewable Energy*, *81*, 442-456.

DOI: 10.1016/j.renene.2015.03.032 Erişim Tarihi: 18/03/2022

Robinson, E, & Robbins, R. C. (1968) *Sources, abundance, and fate of gaseous atmospheric pollutants. Final report and supplement.* United States. Erişim Adresi: https://www.smokeandfumes.org/documents/16 Erişim Tarihi: 20/03/2022

Sağlam, M., Uyar, T. S., & Göztepe, İ. (2005). Dalga enerjisi ve Türkiye'nin dalga enerjisi teknik potansiyeli. *Elektrik Mühendisleri Odası*, *19*, 2020.Erişim Adresi: https://www.emo.org.tr/ekler/20bb2d9a50d5ac1_ek.pdf Erişim Tarihi: 20/03/2022

Tablo 4, Averaged Delta E for 3 months outdoor Arizona and 510 hours accelerated Xenon. Tested according to ASTM D4303. LF I: 4 or less / LF II: between 4 and 8 / LF III: between 8 and 16.

Erişim Adresi: https://justpaint.org/qor-lightfastness-testing-update/ Erişim Tarihi: 25/03/2022

Türkeş M. (2008). Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler, İklim Değişikliği ve Çevre, 1, 26-37 Erişim Adresi: https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/518059 Erişim Tarihi: 18/03/2022

WMO (2021). *State of Climate in 2021: Extreme events and major impacts*[Basın bülteni].

Erişim Adresi: https://public.wmo.int/en/media/press-release/state-of-climate-2021-extreme-events-and-major-impacts Erişim Tarihi: 19/03/2022

EKLER

Ek.1-URL: https://youtu.be/h2UuoqFv4A4

ÇAMLICA KIZ ANADOLU İMAM HATİP LİSESİ

PROJE DANIŞMAN ÖĞRETMEN

Banu YURTSEVEN / Sevim BİLGİN

İNSAN HAREKETLERİNDEN ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİLMESİ

Hanne Sultan ÜLGER | Rana ARSLAN
Fatıma Gül ERKOVAN | Rümeysa SAVAŞ

ÖZET

Elektrik, modern dünyanın vazgeçilemeyen bir enerji türüdür. Özellikle toplu kullanılan alanlarda bu enerjiye çok fazla ihtiyaç duyulmaktadır. Piezoelektrik etki mekanizması sayesinde bu mekânların ışıklandırması ve diğer birçok ihtiyacı karşılanabilir. Piezolar, toplumun sürekli hareket halinde olduğu yerlerde, hareket ve basınç farkından elektrik enerjisi üretip enerji ihtiyacını karşılamak için oldukça iyi bir seçimdir. Piezonun bu özelliğinden yararlanma amacıyla tasarlanan projede, insan reaksiyon ve hareketlerinin fazla olduğu mekânlardan olan basketbol sahalarına uyarlamak uygun görüldü. Piezo adlı malzemenin enerji üretebilmesi için bükülme, esneme ve basınç gerekmektedir. Bu bağlamda projede, basınç farkı oluşturuldu ve böylelikle piezonun bükülme ve esneme becerisi geliştirildi. Depolama eksiği şarj edilebilen pillerle çözüldü. Bu uygulama hem enerjiyi depolanabilir haline getirdi hem de pil ile kullanılan cihazların enerjisini karşıladı. Küçük bir modeli hazırlanan bu devre; gelecekte endüstriyel boy piezolar ile geliştirilirse her mekânın kendi elektriğini üretmesi mümkün olabilir. İnsanların hareket ederek veya adım atarak enerji üretmesi, ekonomik bağlamda kazanç sağlanmasına yardımcı olur. Bu projenin hayata geçirilmesi, elektrik kaynağı maliyetini düşürmekle birlikte doğaya verilen zararın da minimalize edilmesini sağlayabilir.

***Anahtar Kelimeler**: Piezoelektrik Etki, Hareket, Sürdürülebilir Enerji, Depolama*

ABSTRACT

Electricity is one of the most essential power in the modern world. It's high in need, especially in common use areas. On account of Piezoelectricity, many needs of those common use areas can be met such as the lighting of the environment. Piezos are a pretty effective choice where can be an ongoing constant motion by people. Hereby, there will be some energy production by motion and differential pressure. Thanks to

this feature of Piezo, this is planned to use Piezos in places where extremely high amount of human movements and reactions. It's known that Piezos needed to be bent, stretched, and pressured in order to produce energy. Therefore, the pressure difference was created, thus the bending and stretching ability of the piezo improved. To be able to store the energy, rechargeable batteries are used. This helped both make the energy storable and met the energy of the devices used with batteries. The whole process is currently completed as a prototype, but it's an unavoidable fact that in the future larger-scale Piezos can help each place may be able to produce its own energy. Just using the movement or steps of humans is really affordable and beneficial. The realization of this project can reduce the cost of electricity supply and minimize the contribution of current electricity production solutions to nature.

Keywords: *Piezoelectric Effect, Movement, Sustainable Energy, Storage*

1. GİRİŞ

Kalkınmakta olan ve nüfusu artan bir ülke olması sebebiyle, Türkiye'nin enerji tüketimi artmaktadır. Artan enerji tüketimi üretim-tüketim arasındaki dengeyi bozmakta ve doğal kaynakların büyük bir hızla ve fütursuzca tüketilmesine neden olmaktadır. Kaynakların bitmesinin başlıca nedenleri arasında; nüfus artışı, sanayileşme ve insanların konforu yer almaktadır. İnsanların bu tüketimi, sürdürülebilir temiz enerji kaynaklarına olan ihtiyacı artırmaktadır. Bu durum diğer birçok ülke gibi Türkiye'yi de sürdürülebilir ve temiz enerjiye yatırım yapmaya yönlendirmektedir. Bu yatırımı olabildiğince düşük maliyette ve yüksek verimde gerçekleştirmek amaçlanır.

Enerji tüketiminin çokça olduğu yerler toplumun bir arada bulunduğu spor, eğlence ve kutlama mekânlarıdır. Kalabalık ve sürekli hareket edilen mekanlarda, insanlar ekstra efor sarf etmeden hareketlerinden enerji üretme potansiyeline sahiptir. Ortaya çıkan enerjinin ihtiyaç doğrultusunda, az masraflı ve sürdürülebilir enerjiye dönüştürülüp kullanılması piezoelektrik etki sayesinde mümkündür. Bu projede de piezoelektrik etki ile hareketin çokça olduğu mekânlarda elektrik üretilmesi amaçlanmıştır.

Piezoelektrik, Yunanca piezo kelimesinden türetilmiş olup basınç uygulamak, sıkıştırmak anlamlarına gelmektedir.[1] (Skoog, Holler ve James 2007) Piezoelektrik bazı katı maddelerin üzerine uygulanan kuvvetle elektrik üretebilmesi özelliğidir. Bu malzemeler doğru yerlerde kullanıldığında enerji üretimi hem temiz hem de oldukça ulaşılabilir hale gelmektedir.

Bu projede olduğu gibi hareket enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren başka projeler de vardır. Bunlardan biri taşınabilir pedallı elektrik üretme ünitesi projesidir.

1 https://archive.org/details/principlesinstru00dasc

Bu projede, pedal yardımıyla elektrik enerjisi üretmek ve bu mekanizmayı kolaylıkla taşıyarak istenilen mekân da elektrik enerjisi üretilerek çok büyük güç harcayan cihazlar haricinde birçok önemli cihazı çalıştırabilecek elektrik enerjisi üretilmesi düşünülmektedir.[2] (Murat M., Karacan O.2021) Ayrıca başka bir projede de araç hızını yavaşlatmak için kullanılan hız kesiciden yararlanarak alternatif enerji kaynağı tasarlanmıştır. Özel hız kesici tasarımı ile hidrolik sistem birleştirilmiş ve mekanik enerji üretilmiştir. Mekanik enerji, dinamo kullanılarak elektrik enerjisine dönüştürülmüştür.[3] (Demircan A. , Demetgül M., Yenitepe R, 2015) Fakat bu projelerin spor, eğlence ve kutlama mekânlarına uygulanmış haline rastlanılmamıştır. Bu yönü ile çalışma benzer projelerden farklıdır.

Spor dalında periyotlar halinde en çok enerji harcanan yerlerden biri basketbol sahalarıdır. Bu sahaların ışıklandırılması ve ısıtılması gibi faktörler fazla enerji tüketilmesine yol açmaktadır. Hâlbuki insanların kullanacakları enerjiyi kendilerinin üretmesi hem maliyet hem de zaman bakımından tasarruf sağlar. Bu bağlamda projenin ana motivasyonu enerjinin kaynağının, canlıların enerjisi olması fikridir.

Projede hazırlanan düzenek basketbol sahalarında kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Burada kullanılacak ürünlerin, endüstride kullanılabilecek büyüklük ve güce sahip olanlarıyla hayata geçirilecek tarzda bir mekanizma, insanların coşkuyla ve çokça hareket ettikleri tribünlerin altına yerleştirilerek enerji üretmeye olanak sağlar.

Proje sonucunda, piezoelektrik etki ile birlikte oluşturulan devrenin hem elektrik ürettiği hem de bir pili şarj edebildiği görülmüştür. Bu sayede hem sürdürülebilir depolama hem de üretilen enerjinin pil içinde depolanıp farklı yerlerde kullanma avantajı sağlanmıştır.

2. AMAÇ

Canlıların aktif olarak hareket ettiği yerlerde, farkında olmadan ürettikleri enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülüp depolanmasını sağlamak ve bu depolama ile yenilenebilir enerji döngüsü başlatmak amaçlanmaktadır.

3. YÖNTEM

Projede basketbol sahalarındaki hareketlerden piezo sayesinde enerji üretecek bir devre planı yapılmıştır. Proje tasarlanırken yenilenebilir enerji döngüsünün nasıl ortaya çıkarabileceği de düşünülmüştür.

---

2 http://www.erciyestto.com/user/files/2209a-ornek-proje.pdf

3 Demircan, A., Demetgül, M., Yenitepe, R. Hız Kesiciden Elektrik Enerjisi Üretimi, Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3 (2015) 655-662

A) Kullanılan Malzemeler

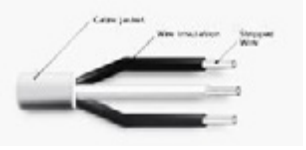
1. 35mm piezo
2. 0,22 Kablo
3. Kondansatör
4. Led
5. Elektrik bandı
6. Köprü diyot
7. Pil
8. Avometre
9. Kalem Havya,
10. 60/40 Lehim Teli

A.1- Birkaç milimetre kalınlığında bir kuvars lamı, optik eksene paralel ve bir elektrik eksene dik biçimde yontulduktan sonra, yüzeylerine metal plakalar yerleştirilince, piezoelektriklik özellikleri taşıyan bir tür kondansatör elde edilmiş olur. Yüzeylerine basınç ya da çekme uygulanmasına göre, kondansatörde şu ya da bu yönde bir yük oluşur. Piezoelektrik kuvarslarlarından radyoelektrik dalgaları üretilmesinde, saat yapımında, vb. yararlanılır.[4] [Şekil 1]

Şekil.1.Piezo

(Thema Larousse Tematik Ansiklopedi)

A.2- KABLO (Elektr.). - Bir kılıf içinde birbirinden yalıtılmış iletken teller kümesi. Elektrik enerjisi iletilmesinde, 40 000 - 50000 V arasında, yalıtılmış metal yeraltı kabloları kullanılır. Çekirdeğin üstünde bir yalıtkan yer alır. Yalıtkan, dıştan bir kılıfla korunur.[5] [Şekil 2]



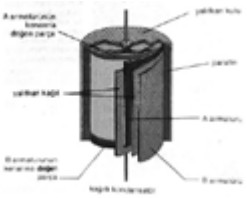
Şekil: 2. Elektrik Kablo

[https://en.wikipedia.org/wiki/Electrical_cable)]

4 Thema Larousse Tematik Ansiklopedi, Ansa Yayıncılık, İstanbul, 1991

5 Thema Larousse Tematik Ansiklopedi, Ansa Yayıncılık, İstanbul, 1991

A.3- KONDANSATÖR. - ince bir yalıtkanla birbirinden ayrılmış, temel olarak iki elektrik sığasıyla ayırt edilen iki iletkenli ya da iki armatürlü sistem. Yükün potansiyel farkına oranı, kondansatörün sığasını belirler. Birçok kondansatörden oluşan gruba batarya adı verilir.[6] [Şekil 3]



Şekil.3.Kondansatör (Thema Larousse Tematik Ansiklopedi)

A.4- LED, İngilizce 'de Light Emitting Diode kelimelerinin kısaltılmış halidir ve "Işık Yayan Diyot" anlamına gelir. LED'ler elektrik enerjisini ışığa dönüştüren yarı iletken devre elemanlarıdır.[7] [Şekil 4]

Şekil.4.Led

(Thema Larousse Tematik Ansiklopedi) kablosu)

A.5- Elektrik ileten çok çeşitli telleri ve kabloları korumak, yalıtmak ve korumak için öncelikle güvenlik nedenleriyle kullanılır. Hem profesyonel hem de ev ortamlarında yaygın olarak kullanılan ısı yalıtımı veya yalıtım bandı olarak da bilinir.[8] [Şekil 5]

Şekil.5.Elektrik bandı

(Thema Larousse Tematik Ansiklopedi) kablosu)

A.6- Piezo elektriğin ürettiği alternatif akımı doğru akıma dönüştürmeye yarayan devre elemanıdır.

A.7- Kimyasal bir tepkimede açığa çıkan enerjiyi doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren aygıt. Bir elektrik pili bir elektroliz içine daldırılmış farklı cinste iki iletkenden oluşmaktadır.[9] [Şekil 6]

Şekil 6: Şarj edilebilir pil

(https://tr.wikipedia.org/wiki/Pil)

---

6 Thema Larousse Tematik Ansiklopedi, Ansa Yayıncılık, İstanbul, 1991

7 https://tr.m.wikipedia.org/wiki/LED

8 https://tr.m.wikipedia.org/wiki/Bant

9 Thema Larousse Tematik Ansiklopedi, Ansa Yayıncılık, İstanbul, 1991

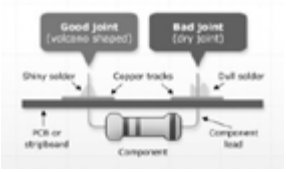
A.8- Avometre, akım (Amper), gerilim (Volt), direnç (ohm) ve kısa devre ölçebilen bir elektronik alettir. [Şekil 7]

Şekil.7.Avometre
(Thema Larousse Tematik Ansiklopedi)

A.9- Havya, elektrik ve elektronik devrelerde elemanları birbirine lehimlemek için gereken yüksek ve hızlı ısıyı sağlayan alettir.[10] [Şekil 8]

Şekil.8.Kalem havya
(https://tr.wikipedia.org/wiki/Havya

A.10- Lehimleme işleminde kullanılan alaşımın tel halidir. Kullanılan lehim telinin kalay/kurşun oranı 60/40'tır. [Şekil 9]



Şekil.9.Lehim teli
(Thema Larousse Tematik Ansiklopedi

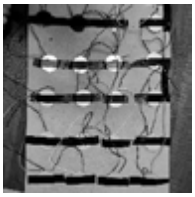
B) Yapım Aşaması

1. Çalışma başlangıcında temel malzeme olan piezolar, kablolar ile lehimlenmiştir. [Şekil 10]

Şekil 10

10 https://tr.wikipedia.org/wiki/Havya

2. Daha sonra lehimlenen piezolar elektrik bandı ile dört sıra halinde dizilmiştir. Piezoları dizerken mevcut piezoların yarısı birbirine paralel olarak bağlanmış ve diğer yarısına da aynı işlem uygulanmıştır. Sonrasında oluşturulan iki takım piezolar, direnci düşürüp akımı artırması ve lamba parlaklığının süresini artırmak amacıyla birbirine seri bağlanmıştır. [Şekil 11]



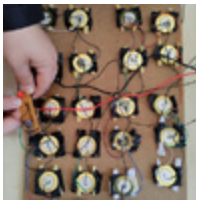
Şekil 11

3. Piezolardan enerji üretimi için fazla basınç farkına ihtiyaç vardır. Bu nedenle her bir piezonun altına, hazırlanan kâğıt bant rulolar yerleştirilerek basınç farkı oluşturuldu. [Şekil 12]

Şekil 12

4. Ancak bu aşamadan sonra alternatif akım sorunu ile karşılaşılmıştır. Tasarlanan planın tersine, piezolar artı (+) yüklü akımın yanında, eksi (-) yüklü akım da üretiyordu. Bu problem de alternatif akımı doğru akıma dönüştüren köprü diyot sayesinde çözüme ulaştırılmıştır.

5. İşlemlerin sonunda, düzeneğin üstüne kuvvet uyguladığında ortaya çıkan potansiyel enerji ile birlikte ledin aydınlatılması sağlanmıştır. [Şekil 13]



Şekil 13

Tüm bu aşamaların ardından depolama az bulunarak üzerinde düşünülmesi gereken bir alan olmuştur. Belirlenen soruna çözüm amacıyla, yardımcı öğretmen önderliğinde köprü diyot çıkışı kablolarla doğrudan şarj devresine bağlanmıştır. Şarj devresi de pili şarj edebilecek şekilde ayarlanarak küçük bir akü oluşturulmuştur.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

İnsanların enerjiye olan ihtiyacı şu anda da olduğu gibi yakın gelecekte de artarak devam edecektir. Doğayı kirletmeden enerji üretmenin yollarından biri, hareket enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesidir. Bu öngörülerek kalabalık yerlerdeki zeminlerin değerlendirilmesi fikri ortaya çıkmıştır. Bu projede yapılan ölçümler ile üretilen değerler kayda değer ve yüksek değerlerdir. Devrenin toplam maliyeti yaklaşık 120 TL'dir. Devrede kullanılan piezonun tekrar kullanılabilmesi ve atık pil

oluşturmaması aynı zamanda veriminin yüksek olması piyasadaki 1,5 voltluk pillerin (tekrar kullanılamaz, verimi düşüktür ve çevre için tehdit oluşturabilir) kullanımına göre daha avantajlıdır. Bu fikir hem kullanışlı olduğundan hem de doğaya daha az zarar verdiğinden uygun görülmüştür. İleride proje geliştirilebilirse hem insanlığa hem de devlet ekonomisine katkı sağlayacaktır. Ayrıca insanların gereksiz elektrik kullanımı kısıtlamış ve büyük bir tasarruf sağlamış olacaktır.

Projedeki malzemelerin verimliliğini artırarak daha az bir hareketle daha fazla enerji elde edilebilir. Yapılan bu proje konser salonlarında, AVM'lerde ve stadyumlarda kullanıldığı takdirde elektrik enerjisinden bolca tasarruf yapılabilir. Alternatif akımın önemli dezavantajları da vardır. Elektriğin yüksek gerilimli güç hatları ile uzun mesafelerde iletiminde her 1.000 km'lik mesafede elektrik enerjisinin %10'dan fazlası kaybolmaktadır.[11] Bu sebepten piezonun alternatif akım üretmesine karşın bu devrede doğru akım kullanılması daha avantajlı olacaktır. Yeteri kadar destek alırsa daha birçok alanda enerji tasarrufunun olmasını sağlar ve dünya ekonomisine katkı sağlar.

Bu bağlamda literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olarak temel gayemiz basketbol sahalarında elektrik enerjisi kullanımını en az maliyetle ve doğaya en az zarar verecek şekilde tasarlamaktır. Yine bu projemiz ile pil ve jeneratörleri de şarj edebilmemiz mümkündür.

5. ÖNERİLER

Endüstriyel açıdan daha güçlü malzemeler ile bu mekanizma geliştirilebilir ise yakın gelecekte daha geniş alanların kendi elektrik enerjisini üretmesi sağlanabilirBu projede kullanılanın aksine kondansatör yerine daha güçlü aküler kullanılır ise depolama alanı daha fazla büyür ve bu doğrultuda daha fazla elektik enerjisini depolanır ve kullanılabilir.

11 https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/dc-(dogru-akim)-mi-yoksa-ac-(alternatif-akim)-mi

KAYNAKÇA

Bant. (17 Aralık 1980): https://tr.m.wikipedia.org/wiki/Bant

Demircan, A., Demetgül, M., Yenitepe, R. Hız Kesiciden Elektrik Enerjisi Üretimi, Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3 (2015) 655-662

Doğru Akım mı & Alternatif Akım mı? (27.04.2015): https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/dc-(dogru-akim)-mi-yoksa-ac-(alternatif-akim)-mi/15332#

Doğru Akım mı & Alternatif Akım mı? (27.04.2015): https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/dc-(dogru-akim)-mi-yoksa-ac-(alternatif-akim)-mi

Havya (6 Nisan 2020): https://tr.wikipedia.org/wiki/Havya

Led : https://tr.m.wikipedia.org/wiki/LED

Taşınabilir Pedallı Elektrik Üretme Ünitesi Projesi:http://www.erciyestto.com/user/files/2209a-ornek-proje.pdf

Merdiven Basamaklarındaki Kinetik Enerjiden Elektrik Enerjisi üretimi: https://mcoktenaihl.meb.k12.tr/meb_iys_dosyalar/61/01/751853/dosyalar/2020_05/13000123_Merdiven_BasamaklarYndaki_Kinetik_Enerjiden_Elektrik_Enerjisi_uretimi.pdf

Kaliteli Kablo'nun Özellikleri Nelerdir? Can Sağkol. Erişim Adresi: https://kabloder.org/kaliteli-kablonun-ozellikleri-nelerdir/

Lehim Nedir? Nasıl Yapılır? Lehim Makinesi Kullanımı. (12 Ocak,2020). Tayfun Yağız Semiz. Erişim adresi: https://maker.robotistan.com/lehim-nasil-yapilir/#:~:text=Lehimlenecek%20b%C3%B6lge%20havya%20ile%20%C4%B1s%C4%B1t%C4%B1l%C4%B1r,yar%C4%B1%20otomatik%20bir%20lehimleme%20y%C3%B6ntemidir.

Skoog, D.A. Holler, F.James. and Crouch, S.R(2007) Principles of Instrumental Analysis. Sixth Edition, Brooks Cole, Belmont, 1039.

ŞENYUREK, A. & DEMETGUL, M. (2015). Kendi enerjisini üretebilen klavye tasarımı. Marmara Fen Bilimleri Dergisi, 27(2), 42-47.

Thema Larousse Tematik Ansiklopedi, Ansa Yayıncılık, İstanbul, 1991

EKLER

Proje ile ilgili tüm video ve fotoğraflara erişmek için:

https://drive.google.com/drive/folders/10gbtIizdRCHaWQ_i8tra9U6TWoC_et3l

YENİLENEBİLİR ENERJİ VE ÜLKEMİZ

Sena DALDABAN
Yağmur ERAVCI
Havva Beyza BULUT
Asya Melek ÖNER

ÖZET

Dünya'da nüfusun artması ve teknolojinin gelişmesi ile enerjiye olan ihtiyaç ve kullanılan enerji miktarı da büyük ölçüde artmıştır. Bu sebeple insanlar yeni enerji kaynakları bulmayı amaçlamış ve bu alanda çalışmalar yapmıştır. Enerjiyi devamlı ve temiz bir şekilde sağlamanın yolu ise sürdürülebilir kaynaklardan yararlanmaktadır. Bu çalışmada sürdürülebilir enerji kaynaklarından biri olan Jeotermal enerji hakkında bilgiler verip, jeotermal enerjinin diğer sürdürülebilir enerji kaynakları ile kıyaslamasını yapılmıştır. Dünya'daki jeotermal enerji kaynaklarının yalnızca %6.5 kadarı etkin olarak kullanılmakta, fakat jeotermal enerji diğer birçok enerji kaynağına göre daha verimli bir üretim sağlanabileceği tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular ışığında jeotermal enerjinin kullanımının gelecekte yaygınlaştırılması için; jeotermal enerjinin kullanımının yaygınlaştırılması için jeotermal yasasının biran önce yürürlüğe konması, jeotermal enerji hakkında daha fazla bilgilendirmenin yapılması ve daha geniş kitlelere ulaşması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Jeotermal Enerji, Yenilenebilir Enerji, Alternatif Kaynaklar.*

ABSTRACT

With the increase of the population in the world and the development of technology, the need for energy and the amount of energy used have also increased greatly. For this reason, people aimed to find new energy sources and worked in this field. The way to provide energy in a continuous and clean way is to benefit from sustainable resources. In this study, information about geothermal energy, which is one of the sustainable energy sources, was given and a comparison of geothermal energy with other sustainable energy sources was made. Only 6.5% of the world's geothermal energy resources are used effectively, but geothermal energy provides a more efficient production than many other energy sources. For this reason, the use of geothermal energy should be expanded. In this article, information about where it is located and

how to use it has been collected.According to findings in order to expand the usage of geothermal energy in the future; the geothermal law should be brought into force as soon as possible, nevertheless more information should be given about geothermal energy and also should be reached wider audiences on the purpose of popularizing the use of it.

Keywords: *Geothermal Energy, Renewable Energy, Alternative Resources*

1. GİRİŞ

Doğal kaynaklardan elde edilen, sürdürülebilir ve temiz enerji üretimi sağlayan enerji kaynaklarına yenilenebilir enerji denir. Enerji, yenilenebilir kaynaklar sayesinde fosil yakıtlara kıyasla daha uygun fiyatlarla, çevreye zararsız ve uzun vadeli olarak elde edilebilir. Yenilenebilir enerji kaynakları güneş, rüzgar, jeotermal, hidrolik ve biyokütle enerjisidir (Bull, 2001). Dünya'da küresel elektrik üretiminin bir kısmı yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmektedir. Yenilenebilir kaynakların küresel elektrik üretimindeki payı 2019'da %27 iken 2020'de %29'a yükselmiştir (Global Energy Review, 2021). Bu sayının artış göstermesi için dünya çapında çalışmalar devam etmektedir.

Önümüzdeki yıllarda enerji talep artışının önemli bir kısmının gelişmekte olan ülkelerden kaynaklanması öngörülmektedir. Özellikle Hindistan, Güneydoğu Asya, Orta Doğu, Güney Amerika ve Afrika Bölgeleri enerji talebi artışındaki en belirleyici coğrafyalardır. Bu bölgelerin ekonomik sebeplerle fosil yakıtları tercih edeceği düşünüldüğünde küresel iklim hedeflerinin tutturulmasının daha da zor ve maliyetli hale geleceği düşünülmektedir.

Yenilenebilir enerjiye geçmenin sağlayacağı faydalar şu şekilde sıralanabilir;

- Yakıt zenginliği,
- Enerji fiyatlarında olası düşüş,
- Enerjide dışa bağımlılığın azaltılması,
- Güvenli ve temiz bir enerji üretimi,
- Hava, su ve çevre kirliliğinin iyileştirilmesi,
- Halk sağlığının korunması.

Türkiye, yenilenebilir enerji kaynakları ve potansiyeli açısından zengin bir jeopolitik konuma sahiptir. Yenilenebilir enerji kullanımı sırasında Türkiye 15. sırada bulunmaktadır. Artan enerji talebini karşılamak, enerji kaynaklarında dışa bağımlılığı en aza indirmek ve çevre dostu üretim yapabilmek için yenilenebilir enerji kaynaklarından en üst seviyede faydalanılması gerekmektedir. Türkiye enerji bakımından dışa-

rıya yarı-bağımlı olduğu için yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaşması büyük önem arz etmektedir. Bu potansiyel kullanılmadığında hem ülke ekonomisine hem de hava kirliliği ve iklim değişikliği üzerinde olumsuz etkilere sebep olmaktadır (Arslan vd., 2001).

Güneş, rüzgar ve hidro elektrikten sonra en önemli sürdürülebilir ve zararsız enerji kaynağı jeotermal enerjidir. Jeotermal enerji, konveksiyonel hareketler sonucu yeryüzüne çıkan akışkanların sonucunda oluşmaktadır. Elektrik üretme, ısıtma, soğutma, mineral üretimi, kaplıcalar ve sağlık alanlarında jeotermal enerjiden yarar sağlanabilmektedir. Jeotermal enerji, günümüzde geniş bir etki alanına sahip olmamasına karşın Dünyada büyük bir enerji potansiyeline sahiptir ve hızla kullanımı yaygınlaşmaktadır (Canik vd., 2000).

Jeotermal enerjinin kullanılabilmesi için, ulaşılabilirlik, buhar ve sıcak suyu pazarlanabilir bir ürün haline getirebilmek için dönüşüm teknolojisi ve ticari kullanım için ekonomik olarak rekabet edebilecek prosesin oluşması gerekir. Bir ısı üretim prosesi tasarlayabilmek için en önemli gereksinimler, taşınım ve iletimden oluşan doğal taşınma prosesini içeren ulaşılabilirlik, büyük ölçekli depolanmış ısı ve yeryüzüne yakınlıktır (Serpen, 2022).

Türkiye sahip olduğu jeotermal enerji potansiyeli ile Dünya'da altıncı, Avrupa'da ise birinci sırada yer almaktadır. Ülkemiz coğrafi konumu dolayısıyla neredeyse tüm bölgelerinde farklı sıcaklıklara sahip jeotermal kaynaklar bulundurmaktadır. Bu kaynaklar halihazırda elektrik üretimi, konut ısıtması, seracılık, sağlık ve turizm gibi birçok farklı amaç için kullanılmaktadır. Ülkemizdeki bu doğal ve bol miktarda bulunan kaynağın çevreye en az zararı verecek ve en verimli olacak biçimde halkın da istek ve arzusu ile kullanımı ülke kalkınması için önemli bir rol oynamaktadır (Dinçer vd., 2020).

2. YÖNTEM

Mevcut çalışmada jeotermal enerji hakkında kaynakçada belirtilen raporlar,istatistikler ve makalelerin incelenmesinin ardından doküman analizi yöntemi ile jeotermal kaynakların kullanım alanları ve diğer sürdürülebilir enerji kaynaklarıyla kıyaslandığında avantaj sağlayan yönlerine dair bilgiler toplandı. İncelemesi yapılan kaynaklardaki veriler jeotermal enerjinin geçmişte, günümüzde ve gelecekte kullanım alanları olarak alt başlıklar halinde çalışmaya eklendi.

3. BULGULAR

Doğal kaynaklardan elde edilen, sürdürülebilir ve temiz enerji üretimi sağlayan enerji kaynaklarına yenilenebilir enerji denir. Enerji, yenilenebilir kaynaklar sayesinde fosil yakıtlara kıyasla daha uygun fiyatlarla, çevreye zararsız ve uzun vadeli olarak elde edilebilir. Yenilenebilir enerji kaynakları güneş, rüzgâr, jeotermal, hidrolik ve biyokütle enerjisidir (Bull, 2001).

Dünya'da küresel elektrik üretiminin bir kısmı yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmektedir. Yenilenebilir kaynakların küresel elektrik üretimindeki payı 2019'da %27 iken 2020'de %29'a yükselmiştir (Global Energy Review, 2021).

Jeotermal enerji günümüzde kullanıldığı gibi geçmişte de birçok topluluk tarafından çeşitli amaçlar için kullanılmıştır. Milattan önceki dönemlerde çanak, çömlek, cam ve tekstil yapımı gibi enerji amaçlı olmayan basit amaçlar için kullanılmıştır. İlk olarak 630 yılında Japonya'da kaplıca olarak kullanılmıştır. 1800 yıllarının başında Fransa'da ısınma aracı olarak kullanılmaya başlanan jeotermal enerji, sonradan başta İtalya olmak üzere elektrik üretimi içinde kullanılmıştır.

Türkiye'de ilk jeotermal sondaj kuyusu Balçova, İzmir'de; ilk elektrik üretim amaçlı jeotermal santral Kızıldere, Denizli'de kurulmuştur. Türkiye'de jeotermal kurulu ısıtma gücü kullanılmaya başlandıktan sonra ve bu güç 493 MWt'ye ulaşmış ve Türkiye bu alanda en büyük 5. ülke konumuna gelmiştir (Wikipedia,2022).

Jeotermal enerji konusunda, Türkiye'deki son gelişmelere baktığımızda UNESCO 2021 Bilim Raporu'nda, Türkiye'nin önümüzdeki 10 yıl içerisinde jeotermal enerjide nasıl rol model olabileceği konusunda bilgiler bulunmaktadır. Rapora göre, 2009 ve 2019 yılları arasında Türkiye'deki jeotermal enerji santralleri hızlı bir artışla üçten kırk dokuza yükselmiş ve bu durum Türkiye'nin global ölçekte dördüncü sıraya yükselmesini sağlamıştır. Geçtiğimiz on yılda Türkiye, Batı Anadolu'da binden fazla jeotermal kuyu kazmış durumdadır. Jeotermal keşifler, Jeotermal Kaynaklar Kanunu ve Doğal Maden Suları kanunundan sonra, 2007 yılından itibaren büyük hız kazanmış durumdadır. Bu yasa potansiyel partnerlere gerekli güveni sağlayarak, partnerlerin endişelerini ortadan kaldırmıştır. Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD), Türkiye ekonomisinin karbondan arındırılması için jeotermal enerjinin gelişimini finansal olarak desteklemiştir. Ayrıca, Türkiye jeotermal enerji şirketleri, 2020 yılında Ufuk Avrupa'ya katılım sağlamışlar bu sayede teknoloji sağlayıcıları ile Avrupa'da faaliyet gösteren şirketlerle etkileşim sağlanması adına büyük bir adım atılmıştır (UNESCO, 2021).

Türkiye'nin jeotermal enerji gelişimi Şekil 1'de gösterilmiştir. Kurulu gücün yıllar geçtikçe arttığı ve 2020 yılı itibari ile 1663 MW'a ulaştığı görülmektedir. Ülkemiz,

mevcut yenilenebilir enerji yatırımlarını dengelediği zaman sürdürülebilir enerji üretimine ulaşabilecek ve 2023 ve 2030 yılları için hedeflediği jeotermal enerji üretim kapasitesine ulaşabileceği öngörülmektedir.Bunun için jeotermal enerji kaynaklarını arama çalışmalarının artırılması gerekmektedir (Ari vd., 2019).

Dünyanın jeotermal kaynaklarının yakın gelecekte dünyanın elektrik üretim ihtiyacının %8'ini karşılayabileceği düşünülmektedir. Artan petrol fiyatları, gelecekte gelişmiş jeotermal kaynaklar geliştirme ekonomisini iyileştirmeye olanak sağlayacak ve sonunda jeotermal kaynaklardan elektrik üretimini ikiye katlayacaktır. Düşük dereceli jeotermal kaynakların kullanımının, dünyada ve Türkiye'de doğrudan kullanım için yerel olarak fosil yakıtların yerini alması gerekmektedir. Fosil yakıtlar yerine jeotermal kaynakların kullanılması, CO{sub 2} seviyelerini kontrol ederek sosyal maliyetleri eninde sonunda azaltacaktır (Serpen).

3.1. Jeotermal Enerjinin Gelişimi

Jeotermal enerji günümüzde kullanıldığı gibi geçmişte de birçok topluluk tarafından çeşitli amaçlar için kullanılmıştır. Milattan önceki dönemlerde çanak, çömlek, cam ve tekstil yapımı gibi enerji amaçlı olmayan basit amaçlar için kullanılmıştır. İlk olarak 630 yılında Japonya'da kaplıca olarak kullanılmıştır. 1800 yıllarının başında Fransa'da ısınma aracı olarak kullanılmaya başlanan jeotermal enerji, sonradan başta İtalya olmak üzere elektrik üretimi içinde kullanılmıştır.

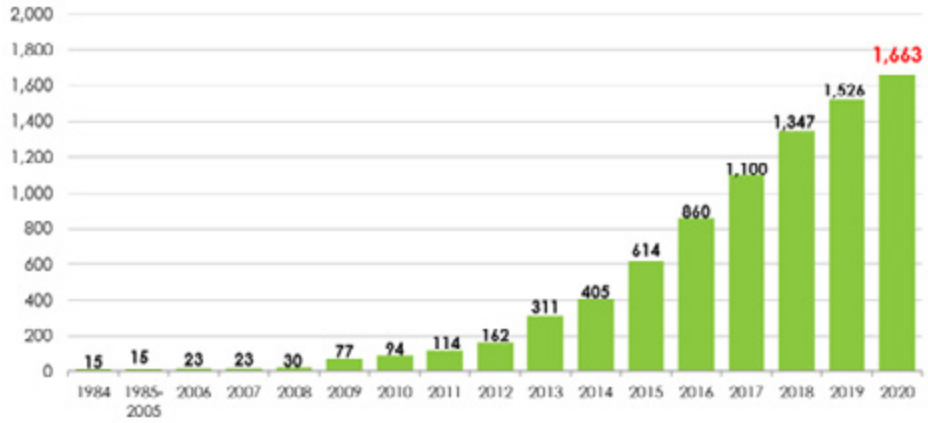
Türkiye'de ilk jeotermal sondaj kuyusu Balçova, İzmir'de; ilk elektrik üretim amaçlı jeotermal santral Kızıldere, Denizli'de kurulmuştur. Türkiye'de jeotermal kurulu ısıtma gücü kullanılmaya başlandıktan sonra ve bu güç 493 MWt'ye ulaşmış ve Türkiye bu alanda en büyük 5. ülke konumuna gelmiştir (Wikipedia).

3.2. Günümüzde Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji konusunda, Türkiye'deki son gelişmelere baktığımızda UNESCO 2021 Bilim Raporu'nda, Türkiye'nin önümüzdeki 10 yıl içerisinde jeotermal enerjide nasıl rol model olabileceği konusunda bilgiler bulunmaktadır. Rapora göre, 2009 ve 2019 yılları arasında Türkiye'deki jeotermal enerji santralleri hızlı bir artışla üçten kırk dokuza yükselmiş ve bu durum Türkiye'nin global ölçekte dördüncü sıraya yükselmesini sağlamıştır. Geçtiğimiz on yılda Türkiye, Batı Anadolu'da binden fazla jeotermal kuyu kazmış durumdadır. Jeotermal keşifler, Jeotermal Kaynaklar Kanunu ve Doğal Maden Suları kanunundan sonra, 2007 yılından itibaren büyük hız kazanmış durumdadır. Bu yasa potansiyel partnerlere gerekli güveni sağlayarak, partnerlerin endişelerini ortadan kaldırmıştır. Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD), Türkiye ekonomisinin karbondan arındırılması için jeotermal enerjinin gelişimini finansal olarak desteklemiştir. Ayrıca, Türkiye jeotermal enerji şirketleri, 2020 yılında Ufuk

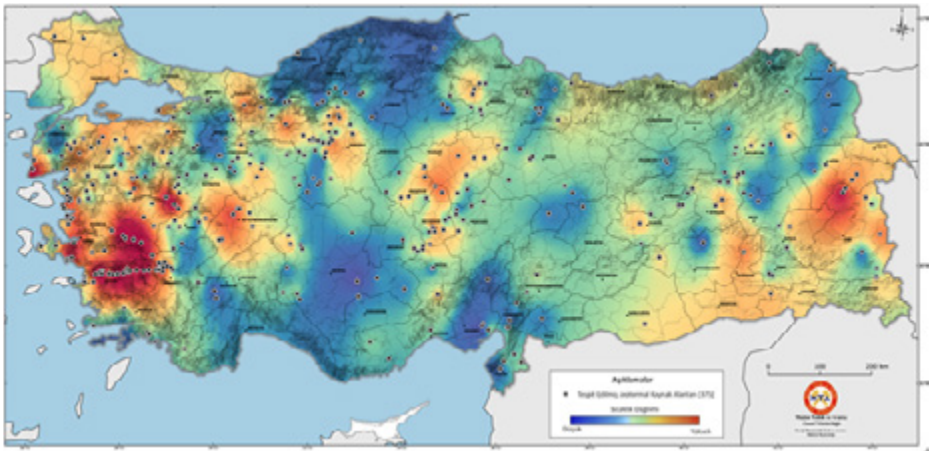
Avrupa'ya katılım sağlamışlar bu sayede teknoloji sağlayıcıları ile Avrupa'da faaliyet gösteren şirketlerle etkileşim sağlanması adına büyük bir adım atılmıştır (UNESCO, 2021).

Türkiye'nin jeotermal enerji gelişimi Şekil 1'de gösterilmiştir. Kurulu gücün yıllar geçtikçe arttığı ve 2020 yılı itibari ile 1663 MW'a ulaştığı görülmektedir. Ülkemiz, mevcut yenilenebilir enerji yatırımlarını dengelediği zaman sürdürülebilir enerji üretimine ulaşabilecek ve 2023 ve 2030 yılları için hedeflediği jeotermal enerji üretim kapasitesine ulaşabilecektir. Bunun için jeotermal enerji kaynaklarını arama çalışmalarının artırılması gerekmektedir (Ari vd., 2019).



Şekil 1. Yıllara göre Türkiye'deki jeotermal enerji üretimi (jeotermalhaberler.com)

Türkiye'de bulunan jeotermal kaynak alanları ve sıcaklık dağılımı Şekil 2'de verilmiştir. Türkiye'de jeotermal bölgesel ısıtma sistemleri Afyon, Balıkesir, İzmir, Denizli, Kırşehir, Ankara, Kütahya, Manisa, Nevşehir Yozgat gibi birçok şehirde kullanılmaktadır (Parlaktuna vd., 2020). Halihazırda Türkiye'de jeotermal enerjinin üretimde kullanıldığı şehirler mevcuttur. Bunlardan birisi Balıkesir'dir. Şu an faaliyette olan Sındırgı Jeotermal Sebze ve Meyve Kurutma Tesisi'nde sebze ve meyveler jeotermal enerjiyle kurutulmaktadır. Ayrıca İzmir'de de jeotermal enerji projeleri geliştirilmeye devam etmekte, çalışmalar olumlu sonuç verirse kaynakların termal amaçlı kullanılması planlanmaktadır.



Şekil 2. Türkiye'deki Jeotermal alanlar (MTA)

3.3. Jeotermal Enerjinin Geleceği

Jeotermal enerji temel yükte elektrik üretimi sağladığından, yeni enerji santrallerinin güç sistemlerine uyum sağlaması büyük bir zorluk oluşturmamaktadır. Esasında bazı yapılandırmalarda, jeotermal enerji, üretimini artırma veya azaltma ya da gerektiğinde başlatma-kapatma yeteneği gibi önemli esneklikler sağlayabilmektedir. Lakin bazı durumlarda, jeotermal kaynakların konum zorunluluğu, jeotermal elektriği yük merkezlerine ulaştırmak için yeni bir altyapı için yatırımlar gerektirmektedir.

Jeotermal enerjinin doğrudan kullanımları için herhangi bir uyum sorunu gözlenmemiştir. Isıtma ve soğutma için jeotermal enerji, yerel ve bölgesel ölçekte halihazırda kullanılmaktadır. Bölgesel ısıtma ağları çoğunlukla birincil enerji kaynağına göre esneklik göstermekte bu nedenle düşük sıcaklıktaki jeotermal kaynakları veya kademeli jeotermal ısıyı kullanabilmektedir. Jeotermal enerji ülkemizde de ısıtma amaçlı kullanılmakta fakat bu kullanım potansiyelinin çok daha altında bulunmaktadır. Öyle ki sadece İzmir Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisinde 220.000 evi ısıtma potansiyelindeki jeotermal enerji yalnızca 15.000 evin ısıtılmasında kullanılmaktadır. Teknoloji geliştirme ve yenilik için farklı beklentiler jeotermal enerji üretme maliyetini azaltabilmekte, daha yüksek enerji geri kazanımı, uzun kullanım süreleri ve daha fazla güvenirlik sağlayabilmektedir. Diğer yenilenebilir enerji santralleri ile karşılaştırdığımızda jeotermal enerji santralleri 30-40 yıl daha uzun ömre sahiptir. İstatistiklere bakıldığında %95 verimliliğe sahip olduğu görülen jeotermal enerji, günümüzde yoğun olarak kullanılan birçok yenilenebilir enerjiye kıyasla çok daha yüksek bir verimliliğe sahiptir (Dinçer vd., 2020).

Dünyanın jeotermal kaynaklarının yakın gelecekte dünyanın elektrik üretim ihtiyacının %8'ini karşılayabileceği düşünülmektedir. Artan petrol fiyatları, gelecekte geliş-

miş jeotermal kaynaklar geliştirme ekonomisini iyileştirmeye olanak sağlayacak ve sonunda jeotermal kaynaklardan elektrik üretimini ikiye katlayacaktır. Düşük dereceli jeotermal kaynakların kullanımının, dünyada ve Türkiye'de doğrudan kullanım için yerel olarak fosil yakıtların yerini alması gerekmektedir. Fosil yakıtlar yerine jeotermal kaynakların kullanılması, CO{sub 2} seviyelerini kontrol ederek sosyal maliyetleri eninde sonunda azaltacaktır (Serpen, 2022).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Jeotermal enerji fosil yakıtların azaldığı günümüzde büyük potansiyel taşıyan bir temiz enerjidir. Jeotermal enerjinin sıfır emisyon salgılaması ve kendini yenileyebilmesi, gelecek için daha temiz, sürdürülebilir, güvenilir ve verimli bir alternatif olma yolunda ilerlemektedir.

Son zamanlarda jeotermal enerjinin bu avantajlarından dolayı otoriteler gelecekte jeotermal enerjinin kullanılmasına yönelik belirli ilkeler benimsemeye başlamıştır.

Ülkemiz jeotermal enerji bakımından yüksek potansiyele sahip bir ülkedir. Jeotermal enerjinin kaynağı çoğunlukla Ege bölgesindedir. Buna bağlı olarak araştırma sonucunda İzmir de 15.000 evin halihazırda jeotermal enerji ile ısıtıldığı saptanmıştır. Bu bağlamda 20 yıllık vadede var olan potansiyel enerjinin en etkin ve verimli biçimde kullanılması ve 15.000 bin olan ev sayısının 220.000 bine kadar çıkarılması hedeflenmektedir. Türkiyede özellikle ege bölgesinde bulunan bu enerjinin uzun vadede yenilenemeyen enerjiler yerine geçmesi ve potansiyeli olan bölgede faal olarak işlevini sürdürmesi planlanmaktadır.

Jeotermal enerjinin kullanımının gelecekte yaygınlaştırılması için; (i) Jeotermal enerjinin aranması ve işletilmesi ile ilgili yasal boşluğun giderilmesi ve jeotermal yasasının biran önce yürürlüğe konması (ii) insanların jeotermal enerji hakkında daha fazla bilgilendirilmesi ve bu bilgilerin daha geniş kitlelere ulaşması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Ari, I., & Yikmaz, R. F. (2019). The role of renewable energy in achieving Turkey's INDC. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 105, 244-251.

Arslan, S., Darıcı, M., & Karahan, Ç. (2001). Türkiye'nin Jeotermal Enerji Potansiyeli. Jeotermal Enerji Semineri, 21-27.

Canik, B., Çelik, M., & Arıgün, Z. (2000). Jeotermal Enerji. Ankara: AÜ FF Yayınları

Arda, Z., & Çavşi, H. (2018). Türkiye'deki Jeotermal Enerji Santrallerinin Durumu. Mühendis ve Makina, 59(691), 45-58.

Serpen, Ü. Jeotermal Enerjinin Türkiye ve Dünyada Kullanımı.

Serpen, Ü. Jeotermal enerjinin dünyadaki ve Türkiye'deki durumu ve İTÜ'deki çalışmalar. Türkiye.

Dinçer, İ., & Ezan, M. (2020). TÜBA-JEOTERMAL ENERJİ TEKNOLOJİLERİ RAPORU.

https://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/jeotermal-enerji-arastirmalari

Parlaktuna, M., Çelem, Ö., & Parlaktuna, B. (2020). Evaluation of Geothermal District Heating Systems of Turkey. In Proceedings World Geothermal Congress (p. 1).

Renewables – Global Energy Review 2021 Raporu.

https://tr.wikipedia.org/wiki/Jeotermal_enerjihttps://www.jeotermaldernegi.org.tr/sayfalar-Dunya-da-Jeotermal

UNESCO (2021) Reports.

www.unesco.org/reports/science/2021/sites/default/files/medias/files/2022/02/B-S-Basin_ Box-12-1.pdf

Jeotermal Haberler (2022) Balıkesir'de Jeotermal Kurutma Tesisi Üretime Başladı. https://www.jeotermalhaberler.com/balikesirde-jeotermal-kurutma-tesisi-uretime-basladi/

https://www.jeotermalhaberler.com/category/general/

https://www.afjet.com.tr/Projeler/2

https://www.jeotermalhaberler.com/2020-sonunda-ulkemizde-jeotermal-kaynaklardan-elektrik-uretiminde-yeni-kurulu-guc-1-663-mwe/

OKULLARDA SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA EĞİTİMİ VE ÜLKEMİZDE UYGULANABİLİRLİĞİ

Nisa Melek Parmaksız | **Behice Sare Pekgöz**
Sevim Şevval Erdoğmuş

ÖZET

Günümüzde sorumsuz insan davranışlarından dolayı ortaya çıkan iklim değişikliği, kentleşme, kaynakların aşırı kullanılması gibi etkenler gün geçtikçe dünyayı tehlikeye atmaktadır. Bizden sonra gelecek olan nesillere daha da yaşanabilir bir dünya bırakmak için elimizden geldiğince çalışmamız gerekmektedir. Burada ise sürdürülebilirlik kavramı devreye girmektedir. Yaşadığımız dünyayı sürdürülebilir kılarak hayatımızı düzenlemek insan yaşamının, çevrenin iyileşmesini ve daha yaşanılabilir olmasını sağlayacaktır. Türkiye'de bu kavramın kapsamında verilen hedefler ise bu amaç için atılan önemli bir adım olarak görülmekte ve dünyayı sağlıklı hale getirmek için önemli bir çalışma anlamına gelmektedir. İnsanların yaşadıkları gezegenden ödün vermeden yaşamasını amaçlayan "Sürdürülebilir Kalkınma İçin Eğitim" bu kapsamda verilen kararlardan biridir. Yeşil mutabakat projesi başta olmak üzere farklı kalkınma projeleri ile eğitim üzerine verilen kararlar dünyanın daha iyi bir yere dönüşebilmesi için en önemli seçeneğin eğitim olduğunu öne sermiştir. Farklı çalışmaları araştırarak ülkemizde, ilimizde veya ilçemizde lokal olarak neler yapılabileceği ve bunun okullara nasıl uygulanabileceği gözlemlenmiştir. Eğitim amacıyla tasarlanan eko-okullar sürdürülebilirliği öğrencilere küçük yaştan itibaren aşılamaktadır. Bu çalışmada, sürdürülebilir kalkınmanın eğitime olan katkılarını belirlemek için farklı ülkelerde yürütülen çalışmalar, sürdürülebilir enerji kavramının okullarda yaygınlaşması için yapılan çalışmalar, eko-okul örnekleri ve ülkemiz için uygulanabilirliği incelenmiştir. Kararlaştırılan önlemlerle birlikte, bilinçlendirilmiş öğrenciler sayesinde atılan temel adımlar daha sağlam olacaktır. Sürdürülebilirlik amacıyla yetiştirilmiş insanlar gerekli davranışları sergilediğinde sürdürülebilir dünya kavramının gerçekleşmesinde önemli bir rol oynayacaktır. Bu amaçla, Avrupa Birliği tarafından hazırlanmış olan Yeşil Mutabakat maddeleri ışığında okullarda bilinçlendirme amaçlı eğitim programı düzenlenmesi planlanmaktadır.

***Anahtar Kelimeler**: Sürdürülebilir Kalkınma, Eko-Okul, Yeşil Mutabakat.*

ABSTRACT

Today, due to irresponsible behaviors of human beings; factors such as climate change, urbanization and excessive use of resources are steadily threatening the world. It is a necessity for us to put all our efforts into leaving a more livable world to the generations that will come after us. At this point, the concept of sustainability comes into play. Organizing our lives by making the world we live in sustainable will improve human life and the environment and make it more livable. The targets set within the scope of this concept in Turkey are considered as an important step taken for this purpose and they signify an important study to make the world healthy. Education for Sustainable Development, which aims for people to live without compromising the planet they live on, is one of the decisions made in this scope. The decisions made on education with different development projects, particularly the green deal project, have suggested that education is the most important option for the world to become a better place. By researching different studies, it has been observed what can be done locally in our country, province or district and how this can be applied to schools. Eco-schools designed for educational purposes instill the concept of sustainability in students from an early age. In this project, studies carried out in different countries to determine the contribution of sustainable development to education, studies for the widespread use of the concept of sustainable energy in schools, examples of eco-schools and their applicability for our country were examined. Along with the agreed measures and owing to conscious students, the basic steps taken will be more solid. When people who have been raised for the purpose of sustainability exhibit the necessary behaviors, they will play an important role in the actualization of the concept of a sustainable world. For this purpose, it is planned to organize a consciousness-raising education program in schools in the light of the Green Deal articles prepared by the European Union.

Keywords: *Sustainable Development, Eco-School, Green Deal.*

1. GİRİŞ

Son yıllarda artan nüfus, kentleşme ve sanayileşme birçok çevresel problemi de beraberinde getirmektedir. Sorunların çoğalması ile çevre, doğal kaynaklarını kaybetme tehlikesi ile karşı karşıya kalmakta ve insanlar gelecek hakkında daha fazla endişe duymaktadır. Çevresel sorunlar artık küresel ölçekte olup ülkelerden daha çok insanların ortak problemi haline gelmiş durumdadır. Bireyler olarak bunu engellemek için tüketim alışkanlıklarında ve davranışlarda daha sürdürülebilir bir yaklaşım benimseme ihtiyacı özel bir önem kazanmaktadır (Baykal, 2008). Bu sebeple sürdürülebilir enerji ve kaynaklar hakkında daha geniş bilgilere sahip olunması gerekmektedir.

Sürdürülebilirlik kavramının kullanılmasını sağlayacak olan ilk adım, 1940 yılında ortaya atılan "Yeşil Devrim" hareketi ile başlamıştır. Bu hareket, Dünya nüfusunun artan yemek ihtiyacına karşılık olarak konulmuş ve yemek ihtiyacının çevre ile bir bağlantısı olduğu ortaya konularak sürdürülebilirlik kavramının bağlantısı yavaş yavaş ortaya çıkmıştır. "Yeşil Devrim "hareketi ilk başta Meksika'daki Tarım Yürütümleri ile başlamış ve üretilen fazla yemek ile birlikte çoğu ülke açlıktan dolayı ölmekten kurtulmuştur.

Sürdürülebilirlik kavramının bugün sahip olduğu anlama gelmesinde en büyük yeri 1972 Roma Kulübü tarafından ortaya konan "Büyümenin Sınırları" adlı rapor kaplamaktadır. Adı, "Büyümenin Sınırları" olan bu raporda; Kentleşme ve buna bağlı sanayileşme, çevre kirliliği, yenilenebilir ve doğal kaynakların tükenmesinde olacak olan kapsamlı büyüme göz önüne alınmış ve dünyada ekonomik açıdan büyümenin 21. Yüzyıl içerisinde sınırlarına geleceği kararlaştırılmıştır. Bu rapor, Massachusetts Institute of Technology (MIT) araştırmacılarının ve yüksek bir teknolojinin içerisinde olduğu bir proje ile hazırlanmıştır. Raporda, ekonomik ve sosyal çevre arasındaki ilişkinin önemli olduğu ve kalkınmaya sağladığı yarar ve zararlardan bahsedilmektedir.

Yeşil Devrim projesi kapsamında kullanımı artan pestisitler ile birlikte, tarım alanlarında sağlık konusunda endişeler yaşanmıştır. Yiyeceklerin üzerindeki bakterilerin ve böceklerin yok olmasını sağlayan pestisitler, insan sağlığı için büyük bir tehlike oluşturmaktadırlar. Buna kitabı "Sessiz Bahar "da değinen Deniz Biyoloğu Rachel Carson (Carson, 1962), insanları bu ilacın tehlikesine karşı bilinçlendirmiş ve çevre kirliliği konusunda tepkisini büyük bir ölçüde koyarak, önemli bir adım atmıştır. Carson sayesinde tarım ilacı olan pestisit ve diklorodifeniltrikloroetan (DDT) kullanımı yasaklanmış, çevre hakkında büyük bir adım atılıp toplumda bir yankı oluşturmuştur. Sonrasında 1972 yılında Stockholm'de gerçekleştirilen "BM İnsan Çevresi Konferansında" (United Nations Conference on the Human Environment) ise sürdürülebilirlik nosyonuna dair ekonomik ve sosyal çevre arasındaki bağlantının kullanıldığı ilk evrensel etkinliktir. Sürdürülebilirlik kavramı sonrasında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun Brundtland raporunda, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden şimdiki neslin ihtiyaçlarını karşılama olarak tanımlanmıştır (WCED, 1987). Sürdürülebilirlik kavramının, sadece çevreyle sınırlı olmadığı daha farklı alanlarda kullanılır olduğu yapılan araştırmada ve 1992 Rio Konferansı'nda ortaya çıktığı görülmüştür.1992'den önce sadece çevre ve çevre sorunlarını kapsayan sürdürülebilirlik kavramı, konferans sonrasında ekonomi ve toplum açısından bakılan bir konu olmaya başlamıştır.

2000 yılında gerçekleşen "BM Milenyum Zirvesi" ise sürdürülebilirlik konusunun

daha da derinleşmesini sağlayan bir konferans olmuştur. Bu zirve sonrasında oluşturulan bir hedef olan Birleşmiş Milletler Binyıl Kalkınma Hedefleri (United Nations Millennium Development Goals), sürdürülebilirlik nosyonunun 2000'li yıllara kadar duraklamadan gelişerek geldiğinin sonucu olarak gösterilmiştir. 2015-2030 yıllarında eyleme geçirilecek olan Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH)'nin temelleri 2012'de Rio'da gerçekleştirilen Zirve'de BHK'nin bir tartışma konusu olması sonucunda ortaya atılmıştır. Kalkınma hedeflerinin belirlenmesinde Birleşmiş Milletler (BM), gelişmemiş ülkeler ve özel sektörlerin de arasında bulunduğu her kesimin fikrini almaya çalışmıştır. Edinilen hedeflerle birlikte sürdürülebilirlik kavramının yıllar boyunca ortada kalacağı ve önemli bir rol oynayacağı anlaşılmıştır. Gelecek nesillerin ihtiyaçlarını şimdiden karşılamak sürdürülebilir kalkınmada bir amaç olarak belirlenmiş ve ülkelerin ekonomik, ekolojik ve sosyal kalkınma amaçları ortak bir kavram altında toplanmıştır. Ekonomik, ekolojik ve sosyal gelişmelerin bir çatı altında toplanarak bir kalkınma stratejisinin hayata geçirilmesi, hem içinde bulunulan zamanın ihtiyaçlarının karşılanmasını hem de gelecek için sağlam bir temel oluşturulmasına yarar sağlayacak bir çalışma olmasına olanak sağlamıştır.

On yedi hedeften oluşan sürdürülebilir kalkınma hedefleri, Paris Anlaşması kapsamında 2015 senesinde Birleşmiş Milletler Genel Kurulu aracılığıyla açıklanmıştır. Paris Anlaşması, iklim değişikliği konusunda ülkeleri birbirine yasal olarak bağlayan, uluslararası bir anlaşma olarak 12 Aralık 2015'te düzenlenmiş, Paris'te düzenlenen COP 21'de 196 taraf tarafından kabul edildikten sonra 4 Kasım 2016'da yürürlüğe girmiştir. Paris Anlaşmasında küresel ısınma ve iklim değişikliği etkilerini daha önceki yıllara kıyasla azaltmak amaçlanmıştır. Bu uzun vadeli amaç için çeşitli ülkeler, sera gazı emisyonlarını azaltmaya çalışmakta ve çeşitli politikalar uygulamaktadırlar.

Türkiye de "Sürdürülebilir Kalkınma" kavramını öncelikli olarak gündemine alan ülkelerden biri olmuş ve bu kapsamda tüm dünyayı daha sürdürülebilir bir yer haline getirmek için 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi (SKH) tanımlamıştır. Bunlar; Yoksulluğa Son, Açlığa Son, Sağlıklı Bireyler, Nitelikli Eğitim, Toplumsal Cinsiyet Eşitliği, Temiz Su ve Sıhhi Koşullar, Erişilebilir ve Temiz Enerji, İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme, Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı, Eşitsizliklerin Azaltılması, Sürdürülebilir Şehir ve Yaşam Alanları, Sorumlu Tüketim ve Sorumlu Üretim, İklim Eylemi, Sudaki Yaşam, Karadaki Yaşam, Barış, Adalet ve Güçlü Kurumlar, Hedefler İçin Ortaklıklar başlıklarından oluşmaktadır. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Şekil 1'de verilmiştir.

Şekil 1. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (https://www.kureselamaclar.org/)

2030 yılı sürdürülebilir kalkınma hedefleri arasında dördüncü hedef kaliteli eğitim olmuştur. Sürdürülebilir Kalkınma için Eğitim (SKE), iklim değişikliği, biyoçeşitlilik, yoksulluk artışının engellenmesi, sürdürülebilir tüketim gibi temel sürdürülebilir kalkınma konularını öğretme ve öğrenmeye dahil etmek anlamına gelmektedir. SKE'nin amacı insanları yaşadığı gezegenden ödün vermeden daha kaliteli ve daha verimli nasıl yaşayacağını anlatmaktır. İnsanların yaşadıkları gezegeni geliştirmek için daha iyi kararlar vermesini ve buna uygun eylemler gerçekleştirmesini amaçlar. Ayrıca, sürdürülebilir kalkınmanın doğasında bulunan değerleri, öğrenmenin tüm yönlerine ve seviyelerine entegre etmeyi hedefi olarak görmektedir. Sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ilişkin farkındalık yaş, eğitim düzeyi, cinsiyet, bölge gibi birçok değişkenden etkilenebilmektedir. Çalışmalar, gençlerin sürdürülebilir kalkınma hedefleri hakkında daha yüksek bir anlayışa sahip olma eğiliminde olduğunu kanıtlamıştır (OECD, 2017).

2050 yılında dünya nüfusunun 2 milyar artarak 7,7 milyardan 9,7 milyara çıkacağı tahmin edilmektedir (Birleşmiş Milletler, 2019). Dünya nüfusunun bu kadar hızlı büyümesi sonucunda gıda, su, toprak, enerji ve diğer kaynakları sağlama konusunda çeşitli zorluklar ortaya çıkmaktadır. Sahip olduğumuz yenilenemeyen kaynaklarının sonu olduğunu ve bunların tükeneceği aşikârdır. Bu nedenle, giderek artan çevresel sorunların ortadan kaldırılması için tüm bireylerin üzerine düşen sorumlulukları yerine getirmesi gerekmektedir. Bireylerde çevre bilincinin geliştirilmesi için verilecek etkin ve kaliteli bir eğitim, daha sürdürülebilir bir dünyaya ulaşmak için gerekli bir araç olacaktır. Bu amaçla, dünyanın her yerinden ülkeler sürdürülebilir kalkınmaya uygun politikalar tasarlamaya çalışmakta, bu amaçla somut hedefler ve yol haritaları oluşturmaktadır. Avrupa Birliğinin ortaya koyduğu Yeşil Mutabakat başta olmak üzere gerçekleştiren projelerin kapsamında eğitimin en önemli araç olduğu da göz önüne serilmiştir. Birleşmiş Milletler, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine eğitim-öğretim olmadan ulaşamayacaklarını belirterek, 2005-2014 yılları arasını sürdürülebilir kalkınma için eğitim on yılı olarak ilan etmiştir (UNESCO, 2021). Küresel amaçlar hedeflerinde aynı şekilde, 2030 yılına kadar sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilir

yaşam hakkında eğitim programı ve var olan kültürün, kalkınmayı nasıl etkileyebileceğinden bahsedilmektedir. Bu amaçlar sonucunda bütün öğrenciler tarafından, sürdürülebilir kalkınma hakkında bilgi, bilinç ve beceri kazanılması hedeflenmektedir. Öğrencilerin elde edeceği olan bu kazanımların, ülkemizde sürdürülebilir kalkınmanın önemini daha da artıracağı ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılması yolunda bir zemin hazırlayacağı düşünülmektedir.

Sürdürülebilirlik kavramını destekleyen Eko-okul programı; okul öncesi ve ilköğretim eğitim kurumlarında rastlanan, çocuklara; çevre bilinci, çevre eğitimi ve buna karşılık olarak verilen sürdürülebilir kalkınma eğitiminin verildiği bir programdır. Bu uygulama ile birlikte, öğrenciler hem hayatı kapsayan konularda çevre hakkında bir bilgiye sahip olacaklar hem de paylaşma dürtüleri ile birlikte diğer insanlara birere rol model olacaklardır. 11 ülke ve ayrıca Avustralya ile Kore'yi kapsayan bu proje, oluşan gelişmeleri detaylı bir şekilde kontrol etmeyi amaçlamaktadır. Sadece eğitim ile kalmayan bu proje, aynı zamanda bir okul faaliyetini kapsar ve bu öğrencilerin okuldaki başarısı ve katılımları ile birlikte uygulanır.

Eko-okul, büyük bir çevre programı olup Foundation for Environmental Education (FEE) tarafından desteklenmektedir. FEE, 1981 yılında Avrupa'da Çevre Eğitimi Vakfı olarak kurulmuştur. Küreselliği ön plana alan bu vakıf, daha sonrasında Çevre Eğitimi Vakfı olarak devam etmiştir. Bünyesinde Avrupa kapsamında, Güney Afrika'yı da baz alacak şekilde total olarak 26 ülkeyi temsil eden ve kar çıkarı olmayan bir sivil toplum kuruluşudur. Bu vakfın asıl amacı, toplumu geleceğin en önemli konusu sürdürülebilir kalkınma ile bilgilendirerek bu bilinçlendirmeyi yaşamın kapsadığı her türlü konuya aşılamaktır.

Dünyada Eko okulların sadece geri dönüşüm malzemelerini öğrenmek ve toplamak, kullanmak ve enerji tasarrufunda bulunmaktan daha çok şey ifade ettiği bilinmektedir. Buna istinaden Eko okullarda ESD felsefesi yaşam biçimi olarak yansıtılır, içselleştirilir ve öğrencilerin sadece şu an değil gelecekte de önlemler alınarak yetiştirildiği bu okullarda odak geleceğe yöneliktir. Gençler doğal yaşamı tartışarak insanlar üzerindeki etkilerini tartışabilir ve düşünürler(Turhan. 2012).

Yine literatüre bakıldığında gözlemlenen gerçek sürdürülebilir kalkınmanın bir girişim olmaktan çıkamadığı yolundadır; oysaki bu gençlerden başlayarak yayılmalı ve herkesin yaşantısının bir kısmı haline gelmelidir. Bu da sürdürülebilir kalkınma gerçeğine inanmış ve bu gerçeği yaşam felsefesi haline getirmiş fertler yetiştirmekten geçmektedir(Turhan, 2012).

2.AMAÇ

Bilinçlendirilmeyen insan tutumu nedeniyle ortaya çıkan enerji kaynaklarının tükenmesi, ekonomik dengenin sarsılması, iklim değişikliği, su ve karasal yaşamın azalması gibi ekolojik problemlerin artmasını engellemek ve insanların bilinçlenmesini sağlamak, bilinçlendirme çalışmalarından sonra ise insanlara sürdürülebilir kalkınmanın her alanda aşılanması için ekolojik uygulamalara teşvik çalışmaları yapılması planlanmaktadır.

3.YÖNTEM

Bu çalışma, derleme makale olarak yazılmış ve literatür taraması yapılmaya çalışılmış böylece genel bir kanı oluşması istenmiştir. Kısa zamanda yapılan araştırmalarda literatür taraması daha detaylı yapıldığı, hızlı olduğu ve yazarın ön yargısının daha az olduğu için sistematik derlemelerin altın standart olarak kabul edildiği görülmüştür(Çınar, 2021). Farklı araştırma makaleleri okunmuş ve bu okunan makalelerden derlenen bilgilerle farklı çözüm önerileri sunulmuştur. Yapılan araştırmada, ilgi alandan toplam 13'ü ulusal toplam 29 makale elde edilmiştir. Ulaşılan makalelere Google Scholar, Academic Search Complete gibi veri alanlarından ulaşılmıştır. Türkçe anahtar kelimeler olan; Sürdürülebilir kalkınma, Yeşil Mutabakat, İleri-Geri Dönüşüm başta olmak üzere İngilizce anahtar kelimelere de ulaşılmış ve bu kelimeler kullanılarak istenilen tarama gerçekleştirilmiştir. Makalelerin her biri, tek tek incelenerek istenilen içeriği sağlamış olup olmadığı sorgulandıktan sonra, birkaç makale konu dışında kalmış ve araştırma alanının kapsamından çıkarılmıştır. Belirlenen anahtar kelimeleri ile birlikte hareket edilerek hangi makalelerin kullanım kapsamında olması gerektiği belirlenmiştir. Eleme sonrasında çalışma kapsamına dahil edilen 29 makale olmuştur.

4. BULGULAR

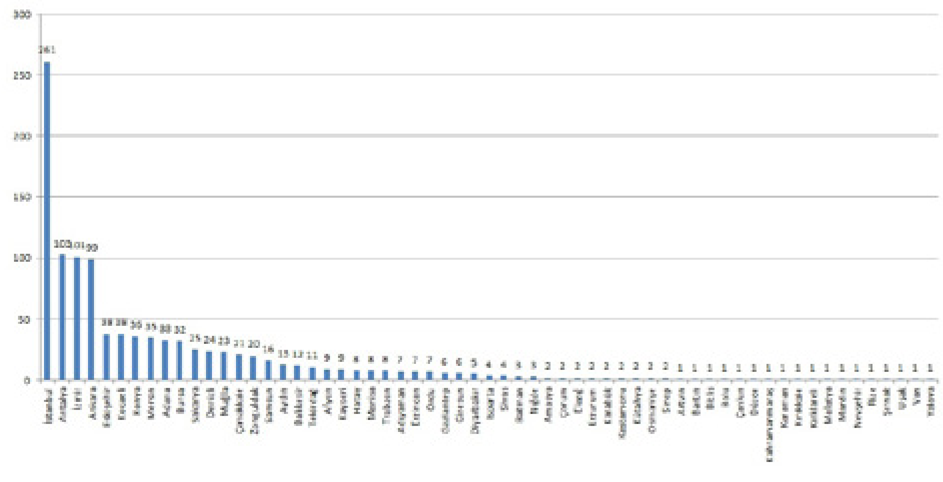
Almanya'da SKE 1970'lere dayanmaktadır. Bu amaçla okullarda yeni konseptler geliştirilmiş ve okullarda geri dönüşüm, enerji tasarrufu ve su koruma programları gibi faaliyetlere başlanmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nde ise 2003 yılında, ABD Sürdürülebilir Kalkınma için Eğitim Ortaklığı kurulmuştur. ABD Eğitim Bakanlığı 2011 yılında kamu ve özel ilkokul, ortaokul ve liseleri ve lise sonrası kurumları da içerisine alan Yeşil Kurdele Okulları programı oluşturulmuştur. SKE uygulamaları ve politikalarını keşfetmeye ve geliştirmeye yönelik çalışmalar hala devam etmektedir (Warner & Elser, 2015).

1992 yılında Danimarka merkezli kurulan eko-okul programı, okulların çevre problemlerini azaltılıp çevre yönetimi ve sürdürülebilir kalkınma eğitimi verilmesi için

kurulmuştur (Korkmaz, 2014).

Eko-okul program beş çevre ve eğitim programından biri olup Foundation for Environmental Education (FEE) tarafından desteklenmektedir (FEE, 2010). FEE Bugün tüm dünyada yürürlüğe geçmeye çalışılan sürdürülebilir kalkınma eğitimi açısından çalışan, çevre ve eğitim programlarından biri olan Uluslararası Çevre Eğitim Vakfı FEE (Foundation for Environmental Education) tarafından desteklenmektedir. FEE, Eko-okullar hedeflerinin başarısını en üst düzeye çıkarmak için özenle hazırlanmış yedi adım metodunu uygulamaktadır. Metot, süreçte öncü rol oynayan öğrencilerle beraber, okul içinden çeşitli kişileri de içermektedir. Programın hedefi olan en az iki yıllık eğitim ile birlikte öğrencilerin ve öğretmenlerin adapte olması çevreye karşı bilinçlendirilmesi sağlanmakta, bunun beraberinde uygulamaların hayata geçirilmesi ile okullar plana uymaya başlamaktadır. Eylem planının üçte ikisini tamamlayan okullar, yeşil bayrak almaya hak kazanmaktadırlar.

Ülkemizde bu kapsamda gerçekleştirilen ilk çalışma Çevre Bakanlığı ve Milli Eğitim Bakanlığı arasında 1999 yılında mutabakata varılarak uygulamaya koyduğu "Çevre Eğitimi Faaliyetlerinin Yürütülmesi için İşbirliği Protokolü" dür. Protokol, okul öncesi ve ilköğretim kurumları için ve çevre koruma, kirliliğin önlenmesi, geri dönüştürülebilir katı atıkların toplanması ve geri dönüşümün teşvik edilmesi konularında uygulamalı Çevre Eğitimine odaklanmaktadır (Ugulu, 2011). Ayrıca ülkemizde TÜRÇEV (Türkiye Çevre Eğitim Vakfı), 1995 yılından bu yana çocukların çevre bilincini artırmak ve sürdürülebilir kalkınma konusunda eğitmek için eko-okullar programını yürütmektedir. Türkiye'de eko-okul dağılımı Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Türkiye'de eko-okul dağılımı (http://www.ekookullar.org.tr)

İllere göre dağılımı incelendiğinde, Türkiye'de 61 ilde eko-okul olduğu ve 20 ilimizde eko-okul olmadığı görülmektedir. Yapılacak düzenlemeler ve eğitimler ile birlikte, ülkemizde eko-okul projesinin daha da yayılacağı düşünülmektedir. Böylelikle, sürdürülebilir kalkınma ve amaçladığımız temiz ve temel kaynakların kullanımının artması kapsamında okullarda eğitim gören öğrencilerin bilinçlendirilmesi sağlanacaktır (Eko-okullar, 2022).

Kurulacak olan eko okul sistemleri ile birlikte hem öğrencilerin hem de okulların birbiri arasında network oluşturması sağlanmaktadır. Atılacak olan adımlar sadece uygulamaya geçiren kişileri değil beraberinde herkesi etkilemektedir. Bu sebeple insanlar birbiri arasında etkileşim halindedir. Özellikle okullarda zamanla meydana gelecek olan enerji kullanımı azaltımı sayesinde var olan imkânlar önemli ihtiyaçlar için kullanılmaya başlanacak, öğrencilere daha iyi bir eğitim hayatı sağlanabilecektir. Bu sayede şu an yapılan enerji tasarruflarının ileride yeni imkânlar getireceği öngörülmektedir. Aynı şekilde eko okul öğrencileri tarafından hazırlanabilecek olan bilinçlendirme çalışmaları ve sergiler, teşvik için düzenlenebilecek yarışmalar insanların sürdürülebilirlik alanı hakkında daha çok bilgi sahibi olup bu alanla ilgilenmeye başlamasına yardımcı olacaktır.

İngiltere'de yer alan Glebe School'da müfredat coğrafya öğretmeni önderliğinde bir sürdürülebilir kalkınma müfredatı uygulanmaktadır. Çevrenin dünya üzerindeki etkisi dünyadaki ekosistem gibi ders konu başlıkları ile uygulama desteklenmektedir. Benzer bir uygulama Crispin School 'da görülmektedir. Müfredatlarına sosyal, ekonomik ve çevresel olarak sürdürülebilirlik ile doğrudan ilgili bir konsept eklenmiştir (Gelder, J. 1998). İngiltere'de benzer pek çok okulun artık müfredatlarına sürdürülebilir kalkınma gollerini entegre ettiği gözlenmektedir.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

YTÜ Greenstars Sürdürülebilirlik Modeli ve dünyada ve ülkemizde var olan sürdürülebilir yeşil okul projeleri de incelendiğinde mevcut projelerden aşağıdaki görüşler ve öneriler sunulmuştur.

Planlanabilecek bilinçlendirme projesinin gelişmesi için sözlü, yazılı ve görsel alanlarda çalışmaların gerekliliği görülmektedir. Sözlü olarak eğitim ve seminerlerin düzenlenmesi; yazılı olarak öğrencilerin belirli takım çalışmaları yaparak üretim yapmalarının sağlanması; görsel olarak ise posterler, pano yarışları, video/vlog çekimleri, okulların belli yerlerine giydirmeler yapılması gibi etkinlikler öngörülmektedir. Gerçekleştirilecek bu faaliyetler ve atölyeler ile öğrencilerin sürdürülebilir kalkınma faaliyetlerine aktif bir şekilde katılma fırsatı olacağı düşünülmektedir. Kantinden yapılan içecek alışverişlerinde her öğrencinin kendi kupasını ya da şişe-

sini getirmesi ve pet şişe veya karton bardak kullanımının en aza indirgenmesi bu yapılacak çalışmalara örnek olabilmektedir. Bu proje kapsamında konusunda uzman farklı kişiler örneğin çevre mühendisleri, ziraat mühendisleri, konu ile ilgilenen akademisyenlerden vb. okullara davet edilerek seminer vermeleri istenebilir. Öğrencilere poster, çevre sorunlarını içeren günlükler ve ya el broşürleri yaptırılarak konu hakkında farklı kaynakları okumaları ve sunumlarını yapmalar istenebilir. Okul çapında yapılacak öğrenci sempozyumu, yenilenebilir enerji sergileri de yapılabilir. Bu sayede yaparak öğrenme gerçekleşip kalıcı olacaktır ve kelebek etkisi ile büyüyerek öğrencilerin ailelerine de bu bilinçlendirme etkisi yansıyabilecektir.

Bütün yukarıda sunulan veriler ışığında okulların yeşil kampüse dönüştürülmesi için yapılması öngörülen maddeler sıralanmıştır.

Muslukların sensörlü hale getirilmesi

- Okullarda rüzgâr enerjisi kullanılması
- Okullarda güneş paneli kullanılması
- Pet ve pipet kullanımının en aza indirgenmesi
- Koridorlardaki lambaların sensörlü hale getirilmesi
- Sınıflarda floresan lamba yerine enerji tasarruflu lamba kullanılması
- Döngüsel sıfır atık kutularına pil ve elektrikli aletlerin toplanması için ayrı kumbaralar eklenmesi

Bu çalışmalar hayata geçirildiği zaman okullarda sürdürülebilir kalkınma bilinçlendirilmesinin gelişmesi öngörülmektedir.

Sürdürülebilir kalkınma için yapılacak olan eğitim, iklim değişikliği ve karşılaşılabilecek sıfır emisyon projesi ile birlikte çevreye olan tutumumuzu etkiler. Daha kaliteli bir yaşam için uygulanması gereken adımların, sağlam bir temel ile hayata geçirilmesini sağlar. Kaynak kullanımından bağımsız bir ekonomik büyüme için atılacak adımlarla birlikte bilinçlendirilen insanlar, yaptıklarının ne olacağı kapsamında bilgi sahibi olurlar. Araştırmalara bakıldığında ülkemizde yapılan çalışmalar yeterli değildir. Ülkemizde hali hazırda 21 ilimizde eko-okul bulunmadığı gözlemlenmektedir. Tüm bunlar göze alındığında okul ve okul idarelerinde bilinçlendirme çalışmaları ve çeşitli uygulamalar yapılmasının önemi ve gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Okullarda örgün eğitim ile birlikte SKE'nin uygulanması ile öğrencilerin hem SKH'lerle ilgili bilgi edinebileceği hem de kendi tutumlarını geliştirebileceği düşünülmektedir (Honan, 2005).

Bilgi sahibi bireyler yetiştirmenin anahtarı çevre sorunlarına karşı bilinçli, pozitif, çevreye karşı tutum ve gerekli beceriler ve çevre dostu davranışlar sergileyebilir bir müfredat olarak görülmektedir. Sürdürülebilir yaşam ve kalkınma süreci, ağırlıklı

olarak bilinçli tüketiciye odaklanmış davranışlar şeklinde olmalıdır. Tüm bu faktörler göz önüne alındığında, hayati öneme sahip olan "tüketici eğitiminde" kavramının bilinçli tüketim alışkanlıklarının kazandırılmasında evrensel bir rol oynamaktadır.

Çevreyi koruma bilinci önce bireyler tarafından bir kavram olarak kabul edilmelidir bu nedenle olumlu duyguların davranışlara dönüşmesi gerekmektedir. Koruma bilincine sahip bireyler çevrelerinde bu bilinçle hareket edeceklerdir(Erdelhun & Gündüz, 2021).

Bu bilinçle hareket eden bireyler, sahip oldukları bilgi birikimleri ile birlikte uygulama kısmında ise daha bilinçli olacak ve bu, pozitif bir rapor için uygun bir metot olacaktır.

6. ÖNERİLER

Mevcut çalışma kapsamında K-12 düzeyinde eğitim veren okulların yeşil ve temiz enerji elde eden okullara dönüştürülmesi üzerine öneriler sunulmuştur. Bu alanda çalışma yapacak araştırmacıların bu modelleri sağlık merkezleri, üniversiteler, okul öncesi kurumlar; alternatif enerji ve temiz enerji kullanan alanlar üzerine yoğunlaşarak enerji de tasarruf açısından büyük bir gelişme kaydedebilirler.

KAYNAKÇA

Agreement, P. (2015, December). Paris agreement. In Report of the Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change (21st Session, 2015: Paris). Retrived December (Vol. 4, p. 2017). HeinOnline.

Al-Saleh, I. A. (1994). Pesticides: a review article. Journal of environmental pathology, toxicology and oncology: official organ of the International Society for Environmental Toxicology and Cancer, 13(3), 151-161.

Bilgili, M. (2017). Ekonomik, Ekolojik ve Sosyal Boyutlarıyla Sürdürülebilir Kalkınma, Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 10 (49), 559-568, Erişim tarihi: 30.03.2022

Caradonna, J. L. (2014). *Sustainability: A history*. Oxford University Press.

Ceylan, Ö. (2015). *Ekolojik okullarda liderlik* (Master's thesis, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Çınar, N. (2021). İyi Bir Sistematik Derleme Nasıl Yazılmalı?. *Online Türk Sağlık Bilimleri Dergisi*, *6*(2), 310-314.

Dale, A., & Newman, L. (2005). Sustainable development, education and literacy. *International Journal of Sustainability in Higher Education*.

Dorling, D. (2021). World population prospects at the UN: our numbers are not our problem? *The Struggle for Social Sustainability: Moral Conflicts in Global Social Policy*, 129.

Erdelhun, A. B., & Gündüz, S. (2021). Identification of the Views Of Teachers From Morphou (Cyprus) Schools Towards Environmentally Friendly Consumption. *Revista Argentina de Clínica Psicológica*, *30*(1), 853.

Erdem, A. R. (2005). Etkili ve verimli (nitelikli) eğitim. Anı Yayıncılık.

Ergün, T., & Çobanoğlu, N. (2017). Sürdürülebilir kalkınma ve çevre etiği. *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *3*(1).

Ertan, Y. (2018). Türkiye'de Sürdürülebilirlik Raporlaması (2005-2017). Muhasebe ve vergi uygulamaları dergisi, 11(3), 463-478.

Gelder, J. (1998). Teaching environmentally sustainable design in schools.

Nikel, J. (2007). Making sense of education 'responsibly': findings from a study of student teachers' understanding (s) of education, sustainable development and Education for Sustainable Development. *Environmental Education Research*, *13*(5), 545-564.

Korkmaz, A. (2014) *Eko-Okul Programını Uygulayan Okul Öncesi Eğitim Kurumlarının Sürdürülebilir Gelişme İçin Eğitim Açısından Değerlendirilmesi*, Hacettepe Üniversitesi, İlköğretim Anabilim Dalı, Okul Öncesi Eğitimi Bilim Dalı, Ankara.

Kuhlman, T., & Farrington, J. (2010). What is sustainability?. *Sustainability*, *2*(11), 3436-3448.

Meadows, D., & Randers, J. (2012). *The limits to growth: the 30-year update*. Routledge.

Mogensen, F., & Mayer, M. (2005). *ECO Schools: trends and divergences: a Comparative Study on ECO-school development processes in 13 countries*. Austrian Federal Ministry of Education, Science and Culture.

Nørgaard, J., Ragnarsdóttir, K. V., & Peet, J. (2010). The history of the limits to growth. Solutions journal, 1(2), 59-63.

Öztürk, H. (2021). Yenilenebilir enerji kaynakları.

Panwar, N. L., Kaushik, S. C., & Kothari, S. (2011). Role of renewable energy sources in environmental protection: A review. Renewable and sustainable energy reviews, 15(3), 1513-1524.

Sachs, J. D. (2012). From millennium development goals to sustainable development goals. *The lancet*, *379*(9832), 2206-2211.

Taşar, M. (2020). Türkiye'de eko-okul programının.

Teksöz, G. (2014). Geçmişten ders almak: Sürdürülebilir kalkınma için eğitim. Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi, 31(2), 73-97.

Tıraş, H. H. (2012). Sürdürülebİlİr kalkınma ve çevre: Teorİk bİr İnceleme. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(2), 57-73.

Turhan, E. (2012). Eğitim ve Sürdürülebilir Kalkınma (Esd) Kavramı ve Türkiye'de Okulların Eko Okula Değişim ve Dönüşümlerinde Okul Yöneticilerinin Rolü. *Education Sciences*, *7*(1), 99-108.

Ugulu, I. 2011. "The Impact of Recycling Education on the Knowledge, Attitudes and Behaviors of Secondary School Students." Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye.

Warner, B. P., & Elser, M. (2015). How do sustainable schools integrate sustainability education? An assessment of certified sustainable K–12 schools in the United States. *The Journal of Environmental Education*, *46*(1), 1-22.

WCED, S. W. S. (1987). World commission on environment and development. Our common future, 17(1), 1-91.

ÇAMLICA KIZ LİSESİ

PROJE DANIŞMAN ÖĞRETMEN

Tuğba KIRÇİÇEK AYCİBİN / Serap YILDIRIM

AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ

Ece KARACA | **Hacer GÜNEL**
Nihal İlayda TEKER

ÖZET

Doğada sınırlı olarak bulunan doğal kaynaklar gün geçtikçe azalmaktadır. Bu kaynakların güç sağlayarak çalıştığı ulaşım araçları ise her gün milyonlarca insanın kullandığı, hayatımızın vazgeçilmez bir parçasıdır. Bu ulaşım araçlarını sürdürülebilir, düzenli ve akıllı hale getirmek hem enerjiden hem de zamandan tasarruf edilmesini sağlar. Bunu amaçlayan bilgi iletişim temelli Akıllı Ulaşım Sistemleri(AUS), seyahat sürelerinin kısaltılmasını, fosil yakıt tüketiminin azalmasını, toplu taşıma araçlarını daha konforlu hale getirmeyi, trafik güvenliğinin artırılmasını, enerji verimliliği sağlanarak ülke ekonomisine katkı sağlamayı amaçlayan uygulamalardır. Akıllı araç ve yol sistemleri geliştirmeyi amaçlayan bu uygulamalar İstanbul, Ankara gibi büyük şehirlerde sıklıkla görülmektedir. Sürdürülebilir bir gelecek için Akıllı Ulaşım Sistemleri artık bir zorunluluktur. Belediyelerin ve üniversitelerin bu konuda çalışmalar yapması teşvik edilmelidir. AUS' un tarihçesi, hangi şehirlerde ne gibi yerlerde kullanıldığı ve ne gibi uygulamalar yapıldığı bu makalede örnekleriyle beraber işlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Akıllı Ulaşım Sistemleri, Ulaşım, Sürdürülebilirlik*

ABSTRACT

Natural resources, which are limited in nature, have been decreasing day by day. The means of transportation, in which these resources work by providing power, are an indispensable part of our lives, used by millions of people every day. Making these means of transportation sustainable, orderly and smart saves both energy and time. Intending to do so, Information and communication-based Intelligent Transportation Systems (ITS) are applications that aim to shorten travel times, reduce fossil fuel consumption, make public transportation vehicles more comfortable, increase traffic safety, and contribute to the country's economy by providing energy efficiency. These applications aimed at developing intelligent vehicle and road systems are often seen

in large cities such as Istanbul, Ankara. Intelligent Transportation Systems are now a must for a sustainable future. Municipalities and universities should be encouraged to conduct studies on this issue. The history of AUS, which cities it is used in, and what applications it is used in are covered with examples in this article.

Keywords: *Intelligent Transportation Systems, Sustainability, Transportation*

1. GİRİŞ

Yaşadığımız dünyada hızla artmakta olan hava, su, toprak ve gürültü kirliliği gibi sorunlar hem ekonomik hem de çevresel olarak insanları olumsuz etkilemektedir. Bu kirlilikleri azaltmanın yolu sürdürülebilirlikten geçer. Sürdürülebilirlik kavramını açıklamak gerekirse gelecek nesillerin kaynaklarını, ihtiyaçları gözeterek tüketmeden harcamak demektir. Hızla büyümekte olan kentlerde sosyal ve ekonomik etkinliklerin artması nüfusu arttırırken ulaşım talebi de yükselişe geçmektedir. Kalabalık toplumlardaki araç kullanımı trafiği de beraberinde getirir. Trafik yoğunluğunun, yakıt tüketiminin ve karbondioksit salınım miktarının artması teknolojinin kullanımını zorunlu hale getirmektedir. Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS); seyahat sürelerinin azaltılması, trafik güvenliğinin artırılması, mevcut yol kapasitelerinin verimli kullanılması, hareketliliğin artırılması, enerjinin verimli kullanılması ve çevreye verilen zararın azaltılması gibi amaçlar doğrultusunda geliştirilen kullanıcı, araç, altyapı ve merkez arasında çok yönlü veri alışverişi ile izleme, ölçme, analiz ve kontrol mekanizmalarını içeren bilgi iletişim temelli sistemlerdir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı). Akıllı Ulaşım sistemleri toplumda ortaya çıkan olumsuzlukları yenilikçi, modern, güncel teknolojileri kullanan, verimli ve üretken bir sürdürülebilir ulaşım ağı ile tespit edip ortadan kaldırmayı amaçlar. Akıllı Ulaşım Sistemleri aynı zamanda insan kaynaklı hataları en aza indirir. Trafik kazaları, zaman kaybı, hava kirliliği gibi birçok problemin önüne geçmeye çalışır. Bu çalışmada Akıllı Ulaşım Sistemleri'ne teşvik etmek amaçlanmıştır. Çünkü Akıllı Ulaşım Sistemleri ile birlikte belirtilen problemlere çözümler rahatlıkla bulunabilecek ve beraberinde birçok fayda getirecektir. Bu faydalardan birkaçı şunlardır (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı):

- Ulaşımda geçen zamanın azalmasıyla fosil yakıt tüketiminin azalması.
- Elektrikli ve hibrit araçların artışıyla beraber akıllı enerji sistemlerine geçilip enerji tasarrufunun artması.
- Karbon salınımı ve çevre kirliliğinin azalması.
- Trafik sıkışıklığındaki azalma ve toplu taşımaya olan katkı.

Sayılan bu etkilerinin tüm insanlığı etkiliyor olmasından dolayı AUS son zamanlarda çokça duyulan bir kelime haline gelmiştir.

Araştırmaları ilk 1960-1970 yılları arasında başlayan Akıllı Ulaşım Sistemleri, günümüzde daha da geliştirilerek farklı kullanım alanlarına yayılmıştır (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı).

Tablo 1. Mevcut Gelecek ve AUS Uygulamaları (M. Tektaş ve N. Tektaş, 2017)

2. AKILLI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR ULAŞIM

Dünyamızda en temel sorun şüphesiz kısıtlı olan kaynaklarımızın gelecek nesillere sürdürülebilirliğini sağlamaktır. Sürekli artış gösteren insan nüfusu beraberinde aşırı tüketim artışını da getirir. Bu problemin çözümü ise sürdürülebilirlik ilkelerine bağlı olan kentlerin ve yaşam alanlarının oluşturulmasından geçer. "Akıllı Kentler" mevcut ve gelecek nesillerin ekonomik, sosyal, çevresel ve kültürel ihtiyaçlarını gözetirken; yaşam kalitesini, şehircilik hizmet sunumunun verimliliğini ve rekabet gücünü artırmak için bilgi ve iletişim teknolojilerini ve diğer araçları kullanan yenilikçi kentlerdir (ITU, 2016). Akıllı kentlerin alt başlıklarından biri olan "akıllı ulaşım" kent yönetiminin en sorunlu problemlerinden biridir. Hızla büyüyüp gelişen kentlerde akıllı ulaşım sistemleri artık bir seçenek değil zorunluluktur. Zamanın kent insanları için çok önemli olduğu bu çağda teknolojik gelişmelerin ulaşım sistemlerine uygulanması

iş ve zaman verimini aynı zamanda da kent içi konforu artıracaktır.

Ulaşım; insanların sağlık, eğitim, eğlence, iş ve diğer ihtiyaçlara erişimini kolaylaştırması açısından kentsel gelişimde önemli bir rol oynamaktadır. İnsanların ulaşımda yaşadığı problemler ekonomik yönden bir etkiye sahip olduğu gibi sağlık açısından da bizleri olumsuz etkilemektedir.Bu yüzden, ulaşım planlaması öncelikle insanların ulaşımda yaşadığı problemleri tespit ederek başlamalıdır. Sürdürülebilirlik tespit edilmesi ve bu problemin düzeltilmesi anlamına gelmekte olup ulaşım konusunda da bir yenilik yapılmalıdır.

Ülkemizde bunu sağlayabilmek amacıyla uzun zamanlardan beri çalışma yapılmaktadır. Fakat ilk dönemlerde bu sorunun sebebinin yolların dar olması yüzünden düşünüldüğü için hep daha geniş yollar yapılmaya çalışılmış ve bu da araç sayısını artırarak bir döngüye girmiştir.

Sorun ne araç sayısı ne de araçların yola sığmaması değil bireysel taşıta olan ihtiyacın fazlalığıdır. Kişisel araç kullanımı yerine toplu taşımayı tercih etmenin karbon ayak izimizi düşürdüğü bilimsel bir gerçek. İşte bu noktada, Akıllı Ulaşım Sistemlerinin toplu taşıma koşullarını bireyler için iyileştirme amacı devreye giriyor. Teknoloji geliştikçe ulaşımın da gelişmesi kaçınılmazdır. Şimdilerde bile kentlerde çevre dostu olan sürdürülebilir ulaşım araçlarına rastlamak olası hale gelmiştir. Fosil yakıt yerine insan gücü ve elektrik ile çalışan bu araçlar zaman geçtikçe daha fazla insan tarafından kullanılarak günlük hayatın bir parçası haline gelmiştir. Dünyada ve Türkiye'de kullanılan sürdürülebilir ve akıllı ulaşım araçlarına örnek verecek olunursa Martı ve İskibe (İstanbul), Felyx (Brüksel, Rotterdam,Amsterdam, Den Haag), Grab (Manila) (Sinpaş, b.t.). Bu araçların kullanımı çevreye temiz bir gelecek, yeni nesillere fayda ve bizim çağımızda yaşayan canlıların daha iyi yaşamasına olanak sağlar.

3. AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİNİN TARİHÇESİ

Akıllı Ulaşım Sistemleri' nin dünyadaki tarihine bakacak olursak: 1960- 1970 yıllarını içine alan birinci dönemde ilk AUS araştırmalarına başlanmıştır. Araştırmalar ilk olarak Amerika, Japonya ve Almanya'da gerçekleştirilmiştir. Araştırmalar sonucu oluşturulan sistemlerde "güzergah kılavuzlama" sistemi dikkate alınmış ve devasa merkezi işletim sistemlerine dayandırılmıştır. Bu çalışmaların ikinci dönemini 1980-1995 yılları oluşturur. 1984 yılında "rota belirleme" sisteminin temelini oluşturan RACS Projesi yani Yol/Otomobil İletişim Sistemi üzerine yapılan çalışmalar başlamıştır. Avrupa'da ise otomobil üreticileri tarafından başlatılan PROMETHEUS (Daha Etkin ve Güvenli bir Avrupa Trafik Sistemi Programı) ve Avrupa Birliği tarafından başlatılan DRIVE (Avrupa'da Araç Güvenliği İçin Yol Alt Yapısı) adlı iki proje aynı anda ilerletilmiştir. Günümüzde ise üçüncü aşamaya geçilmiştir. Üçüncü aşamanın

göze çarpan özelliği ise AUS'un pratik uygulamalarının görülmesidir. Bir diğer öne çıkan özelliği ise yalnızca araç trafiğinin neden olduğu problemlerin çözümü için değil diğer türler arası problemlerin çözümü için de dikkate alınmaya başlanmıştır. Son olarak da Akıllı Ulaşım Sistemleri, ulusal ve uluslararası genel bilgi teknolojisi sırasında önemli bir unsur olarak tanınmaya başlanmıştır. (Yardım ve Akyıldız, 2005: 406-407).

Avrupa	Amerika	Japonya
-Karayolu trafik ve seyahat verilerinin optimal kullanımı -Trafik yönetimi ve yük taşımacılığı yönetiminde AUS hizmetlerinin devamlılığı -AUS karayolu güvenliği ve emniyeti uygulamaları -Taşıtların ulaştırma altyapısına bağlantısının sağlanması	-AUS teknolojilerinin yaygınlaştırılması ile ilgili yöntemlerin kullanılması -Trafik operasyonları -Acil durum ve kaza yönetimi -Yüzey ulaşım şebekesi yönetimi -Yük yönetimi -Trafik akış bilgisi ve trafik sıkışıklığı yönetimi	-Akıllı yol kullanımı -Sürücü ve yayaların güvenliği -Verimli ve konforlu ulaşımın sağlanması -Trafik kazaları, trafik sıkışıklığı, çevresel etkiler ve enerji tüketimi

Tablo 2. Avrupa, Amerika ve Japonya' da AUS Politika ve Planları
(Tektaş vd., 2016: 563 ve 564'ten tablolaştırılmıştır.)

Ulaşım alanında yaşanan sorunların çözümüne önemli katkılar sağlayan AUS politika ve planları gelişen teknolojik olanaklarla beraber gitgide daha kapsamlı bir hal almaktadır. Dünyanın çeşitli ülkelerinde yaygın bir biçimde kullanılan uygulamalara örnek verecek olunursa (Xsights, 2016):

Fransa'nın başkenti olan Paris'te uygun fiyata bisiklet (Velolib) veya elektrikli otomobil (Autolib) kiralanabilmektedir.

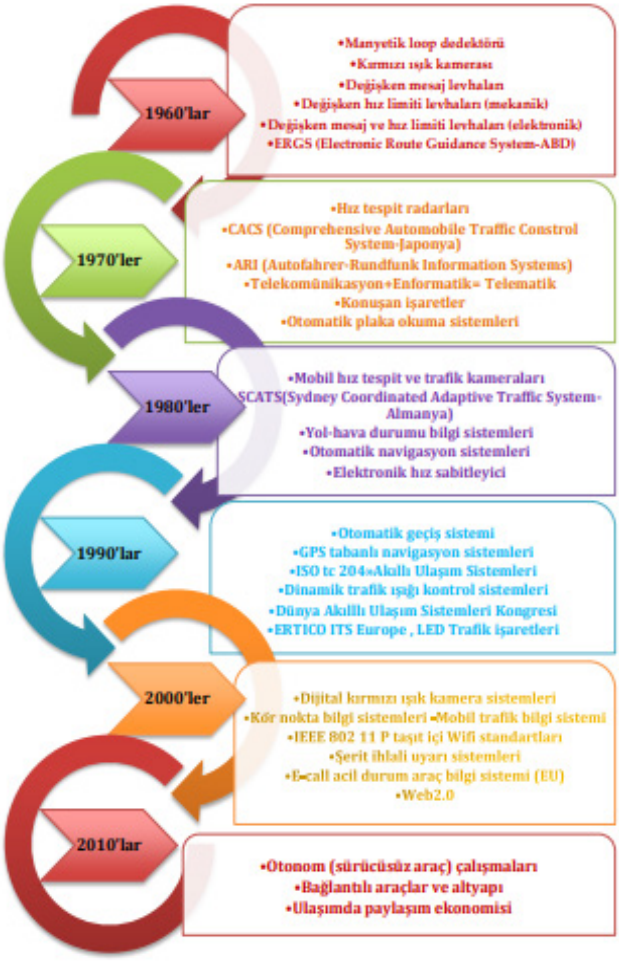
Singapur, dünyada araç kullanımına bağlı trafiğin önüne geçmek amacıyla sıkışıklık vergisi alan tek kenttir. Trafik sıkışıklığı kameralar ve GPS cihazlarıyla ölçülmekte ve araçlar otomatik olarak vergilendirilmektedir.

İspanya'nın Barcelona kentinde, şehir içi toplu taşıma araçları zaman ve enerjiden tasarruf sağlamak için yeniden düzenlenmiştir. Otobüs hatları tekrardan düzenlenmiş, otobüslerin duraklara varış bilgisinin sistemi oluşturulmuş ve aktarma bilgileri yolculara iletilmiştir. Sistem üzerinden otobüsler yaklaştığında trafik ışıkları yeşile dönmekte ve buna bağlı olarak yolculuk süreleri kısalmaktadır.

Hollanda'nın Amsterdam kentinde kullanılan "Mobypark" adlı uygulama park alanlarının çoğaltılmasının önüne geçilmesine katkıda bulunmaktadır. Bu uygulama özel mülk olan boş otopark alanlarının o an ihtiyacı olan kişilere kiralanmasını sağlamakta ve trafik en aza indirilmektedir.

4. TÜRKİYE VE AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ

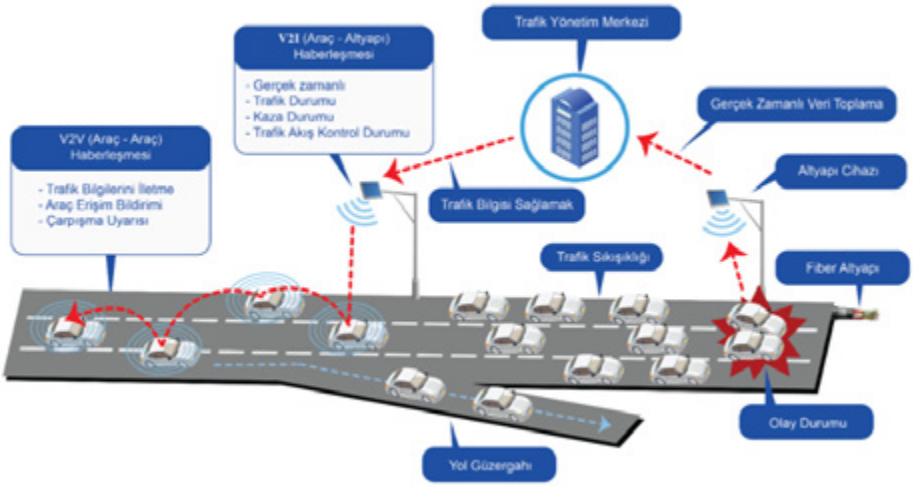
Ulaşımın akıllı hale getirilmesi sürdürülebilirlik başta olmak üzere, yaşam kalitesi ve konforu açısından da önem arz etmektedir. Ülkemizdeki Akıllı Ulaşım Sistemleri hakkındaki çalışmaların yapılması Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikaları 2003-2023 Strateji Belgesi'nde; "Karayolu ulaşımı için akıllı araçlar ve akıllı yol sistemleri geliştirebilmek" şeklinde belirtilmektedir. (Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (2004, 2 Kasım)(Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019: 27). Onuncu Kalkınma Planı' nda "Kent içi ulaşımda trafik yönetimi ve toplu taşıma hizmetlerinde bilgi teknolojileri ve akıllı ulaşım sistemlerinden etkin bir şekilde faydalanılacaktır." ifadesi yer almakta ve enerji verimliliğinin sağlanması için akıllı bisiklet sistemlerinin yaygınlaştırılması hedeflenmektedir (Kalkınma Bakanlığı, 2013: 131, 177).



Tablo 3. AUS Tarihçesi (M. Tektaş ve N. Tektaş, 2017)

Türkiye'deki Akıllı Ulaşım Uygulamaları'na özellikle nüfusu yüksek olan kentlerde önem verilmiştir. Türkiye nüfusunun yaklaşık %20'sini oluşturan İstanbul' daki AUS uygulamalarına örnekler ise:

- Akyolbil
- Filo Komuta Sistemi uygulaması
- Toplu Ulaşım Bilgi Sistemi
- Akbil- İstanbulkart ve Elektronik Bilet
- MobİETT uygulaması
- Trafik Kontrol Merkezleri'dir.



Şekil 1. Kooperatif Akıllı Ulaşım Sistemleri (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı)

İstanbul dışında Ankara, İzmir, Kocaeli, Bursa, Gaziantep, Konya, Antalya, Manisa, Eskişehir gibi kentlerde de çeşitli uygulamalar hayata geçirilmiştir. Ankara'dan örnekler ise:

- Araç Takip Sistemi
- Otobüs Hatları Bilgilendirme Sistemi Mobil Uygulamaları (EGO Cep'te)
- Ankara Trafik Yoğunluğu Haritası
- Trafik Kontrol Merkezi
- Ankara Kart
- Akıllı Durak Sistemi'dir.

Bu gibi uygulamalar devam ettirildikçe ve düzenli hale getirildikçe insanların yollarda boşa giden zamanları en aza indirgenmiştir.

5. SONUÇ

Şehirlerin gittikçe kalabalıklaşması, şehirlerdeki trafik yoğunluğunun ve trafik problemlerinin de artmasına neden olmaktadır. İnsanların şehirde yaşama konforunu bozan bu problemlere yeni çözümler bulmak bir zorunluluk haline gelmiştir. Akıllı Ulaşım; ulaşımın güvenli sağlanmasını,çevre dostu ulaşım (elektrikli araçlar, yaya ya da bisiklet kullanımı) ile karbon salınımını en aza indirmeyi, trafiğin akıllı yönetimini amaçlamaktadır. Sürdürülebilir ulaşım ise ulaşımın hem güvenli hem de çevreyle uyumlu olması anlamına gelir. Temelde AUS'un da Sürdürülebilir Ulaşımın da amacı aynıdır: Konforlu ve çevre dostu bir ulaşım ağı oluşturmak. Bu çalışmada da bu iki kavramın bizim için, gelecek nesiller için ve çevremiz için ne kadar önemli olduğu ele alınmıştır. Doğal kaynakların giderek tükenmesi başlı başına bir sorun iken sürdürülebilir hale getirilebilecek her türlü sistem yeniden düzenlenmeli ve uygulanmaya konmalıdır. Böylece içinde yaşadığımız dünya da biz de rahat bir nefes almış oluruz.

KAYNAKÇA

Aldanmaz, E. (2019). Akıllı kentler kapsamında Türkiye için akıllı ulaşım sistemleri ihtiyaç analizi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Cirit F. (2016). Sürdürülebilir Kentiçi Ulaşim Politikalari ve Toplu Taşıma Sistemlerinin Karşılaştırılması.

Demirtürk, D. Sürdürülebilir ulaşımda sera gazı etkisini azaltmaya yönelik çalışmalar. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 9(4), 1080-1092.

Ekolojist (2017, 22 Aralık). Ulaşımda sürdürülebilirlik. https://ekolojist.net/ulasimda-surdurulebilirlik/ (Erişim tarihi: 15.04.2022)

Kavşak (2021, 19 Nisan). Sürdürülebilir bir ulaşım yapısı için planlamanın merkezinde insan yer alır. [Video eklenmiş] https://m.facebook.com/kavsakplatform/videos/938043060303185/

Kaya, H. E., & Susan, A. T. (2020). Sürdürülebilir bir kentleşme yaklaşımı olarak, ekolojik planlama ve eko-kentler. İdealkent, 11(30), 909-937.

Keleş, Ö. (2014). Sürdürülebilir ulaşımı tercih edin ekolojik ayak iziniz azalsın. Journal of Inquiry Based Activities, 4(3), 46-57.

Meriç, E. B. (2018). Akıllı ulaşım sistemleri (AUS) ve kalkınma ajansları. Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi, 1(2), 33-5

Mirghaemi, S. A. (2019). Akıllı kentler üzerine bir inceleme: Türkiye örneği. Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 12(2), 37-46

Öncü, E., & Öncü, Y. A. (2011). Sürdürülebilir ulaşım: Devlet bunun neresinde?. Sürdürülebilir Ulaştırma, 9, 15-28.

Sinpaş (b.t.). Dünyadan sürdürülebilir ulaşım alternatifleri. https://www.sinpas.com.tr/liveinsinpas/dunyadan-surdurulebilir-ulasim-alternatifleri (Erişim tarihi: 15.04.2022)

Şengül, R., & ALTINTAŞ, H. Y. (2020). Akıllı kentin bir bileşeni olarak akıllı ulaşım uygulamalarının incelenmesi: Kocaeli Büyükşehir Belediyesi örneği. Uluslararası Kültürel ve Sosyal Araştırmalar Dergisi (UKSAD), 6(2), 487-502.

T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı (b.t.). Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS). https://hgm.uab.gov.tr/akilli-ulasim-sistemler-aus

Tektaş, M., & Tektaş, N. (2019). Akıllı ulaşım sistemleri (AUS) uygulamalarının sektörlere göre dağılımı. Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi, 2(1), 32-41.

Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (2004, 2 Kasım). Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikaları 2003-2023 Strateji Belgesi. https://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/Vizyon2023_Strateji_Belgesi.pdf

XSIGHTS (2016). Akıllı Kentler Masabaşı Araştırması-Kamu Teknoloji Platformu. https://docplayer.biz.tr/33725407-Haziran-akilli-kentler-masabasi-arastirmasi.html (Erişim Tarihi: 15.04.2022)

ERİŞİLEBİLİR VE TEMİZ ENERJİ KAPSAMINDA TÜRKİYE'DEKİ NÜKLEER ENERJİ YATIRIMLARI

Ada Nehir HAMURCU | **Fatma Damla ŞAHİN**
Belinay Songül TÜFEKÇİ

ÖZET

İnsan popülasyonunun artması, devletlerin küreselleşme ve büyüme politikaları sonucu dünyanın enerji ihtiyacı her geçen gün katlanarak artmaktadır. Bu ihtiyacı karşılamak için kullanılan enerji ise büyük ölçüde fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Fosil yakıtlar sürdürülebilir olmamakla beraber, yaydığı zararlı kimyasallardan dolayı çevre için temiz yakıt değildir. Burada ise alternatif olarak nükleer enerji karşımıza çıkmaktadır. Atom enerjisinden elde edilen, sürdürülebilir ve temiz enerji kaynağı olan nükleer enerji; devletlerin enerji ithalat oranını sürdürülebilir enerji santralleriyle ters orantılı olacak şekilde azaltır. Ayrıca daha ucuz bir şekilde, çevreye zarar vermeden temiz enerji üretmemize olanak sağlar. Türkiye, enerjide büyük ölçüde dışa bağımlı ülkeler arasındadır ve bunu azaltabilmek adına yıllardır çalışmalarını sürdürmektedir. İlk santralin 2026 yılında faaliyete geçmesi planlanmaktadır. Verilere göre yapılacak olan santral, yıllık elektrik ihtiyacının %10'unu karşılayacak potansiyele sahiptir. Ulaşılabilir ve yenilenebilir enerji kapsamında Türkiye'nin enerji ihtiyacı ile ilgili veriler detaylı şekilde ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Temiz Enerji, Santral, Sürdürülebilirlik, Fosil Yakıt, Nükleer Enerji*

ABSTRACT

As a result of the increase in the human population, the globalization and growth policies of the states, the energy needs of the world are increasing exponentially day by day. The energy that is used to meet this need is urgely met from fossil fuels. Although fossil fuels are not sustainable, they are not clean fuels for the environment due to the harmful chemicals they emit. Here, we come across nuclear energy as an alternative. Nuclear energy, which is a sustainable and clean energy source obtained from atomic energy; reduces the energy import rate of states to be inversely propor-

tional to sustainable power plants. It also allows us to produce clean energy in a cheaper way without harming the environment. Turkey is among the countries that are largely dependent on foreign energy sources and it has been working for years in order to reduce it. The first nuclear power plant is planned to be operational in 2026. According to the data, the power plant to be built has the potential to meet 10% of the annual electricity needs .Within the scope of accessible and renewable energy, the data related to Turkey's energy needs are discussed in detail.

Keywords: *Clean Energy, Power Plant, Sustainability, Fossil Fuel, Nuclear Energy*

1. GİRİŞ

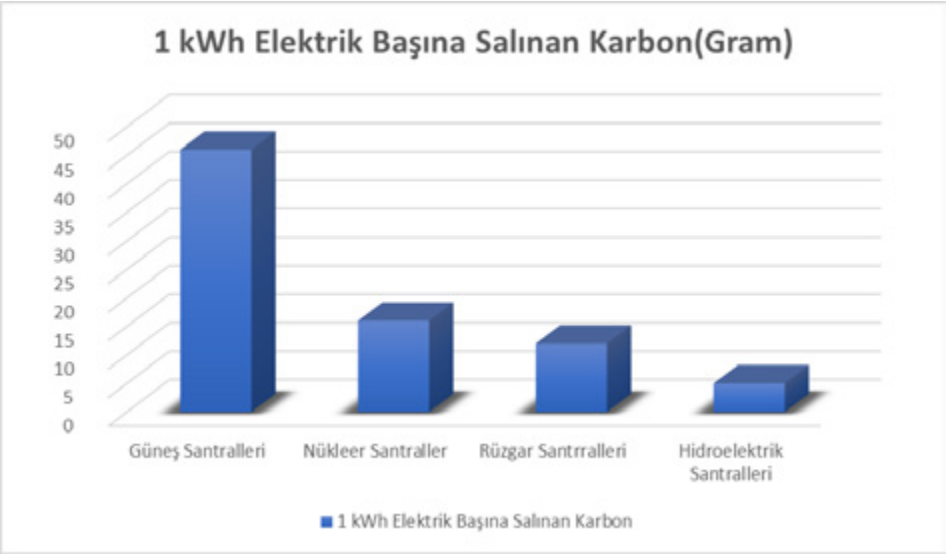
Yenilenebilir enerji; diğer bir ifade ile temiz enerji; hidroelektrik, jeotermal, güneş, rüzgâr, odun, bitki artıkları, biokütle ile elde edilen, doğanın içinde bulunan kaynaklar ile oluşan, sürdürülebilirliği ve ulaşımı devamlılık sağlayan kaynaklardır. Fosil kaynaklar denilen enerji kaynakları ise yine doğada oluşan fakat günün birinde tükenme tehlikesi olup aynı zamanda çevreye de zararı olan kaynaklardır. Doğadaki her şey bir düzen ve devamlılık içindedir. Bu düzenin bozulmaması için doğadaki fosil kaynakların insanlar tarafından dikkatli bir biçimde kullanılması gerekmektedir (Baykal, 2018).

1.1. Nükleer Santrallerin Gerekliliği

Ülkelerin devamlı ve sürdürülebilir bir ekonomik kalkınma amacı için enerji politikalarını geliştirmeleri ve enerjide dışa bağımlılığı azaltmaları gerekmektedir. Ekonomik anlamda daha güçlü olmak isteyen fakat sahip oldukları rezervleri ihtiyaçlarını yeterince karşılamayan ülkeler, sürdürülebilir ve temiz enerji kaynağı arayışına girmektedirler. Türkiye coğrafi konumu dolayısıyla enerji kaynakları bakımından zengin olsa da enerji kaynakları miktar bakımından ihtiyacı karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Ayrıca enerjide büyük oranda dışa bağımlı olduğu için artan enerji talebi doğrultusunda ithalat oranı da her yıl giderek artmaktadır (İncitaş, 2022).

Bu noktada devreye nükleer santraller girer. Nükleer santraller atom altı parçacıklardan elde edilen enerjiyle ısı ve elektrik enerjisi üretmektir. Bu üretim şekli bize mevsim şartlarından etkilenmeden maksimum seviyede ve çevreye olan zararları minimuma indirip enerji üretme imkânı sağlar.

1971-2009 yılları arasında fosil yakıtlı santraller yerine nükleer santrallerin kurulması sonucu 64 milyar ton sera gazı salımı engellenmiş ve bunun yanında yine bu yıllar arasından solunum yolu hastalıkları sonucunda meydana gelebilecek 1,84 milyon ölümün önüne geçilmiştir (Başoğlu, 2017).



Şekil 1. 1 kWh Elektrik Başına Salınan Karbon Değerleri

1.2. Nükleer Santrallerin Güvenilirliği

Nükleer santrallerin yapımı ve kurulumu sonrasında ortaya çıkabilecek olan olaylar çevreye verebilecekleri zararlardan ötürü önlenmelidir. Bu sebepten ötürü nükleer santrallerin güvenilirliği önemlidir. Burada özen gösterilmesi gereken nokta santral inşaatına başlamadan önce, santralin kurulacağı yerin özelliklerine ve güvenliğine dikkat edilmesidir (Eser, 2021).

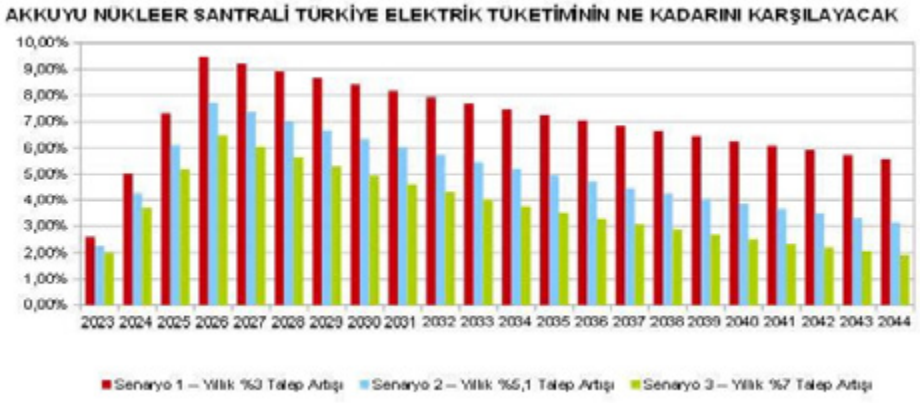
Olası bir sızma durumu olduğu takdirde sadece insanlar değil hayvanlar ve doğa da ciddi bir radyoaktif enerjiyle karşı karşıya kalacaktır. Aynı şekilde sızma durumlarında çevrede bulunan su kaynakları da zarar görecektir. Bu nedenle inşaat öncesindeki çalışmaların titizlikle yapılması önemlidir. Tüm bu aşamalar başarıyla gerçekleştirilirse insan hayatı ve çevre güvenliği açısından tehlike ve tepki oluşturacak bir durum da kalmayacaktır (Akkuyu Nükleer Rosatom, 2022).

Fosil yakıtlar ile nükleer enerji yer değiştirdiğinde; dünya enerji ihtiyacının %17'si nükleer enerji santraller tarafından karşılanmaktadır. Avrupa'da 700 milyon ton, Japonya'da ise 270 milyon ton karbondioksit salınımı engellenmiştir (Erdoğan, 2019).

1.3. Türkiye'de Enerji Yatırımları

Türkiye nükleer enerji yatırımlarına diğer ülkelere kıyasla geç kalmıştır. 1946 yılından bu yana birçok proje planlanmış fakat çeşitli nedenlerden ötürü ara verilen projelerin ilki 2017 yılından itibaren tekrar masaya yatırılmıştır. 2022 yılı itibariyle Mersin'in Akkuyu ilçesinde bulunan ve yapımının 2026 yılında tamamlanması bek-

lenen, Sinop'ta ise proje aşamasında olan yatırımlar bulunmaktadır. Bir diğer nükleer enerji santrali projesi için de ülkenin çeşitli yerlerinde araştırmalar devam etmektedir. Akkuyu Santrali'nin faaliyete geçmesiyle ülkemizin %10'luk enerji ihtiyacının karşılanacağı öngörülmektedir (Euronews, 2021).



Şekil 2. Akkuyu Nükleer Enerji Santralinin Yıllara Göre Karşılayacağı Enerji Miktarı

2. SONUÇ

Dünyada 21. yüzyılda artan insan nüfusuyla birlikte enerjiye olan ihtiyaç da artmaktadır. Bunun yanında devletler enerji bakımından dışa bağımlılıklarını ve enerji ithalat oranlarını düşürmek amacıyla ikinci bir çözüm yolu arayışına girmiştir. Bunun sonucunda hem yenilenebilir olması hem de enerjide verimliliğin artması açısından en uygun seçenek olarak nükleer enerji görülmektedir. Ayrıca nükleer enerji, enerji üretmek için kullanılan fosil yakıtlara kıyasla çevre için daha güvenlidir ve kullanılacak olan fosil yakıt miktarını olabildiğince düşürerek fosil yakıtların tükenme tehlikesinin de önüne geçilmiş olacaktır. Kısaca sürdürülebilir ve ulaşılabilir kapsamda en mantıklı seçenek nükleer santrallerdir. Türkiye'de nükleer santral için yapılacak olan yatırımlar diğer dünya ülkelerine kıyasla ne kadar geride kalmış olsa da son yıllarda öneminin artmasıyla birlikte yatırımlar ve çalışmalar hızlanmıştır. Mersin'in Akkuyu ilçesinde yapım aşaması tamamlanmak üzere olan bir nükleer santral çalışması bulunmaktadır. Bunun dışında iki adet proje aşamasında olan yatırım bulunmaktadır (Akkuyu Nükleer Rosatom, 2022).

KAYNAKÇA

Akkuyu Nükleer Rosatom (2022). Akkuyu nükleer rosatom. http://meb.ai/UNbi2s

Başoğlu, B. (2017). Nükleer enerji dünyası maddeden gelen enerji. http://meb.ai/EESIY2

Baykal, N. (2018, Eylül 14). Alternatif enerji kaynakları ve Türkiye. Bilim Genç.

http://meb.ai/toMhpO

Erdoğan, M.Ö. (2019, 11 25). Türkiye'nin enerji ihtiyacı ve nükleer yatırımları. İNSAMER. http://meb.ai/tIj2Eg

Eser, E. (2021, Ekim 12). Türkiye için nükleer mi yenilenebilir enerji mi? http://meb.ai/Gl0QMj

Euronews (2021, Ekim 3). Türkiye'nin ilk nükleer santrali olacak Akkuyu ile ilgili neler biliniyor?. http://meb.ai/UWZzRd

İncitaş (2022). Temiz enerji nedir? Temiz enerji kaynakları nelerdir?.

http://meb.ai/exYaO1

TEMİZ VE ERİŞİLEBİLİR ENERJİ ALANINDA ARAŞTIRMA, GELİŞTİRME VE YATIRIMLAR

Elif ÇETİN | **Zehra USLU**
Azra UĞRAŞKAN

ÖZET

İnsanlık dünyada var olmaya başladığından beri tüm ihtiyaçlarını doğadan karşılamıştır. Fakat nüfusun hızla artması ve insanların yoğun tüketime yönelmesi sebebiyle bu ihtiyaçlar bir çığ gibi büyümüş, zamanla doğa bu ihtiyaçları karşılayamamaya başlamıştır. Sanayi Devrimi sonrasında artan hammadde arayışı ve yenilenemez enerji kaynaklarının kullanımının ciddi bir şekilde artması sonucunda dünyada özellikle kömür ve petrol rezervleri tükenmeye başlamıştır. Ayrıca yenilenemez enerjinin bu kadar fazla kullanılması dünyanın ekolojik dengesini bozmuş, ozon tabakası incelmiş ve iklimler değişmeye başlamıştır. Yenilenemez enerji kaynaklarının hem çevreye zararlı ve sürdürülemez olması hem de 1873 yılında meydana gelen 1. Petrol krizi insanlığı doğaya zarar vermeyen, temiz, ucuz ve yenilenebilir bir kaynak arayışına itmiştir. Bunun sonucunda insanlık rüzgâr, güneş, jeotermal, hidroelektrik gibi sürdürülebilir enerji kaynaklarına geçmeye başlamış ve bu enerji hakkında araştırma, geliştirme ve yatırımlar yaparak enerji ihtiyaçlarını bu şekilde karşılamaya başlamıştır. Biz bu çalışmada yenilenebilir enerjiden ve yenilenebilir enerjiyi geliştirmeye yönelik yapılan araştırma ve yatırımlardan bahsettik.

Anahtar Kelimeler: *Yenilenebilir Enerji, İhtiyaç, Sürdürülebilirlik*

ABSTRACT

Humanity has met all it needs from nature since the time of existence. However, due to the rapid increase in the population and the tendency of people towards intensive consumption, these needs have grown like an avalanche, and nature has begun to be unable to meet these needs over time. As a result of the increasing search for raw materials and the severe use of non-renewable energy resources after the Industrial Revolution, especially coal and oil reserves in the world began to deplete. Furthermore, the excessive use of non-renewable energy has disrupted the ecological balan-

ce of the world, the ozone layer has thinned and the climates have begun to change. The fact that non-renewable energy sources are both harmful to the environment and unsustainable, as well as the 1st oil crisis that occurred in 1873, pushed humanity to seek a clean, cheap and renewable resource that does not harm nature. As a result, humanity has started to switch to sustainable energy sources such as wind, solar, geothermal, hydroelectricity and has started to meet its energy needs by researching, developing and investing in these resources. In this study, we have discussed about renewable energy and also researches and investments to develop renewable energy.

Keywords: *Renewable Energy, Needs, Sustainability*

GİRİŞ

İnsanlar günlük yaşamda birçok alanda enerjiye ihtiyaç duyar. Özellikle Sanayi Devrimi sonrasında artan hammadde kullanımı ile enerjiye öncesine oranla daha çok ihtiyaç duyulmuş ve bu enerji ihtiyacı için kömür, petrol ve doğalgaz gibi yenilenemez enerji kaynakları kullanılmaya başlanmıştır. Fakat 1973 yılında ortaya çıkan petrol krizi sonucunda ülkeler farklı kaynaklara yönelme ihtiyacı duymuştur. Bu ihtiyaç sonucu maliyeti az olan, doğaya zarar vermeyen ve sürdürülebilir yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmiştir. Bu enerji kaynaklarına güneş, rüzgâr, hidrolik, dalga, jeotermal, biokütle ve hidrojen enerjileri örnek verilebilir. Bu kaynaklardan güneş enerjisi, diğer kaynaklar ile doğrudan ya da dolaylı yoldan ilişkili olduğu için güneş enerjisi için en önemli yenilenebilir enerji kaynağı demek yanlış olmaz. Dünyada kullanılan enerji miktarının %20'si yenilenebilir enerji kaynaklarından oluşmaktadır. Gelecek nesillerde enerji kullanımının devamlılığı için gelişmiş/gelişmekte olan ülkeler yenilenebilir enerjiye tamamıyla geçebilmek ve verimliliği tam kapasiteyle artırabilmek adına çalışmalarını sürdürmektedirler.

1. YENİLENEBİLİR ENERJİ HAKKINDA YAPILAN ARAŞTIRMALAR

Artan nüfus ve tüketim ile enerjiye duyulan ihtiyaç da artmıştır. Bu bağlamda Uluslararası Enerji Ajansı'nın da bizlere sunduğu araştırma verilerine göre kullanılan enerjinin %82'si petrol, doğalgaz, kömür gibi fosil yakıtlar tarafından karşılanmaktadır. Kullanılan bu kaynaklardan doğalgaz %25,8 petrol %35,8, kömür %19,4 oranında kullanılmıştır. Yenilenemez enerji kaynakları bakımından zengin olan Ortadoğu, ABD, Rusya ve Orta Asya bu anlamda avantajlı bölgelerdir. Ülkelerinde bu rezervlerin bulunması sebebiyle ABD ve Çin dünyadaki karbondioksit salınımlarının %45'ini oluşturmaktadır. (Uzun, 2017) Bu salınımların şiddeti gün geçtikçe artmakta

ve gelişmiş ülkeler dünyaya verilen tahribatın farkına varmaktadırlar. Bu sebepten ötürü Kyoto Protokolü, Paris Sözleşmesi ya da COP'26 gibi zirveler gerçekleştirilmiş ve karbon emisyonunu azaltmaya ve yenilenebilir enerjiye geçmeye yönelik çalışmalar başlatılmıştır.

Türkiye ise 2017 yılında enerji üretimlerinde yakaladığı başarı ile enerji politikalarında yeni düzenlemeler yapmış ve dışa bağımlılığını azaltmak adına yenilenebilir enerji üretimini %30'a çıkartmayı planlamıştır. Üretilen enerji rezervlerinde fosil yakıtlar arasında doğalgaz %32 ile başı çekmekte ardından hidroelektrik %18 ile ithal kömür ve linyiti geçmiştir (Karagöl, 2017). Rüzgâr enerjisi ve güneş enerjisi ise diğerler kaynaklara göre düşük kalmıştır.

İngiltere Enerji Araştırma Merkezi'nin yaptığı bir çalışmaya göre, İngiltere'de konut ve ulaşım sektörlerindeki enerji talebini şu anki kullanıma kıyasla %50 düşürerek düşük karbonlu enerji sistemine geçiş maliyetinin 2050'ye kadar 70 milyar sterlin azalacağının altını çizmiştir. (World Wide Fund for Nature- Turkey, 2011)

World Wide Fundfor Nature Derneği'nin enerji danışmanı şirketi Ecofsy ile yaptığı araştırmaya göre küresel ölçekte temiz ve yenilenebilir enerjiye %100 oranında önümüzdeki 40 yıl içinde geçmek teknik olarak mümkündür (World Wide Fund for Nature- Turkey, 2011). Ancak bu hedefin gerçekleşmesi bugün ve gelecek nesiller adına şu anki tüm ülkelerin hükümetlerinin harekete geçmesi gereken ciddi ve acil bir vazife ile olur.

Yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji bizlerin en önemli alternatifi olmanın yanı sıra aynı zamanda tek alternatifidir de. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA)'nın yürüttüğü bir çalışmaya göre, dünyadaki nüfusun beşte birinin güvenli elektriğe ulaşımı yoktur. Temel gereksinimlerini karşılayabilmek adına 2,7 milyardan fazla insan doğaya zararlı geleneksel biyoenerji kaynaklarını kullanmaktadır.

Ajans'ın yayınladığı bir başka araştırmaya göre 2030 yılına kadar dünyadaki petrol ve doğalgaz üretim rezervleri yüzde 40 ila 60 arasında bir düşüş yaşayacaktır. Bu üretim maliyetlerinin artmasına, erişilebilirliğinin düşmesine ve bizleri güvenli olmayan enerji kaynaklarına yönlendirmeye itecektir. Ancak sunulan senaryoya göre dünyadaki enerjiye gösterilen talep 2005 yılında 2050 yılına kadar oranla %15 daha düşük olacaktır. Nüfus artışı veya duyulan gereksinim miktarının fazlalığını düşünecek olursak sanayi, ulaşım, üretim ve tüketim sektörlerinde alınan önlemlerin ve tasarruflu kullanımın ne kadar yaygın olduğunu bu araştırmadan görebiliriz. Ayrıca bu geçişin 2050 yılı itibarı ile yılda 7 trilyon euro tasarruf yapacağını ortaya koymaktadır.

2. YENİLENEBİLİR ENERJİ HAKKINDA YAPILAN YATIRIMLAR VE GELİŞMELER

Gün geçtikçe artan hava kirliliği ve yenilenemez enerji kaynaklarının azalması nedeniyle dünya yenilenebilir enerji kaynaklarına geçmiş ve bu alanda yatırımlar yapılmaya başlanmıştır.

Yapılan bu yatırımlarda son beş yılın esas alındığı bir raporda Çin 511 milyar dolarla 1. olurken arkasından 194 miyar dolarla ABD onu takip etmiş, Türkiye ise bu listede 15 milyar dolarlık yatırımıyla 14. sırada olmuştur. (Çağrı, 2022)

Şekil 1. Küresel Ölçekte Yenilenebilir Enerji Hakkında Yapılan Yatırımlar

2.1. Türkiye'de Yapılan Gelişme ve Yatırımlar

Türkiye'de yenilenebilir enerjiye yönelik ilk adım 2005 yılında çıkan 5346 numaralı yenilenebilir enerji kanunu ile atılmıştır. Bu kanunun yayımlanması sonrasında Türkiye'de özellikle güneş, rüzgâr ve hidroelektrik enerjisi alanında yapılan yatırımlar yaygınlaşmıştır.

Türkiye özellikle güneş enerjisi alanında Avrupa'nın en avantajlı ülkelerinden biridir. Öyle ki Türkiye'nin yıllık güneşlenme süresi 2.737 saat ve yıl içinde gelen güneş enerjisinin 1.527 kWh/m²olduğu bilinmektedir. Güneş enerjisini kullanma alanında öncü gelen ve enerjisinin neredeyse 3'te 1'ini güneş enerjisinden sağlayan Almanya'nın yıllık güneşlenme süresi ise yalnızca 1686 saat ve 1200 kWh/m2'dir. Buradan da anlaşıldığı üzere gerekli yatırımlar yapıldığı takdirde güneş enerjisinin Türkiye'ye olan katkısı çok büyük olacaktır. 2006-2018 yılları arasındaki güneş enerjisine yapılan yatırımların sonuçlarını ele alan bir grafikte sağlanan enerjinin 400 (bin teb) den 1600 (bin teb) e yükseldiği görülmektedir.

Şekil 2. Türkiye'deki güneş enerjisinin yıllara göre değişimi

Türkiye özelinde yapılan en önemli yatırımlardan biri de ilk yüzer güneş enerji santralidir. Büyük Çekmece Gölü'ne yerleştirilen bu güneş panelleri ülkenin enerji verimliliğine katkıda bulunmuş ve sürdürülebilirlik adına büyük adımlar atmamızı sağlamıştır. Ayrıca geçtiğimiz aylarda ülkemizdeki ilk hibrit enerji santrali kurulmuştur. Bu santral Türkiye'nin ve Avrupa'nın en büyük, dünyanın ise ikinci büyük hibrit enerji santralidir. Yapılan araştırmalara göre bu enerji santrali 580 megawatt enerji üreterek yaklaşık 450 bin hanenin enerji ihtiyacını karşılayacaktır. (Yılmaz, 2018)

Yapılan bir diğer yatırım ise rüzgâr enerjisi üzerinedir. Rüzgâr türbinleri çevreye zarar vermemesi, ucuz olması ve bulunduğumuz coğrafyanın buna elverişli olması sayesinde Ege ve Akdeniz bölgesi başta olmak üzere tüm bölgelere çok sayıda rüzgâr türbinleri yerleştirilmiştir. Bir araştırma raporuna göre Türkiye'nin 2020 yılında 8832 megawatt'lık bir rüzgâr enerjisi kapasitesi varken 2021 yılında bu 10750 megawatt'a ulaşmış ve Türkiye tarihinde yeni bir rekora imza atmıştır. Türkiye, Avrupa'daki birçok ülkeye göre rüzgâr enerjisi için avantajlı durumdadır bu yüzden rüzgâr enerjisine yapılan yatırımlar her geçen gün artmaktadır. (Kaya, 2022)

Şekil 3. Rüzgâr Enerjisine Yapılan Yatırımın Yıllara Göre Değişimi

Güneş panelleri, rüzgâr türbinleri ve hibrit enerji santrallerinin yanı sıra hidroelektrik santralleri de bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi olan Atatürk Barajı (GAP Projesi), Türkiye adına yapılmış en önemli hidroelektrik santralidir. Ayrıca Türkiye'nin en büyük, dünyanın ise altıncı büyük barajıdır. Üstelik tek başına bu baraj Türkiye'deki hidroelektrik üretiminin %20'sini sağlamaktadır. Ayrıca ülkemizde jeotermal enerji de gelişmektedir. Türkiye jeotermal enerji potansiyeli en fazla olan Avrupa ülkesi olmakla beraber dünyada da yedinci sıradadır. Bu enerji türünde birçok alanın kullanılmasıyla beraber ülkenin en çok gelir elde ettiği turizm alanında da kullanılmaktadır. (Yılmaz, 2018)

2.2. Dünyada Yapılan Gelişme ve Yatırımlar

Dünyada şu an kullanılan enerjinin %20'si yenilebilir enerji kaynaklarından elde edilmektedir. Ancak geriye kalan %80'i yenilenemeyen ve doğaya zarar veren kömür, doğalgaz, petrol gibi yenilenemeyen ve garantisi olmayan kaynaklardan sağlanmaktadır.

1991 yılında Danimarka'da yapımına başlanan ilk deniz üstü rüzgâr elektrik santralinde 11 adet 450 kilowatt'lık türbinler kullanarak 4.95 MW gücünde enerji elde edilmiştir. İngiltere 2021 yılında deniz üstü rüzgâr elektrik santrali kapasitesinin de yardımıyla rüzgâr elektrik santrali kurulu gücünü en fazla artıran ülke olmuştur. Av-

rupa'nın 2021 sonu itibarı ile 236 GW işletmede rüzgâr enerji santrali kurulu gücü bulunmaktadır. Bu kapasitenin %12'si deniz üstü rüzgâr enerji santrali projelerine aittir. Son zamanlarda ABD, Çin ve Tayvan'da da deniz üstü rüzgâr enerji projesi faaliyetleri artış göstermiştir. (KARAGÖL & KAVAZ, 2017)

Buna benzeyen diğer projelerden biri de Çin'in Çöl Projesi. Projeye göre ülkenin çöllerinde yüksek kapasitede rüzgâr ve güneş enerji santrali inşa edilmiştir. 2030 yılına kadar bu inşa edilmiş kapasiteyi Kuzey Çin'e de taşıyıp buradan elde edilecek enerjiyi de kuzeydeki şehirlere aktarmak amaçlanıyor. Çin, geçen yıl güneş enerjisine yönelik rekor miktarda yatırım yaparken 2022 yılında çölde yaptığı yenilenebilir enerji projeleriyle bu yatırımlarına devam etmesi beklenmektedir.

Enerjinin kullanılabilir olması için her seferinde bir yakıta dönüştürülmesi gerekir. Örneğin, rüzgâr veya güneş enerjisinin kullanılabilmesi için elektrik enerjisine dönüştürülmesi gerekmektedir. Başlangıçtaki bu dönüştürülecek enerjinin bir kısmı dönüştürme işlemi sırasında kaybolur. Pek çok geleneksel yakıttan yüksek yoğunluğu olan ham petrolde bile bu potansiyelin yalnızca yaklaşık %20'si elektriğe dönüştürülebilir. Bu enerji kaybı sadece enerjiyi bir biçimden diğerine dönüştürürken ortaya çıkmaz. Evlerimizde kullandığımız enerji gerektiren tüm aletlerde bu enerjinin bir kısmını boşa harcarız. Bu verimsizliği azaltmak için kullanacağımız normal akkor lambaya göre enerji tasarruflu lambalar bize neredeyse 25 kat tasarruf sağlayabilir. Olaya daha stratejik bakarsak daha farklı ama mantıklı çözümler de bulunabilir. Mesela İsveç'in başkenti Stockholm'de bulunan tren istasyonunda insanların verdiği ısı havalandırmadan dışarı atılmak yerine depolanıyor ve su ısıtmak için kullanılıyor. Sonrasında ısıtılan su oradaki diğer bir binayı ısıtmak için kullanılıyor, böylece insanların ürettikleri ısı enerjisi insanlara bütçe olarak geri dönebiliyor.

SONUÇ

İnsanlık varoluşundan bu yana ihtiyaçlarını karşılayabilmek için enerjiye ihtiyaç duymuştur. Bu ihtiyacını karşılarken de dünyanın kendisine sunduğu fosil yakıtları kullanmışlardır. Ancak fosil yakıtların düzensiz ve kontrolsüz kullanımı sonucunda küresel ısınma, çevre kirliliği, buzulların erimesi ve kuraklık gibi ciddi problemler ortaya çıkmıştır. Bu zararı ortadan kaldırmaya veya yavaşlatmaya yönelimde bulunulmamıştır. Ancak sahip olduğumuz fosil yakıtlar giderek azalmaya ve dünyaya verdiği zararlar gelişmiş ülkeler ve bilinçli toplumlar tarafından fark edilmeye başladığından beri yenilenebilir ve zararsız enerji kaynakları arayışına girişilmiştir. Bu arayış sonucunda enerji kaynaklarına herkesin rahat ulaşabilmesi için bazı adımlar atılmış ve projeler gerçekleştirilmiş, bunun sonucunda değişim için farkındalık oluşturmak adına çalışmalara başlanmıştır. Bu zamanlardan süregelen araştırmalar

sonucunda gerekli ve sonuca yönelik geliştirme ve yatırımlara adım atılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları gelecekte herkesin muhtaç kalacağı tek seçenektir. Bu kaynaklara hemen yönelmek araştırmamızda da sunduğumuz gibi dünyaya verdiğimiz tahribatları minimum seviyeye düşürmek ve gelecekte yaşayacağımız kuraklık, kirlilik, küresel ısınmaya karşı alabileceğimiz en iyi önlemdir. Ayrıca bu kaynaklara yönelmek bizler için de uzun vadede şu anki enerji kaynaklarından daha büyük oranda tasarruf ve verimlilik sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Arslan Ferhat, A. U. (2017). Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Sosyal Kabul Boyutu. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 1-22.

Çağatay Gülşen, K. E. (2022, 01 04). Türkiye 2021'i Rüzgâr Enerjisinde Tarihindeki En Yüksek Kapasite Artışıyla Kapattı. aa.com: https://www.aa.com.tr/tr/cevre/turkiye-2021i-ruzgar-enerjisinde-tarihindeki-en-yuksek-kapasite-artisiyla-kapatti/2464725

Çağrı, Z. (2022, 01 28). Ülkeler Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Ne Kadar Yatırım Yapıyor? Kronos: https://kronos35.news/tr/ulkeler-yenilenebilir-enerji-kaynaklarina-ne-kadar-yatirim-yapiyor/#:~:text=D%C3%BCnyada%20yenilenebilir%20enerji%20kaynaklar%C4%B1na%20olan,-miktar%20ise%2015%20milyar%20dolar.

Karagöl Tanas Erdal, İ. K. (2017). Dünyada ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji. Seta, 1-32.

Yılmaz Alper Eren, H. C. (2018). Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli ve Gelecek Hedefleri. Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 525-535.

HACI SABANCI ANADOLU LİSESİ

PROJE DANIŞMAN ÖĞRETMEN
İnci AYDIN / Erkut AKYÜREK

SÜRDÜRÜLEBİLİR ENERJİ İLE EKONOMİ İLİŞKİSİ VE TEMİZ ENERJİ KULLANIMINI ARTIRMAK

Beril Su ÇITLAK | **Ayşe AKSOY** |

ÖZET

Enerji insan yaşamının vazgeçilemez yaşam kaynağıdır. Katı yakıt, fosil yakıt ile başlayan enerji üretimi günümüz ve gelişen teknoloji ile insanların sağlıklı temiz sürdürülebilir bir dünya için yenilenebilir enerji kaynaklarını keşfetmesiyle çok kıymetli hale gelmiştir. Sağlıklı nesiller ve temiz bir çevre için yenilenebilir enerji kullanımı artırılmalı ve teşvik edilmelidir. Bu konuda birçok kaynak kullanımı yatırımı yapılmasıyla daha fazla artırılarak katı yakıt, fosil yakıt nükleer enerji gibi sağlığımızı dünyamızı tehdit eden yakıtlardan kurtulup, doğa ve insan dostu yenilenebilir enerjileri kullanmayı ve geliştirmeyi sağlamalıyız. Yenilenebilir enerji kaynağı olan rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi gibi kaynaklardan enerji üretilmesini ülkemizde ve dünyada bununla ilgili birçok bölgede rüzgâr tribünleri, güneş enerji panelleri, jeotermal enerji tesisleri ile santraller kurulmuştur ve kurulmaya devam etmektedir. Alınan sonuçlara göre bu şekilde üretilen enerji ile temiz sağlıklı ve sürdürülebilir enerji kaynakları olduğu tespit edilmiştir.

***Anahtar Kelimeler**: Sürdürülebilir Enerji, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji ile Ekonomi*

ABSTRACT

Energy is an indispensable source of life for human life. Energy production, which started with solid fuel, fossil fuel, has become very valuable as people discover renewable energy sources for a healthy clean sustainable world with today's and developing technology. For healthy generations and a clean environment, the use of renewable energy should be increased and encouraged. We need to get rid of fuels that threaten our health, such as solid fuel, fossil fuel nuclear energy, and use and develop nature- and human-friendly renewable energies, by making more investments in the use of resources in this regard. Wind turbines, solar energy panels, geothermal energy facilities and power plants have been established and con-

tinue to be established in many regions in our country and in the world to generate energy from renewable energy sources such as wind energy and solar energy. According to the results obtained, it has been determined that the energy produced in this way is clean, healthy and sustainable energy sources.

Keywords: *Sustainable Energy, Renewable Energy Resources, Economy With Renewable Energy*

1. GİRİŞ

Bulunduğumuz çağın şartları gereği dünyamızda her bireyin temel ihtiyacı konumuna gelen enerji kullanımı hayatımızın vazgeçilemez temel ihtiyacı konumundadır. Bununla birlikte enerji üretimi artırılarak ihtiyaçların karşılanması sağlanmakla birlikte enerji kaynağının yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmasının, temiz çevre ve temiz havanın insan sağlığı için ne kadar önemli olduğunu yapılan üniversite araştırmaları, çevre kurumları, Dünya Sağlık Örgütü kaynaklarında açıkça görmekteyiz.

Yenilenebilir enerji kaynakları olan rüzgar türbinleri, güneş enerji panelleri ve santralleri, jeotermal enerji tesisleri, deniz dalga enerjisi, biokütle enerjisi, hidrojen enerjisi, hidroelektrik enerjisi ile tamamen hiçbir katı ve fosil yakıt kullanmadan temiz, atıksız enerji elde edilmekte olup doğamız ve insan sağlığı için ne denli güvenilir ve sağlıklı olduğu araştırmalar göstermektedir. Son yıllarda birçok çalışmada da vurgulandığı gibi, 20. yüzyılın ikinci yarısından bu yana gözlenen küresel ısınmada fosil ve katı yakıt ile elde edilen enerjinin ne kadar çok miktarda etki ettiği tespit edilmiştir. Yapılan değerlendirmeler, eğer önlemler alınmaz ise bu olumsuz etkilerin 21. yüzyıl boyunca da artarak devam edeceğini, hatta etkilerin telafi edilemeyecek ya da bedelinin çok yüksek boyutlara ulaşabileceğini göstermektedir. Yapılan çalışmalar, insanlığın rahat ve konfor içerisinde yaşaması için harcanan enerjinin karşılanmasında büyük oranda petrol, kömür, doğalgaz gibi fosil kaynakların bilinçsiz ve verimsiz tüketilmesi sonucunda atmosferdeki CO2 konsantrasyonunda artışın gittikçe hızlandığını göstermektedir. (TR22 Güney Marmara Bölgesi, 2019, 24)

Sera Gazı	Kimyasal Adlandırma	Kimyasal Formülü	Ticari Adı	Küresel Isınma Potansiyeli	Atmosferde Kalma Süresi (Yıl)	Tarihsel Dönem	En Güncel Oran**	Ortalama Yıllık Artış (%)
Karbondioksit	Karbondioksit	CO_2		1	50 - 200	1000 - 1750	280 ppmv	0
						1750 - 2000	368 ppmv	31
Metan	Metan	CH_4		21	12	1000 - 1750	700 ppbv	0
						1750 - 2000	1.750 ppbv	151
Diazotmonoksit	Diazotmonoksit	N_2O		310	120	1000 - 1750	270 ppbv	0
						1750 - 2000	316 ppbv	17
Hidroflorokarbonlar (HFCs)	Hidroflorokarbon - 23	CHF_3	R-23	11.700	2 - 50.000	Son 50 yılda tüm dünyada artış		
	Hidroflorokarbon - 32	CH_2F_2	R-32	650				
	Hidroflorokarbon - 41	CH_3F		150				
	Hidroflorokarbon - 43-10mee	$C_5H_2F_{10}$		1.300				
	Hidroflorokarbon - 125	C_2HF_5		2.800				
	Hidroflorokarbon - 134	$C_2H_2F_4(CHF_2CHF_2)$		1.000				
	Hidroflorokarbon - 134a	$C_2H_2F_4(CH_2FCF_3)$		1.300				
	Hidroflorokarbon - 143	$C_2H_3F_3(CHF_2CH_2F)$		300				
	Hidroflorokarbon - 143a	$C_2H_3F_3(CF_3CH_3)$		3.800				
	Hidroflorokarbon - 152a	$C_2H_4F_2(CH_3CHF_2)$		140				
	Hidroflorokarbon - 227ea	C_3HF_7	FM-200	2.900				
	Hidroflorokarbon - 236fa	$C_3H_2F_6$		6.300				
	Hidroflorokarbon - 245ca	$C_3H_3F_5$		560				
	Hidroflorokarbon - 356	$C_4H_4F_6$		?				
Perflorokarbonlar (PFCs)	Perflorometan	CF_4	R-14	6.500	> 50.000			
	Perfloroetan	C_2F_6	Feron 116	9.200				
	Perfloropropan	C_3F_8		7.000				
	Perflorobutan	C_4F_{10}		7.000				
	Perflorosiklobutan	$c\text{-}C_4F_8$		8.700				
	Perfloropentan	C_5F_{12}		7.500				
	Perfloroheksan	C_6F_{14}		7.400				
Kükürt Heksaflorür	Sülfürheksaflorür	SF_6		23.900	3.200			

Tablo 1: Küresel Isınmada Sera Gazlarının Potansiyel Etkileri, Atmosferde Kalma Süreleri, Oranları ve Artış Yüzdeleri4* Küresel At (TR22 Güney Marmara Bölgesi, 2019, 25)

Dünyanın en saygın tıp dergilerinden Lancet'te yayımlanan bir araştırmanın sonucuna göre (Costello vd., 2009), iklim değişikliği 21. yüzyılda insan sağlığı için en büyük tehdittir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) verilerine göre, doğrudan ve dolaylı olarak insan sağlığı üzerinde birçok olumsuz etkisi olan küresel CO2 emisyonunun %18'i enerji ve konut sektöründe kullanılan yakıttan kaynaklanmaktadır (WHO, 2011). Kaçınılmaz olarak sera gazı emisyonun bu denli artması, çevre ve insan sağlığı için ciddi tehlikeler oluşturması beklenmektedir (Apergis, 2018, s. 1011). Çevreye daha az zarar veren temiz teknolojilerin benimsenmesi, yenilenebilir enerji üretimine (güneş, rüzgâr, jeotermal, biyogaz vb.) bağlıdır. Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO, 2011, s. 112) bir raporuna göre AB-25 ülkelerinde hava kirliliğinin sağlık üzerindeki etkisi Gayri Safi Yurtiçi Hasılanın (GSYİH) %3 ila %10'una tekabül etmektedir. (TR22 Güney Marmara Bölgesi, 2019, 25)

2. AMAÇ

Katı yakıt ve fosil yakıtla elde edilen enerjinin doğamıza ve insan sağlığına ne denli zararlar verdiği açıkça görülmekte olup, yenilenebilir enerjinin doğamız ve sağlığımız için çok değerli olduğunu ve yenilenebilir enerji kaynaklarını çok daha fazla kullanıp fosil yakıt ve katı yakıtlardan enerji üretiminin sonlandırılması gerekmektedir.

2.1. Ekonomi

Yenilenebilir enerjide her geçen yıllarda maliyetler teknolojinin gelişmesiyle düşmekte olup yatırım miktarları artmaktadır. Dünya üzerinde nükleer enerji fosil yakıt enerjileri yatırımları azalırken yenilenebilir enerji yatırımları hızla artmakta olup

maliyet ve süreklilik açısından çok daha ekonomik ve kıymetli hale gelmektedir. (Keskinkılıç, 2019, 50)

Dünya enerji raporunda 2019'da Yenilenebilir Enerji Üretim Maliyetleri" adıyla yayınlanan bu rapora göre, 2019'da faaliyete geçen yenilenebilir enerji kapasitenin yarısından fazlası, en ucuz yeni kömür santralleri, fosil yakıt ile kıyaslandığında daha düşük güç maliyetleri ile faaliyet göstermektedir.

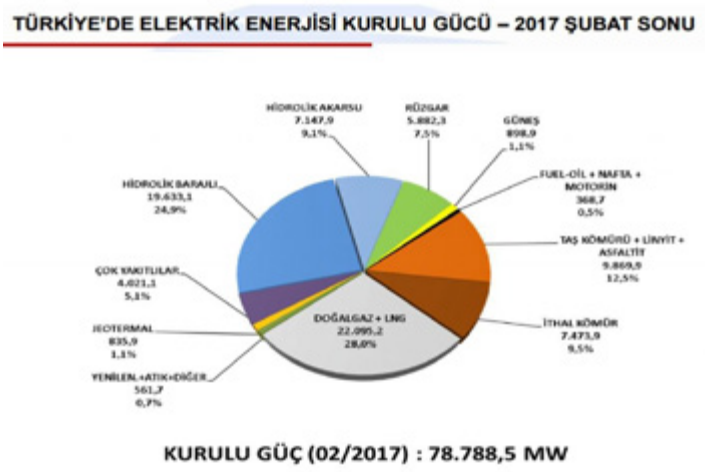
2.2. Dünyada Temiz Enerji Stratejisi

Günümüzde birçok yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmaktadır ve kullanımı artırılma yönündedir. Örnek olarak güneş enerjisinden bahsedebiliriz. Yapılan bir araştırmada güneş enerjisi kullanılan bir ülkede, güneş pek etkisini göstermediği günlerde bile güneş enerjisi depolayan araçlardan 70 derecede su elde edilmiştir. Bu araştırmadan sonra da güneş enerjisine birçok ülke yer vermeye başlamıştır.

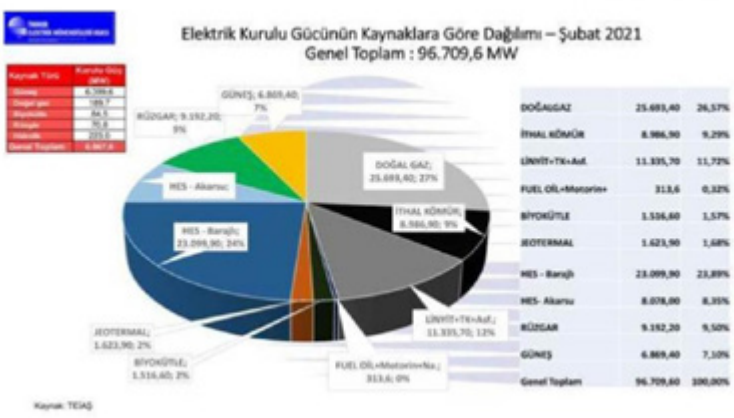
Jeotermal enerjinin elektrik üretiminden bahsedecek olursak ilk İtalya'da kullanılmaya başlanılmış ve başarılı olduğu görülünce Amerika, Yeni Zelanda gibi 22 ülke de jeotermal enerjiden yüksek miktarda enerji elde etmişlerdir.

Son olarak hidro-enerji ve barajları ele aldığımızda tarım sektöründe fazla kullanılması, yenilenemeyen enerji kaynaklarına göre daha az maliyetli olduğundan dünyadaki elektrik üretiminin %17'sini barajlar karşılamaktadır. Daha çok küçük barajlar inşa edilmesi uygun görülüyor çünkü büyük barajlar çevreye çok fazla zarar vermektedir. Bunun üzerine de birçok projeler yürütülmüştür. (Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı)

Aşağıdaki verilerde Türkiye'de elektrik kurulu gücünün 2017 ve 2021 yılına göre dağılışı gösterilmiştir.



Tablo 2. 1: Türkiye'de 2017 Yılındaki Elektrik Kurulu Gücünün Kaynaklara Göre Dağılımı (Cüneyt, Gungor.net, 2016)



Tablo 2, 2: Türkiye'de 2021 Yılındaki Elektrik Kurulu Gücünün Kaynaklara Göre Dağılımı (TMMOB Türkiye Elektrik Mühendisleri Odası, 2021)

2.3. En Bilinen Sürdürülebilirlik Projeler

Günümüzde teknolojinin gelişmesi ile sürdürülebilirlik kavramı değer kazanmıştır. Sürdürülebilirlik ve teknoloji her zaman iç içe olmuştur. İnsanların teknoloji sayesinde bilinçlenmesi ile birçok sürdürülebilir projesi oluşturulmuştur.

Aşağıda en bilinen sürdürülebilirlik projeleri verilmiştir:

- Yeni Zelanda'da bulunan bira firması, 2017'de atık bira şişelerinden sürdürülebilirlik adı altında kum üretimi sağlamıştır.

- Türkiye' de çevreyi korumak amaçlı ile yapılan poşetleri para ile satma projesi 1 Ocak 2019'da yürürlüğe girmiştir. Bu sayede sürdürülebilirlik sağladığı söz konusudur.
- Ünlü bir ayakkabı markasının başlattığı bir projede, okyanuslardaki plastik atıkları azaltma amacı güdülmüştür. Okyanuslardaki geri dönüştürülme imkanı olan plastikler ayakkabı yapımının nerdeyse tamamında kullanılmıştır (EKOIQ, 2021).

3. SONUÇ

Makalemizde açıkladığımız enerji tiplerinin doğamız ve insan sağlığı üzerindeki etkisi ekonomik maliyet ve sürdürülebilirlik açısından değerleri nedeniyle yenilenebilir enerjinin ne kadar kıymetli ve değerli olduğunu açıkça oraya koymakta olup, dünyamız ve insanlık için ivedilikle yenilenebilir enerji kaynaklarının tam kapasite kullanıma alınıp fosil ve katı yakıt enerji üretimini sonlandırılmalıdır. Daha fazla insanı bu konu hakkında bilinçlendirip daha fazla projeler ortaya konulmalıdır.

KAYNAKÇA

Best of Energy. Temiz Enerji. Erişim adresi : https://www.bestforenergy.org/temiz-enerji-i-1845#:~:text=Temiz%20enerji%2C%20yenilenebilir%20ve%20s%C4%B1f%C4%B1r,dostu%20enerji%20se%C3%A7enekleri%20dizisini%20ifade

Dursun, S. (2011). Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası ve Türkiye. Ankara Üniversitesi Avrupa Toplulukları Araştırma Ve Uygulama Merkezi. Ankara

Enerji ve Çevre Dünyası Dergisi. (2021). Erişim adresi :https://www.enerji-dunyasi.com/yayin/324/bir-ruzgar-turbini-10-milyon-euroluk-ekonomik-faaliyet-alani-olusturuyor_28525.html#.YkTJp1M8U0E

Eko IQ. Çevresel Sürdürülebilirlik ve İnovasyon Projeleri. (2021). Erişim adresi: https://ekoiq.com/2021/07/06/cevresel-surdurulebilirlik-ve-inovasyon-projeleri/

Güngör Net. (20216) Yenilenebilir Enerji. Erişim adresi: https://gungor.net/2016/12/16/son-3-yil-turkiye-kurulu-gunes-enerji-gucu/

İncitaş. Temiz Enerji Nedir? Temiz Enerji Kaynakları Nelerdir? Erişim adresi : https://www.incitas.com.tr/bilgi-merkezi/blog/temiz-enerji-nedir-temiz-enerji-kaynaklari-nelerdir

Keskinkılıç, S. (2019). Yenilenebilir enerji-ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye örneği (Master's thesis, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi), 36-58

Okutan, H. (2013). Türkiye'nin Enerji Bakış Açısı, Temiz Enerji Teknolojileri ve Uygun Enerji Politikasına Karar Verme. Journal of Naval Sciences and Engineering, 9(1), 81-97

TR22 Güney Marmara Bölgesi, (2019), Yenilenebilir Enerji Araştırması, 20-25

Türkiye Dış İlişkileri Bakanlığı. Erişim adresi: https://www.mfa.gov.tr/yenilenebilir-enerji-kaynaklari.tr.mfa

TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası. (2021) Erişim adresi: https://www.emo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=88369

YENİLENEBİLİR ENERJİ ALANINDA YATIRIMLAR

Dilara TEPER | Ahmet ŞABANÇELEBİ |

ÖZET

Günümüzde yenilenebilir enerjinin önemi büyük boyutlara ulaşmıştır. Kişilerin evlerinde kullandığı ısıtma sistemlerinin, elektrik enerjilerinin ve çeşitli eşyaların üretiminde çoğunlukla fosil yakıtlar kullanılmaktadır. Gün geçtikçe bu kaynağa olan ihtiyaç artıyor olsa da, dünyadaki ömrü aynı oranda azalmaktadır. Çevreye bırakılan etki ve birçok zararı da göz önünde bulundurulduğunda, yenilenebilir enerjiye geçişi hızlandırılması gerektiği sonucuna varılmaktadır. Peki, Türkiye'de ve dünya genelinde bu konuya karşı gösterilen önem derecesi nedir? Günlük yaşamın önemli bir kısmını kapsayan bu sorun hakkında yapılan yatırımlar yeterli düzeyde midir?

Son yıllarda yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımlar büyük oranda artmaya başlamıştır. Hatta Türkiye ve yurt dışındaki okullarda enerji sorunu sıkça ve çeşitli projelerle gündeme getirilmeye başlanmıştır. Bu durum gelecek kuşakların yenilenebilir enerji konusunda daha bilinçli olmasını sağlayacak bir çeşit yatırımdır. Fakat biz daha genel bir araştırma yaparak ülkemizdeki bazı şirketlerle görüştük, bu alanda nasıl bir strateji izlediklerini ve ne gibi yatırımlar yaptıklarını öğrenerek kendimize bir yol haritası oluşturduk. Aynı zamanda yurtdışından çeşitli firmaların da yıllık raporlarını inceledik. Bu konuda başı çeken birkaç ülkenin yatırımlarını ise çeşitli kaynaklardan araştırarak kısaca bilgi verdik. Sonda ise ülkemizle diğer ülkeler arasında bir kıyas yaparak yenilenebilir enerji sektöründe ne kadar ilerleyebildiğimizi göstermek istedik.

ABSTRACT

The importance of reusable energy has consistently increased. It is a known fact that fossil fuels are often used for the production of heating systems, electric energy and much more. Even though the need for fossil fuel is constantly growing, the reserves on Earth are gradually dwindling. Therefore, as we have to also factor in the negative effects and the damage on our environment, it can be concluded that we need to ac-

celerate the transition to reusable energy. On the other hand, how much importance is given to this issue in our country and worldwide? Has there been sufficient investment on this issue, which greatly affects our daily lives?

Investments in reusable energy have recently increased. Also, the energy problem has often become a current issue at schools in Turkey and abroad. As a result, young generations might be more aware about the importance and role of reusable energy.

As part of this study, we conducted interviews with some of the companies operating in our country; we defined a course of action by analysing their strategies and investments in this field. Furthermore, we examined the annual reports of various companies from abroad. We provided a brief information about the investments of several leading countries from the analysis of various sources. Finally, we compared our country with other countries to illustrate how far we have come in the in reusable energy sector.

1. DÜNYA ÇAPINDA YATIRIMLAR

Günümüzde küresel enerji politikaları, fosil yakıtlar ve haricen, petrol ve doğal gaz tarafından belirlenmektedir. Bu politikaların temelini oluşturan coğrafyalar ise, en önemli rezervlere sahip olan Orta Doğu, Orta Asya ve Hazar'dır (Bayraç,2010) .

Ülke bazında yenilenebilir enerji kaynakları için tek bir teşvik türü arzu edilen gelişimi sağlayamamaktadır (Ulusoy ve Daştan, 2018). Bunun için ülkeler, tek bir teşvik türü yerine birden fazla teşvik ve destek türlerini birlikte kullanmayı tercih etmektedir (Samancı,2020). Bu başlık altında ağırlıklı olarak özendirme, destekleme, devlet yardımı ve sübvansiyon gibi kavramlar yer alır. Dünyada ilk olarak 19. yüzyılda Amerika'da demiryolu ağlarının yapımı için nakit ödemeler şeklinde yapılan ve zamanla yenilenebilir enerji kaynaklarına da yayılan teşvik uygulaması, kirlenen çevre, tükenen fosil yakıtlar ve ülkelerin artan enerji ihtiyacı gibi etkenler nedeniyle zorunluluk hâline gelmiştir (Ulusoy ve Daştan, 2018). Dünyada bu alanda en çok yatırım yapan ülkeler ABD, Çin, Hindistan, Almanya, Avrupa Birliği ve Japonya'dır. Bu ülkelerin birkaçının yaptıkları yatırımlar ve izledikleri politikalar aşağıda belirtilmiştir.

1.1 Paris İklim Değişikliği Antlaşması

4 Mart 2016'da yürürlüğe giren Paris İklim Değişikliği Antlaşması, BMİDÇS'nin uygulamalarını geliştirmeyi hedefler. Uzun vadeli hedefi ise, sanayi devriminden önceki küresel ortalama sıcaklığın 2 C fazlasını geçmemesi ve 1,5 C artışa indirmektir. Bunu sağlamak için ise emisyonların azaltılması ve 21. yüzyılın ikinci yarısına kadar salınan ve tutulan zararlı gazların dengelenmesi gerekir (Deniz Ticaret Odası, 2021).

Bu antlaşmaya göre gelişmiş veya gelişmekte olan ülkeler arasında ayrım yoktur.

Antlaşmayı onaylayan her ülkenin antlaşmanın amacı üzerinde planlamalar yapması gerekmektedir.

Türkiye, antlaşmayı 22 Nisan 2016 tarihinde New York'ta yapılan Yüksek Düzeyli İmza Töreninde 175 ülke temsilcisi ile imzalamıştır. Anlaşmayı, gelişmekte olan bir ülke olarak imzaladığımız vurgulanmıştır.

1.1.1 Paris İklim Değişikliği Antlaşması ve Ülkeler

1.1.1.1 Almanya

Paris İklim Değişikliği Antlaşması için Merkel, "Biz Paris İklim Antlaşmasını uygulayabiliriz ve uygulamamız gerekiyor. Bunu bu yüzyıl içinde değil, 21. yüzyılın ortasına kadar yapmamız gerekiyor.". Merkel, Almanya'nın iklimi korumaya yönelik önlemlerin sıkılaştırıldığını ve 1990'a kıyasla 2030'a kadar %60 azaltmak, 2045'e kadar da sıfırlamak istediğini belirtti.

1.1.1.2 Rusya

Putin, "İklim değişikliği ve çevre" konulu oturuma katılarak konuşma yaptı (Hürriyet.com, 2021). Ülkesinin çölleşme ve yüksek sıcaklık artışı ile karşı karşıya olduğunu ve son 10 yılda sıcaklık artışının yarım derece arttığından bahsetti. Rusya'nın sıcaklık artışı dünyaya kıyasla iki buçuk kat hızlandığını ve kuzey kutbunun bundan daha hızlı sıcaklık artışı yaşadığını ekledi. Putin, "Ülkemiz iklimin korunmasına yönelik uluslararası çabalara aktif olarak katılmaktadır. Paris Antlaşması kapsamında tüm yükümlülüklerimizi yerine getiriyoruz." dedi. Yenilenebilir enerji santrallerinden gelen enerji payının %40 olduğu, doğal gazın dâhil edilmesiyle bu oranın %86'ya çıktığını söyledi.

Rusya'nın en geç 2060'a kadar karbon emisyonunu sıfıra çekmeyi hedeflediğini bildiren Putin, ayrıca sera gazı salınımının Avrupa Birliği'ne kıyasla daha az olmasını sağlamayı hedeflediğini ekledi (Hürriyet.com, 2021). Orman yönetimini kaliteli hâle getirmeyi ve ağaçlandırmayı artıracağını hatta yeni tarım araçlarını hayata geçirmeyi planladıklarını bildirdi.

1.2 Kyoto Protokolü

Kyoto Protokolü, ülkelerin atmosfere saldığı karbon miktarını 1990 yılındaki düzeylere düşürmeyi hedefler. 1997'de imzalanan protokol, 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. Yürürlüğe girebilmesi için onaylayan ülkelerin 1990'daki emisyonlarının yeryüzünün toplam emülsiyonunun %55'ini bulması gerekir ve bu orana 8 yıl sonra (2005'te) Rusya'nın katılımı ile ulaşılabilmiştir (temizhavamutludünya, 2016).

1.2.1 Kyoto Protokolü ve ülkeler

1.2.1.1 Almanya

1995 yılında Almanya, 2005 yılına kadar karbondioksit salınımını dörtte bir düşüreceğini açıklamıştı. 1999 yılında ise Kyoto Protokolü'ne %21 azaltacağına söz vermişti. Almanya'da 90'lı yıllarda karbondioksit salınımında büyük bir azalış yaşadı. Ancak bu alınan önlemlerden çok Doğu Almanya'daki fabrikaların kapatılması ile ilgiliydi.

Almanya'nın karbon salınımı hakkında sorunu trafik ve konutların karbon emisyonlarının düşürülememesidir. Endüstri ve enerji alanındaki alınan önlemler ile karbondioksit salınımı üretimde %31, enerjide %18 oranında azaltıldı. Ama trafikte %11 ve konutlarda %7 arttı. Toplam karbon emisyonu azalımı oranı ise %19 oldu. Bu durumda Almanya'nın 2005'e kadar 1990'a göre karbondioksit emisyonunda %21 oranında düşüş yaşaması için daha çok çaba sarf etmesi gerekecekti.

1.2.1.2 ABD ve Rusya

2000 yılında Lahey'de yapılan konferansta ABD Kyoto Protokolünden imzasını çekti. Bu da çevreye yapılan önemli bir darbeyi gösteriyordu. Çünkü dünyanın zararlı gaz emisyonunun dörtte biri ABD'nindi. 2001 yılında Marakeş'te yapılan konferansta ABD olmadan alınan kararlarla karbon emisyonunu azaltılamıyor, yalnızca sabit tutulabiliyordu.

Anlaşmayı aralarında Almanya'nın da bulunduğu 119 ülke imzaladı ve bu ülkeler karbon emisyonunun %44'üne eşdeğerdi. Ancak anlaşmanın yürürlüğe girebilmesi için bu oranın %55'e çıkması gerekiyordu. Bu da ancak Rusya'nın katılımı ile olabilirdi. Rusya ise 2005'te anlaşmayı kabul etti ve Kyoto Protokolü yürürlüğe girebildi.

1.3 Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi (BMİDÇS)

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, BM öncülüğünde imzalanan küresel ısınmaya yönelik hükümetler arası ilk sözleşmedir (Ecobuild,2020). Sözleşme, sera gazı oranını düşürerek en az seviyede tutmayı amaçlar. 1997'de imzalanan Kyoto Protokolü daha somut bir örneğidir. Sözleşme 1992'de Brezilya'nın Rio De Janeira kentinde imzaya açılmış, ülkelerin onaylamasıyla 21 Mart 1994'te yürürlüğe girmiştir (Ecobuild,2020). Yürürlüğe girdikten sonra her yıl konferans düzenlenmiştir. Bu konferansların en önemlisi 1997'de yapılan 3. konferanstır çünkü bu konferansta Kyoto Protokolü imzalanmıştır.

2. TÜRKİYE'DE YAPILAN YATIRIMLAR

Ülkemizde bu konuda yarar sağlayan şirketlerin başında 'Zorlu Enerji', 'Koç Holding', 'Enerji Sa', 'Aksa Enerji' gelmektedir. Bu gibi şirketlerin karbon ayak izlerini düşürmek, iklim kriziyle mücadele, enerji verimliliği sağlamak ve su tüketiminin azaltmak gibi temel hedefleri vardır. Özellikle büyük miktarda enerji üreten kimya ve enerji şirketleri bu konuyu daha sık gündeme getirmektedirler. Bilgilendirme ve teşvik amacıyla yıl içinde birçok sempozyum ve konferans vermektedirler. Bunlara ek olarak ise her yıl sürdürülebilirlik raporu yayınlarlar. Zorlu enerji gibi yüksek bütçeye sahip kuruluşlar ise yurt içindeki veya yurt dışındaki firmalarla 'Ortak Girişim Antlaşması' imzalarlar.

Ortak Girişim Antlaşması, uluslararası imzalanan bir antlaşmadır. İki yada daha fazla şirket belirli amaçlar için bir araya gelerek yatırım ortaklığı oluşturur. En önemli özelliği ise belirlenen proje kapsamında yeni bir şirket kurulmasıdır. Yani taraflar adi ortaklık gibi hareket etmez ve işlemleri yeni şirket üzerinden yürütürler. Bunun sonucunda piyasada hareket etmeleri kolaylaşır ve yatırımlar daha büyük çaplı yapılabilir. Belirlenen projede hedefe ulaşıldığında ise taraflar ayrılarak ortaklık sonlandırılır.

Ülker ve Nestle gibi gıda endüstrisinde çalışan firmalar yenilenebilir enerji sektörüne diğerlerine göre daha uzaktırlar. Bu nedenle çok fazla enerji üretememektedirler. Hem bu yatırımları sağlayacak yeterli bütçeleri yoktur hem de yaptıkları yatırımların kâra dönüşme oranı azdır. Bu nedenler kimya ve enerji endüstrisindeki diğer şirketlerin enerji sertifikalarını alırlar. Bu şekilde yapım maliyeti yüksek ve ömrü kısa olan sistemlerden kurtulmuş olurlar. Bu sertifikalara 'I-REC Sertifikası' denir.

I-REC Sertifikası; yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerjinin kaynağını izlemek ve tüketimini belgelendirmek için oluşturulmuş uluslararası bir sertifikadır. Şirketler arasında alınıp satılır, satılan yenilenebilir ve temiz enerji kayıtlardan silinir. Bu sertifika tekrar kullanılamaz. Her bir I-REC, yenilenebilir enerji tesislerinde (güneş, rüzgâr, hidroelektrik, jeotermal ve biokütle) üretilen 1 MWh enerjiyi temsil eder. Dünya genelinde bu sertifikalar temiz enerji yatırımlarını ve tüketimlerini yaygınlaştırmak amacıyla kullanılır. Üretilen her birim elektriği başından sonuna kadar takip edilmesini sağlayan bu sistem tüketicinin seçimi konusunda önemlidir. Ülkemizde ise yürürlükte olan onlarca santral I-REC sertifikasına sahiptir (dilekasan).

KAYNAKÇA

Bayraç, H. N. (2010). Küresel Enerji Politikaları Ve Türkiye: Petrol Ve Doğal Gaz Kaynakları Açısından Bir Karşılaştırma. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 10(1), 115-142. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/113215

Deniz Ticaret Odası. (2021). İstanbul ve Marmara, Ege, Akdeniz ve Karadeniz Bölgeleri. Erişim adresi: file:///Users/zuhaldogan/Downloads/1285_3323_3323_1285%20(1).pdf

Doğruluk Payı. (2022) Erişim adresi: https://www.dogrulukpayi.com/

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi. (2019). 1kWHTüketi için Gereken Yatırım. Erişim adresi: https://www.dunyaenerji.org.tr/1-kwh-tuketim-icin-gereken-yatirim/

Ecobuild.(2020). İklim Değişikliği Mevzuatı ve Türkiye. Erişim adresi: https://www.ecobuild.com.tr/post/2019/12/04/-c4-b0klim-de-c4-9fi-c5-9fikli-c4-9fi-mevzuat-c4-b1-ve-t-c3-bcrkiye

Global Subsidies Initiatives.(t.y.). Erişim adresi: https://www.iisd.org/gsi/

Hürriyet Com.(2021). Putin:İklim Krizinde tüm yükümlülüklerimizi yerine getiriyoruz. Erişim adresi: https://www.hurriyet.com.tr/dunya/putin-iklim-krizinde-tum-yukumluluklerimizi-yerine-getiriyoruz-41929056

Samancı, M. (2020). Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Arttırılmasına Yönelik Vergisel Teşvikler: Türkiye ve Seçilmiş Bazı Ülkeler Arasında Karşılaştırma. Türkiye Siyaset Bilimi Dergisi, 3(1), 55-69.

Temiz Hava Mutlu Dünya. (2016) Kyoto Protokolü, Paris İklim Anlaşması, Dünya ve Türkiye Neler yapıyor? Erişim adresi: https://temizhavamutludunya.wordpress.com/2016/02/19/yok-olmamiza-yol-acacak-sorumsuzluklar/comment-page-1/

Transformative Infra Tracker (t.y.) . Transformative Outcomes Through Infrasracture. Erişim adresi: https://transformativeinfratracker.gihub.org/

Ulusoy, A., & Daştan, C. B. (2018). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yönelik Vergisel Teşviklerin Değerlendirilmesi. Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi, 7(17), 123-160. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/458256

https://unctad.org/

UNCTAD. (t.y) Prosperity for all. Erişim adresi: https://www.unep.org/

Zorlu Enerji (t.y.) Kademeli Tarife Nedir? Ve Nasıl uygulanır? Erişim adresi: https://www.zorluenerji.com.tr/

Temiz Enerji. (t.y.) Temiz Enerji Haber Portalı. Erişim adresi: https://temizenerji.org/

Türkiye Cumhuriyeti Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (t.y.) İklim Değişikliği. Erişim adresi: https://iklim.csb.gov.tr

Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı (t.y.) Girişimci ve İnsani Dış Politika. Erişim adresi: https://mfa.gov.tr

HAKKI DEMİR
ANADOLU İMAM HATİP LİSESİ

PROJE DANIŞMAN ÖĞRETMEN
Feride KIRAN / Kemal ÇELİKKANAT

ERİŞİLEBİLİR VE TEMİZ ENERJİ

Muhammed Furkan ŞENER | **Musa SEMİZ**
Bilal KOBLAY

ÖZET

Gelişen dünya ile birlikte enerji günlük hayatın vazgeçilmez bir parçası konumuna gelmiştir. Günümüzde birçok işin yapılmasına olanak sağlayan enerji; yaşam alanlarında, fabrikalarda, ulaşım araçlarında ve daha birçok farklı alanda kullanılmaktadır. Bu gücün elde edildiği kaynak türleri ise iki farklı grupta değerlendirilmektedir. Fosil ve yenilenebilir olarak ayrılan bu kaynak türlerinin aralarında rezerv ve çevrecilik bakımından farklılıklar bulunmaktadır.

Fosil kaynakların rezervlerinin gün geçtikçe tükenmesi ve üretimleri esnasında salgılanan CO2 gazı çevreye ciddi zararlar vermektedir. Bu sebeple sürdürülebilirlik açısından sınıfta kalan bu kaynakların kullanımı yerine rezerv ve çevreciliği bakımından gelecekte bir zorunluluk olduğu öngörülen yenilenebilir kaynaklara yönelim oluşturulmalıdır. Aynı zamanda enerji kullanımında verim ve tasarrufa öncelik verilerek kullanım miktarını düşürmeye yönelik tedbirlerin uygulanması gerekmektedir. Gelecek nesillere bırakılacak olan dünya için önem arz eden bu kavramlar iyi anlaşılmalı ve sürdürülebilirlik açısından bugün için gerekenlerin yapılması sağlanmalıdır.

Bu çalışmada enerji alanında yenilenebilir kaynak kullanımı ve enerji verimliliği konuları irdelenmiş olup yenilenebilir kaynak kullanımında negatif yönlerin minimize edilmesi, yenilenebilir santral sayılarının artırılması, yenilenebilir enerjinin teknolojik ürünlere entegre edilmesi ve kullanılmakta olan enerjinin daha verimli kullanılması için yapılabilecekler üzerinde durulmuştur. Bu konular hakkında analizler yapılıp hazırlanan projeler sunulmuştur. Ayrıca enerjinin günlük yaşamdaki yeri ve kullanım alanları hakkında bilgiler verilip günlük yaşamda uygulanabilecek enerji verimliliği önlemlerine ve projelerine değinilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Yenilenebilir Enerji, Enerji Verimliliği, Temiz Enerji*

ABSTRACT

A world that can combine energy with the developing world. The energy produced allows many jobs to be done; it is used in living spaces, factories, transportation vehicles and in many other different areas. The types of resources from which this power is obtained can be differentiated in two different main groups. The main difference between these resources can be defined as renewable and non-renewable energy, in terms of reserves available and impact on the environment.

Due to the fact that the reserves of non-renewable resources are depleted day by day and the CO2 gasses released during their production cause serious harm to the environment, instead of using these resources, which are out of tune in terms of sustainability, a tendency towards renewable resources, which is predicted to be a necessity in the future in terms of reserves and environmentalism, should be fostered, At the same time, it is made suitable for use in the same way in order to cultivate in energy use and make it suitable for use. The importance of these concepts, which play a key role for the world that will be left to future generations, should be well understood and it should be ensured that what is necessary for today is done in terms of sustainability.

In this study, the use of renewable resources and efficiency in the field of energy have been examined, focusing on what can be done to minimise the negative aspects in the use of renewable resources, to increase the number of renewable power plants, to integrate renewable energy into technological products and to use the energy used more efficiently. Analyses were made on these issues and project proposals were offered. In addition, information about the place and usage areas of energy in daily life is provided and energy efficiency measures and projects that can be applied in daily life are mentioned.

Keywords: *Renewable Energy, Energy Efficiency, Clean Energy*

GİRİŞ

Enerji, günlük yaşamın her anında ve yapılan her etkinlikte insanın en önemli gereksinimidir (M. Akif Çukurçayır & Sağır, 2008). Bir işi yapmak için olanak sağlayan güç olan enerji, yenilenebilir ve yenilenemez olarak iki farklı grupta değerlendirilir. Yenilenemez enerji kaynakları, uzun yıllar sonucu oluşmuş ve tükenecek kaynak türleridir. Petrol, doğalgaz, kömür başlıca yenilenemez enerji kaynaklarıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları ise kendini doğada yenileyen ve tükenme durumu bulunmayan kaynak türleridir. Güneş, rüzgar, jeotermal enerji bu tür kaynaklara örnektir. Enerji verimliliği diye adlandırdığımız kavram ise üretimde, tüketimde, günlük yaşantıda ve enerjinin kullanıldığı diğer tüm alanlarda az enerji ile gerekli verime ulaşılmasıdır.

Dünyada artan nüfus ve gelişen teknoloji ile orantılı olarak enerji talebi de artmıştır. Bu talebin çoğunlukla fosil kaynaklardan karşılanmasıyla birlikte rezervlerin ileriye dönük talebi karşılayamaması ve enerji üretimi esnasında ekosisteme ciddi zararlar verilmesi gibi sorunlar ortaya çıkmıştır. Günümüzde enerji üretimi için yoğun şekilde kullanılmakta olan fosil yakıt rezervlerinin petrolde 40, doğalgazda 62, kömürde ise 216 yıl ömrü kalmıştır (Ürün & Soyu, 2016; Akt: Naimoğlu,2021). Ayrıca dünyada 1900'lerin başında 2 milyar ton CO2 gaz salınımı gerçekleşirken, 2018 yılında yaklaşık %1600 artış yaşanarak 36,2 milyar tona yükselmiştir (Gürler,2020; Akt: Naimoğlu, 2021). Bu veriler doğrultusunda, enerji üretiminde ileriye dönük sıkıntılar oluşturabilecek olan fosil kaynaklar yerine yenilenebilir kaynaklara yönelim oluşturularak temiz ve sürdürülebilir bir yaşam amaçlanmalıdır.

1. ERİŞİLEBİLİR VE TEMİZ ENERJİNİN YAYGINLAŞTIRILMASI

İnsanlığın artan enerji ihtiyacını karşılayacak potansiyelde bir kaynak dizini olan yenilenebilir kaynaklar, azalmakta ve ileriye doğru tükenmekte olan fosil yakıtların yetersizliğini giderecektir. Sunmuş olduğu potansiyel rezerv ve üretimdeki çevreciliği göz önüne alındığında yenilenebilir enerji kaynaklarının dezavantajlarının göz ardı edilebilecek düzeyde olduğu ve çevre ve iklim açısından dünyada ileriye dönük bir zorunluluk olduğu öngörülmektedir.

"Çevrenin ve ekosistemin sürdürülebilirliği açısından yenilenebilir kaynaklar çerçevesinde; kaynakların kullanım seviyesi, kaynakların yeniden oluşum seviyesini hiçbir zaman aşmamalıdır" (Tıraş, 2012). Bu sebeple yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılmasının yanında verimliliği hususunda da gerekli çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Yaygınlaştırılması bir zorunluluk haline gelen yenilenebilir santrallerin, olabildiğince çevreci olması hususuna dikkat edilmesi gerekmektedir. Kurulacak olan yenilenebilir enerji santrallerinde, santralin kurulacağı alanlar uzmanlarca incelenerek analiz yapılmalı sonrasında araziye en uygun proje dizayn edilmelidir. Bu sayede çevreye verebileceği hasarlar minimize edilecektir. Ayrıca yenilenebilir enerjinin kullanım sahaları projelerle desteklenmelidir.

Her evin çatısına yıllık kullanımının belirli oranını karşılayabilecek güneş panelleri yerleştirilerek elektrik tüketiminin çevreci yollarla karşılanabilmesi sağlanmalıdır. Pasif ev modelleri gibi öz tüketimini kendi kendine karşılayabilen yapılara yönelim oluşturulmalıdır. Bununla beraber yaz aylarında güneş enerjisi ile su ısıtma panelleri kullanılmalı bu sayede yaz ve ilkbahar dönemlerinde sıcak su ihtiyacı karşılanabilmelidir.

Otobanların orta refüjlerine güneş enerji panelleri kurulup enerji elde edilmelidir. Çatılara kurulacak güneş panellerinden entegre edilebilir portatif bataryalar ile aracın tüketiminin belli bir oranını karşılayacak sistemler geliştirilmelidir. Beyaz eşyalar bataryalı üretilerek gündüz talep çokluğundan dalgalanma yaşanması azaltılmalı ve bu sayede fosil yakıta yönelim düşürülmelidir. Sera zeminlerine elektrik panelleri döşenerek santral alanı ile tarımsal alanlarının kısıtlanmasının önüne geçilmelidir. Arabalarda aracın ısınması ve iç aksanların güneş ışınları yüzünden uğrayacağı zararın engellenmesi amacı ile kullanılan folyo güneşlikler yerine, gelen güneş ışınlarını enerjiye dönüştürecek ürünler geliştirilmelidir.

2. GÜNLÜK YAŞAMDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte enerji, günlük yaşamın pek çok alanında kullanılan bir güç haline gelmiştir. Genel olarak evlerde, ofislerde, ulaşım araçlarında kullanılan bu gücün, verimli ve bilinçli tüketilmesinde gereken önlemler alınmalıdır.

Alınabilecek önlemlerin başında, günlük yaşamda birçok farklı işlev için kullanılan beyaz eşya ürünlerini tercih ederken ürünlerin üzerinde bulunan verimlilik etiketlerine göre tercihte bulunulması gelmektedir. Verimlilik seviyelerine göre A, B,C,-D,E,F,G harfleri ile isimlendirilmekte olan bu etiketlerden, verim seviyesi en yüksek olanlar A sınıfı olarak değerlendirilir. Her verim sınıfı arasında ciddi tüketim farkları bulunması sebebi ile A etiketine sahip ürünler tercih edilerek tanımda olduğu gibi az enerji kullanarak gerekli verim elde edilmelidir.

Ulaşım alanında ise araçların bakımlarının zamanında yapılması, doğru lastik tercihinde bulunulması, araç kullanımı esnasında hız yapmadan ekonomik bir sürüşte bulunulması gibi bilinç esaslı önlemlerde bulunularak enerjinin olabildiğince verimli kullanılması sağlanmalıdır.

Enerji tüketiminin yoğun olduğu ısıtma-soğutma sistemlerinin giderlerine yönelik tasarruf oluşturmak için çevreci modeller geliştirilmelidir. Yapılarda mantolama sistemi uygulamalarının ısıtmaya yönelik enerji tüketim oranları azami seviyelere düşürülmelidir. Bu uygulamaların yanında enerji tasarrufu kavramı günlük yaşantıya uyarlanmalı ve enerjinin kullanım alanlarında gereken tasarruf sağlanmalıdır.

Ayrıca evlerde ve ofislerde oluşan enerji kayıplarının denetlenmesi hususunda yetkili merci tarafından ekipler oluşturulmalıdır. Oluşturulacak ekiplerle, tespit edilen enerji kaybına sebep olan sorunların önüne geçilmesi hususunda uyarılarda bulunulmalı ve aynı zamanda maddi durumu yetersiz olup enerji kaybının önüne geçecek tedbirleri uygulayamayan vatandaşlara bu yönde devlet tarafından gerekli yardım sağlanmalıdır. Bu uygulama sayesinde ülke genelinde oluşacak enerji kaybının minimum seviyeye düşürülmesi sağlanacaktır.

SONUÇ

Gelişen dünya ile birlikte ürünlere verilen enerji yollu değişim ve dönüşümler sebebiyle daha çok enerjinin tüketildiği bir dünya düzenine doğru hızla gidilmektedir. Günümüzde kullandığımız yenilenemez kaynakların rezervlerinin gün geçtikçe azalması ve şu anki yenilenebilir enerji santrallerinin talebi karşılayacak gücü olmaması sebebi ile yenilenebilir enerji santrallerinin artırılması ve enerjinin verimli kullanılması bir zorunluluk haline gelmiştir.

Gelecekte karşılaşılacak enerji kaynaklı sıkıntılara karşı başta temiz enerji kaynaklı projeler üretilmeli bunu yaparken de sektöre yüksek maliyetler getirmemelidir. Bununla birlikte talebi karşılamakta yaşanacak sıkıntılara karşı kullanılan enerjinin verimliliğini yükseltmeye yönelik projeler geliştirerek ve önlemler alarak verim seviyesinin olabildiğince yüksek tutulması sağlanmalıdır. Buraya kadar hep kullanılabilir enerji kaynaklarından bahsedildi. Oysa kullanılmayan yenilenebilir enerji potansiyeli üzerinde de çalışmalar olmalıdır. Ülkemizde kullanılmayan enerji potansiyeli ile ilgili AR-GE çalışmaları yapılmalı ve bizzat devletimiz tarafından desteklenmelidir. Süreci hızlandırmak adına bürokratik engeller kaldırılmalı, sektörde çalışacak her kademeden uzman ve ara elemanın yetiştirilmesi için gereken tüm kurumlar devreye girmelidir. Bu alanda kullanılacak tüm malzeme yerli, milli ve yüksek kalitede olmalı, düşük fiyat garantisi sağlanmalıdır. Yenilenebilir temiz enerji alanında yapılacak her türlü proje, teşvik, yatırım ve düzenlemeler insanoğlunun geleceğine ışık tutacak, gelecek kuşaklara temiz ve sorunsuz bir dünya bırakılmasını sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Aydın, M. (2016). Enerji verimliliğinin sürdürülebilir kalkınmadaki rolü: Türkiye Değerlendirmesi. Yönetim Bilimleri Dergisi, 14 (28), 409-441.

Aydın, M. & Türgay, T. (2016). Enerji Verimliliği. Political Economy of Taxation içinde (syf. 60). London-İstanbul: Ijopec Publication.

Bozkurt, A. U. (2018). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Enerji Verimliliği Açısından Değerlendirilmesi (Yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Çukurçayır, M. A. & Sağır, H. (2008). Enerji Sorunu, Çevre ve Alternatif Enerji Kaynakları. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 20, 257-278.

Naimoğlu, M. (2021). Fourier Yaklaşımıyla Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Enerji Kayıplarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Almanya Örneği. Journal of Economics and Research, 2 (1), 59-68.

Soral, Ç. (2020). Türkiye'deki Enerji ve Enerji Verimliliği Çalışmalarının Tarihsel Değişim Süreci (Yüksek lisans tezi). Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Osmaniye.

Tıraş, H. H. (2012). Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre: Teorik Bir İnceleme. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2 (2), 57-73.

TEMİZ ENERJİ KAYNAKLARININ YAYGINLAŞTIRILMASINA DAİR ÖNERİLER

Abdullah Eymen ASRU | **Mehmet Kerim ÜNAL** | **Samed SARI**

ÖZET

Her çağın kendine özgü bir ihtiyaç listesi vardır. Günümüz dünyasında ise bu ihtiyaçlar analizinin en başında enerji ihtiyacı gelmektedir. Günümüzde çevremizi kirleten bu kadar çok fosil kaynaklı enerji kaynakları kullanılıyor iken enerjiye ulaşmak kolay mı? O zaman çözüm ne peki? Tabii ki temiz enerji olacaktır. Gelişen teknoloji ile birlikte insanlığın enerjiye olan ihtiyacı artış göstermektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde hızlı nüfus artışı, gelişen sanayi, teknolojik ürünlerin üretim ve tüketimin artmasına bağlı olarak enerji ihtiyacının da çoğalmasına yol açmıştır. Fosil yakıtların ömrünün tükenmekte olduğu bilinen bir gerçektir. Doğanın bütün canlıların evi olduğu düşünülürse artan enerji ihtiyacı temiz ve yenilenebilir enerjiden sağlanmalıdır.

Bu çalışmada fosil yakıtların çevreye verdiği zararlarla birlikte temiz enerjiyi yaygınlaştırabilmek amacıyla köy, kent ve uluslararası alanda uygulanabilecek alternatif çözümler üzerinde durulmuştur. Atık gözüyle baktığımız malzemelerin işlenmesi halinde oluşan temiz ve güvenilir enerjiye dikkat çekilmeye çalışılmıştır. Devletlerin temiz enerji konusunda aldıkları kararlara da yer verilerek bu sorumlulukların neler olduğu anlatılmaya çalışılmıştır. Dünyanın, tüm canlıların ortak malı olduğu kabul edildiğinde, parçadan bütüne doğru enerji ile ilgili sorunlara, çevre kirliliği problemlerine çözüm aramak hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Yaygınlaştırma, Temiz Enerji, Yenilenebilir*

ABSTRACT

Every age has its own list of needs. In today's world, energy needs come first in the analysis of these needs. Is it easy to reach energy when so many fossil-based energy sources are being used that pollute our environment today? So what's the solution? Of course there will be clean energy. With the developing technology, humanity's need for energy is increasing. Especially in developing countries, rapid population growth, developing industry, increased production and consumption of technological products has led to an increase in the need for energy. It is a known fact that fossil fuels are running out of life. Considering that nature is the home of all living things, the increasing energy need should be provided from clean and renewable energy.

In this study, alternative solutions that can be applied in villages, cities and international areas are emphasized in order to disseminate clean energy with the damage of fossil fuels to the environment. It has been tried to draw attention to the clean and reliable energy that is generated when the materials that we regard as waste are processed. It has been tried to explain what these responsibilities are by including the decisions taken by the states on clean energy. When it is accepted that the world is the common property of all living things, it is aimed to find solutions to energy-related problems and environmental pollution problems from part to whole.

Keywords: *Dissemination, Clean Energy, Renewable*

GİRİŞ

Sanayi Devrimi'nin gerçekleşmesiyle birlikte enerjiye olan ihtiyacımız artmıştır. Kömürle başlayan enerji serüveni petrol, linyit ve doğal gazın bulunmasıyla üretim hız kazanmıştır. Zamanla artan enerji ihtiyacı fosil yakıt kullanımının yaygınlaşmasına atmosferin, suyun, toprağın kirlenmesine yol açmıştır. Ekosistemin bozulması sonucu iklimler değişmiş, biyolojik çeşitlilik azalmış, seller ve erozyonlar arttığı gibi temiz su kaynakları da azalmıştır. Bütün bu olumsuzluklar göz önünde bulundurularak refahı arttırmak uğruna ortaya çıkan bu sonucu değerlendirebilmek için insan ve çevre ilişkisi yeniden gözden geçirilmiştir. Fosil kaynaklı yakıtların oluşturduğu çevre felaketleri karşısında bütün canlıların mağdur olmaması adına erişilebilir temiz enerjiye geçmek sadece bilimsel bir tez değil zorunluluk olduğu ortaya çıkmıştır. Bütün devletlerin ortak ödevi olan daha temiz bir dünya için temiz enerjiye geçiş çalışmaları zaman zaman bireysel zaman zaman ortak hareket etmeyi gerektirmiştir. Ekolojik dengeyi ve insanı korumak adına devletlerin göstereceği en büyük sorumluluk modern enerjinin hep erişilebilir ve temiz enerji olmasını sağlamaktır.

1. TEMİZ ENERJİ NEDİR?

Uluslararası Enerji Ajansı'nın yapmış olduğu tanıma göre yenilenebilir enerji; ''Doğal yollarla elde edilebilen ve sayısız olarak kendini yenileyebilen kaynaklar'' olarak tanımlanmaktadır (Ağaçbiçer, 2010). Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynaklarıyla üretilmiş olan enerji doğayı kirletmediği için ortaya çıkan enerji temiz enerjidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, biyoenerji, jeotermal enerji örnek gösterilebilir. Bu kaynaklar doğaya en az düzeyde zarar verecek ya da hiç zarar vermeyecek şekilde enerji elde etmemizi sağlayan yöntemlerden birkaçıdır. Temiz enerji kaynakları günümüz dünyasının sorunlarına yönelik en iyi çözüm olarak değerlendirilmiş ve katkıları üç maddede özetlenmiştir:

- Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için uzun vadeli enerji güvenliği sağlar.
- Geleceğe yönelik yüksek miktarda iş olanağı sağlaması ile sürdürülebilir bir büyümeyi tetikler.
- Kendine özgü yeni teknolojilerin gelişimi ile iklim değişikliğinin etkilerinin hafifletilmesine yardımcı olur (Hinrichs-Rahlwes, 2013; Akt: Çıtak, Kılınç Pala, 2016).

Günlük yaşamda, eğitimde, sağlıkta, sanatta, sanayide, ulaşımda, askeri ve daha pek çok alanda kullandığımız teknolojik ürünlerin çalışma kaynağı elektriktir. Ülkemizde yıllara göre harcanan elektrik miktarına baktığımızda: Türkiye'de toplam elektrik tüketimi 1970 yılında 7308 GWh iken bu miktar, her yıl düzenli bir şekilde artarak 2003 yılında 111766 GWh'a çıkmıştır (Nişancı, 2005). Artan nüfus ve teknolojik ürünlerin çeşitliliği elektrik tüketimini de yükseltmiştir. Türkiye ile dünya genelinde artan enerji ihtiyacı fosil yakıtların kullanımının artmasına, fosil yakıtların hava, su ve toprağı kirletmesine, iklim değişikliğine, asit yağmurlarına, toprak kayıplarına sebep olmuştur. Bütün bu problemler küresel ısınma sorunu karşısında devletleri acil eylem planı almaya sevk etmiştir. Çözüm doğaya zarar vermeyen yenilenebilir temiz enerji santralleridir. Fakat yenilenebilir kaynaklardan enerji sağlamak fosil yakıtlara kıyasla daha pahalıdır. Fosil yakıtlardan enerji üretmenin daha kolay olması gibi sebeplerden ötürü, fosil yakıtlar dünyanın enerji ihtiyacını karşılayan kaynaklar arasında ilk sırada yer almaktadır. Bununla birlikte fosil yakıtların ömrü tükenmek üzeredir. Ülkemiz ise coğrafi anlamda yenilenebilir enerji kaynakları bakımından verimli bir konumdadır. Devletimiz, yenilenebilir enerji panellerinin inşa edileceği alanlar konusunda gereken fizibilite çalışmalarını yapmış girişimcilere lisans, KDV indirimleri ve teşvikler vererek bu alanda kararlılıkla elinden geleni yapmaya da devam etmektedir.

2. TEMİZ ENERJİYİ YAYGINLAŞTIRMAK ADINA TEKLİFLER

Konu üç ana başlık üzerinden temiz enerjinin nasıl yaygınlaştırabileceği şeklinde sıralanmıştır:

a) Köylere yönelik yaygınlaştırma çalışmaları,
b) Şehirlere uygun yaygınlaştırma çalışmaları,
c) Uluslararası düzeyde temiz enerjiyi yaygınlaştırma çalışmaları.

3. KÖYLERE YÖNELİK ÇALIŞMALAR

Orman endüstrisi dediğimiz zaman ağaçtan üretilen en temel mamullerin mobilya, ahşap malzemeler ve kâğıt olduğu bilgisi aklımıza gelir. Geniş orman alanlarına sahip olan ülkemizde verimli ağaçlara dokunmaksızın temiz enerji elde etmek mümkündür. Türkiye'nin orman alanı %27 oranı ile 20,7 milyon hektar alan kapsamaktadır. Orman alanlarının tamamı verimli orman niteliğinde olmayıp, ürün verebilen orman alanı 9,9 milyon hektar (%48) dır. Bunun 4 milyon hektarlık çok bozuk baltalık orman alanının enerji ormancılığına konu olabileceği söylenebilir (Saraçoğlu, 2001; Akt: Karayılmazlar, Saraçoğlu, Çabuk, Kurt, 2011). Ormanlarda çürüyen tonlarca kütük, dal, yaprak, yosun, hayvan dışkısının yanında hasat zamanı açığa çıkan bitki saplarından biyokütle enerjisi elde etmek mümkündür. AB ülkelerinin pek çoğu enerji ihtiyacının bir kısmını biyokütle enerjisi vasıtasıyla karşılamaktadır. Bazı AB ülkelerinde biyokütlenin payı % 10-22 düzeyine (Finlandiya % 22 ile dünya lideri olan ülke) bulunmaktadır (Karayılmazlar, Saraçoğlu, Çabuk, Kurt, 2011). Ölmekte olan kütüklerin kesilmesi, birikmiş tonlarca ceviz, fındık, badem kabuğu, odun yongaları, ekin sapları ve çalı gibi orman atığının toplanarak talaş haline getirilip yüksek ısı ve basınçla işlenmesiyle yüksek yoğunluktan ötürü ana malzemenin iki katından daha fazla kalorisi yüksek, çevre dostu temiz ve yüksek güvenilirlikte biyokütle (pelet) enerjisi elde etmek mümkündür. Yapılacak bu işlem yeni ağaç sürgünlerinin daha rahat boy verip ormanlarımızın gürleşmesini sağlayacaktır. Ayrıca toplanan atıklardan temiz bir enerji elde edilip orman köylüsüne iş ve ekmek kapısı imkanı oluşturacaktır. Yapılan çalışmalar gösterdi ki 1 kg odun peleti yaklaşık yarım litre fuel-oil'in enerji değerine eşdeğer bir kapasiteye sahiptir. Bir aile evindeki ısıtma fuel-oil'den odun peletine dönüştürüldüğünde CO2 çıkışı 5 ton/yıl ve doğal gazdan dönüşümünde ise 2,5 ton/yıl azalış sağlanabilmektedir. Her iki durumda da sera etkisinde önemli bir azalma söz konusu olabilmektedir (Karayılmazlar, ve ark., 2011). Pelet üretimi bütün bu veriler dikkate alındığında ormanlık alan açısından geniş bir coğrafya sahip olan ülkemiz için sera gazlarının bertaraf edildiği, güvenilir ve çevre dostu biyokütle enerjisi üzerinde önemle durulması gereken bir konudur. Pelet denilen bu malzemenin

üretiminin yaygınlaştırılması ve özel sektörün bu konuda özendirilmesiyle köyden kente göçü azaltacağı gibi ormanı ve ormancılığı bir cazibe alanı haline dönüştürüp ekonomiye artı bir değer kazandıracaktır.

4. ŞEHİRLER İÇİN YAPABİLECEĞİMİZ ÇALIŞMALAR

Temiz enerjiye dönüşebilen en önemli atıklardan bir diğeri de evsel atıklardır. İşlenmemesi halinde çöp dağına dönüşen bu atıklarda biriken metan gazı; büyük çevre felaketlerine yol açan, üzerinde özellikle çalışılması gereken önemli bir konudur. Tüm belediyelere uygulanan 2018 yılı Belediye Atık İstatistikleri Anketi sonuçlarına göre; atık hizmeti veren belediyelerin 32 milyon 209 bin ton atık topladığı belirlenmiştir (Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], 2019). Çöp alanlarının birer tehdit unsuru olmasını engelleyip ülke ekonomisine temiz enerji olarak katkı sağlamak adına bu çöp sahalarından faydalanmak mümkündür. Bilindiği gibi bu çöplerde yoğun miktarda metan gazı bulunmaktadır. Metan gazı ise biyogazı yakarak kullanılır. Biyogazın içinde ise %60-70 oranında metan, %30-40 oranında karbondioksit, %0-2 hidrojen sülfür, çok az bir miktarda ise azot ve hidrojen gazları bulunmaktadır (Topcu, 2019). Biyogazın işlenebilmesi için modern katı atık merkezlerinin inşa edilmesi gerekmektedir. Bu tesis için gerekli gaz ise düzenli depolanmış çöplerin üstü toprakla örtülüp fermente olması beklenip metan gazı bir boru yardımıyla tesise taşınması suretiyle gerçekleştirilir. Bu tür tesislerden ülkemizdeki bütün şehirlere devlet, belediye ya da özel şahıslar tarafından inşa edilmesi temiz enerji ve atıkların değerlendirilmesi açısından önem arz etmektedir. Bu sayede yeraltı ve yerüstü su kaynakları, toprak, hava ve halk sağlığı korunurken atıklardan temiz enerji elde etmek suretiyle ülke ekonomisine büyük katkı sağlanmış olunacaktır.

5. ULUSLARARSI DÜZEYDE NASIL BİR YOL İZLENEBİLİR?

Temiz enerji kullanımını yaygınlaştırmak, yenilenemez enerji kaynaklarını yenilenebilir olanları ile değiştirmekten geçer. Fosil yakıtları kullanmaya devam ettiğimiz sürece dünyanın atmosferinin zarar göreceği ve dünyanın ısısının artacağı bir gerçektir. Bu sebepledir ki ulusal bazda alınacak kararlarla birlikte ülkelerin bir araya gelerek atmosfer ısısını gezegenimiz açısından güvenli bir seviyeye getirebilmek adına gerekli çalışmaları yürütmesi gerekmektedir. Uluslararası düzeyde imzalanmış olan Kyoto Protokolü gibi antlaşmalara taraf olmak Yeşil Mutabakat gibi yeşil enerji dönüşümlü eylem planlarını harfiyen yerine getirmek dünya genelinde yaşanabilecek pek çok iklim felaketine engel olmak demektir. 1997 Aralık ayında imzalanan Kyoto Protokolü'yle hedeflenen ulusal politika önlemleri enerji verimini artırma, sürdürü-

lebilir tarımı teşvik etme, taşımacılık sektöründe açığa çıkan emisyonu kısıtlamak ve azaltmak üzere alınacak önlemleri teşvik etme gibi uygulamaları içermektedir (Finus, 2010). Bu protokole taraf olan ülkelerin yapması gereken en önemli konu şu ki söz verdikleri emisyon oranlarının dışına çıkmamak olacaktır. Türkiye'nin de 24 Mayıs 2004'te taraf olduğu bu protokolde alınan kararlara uyulmaması halinde dünya genelinde çölleşmeye, sellere, bazı bölgelerde deniz seviyesinin artmasına, canlı türlerinin yok olması gibi her türlü doğa felaketine yol açacaktır. Yeşil Mutabakat ise Avrupa Birliği'nde bulunan ülkelerin iklim ve çevre ile ilgili almış olduğu kararlardır. Bu anlaşmanın en önemli amacı ise Avrupa'da 2050 yılına kadar karbon emisyonunu nötr bir hâle getirmektir (Ecer, Güner, Çetin, 2021). Türkiye de Yeşil Mutabakat ile ilgili Ticaret Bakanlığı harekete geçmiş ve 32 hedef 81 eylemden oluşan plan hazırlamıştır. Özellikle de sanayi, ticaret, ulaştırma, çevre ve enerji alanlarında yeşil dönüşüm ve döngüsel ekonomiye geçişin desteklenmesi esas alınmıştır (Diriöz, 2021). Ülkemizde bu konuyla ilgili en önemli eylem Sıfır Atık projesidir. Her çeşit atığın ayrıştırıldığı enerji ya da mamul madde olarak geri dönüşümün sağlanmaya çalışıldığı bu projede Sıfır Atık ismi bir geri dönüşüm felsefesi olarak büyük başarı elde etmiştir. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanı Murat Kurum: Sıfır Atık Projesi'yle 2017-2020 yılları arasında toplam 24 milyon ton geri kazanılabilir atıktan 30 milyar lira ekonomik kazanç elde edildi. Ayrıca bu atıkların geri kazanımıyla 3 milyon ton sera gazı salımı engellendi (Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2022).

SONUÇ

Enerjiye olan ihtiyacımızın arttığı bu dönemde fosil yakıtların verdiği zararlar ortadadır. Yenilenebilir enerjiye geçmek zorunluluktur. Köylerde biyokütle ile çözmeye çalıştığımız enerji sorunu ile ilgili devletler biyokütle eylem planları hazırlamalıdır. Ormancılık, mobilya, ahşap malzeme ve kağıdın dışında her türlü orman atıkları ekonomiye dahil edilmesi gereken bir enerji türü olarak görülmelidir. Ormanların havadaki karbonun önemli bir kısmını yutan varlıklar olduğu hesaba katılarak yutak orman arazilerinin verimli bir biçimde genişletilmesi sağlanmalıdır. Evsel atıklar titiz bir ayrıştırma ile katı olanlarından ayrılmalı gerek katı atıklar gerekse diğer atıklar enerji ve mamül madde olarak geri dönüşüme kazandırılmalıdır. Kyoto Protokolü ve Yeşil Mutabakat kararları anlaşma masasında imzalanmakla kalmamalı, eyleme dökülmelidir. Yoksa alınan kararlar kâğıt üzerindeki formaliteden öteye geçmeyecektir. Yaptığımız bu çalışma gösterdi ki enerji ulusal ve uluslararası bir sorundur. Tedbirler alınmaması halinde bütün gezegeni etkileyecek felaketler bizleri beklemektedir. Bununla birlikte erişilebilir temiz enerjiye sahip olmak ülkemizi dışa bağımlılıktan kurtaracak en önemli siyasi ve ekonomik adımlardan birisidir. Zira enerji bağım-

sızlığı sadece ekonomik, sağlık, kültürel ve askeri alanlarda değil; diplomaside ve dış politikada da hareket alanımızı genişleten ve dik bir duruş sağlayan en önemli enstrümanlardan birisidir. Türkiye'nin mevcut yeraltı ve yerüstü kaynakları, coğrafi konumu incelendiğinde zengin bir mirasın üzerinde oturduğumuz nettir. Bu sebepledir ki ülkemiz enerji santralleri arasında köprü değil enerjinin başkenti olmalıdır. Bunu başarabilirsek gelecekte çocuklarımıza bırakacağımız en önemli miraslardan biri de kendi öz kaynaklarımızla üretilmiş yerli ve milli malzemelerden oluşan bizim yetiştirdiğimiz mühendislerin emeğiyle tasarlanmış temiz enerji santralleri olacaktır.

Yenilenebilir enerjinin yanı sıra Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının halen yürütmekte olduğu Sıfır Atık projesi önce ulusal sonra ise global düşünmeyi gerektiren bir çalışmadır. Çöplerin ayrıştırılarak toplanıp geri dönüştürülmesi hem ekonomide tasarruf hem de orman alanlarının varlığı anlamında büyük bir kazanımdır. Atıkların ayrıştırılması konusunda kamu spotu, kamusal ve özel kurumların uygulamaları ile ailelerin bu konuda göstereceği hassasiyet çocukların küçük yaşta bilinçlenmesini sağlayacaktır. Kısaca geleceğe ve bütün evrene yapılacak en büyük iyilik olacaktır. Çocuklarımızdan emanet aldığımız dünyamızın geleceği için gerekirse sert tedbirler ile bu ödevi harfiyen yerine getirmek devletlerin, hükümetlerin, belediyelerin birinci vazifesidir. Daha temiz, güvenilir ve yaşanılır bir dünya için alınan kararların uygulanmasına devam edilmelidir.

KAYNAKÇA

Ağaçbiçer, G.(2010). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomisine Katkısı ve Yapılan Swot Analizler (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Ana Bilim Dalı, Çanakkale.

Akın, G. (2006).Küresel Isınma, Nedenleri ve Sonuçları, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, Cilt:46 Sayı:2, ss:29-43.

Bayraç, H. N.(2010).Enerji Kullanımının Küresel Isınmaya Etkisi ve Önleyici Politikalar, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt:11 Sayı:2, 2010, ss: 229-259.

Çıtak, E. & Kılınç Pala, P. B. (2016).Yenilenebilir Enerjinin Enerji Güvenliğine Etkisi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Sayı:25, s.79-102

Diriöz, A. O. (2021). AB Yeşil Mutabakat Kapsamında Yeşil Ekonomiye Dönüşüm Süreci, Türkiye-AB İlişkilerine Olası Etkilerinin Değerlendirilmesi, Uluslararası Suçlar ve Tarih Dergisi / International Crimes 22, 107-130

Düzen, F.(2018).Yenilenebilir Temiz Enerjiye Milli Bakış, Fen Liseleri 2. Ulusal Öğrenci Kongresi Bildirisi.

Ecer, K., Güner, O., & Çetin, M. (2021). Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Türkiye Ekonomisinin Uyum Politikaları, İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi, 9(2),125-144

Ertuğ, V. Ö. (2021). Güneş enerjisi depolanmasında tarihi buluş, Teknoloji Haberleri, Erişim tarihi: 10.03.2022 https://shiftdelete.net/gunes-enerjisi-teknolojisi-ne-durumda-iste-devrim-niteligindeki-panelleri

Finus, M. (2016). Kyoto Protokolü Uygulama Mekanizmaları: Kusurlu mu Yoksa Umut Verici Kaynaklar mı?, Sosyal Bilimler Dergisi,(2),30-40

Karayılmazlar, S., Saraçoğlu, N., Çabuk., Y. & Kurt, R.(2011). Biyokütlenin Türkiye'de Enerji Üretiminde Değerlendirilmesi, Bartın Orman Fakültesi Dergisi',Cilt:13, Sayı:19,63-75.

Korkmaz, A. A., & Deniz, M. B.(2019). Sürdürülebilir Temiz Enerji Biyokütle: Enerji Üretimindeki Payı ve Ekonomiye Katkıları. II. Uluslararası Battalgazi Multidisipliner Çalışmalar Kongresi, 141.

Nişancı, M. (2005). Türkiye'de Elektrik Enerjisi Talebi ve Elektrik Tüketimi İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki. Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 5(9), 107-121.

Topcu, E. (2019). Nüfusu 100.000 Olan Bir İlçeye Kurulabilecek Çöpten Elektrik Üretim Santrali Modellenmesi ve Fizibilite Çalışmalarının Yapılması (Yüksek Lisans Tezi). Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu).(2019). Belediye atık istatistikleri 2018.Erişim tarihi:16.04.2022 https:data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Belediye-Atık-İstatitikleri-2018-30666

T. C. Türkiye Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.(2022). Erişim tarihi:15.04.2022. https://csb.gov.tr/bakan-murat-kurum-akdeniz-parlamenterler-meclisinde-sifir-atik-projemiz-birinci-secildi-bakanlik-faaliyetleri-32070

YEŞİL MUTABAKAT

Muhammed Furkan TOPARLAK | **Faruk Alper SEZER**
Muhammed KART

ÖZET

Dünyamız uzun süredir çeşitli iklimsel sarsıntılarla mücadele etmektedir. Kanada'da geçtiğimiz yaz yaşanan aşırı sıcaklar, Avrupa ve Çin'de yaşanan sel taşkınları, Türkiye ve Yunanistan gibi Akdeniz ülkelerinde yaşanan orman yangınları küresel ısınmanın hayatımıza olumsuz etkilerinden başlıcalarıdır.

Biz bu çalışmamızda günümüze kadar yapılan yeşil mutabakat konulu yapılan toplantıları, işlevlerini, ülkelerin bu yaşanan olumsuz durumların yok edilebilmesi için şu ana kadar yaptıkları icraatlarını, aynı zamanda Türkiye'nin bu mücadelenin neresinde olduğunu açıklamaya çalıştık. Makalemizi alıntılarla ve görsellerle güçlendirdik. En sona da kendi eleştiri ve yeşil mutabakatın yaygınlaşması için hazırladığımız önerilerimizi sunduk.

AB'nin yeşil mutabakat konusunda öncü olduğunu, Amerika ve Çin gibi dünyanın büyük ekonomilerinin ticari çıkarları sebebiyle icraata çok fazla yanaşmadıkları ve diğer ülkelerin ve Türkiye'nin de yeşil mutabakatta bulunmasına rağmen radikal nitelikte çok fazla icraatının olmadığını test ettik.

Sonuç olarak, AB'nin çalışmalarını aynı hızda devam ettirmesi, Amerika ve Çin'in de gelecekte oluşabilecek korkunç senaryoların gerçekleşmemesi için çevre dostu birer ülke olmaları yönünde adım atmaları ve henüz gelişmekte olan ülkelere örnek olup dünyanın birlik olup kurtarılması en büyük hedef olmalıdır.

***Anahtar kelimeler**: Avrupa Birliği, Küresel Isınma, Yeşil Mutabakat*

ABSTRACT

Our world has been struggling with various climatic tremors for a long time. Extreme heat in Canada last summer, floods in Europe and China, forest fires in Mediterranean countries such as Turkey and Greece are the main negative effects of global warming on our lives.

In this study, we tried to explain the meetings held on the subject of the green agreement, their functions, the actions of the countries so far to eliminate these negative situations, and also where Turkey is in this struggle.We strengthened our article with quotes and images. Finally, we presented our proposals for our own criticism and the dissemination of the green agreement.

We see that the EU is a pioneer in the green agreement, that the world's major economies such as the USA and China do not take much action due to their commercial interests, and that despite the green agreement of other countries and Turkey, there is not much radical action.

The EU should continue its work at the same pace, the United States and China should take steps to become environmentally friendly countries in order to prevent the terrible scenarios that may occur in the future, and be an example to the developing countries and the biggest goal should be to unite and save the world.

Keywords: *European Union, Global Warming, Green Deal*

GİRİŞ

Dünya üzerinde özellikle son 20 yılda kendisini daha etkili bir biçimde göstermeye başlayan, etki kapsamının bütün gezegen olduğu, aslında hepsinin tek bir nedene bağlanan, doğayı, yeraltını, su kaynaklarımızı derinden etkileyen olumsuz yönde bazı değişiklikler yaşandığını televizyonlardan, gazetelerden ve en basitinden dışarıya çıktığımızda fark edebiliyoruz.

Fosil yakıtların kullanılması, ormansızlaşma ve sanayi süreçleri gibi çeşitli insan etkinlikleri ile atmosfere salınan sera gazlarının atmosferdeki birikimlerindeki hızlı artışa bağlı olarak şehirleşmenin de katkısıyla doğal sera etkisinin kuvvetlenmesi sonucu, yeryüzü ve atmosferin alt bölümlerindeki sıcaklık artışına küresel ısınma adı verilmektedir. (Karaman, & Gökalp, 2010).

Küresel ısınmanın yavaşlatılabilmesi için kullanacağımız enerjiyi yenilenebilir kaynaklardan elde etmemiz gerekir. Peki enerji nedir? Enerji kavramı, eski yunanca 'energeia' sözcüğünden gelmektedir. İlk modern fizikçiler bu sözcüğü bir iş yapabilme yeteneği olarak tanımlamışlardır. (Sabah, Mart, & Çelik, 2002).

Enerjinin hayatımızdaki önemi nedir? İnsanlar bireysel yaşamında enerjiden çokça faydalanmaktadır. Kışın kaloriferlerin çalışması, insanların bir yerden bir yere gitmesini sağlayan araçların çalışması enerjinin insanların gündelik hayatındaki önemini gözler önüne sermektedir. Enerjinin yenilenebilir yollardan elde edilmesi için birçok yöntem vardır.Bu yöntemler şunlardır:

1. Hidroelektrik Enerjisi
2. Rüzgâr enerjisi
3. Güneş Enerjisi
4. Jeotermal Enerji
5. Biyokütle Enerjisi (Koç,& Kaya, 2015)

Bu enerji üretim türleri küresel ısınmayı yavaşlatmaya doğrudan katkı sağlayacak radikal önlemlerdendir. Yakın zamanda bu enerji türleriyle dünya ihtiyaçlarını karşılamaya başlamazsa küresel ısınma şiddetini hızla artıracak ve dünyada hayat durma noktasına gelecektir.

Devletler gelecekteki bu korkunç durumlardan korunmak için geçmişten günümüze birçok toplantı gerçekleştirmiştir.Bizim konumuz olan Yeşil Mutabakat eylem planı; temiz, döngüsel bir ekonomiye geçerek kaynakların verimli kullanımını artırmayı, biyolojik çeşitliliği eski haline getirmeyi ve kirliliği azaltmayı öngörmektedir (www.zorlu.com.tr/akillihayat2030/yazilar/yesil-mutabakat-nedir).

Geçmişten günümüze birçok yeşil mutabakat konulu toplantı gerçekleştirilmiştir. Bunları genelden özele sıralarsak:

a) Birleşmiş Milletler Yeşil Mutabakatı

b) Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatı

c) Türkiye Cumhuriyeti AB Yeşil Mutabakatına Entegrasyonu

1. BİRLEŞMİŞ MİLLETLER YEŞİL MUTABAKATI

Günümüzde devletler İlk olarak 1992 yılında Brezilya'nın Rio de Janeiro şehrinde gerçekleşen Birleşmiş Milletler öncülüğünde Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi adında yapılan toplantıda küresel ısınmayla topyekûn mücadele amaçlanmış ve devletler kendi aralarında yeşil mutabakata imza atmışlardır (Dışişleri Bakanlığı, BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi). Bu görüşmeler tarihte yapılan ilk iklim temalı toplantılar olması hasebiyle önemlidir fakat caydırıcılık bakımından çok etkili olamamış katılan birçok devlet iklim koruma konusunda yalnızca istekli olduklarını belli etmek için toplantılarda bulunmuşlardır.

Birleşmiş Milletlerin liderlik yaptığı bu program 1995 yılında 2015 yılına kadar 20

yıl boyunca her yıl farklı bir ülkenin ev sahipliğiyle gerçekleştirilmiş olup 2015 Paris iklim anlaşması ile son bulmuştur. Bu toplantı, gerçekleştirilen 20 toplantının özet toplantısı olmuş, BM öncülüğünde daha toplantı yapılmamış, diğer devletlerden en son yapılan toplantı olan Paris iklim anlaşmasına tabi olmaları istenmiştir.

2. AVRUPA BİRLİĞİ YEŞİL MUTABAKAT

Dünyadaki karbon emisyonunun yaklaşık %13'üne sebep olan Avrupa Birliği 2019 yılında en azından kendi emisyonlarına müdahale edebilmek amacıyla kendi parlamentosunda kapsamlı kararlar almıştır. (Ecer, Güner, & Çetin, 2021).

Bu kararları uygulamakta kararlı olan AB kendi bünyesinde barındırdığı ve birliğe girmekte aday olan ve aday olmak isteyen devletlere alınan bu kararları uygulamayı veya bunun için en azından adım atmalarını verilen planlardaki tarihlerde zorunlu tutmaktadır. (Ecer, ve ark ., 2021).

Avrupa Birliği bu Yeni Nesil İyileşme Planı için toplamda 1.8 Trilyon Euro bütçe ayırmıştır. Ayrıca alınan Yeşil Mutabakat kurallarına adapte olmakta zorlanan AB üyesi ülkeler içerisindeki firmaların plana daha hızlı uyum sağlayabilmeleri için ise ekstra 100 milyar Euro kaynak ayrılacağı belirtilmiştir. (Ecer, ve ark., 2021).

a) Toplantıda alınan kararlar:

1. Net sera gazı emisyonunun 2030 yılına kadar %40 azaltılması
2. Net sera gazı emisyonunun 2050 yılında tamamen nötr hale gelmesi
3. Küresel çevre standartlarını iyileştirmek için uluslararası ortaklarla birlikte çalışılması
4. Biyolojik çeşitliliği geri kazanılması ve kirliliğin azaltılması
5. Çevre dostu teknolojilere yatırım yapılması
6. Sanayi sektörünü yenilik yapma konusunda desteklenmesi
7. Daha temiz, daha ucuz ve daha sağlıklı özel ve toplu taşıma biçimlerinin yaygınlaştırılması
8. Enerji sektörünün karbondan arındırılması
9. Binaların enerji açısından daha verimli olması
10. Temiz, döngüsel bir ekonomiye geçerek kaynakların verimli kullanımını artırmak (Ecer ve ark., 2021).

b) Bu kararlar uygulanırken başvurulacak ilkeler

1. Emek paylaşımı
2. Kimsenin ve hiçbir bölgenin geri bırakılmaması
3. Uluslararası ortaklarla beraber çalışılması (Ecer,ve ark., 2021).

Avrupa Birliği bu aldıkları kararlarla beraber iklim değişikliğini önleme konusundaki kararlılıklarını göstermiş, diğer devletlere örnek olmuş, bazı devletleri de harekete

geçme konusunda mecbur bırakarak küresel ısınmanın sonuçlarını hafifletme konusunda dünya üzerinde reel olarak harekete geçen ilk birlik olması diğer ülkeler tarafından örnek alınmalıdır.

3. TÜRKİYE CUMHURİYETİ AB YEŞİL MUTABAKATINA ENTEGRASYONU

Türkiye, ihracatının yaklaşık %41'ini her yıl Avrupa Birliği'ne yapmaktadır. Ticaret konusunda AB, Türkiye için birinci sırada bulunmaktadır (Ecer,ve ark., 2021).

Her yıl 506 milyon ton karbondioksite eşdeğer sera gazı salınımına sahip olan Türkiye'nin her yıl en çok ihracat yaptığı ülke olan AB'nin Yeşil Mutabakat konusunda aldığı kararlara hızla uyum sağlaması gerekmektedir (Ecer, ve ark., 2021).

Yaşanan tüm bu gelişmelerin farkında olan T.C Ticaret Bakanlığı 2021 yılında harekete geçmiş ve 2021 yılında Yeşil Mutabakat konulu bir eylem planı hazırlamış ve yayınlamıştır. 32 hedef ve 81 eylemden bahsedilen bu eylem planındaki hedeflerden bazıları şunlardır:

1. Sınırda karbon düzenlemeleri
2. Temiz, ekonomik ve güvenli enerji arzı
3. Yeşil ve döngüsel bir ekonomi
4. Yeşil finansman
5. Sürdürülebilir tarım)
6. İklim değişikliği ile mücadele (Ecer, ve ark., 2021)

Türkiye bakıldığında şu an yeşil mutabakat konusunda icraat değil hedef koyma aşamasındadır. Türkiye'nin koyduğu bu hedefler azımsanamaz derecede önemlidir. Fakat bu hedeflerin de Türkiye'ye maliyetleri vardır. Bu hedeflerin tamamının harfiyen uygulanması için ciddi bir bütçe gerekmektedir. Ticaret bakanlığımızın yayınladığı bu hedeflerin gerçekleştirilebilmesi için ilk aşamada hazineden 13,5 milyar dolar kaynak aktarılması gerektiğinden bahsedilmektedir. Eğer bu miktar 2030 yılından önce piyasaya sürülmezse AB ile ticaretin uygulanacak gümrük kısıtlamaları dolayısıyla zorlaşacağından ve en az 60 milyar dolarlık ticaret hacminden mahrum kalınacağını, bunun da Türkiye ekonomisi için çok yıpratıcı olacağı öngörülmektedir (Ecer, ve ark., 2021).

4. TÜRKİYE'NİN YEŞİL MUTABAKAT KONUSUNDAKİ İCRAATLARI

Türkiye'nin bugüne kadar Yeşil Mutabakata uyum amaçlı yaptığı en önemli icraatlarından biri sıfır atık projesi olduğu söylenebilir.

Ticaret bakanlığının eylem planı çerçevesinde Çevre ve Şehircilik Bakanı Murat Ku-

rum, 2023 sonuna kadar tüm şehirlerde Sıfır Atık uygulamasına geçmek istediklerini ifade ederek "Yapılan düzenlemelerle, ülkemizdeki plastik poşet kullanımını yüzde 75 oranında azalttık. Böylece poşet kaynaklı 290 bin ton plastik atığın oluşumunu ve 12 bin ton sera gazı salınımını yok ettik." demiştir (Çevre ve Şehircilik İklim Değişikliği 2021).

Şekil.1 Sıfır atık projesi hedefler & icraatlar "https://csb.gov.tr/bakan-kurum-kuresel-iklim-degisikligi-arastirma-komisyonunda-konustu-bakanlik-faaliyetleri-31936,2021"

Kurum, yüzde 13 olan geri kazanım oranını yüzde 22,4'e çıkardıklarını; hedeflerinin 2035 yılında yüzde 60'a ulaşmak olduğunu belirterek "Toplam 24 milyon ton atığı ekonomiye kazandırdık. Dünyada sayılı ülkenin ulaştığı bir oranla 3 milyon ton sera gazı salınımını önledik. Ülkemize 30 milyar liralık ekonomik kazanç sağladık. Cumhuriyet tarihinde görülmemiş bir doğa koruma seferberliği başlattık ve 265 milyon ağacımızı kurtardık." diye konuşarak Türkiye'nin karbon salınımını azaltma konusundaki başarılarını açıklamıştır(Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı,2021).Yukarıdaki tablo göstermektedir ki Türkiye aldığı kararları uygulama konusunda kararlı bir duruş sergilediğinde sonuç fevkalade güzel olmaktadır. Bu sonuç sadece Türkiye'yi değil bütün dünyayı ilgilendirmektedir.

SONUÇ

Yeşil mutabakat çalışmaları her ne kadar son zamanlarda artsa da hala küresel ısınmada bir yavaşlama görülmüyor (küresel ısınma hız kesmedi, euronews.com, 2021). Ülkelerin küresel ısınmayla mücadelede birlikte hareket etmesi, böylece karbon

emisyonunun daha hızlı efektif bir şekilde normal değerlerine inebilmesi için aşağıda kendi önerilerimizi sunduk. Bunlar:

1. Yeşil mutabakat üye ülkeler birliği oluşturmak.
2. Üye ülkeler arasında yenilenebilir enerji santrali kurma konusunda ortak çalışmalar yapmak.
3. Üye ülkelere akıllı kentler, kamusal alanların inşası konusunda fonlar oluşturmak.
4. Üye ülkeler arasında küresel ısınma konusunda ortak eylem planı oluşturmak.
5. Üye ülkeler arasında temiz enerji kaynaklı ekonomik büyüme planları yapmak.
6. Üye ülkelere ticarette vergi indirimi kolaylığı sağlamak suretiyle karşılıklı dayanışmayı sağlamak.
7. Üye ülkeler arasında serbest dolaşım sayesinde turizm ve ekonomiyi canlı tutmak.
8. Üye ülkeler arasında yüksek bir yaşam standardı oluşturacak eğitim, kültür ve teknoloji alanında ortak proje ve bilimsel çalışmalar yapmak.
9. Yenilenebilir enerji eylem planı oluşturmak: üye ülkeler arasında hammadde tedarik, üretim, satış pazarlama zincirleri oluşturup temiz enerji kaynaklı üretim yapmak.
10. Üye ülkeler arası temiz enerji fuarları düzenlemek.

Makalemizde de bahsettiğimiz üzere küresel ısınmayla mücadele konusu geçmiş yıllardan itibaren daima dünyanın gündeminde oldu. Fakat ülkeler gerek BM gerek AB öncülüğünde toplantı düzenlemiş olsalar da günümüze bakıldığında ülkeler hala bu konuda tam olarak birlik olmuş değil. AB'ye bakıldığında 2030, 2050 gibi hedeflerini ilkeli bir biçimde gerçekleştirebilmek için hazırlık yaparken bir yanda Amerika ve Çin'in çevreden çok ihracatlarını düşünerek üretim yaptıklarını, bir diğer yanda ise gelişmekte olan ülkelerin henüz dünyada ciddi bir caydırıcılığa ulaşmadığı için yeşil mutabakat konusunda radikal değişiklikler yapmaya yetecek miktarda bütçeler ayırmaya pek yanaşmadıklarını görüyoruz. Dünyanın ve ülkelerin geleceği için önerilerimizde de bahsettiğimiz gibi ülkeleri AB gibi G-7 gibi her ülkenin içinde olmayı isteyeceği büyük bir yeşil mutabakat üye ülkeler birliğinin oluşturulması bu konudaki en büyük ilerlemeyi kaydedebilir. Veya hala icraat yapmayan ülkeleri icraat yapmaya zorlamak için yaptırımlar uygulanabilir. Önemli olan harekete geçip bir şeyler yapmaktır. Umarız ki ülkeler bu kötü senaryoların gerçekleşmemesi için harekete geçerler ve gelecekte bu korkunç durumlarla karşılaşmayız.

KAYNAKÇA

Bruyninckx, H.(2021). Avrupa'da Enerjinin Geleceğini Şekillendirmek: Temiz Akıllı ve Yenilenebilir. Erişim tarihi:12.03.2022. https://www.eea.europa.eu/tr/isaretler/isaretler-2017-avrupa-2019da-enerjiningelecegini/makaleler/temiz-yenilenebilir-enerjiyi-saglamak

Euronevs, (2016). Avrupa Küresel Isınma Konusunda Üzerine Düşeni Yapıyor. Erişim tarihi:10.03.2022

Ecer, K., Güner, O. & Çetin, M.(2021). Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Türkiye Ekonomisinin Uyum Politikaları. İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi, Cilt:9 Sayı:2, ss: 125-144 .

Karaman, S. & Gökalp, Z.(2010) Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerine Etkileri. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences,* Cilt:3 Sayı:1, s: 59-66.

Sabah, E., Mart, U. & Çelik, M. S.(2002). 1970-2000 Yılları Arası Türkiye'nin Birincil Enerji Tüketiminde Kömürün Yeri. *Bilimsel Madencilik Dergisi*, Cilt:41 Sayı:2, ss: 31-42.

T. C. Çevre ve Şehircilik İklim Değişikliği Bakanlığı, (2021). Bakan Kurum Küresel İklim Değişikliği Araştırma Komisyonunda konuştu. Erişim tarihi:14.04.2022 https://csb.gov.tr/bakan-kurum-kuresel-iklim-degisikligi-arastirma-komisyonunda-konustu-bakanlik-faaliyetleri-31936

T.C**.** Dışişleri Bakanlığı. BM İklim değişikliği Çerçeve Sözleşmesi. Erişim tarihi:14.04.2022 https://www.mfa.gov.tr/bm-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi.tr.mfa

Zorlu. akillihayat2030. Yeşil Mutabakat nedir? Erişim tarihi: 14.04.2022. https://www.zorlu.com.tr/akillihayat2030/yazilar/yesil-mutabakat-nedir

HAYDARPAŞA LİSESİ

PROJE DANIŞMAN ÖĞRETMEN

Ercan AKIN / Rahmi ÇAKIR

GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELERDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ HİZMETLERİ

Alp Eren ZEYBEK | **Burak GÜMRAH** |

ÖZET

Gelişmekte olan pek çok ülke, ürettikleri enerjinin verimli bir şekilde kullanılması konusunda gelişmiş dünyayı henüz yakalayamamıştır. Bunun yanı sıra farklı ülkelerin enerji verimliliği konusunda bulundukları noktalar da birbirlerinden farklıdır. Bu çalışmada dört farklı ülkenin (Brezilya, Malezya, Macaristan ve Mısır) kendi içlerinde karşılaştırmaları yapılarak gelişmekte olan ülkelerin enerji verimliliği konusunda ne durumda oldukları, hangi noktalarda ayrıştıkları ve hangi yönde politikalar izlemeyi tercih ettikleri incelenmiştir.

Yapılan araştırmalar sonucunda, enerji verimliliği kavramının gün geçtikçe yaygınlaştığını görülmektedir. Gelecekte enerji kavramının insanlığı yöneteceği ve fosil yakıtların da biteceği gerçeği gün yüzüne çıktığında, çok kısa süre içinde bu kavramın da patlama yaşayarak çok yaygın olacağını ve devletlerin sırayla ciddi adımlar atacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Gelişmekte Olan Ülkeler, Enerji, Yenilenebilir*

ABSTRACT

Although many developing countries have not yet caught up with the developed world in terms of efficient use of the energy they produce, the points of energy efficiency of different countries are different from each other. In this study, four different countries (Brazil, Malaysia, Hungary and Egypt) were compared among themselves and the situation of developing countries in terms of energy efficiency, at what points they differed and in which direction they preferred to follow policies were examined.

As a result of the studies, it is seen that the concept of energy efficiency is becoming widespread day by day. When the fact that the concept of energy will rule humanity and fossil fuels will run out in the future comes to light, it is predicted that this con-

cept will explode and become very common in a very short time, and states will take serious steps in turn.

Keywords: *Developing Countries, Energy, Renewable*

GİRİŞ

Enerji verimliliği; dünyadaki işletmelerde, yapım kalitesinde ve birim miktarında herhangi bir negatif değişime yol açmadan birim hizmet veya birim ürün başına düşen enerji miktarının azaltılması ve bu sayede eldeki enerjinin daha verimli kullanılmasıdır (Yılankıran ve Doğan, 2015). Enerji verimliliği sürdürülebilir bir yaşam ve dünya için temel bir politika seçeneği olarak görülmeli ve efektif bir biçimde uygulanmalıdır. Ek olarak, yakın zamanlarda ekonomik rekabetçiliğin artırılması için bir endüstri politikası olarak kullanılmaya başlanmıştır. Örnek olarak Avrupa Birliği'nin 2030 Enerji Stratejisi, enerji verimliliğinin daha rekabetçi, güvenli ve sürdürülebilir bir enerji tüketimine geçiş için temel olarak tanımlanmaktadır (Keskin ve Güven, 2020).

21. yüzyılda ülkelerin uzun vadeli sürdürülebilir ekonomik büyümeyi sağlamaları için enerji verimliliği kritik bir rol oynamaktadır. Global enerji talebinin gelişen teknoloji ve yükselen hayat standartları sebebiyle hızla artması, kontrolsüz ve hızlı nüfus artışı, kentleşme ve ekonomik büyüme gibi pek çok sebep dolayısıyla günümüzde sürdürülebilir enerji yöntemlerine geçiş oldukça önem kazanmıştır (Bhattacharya vd., 2016). Bu duruma örnek olarak Uluslararası Enerji Ajansı'nın dünyada artan nüfus ile küresel enerji talebinin 2017-2040 yılları arasında %30 oranında artacağını öngörmesi verilebilir (The International Energy Agency [IEA], 2016).

Son yıllarda özellikle hızla artan sera gazı emisyonlarının CO2 emisyonlarındaki en büyük payı alması enerji sektörünün tüm dünyada incelenmesine yol açmıştır. Gerek enerji tüketimindeki artış hızı gerekse enerji kaynaklarının tüketim kompozisyonu, enerji sektörünün iklim kriziyle mücadele politikalarıyla eşgüdümünü zorunlu hale getirmiş, dünyada enerji tüketimini olabildiğince azaltmak ve fosil yakıtlardan arındırmak üzere yeni bir yola sokmuştur (Marinaş vd., 2018). Yenilenebilir Küresel Durum Raporu'nda, yenilenebilir enerjinin 2016 yılında nihai enerji tüketiminin yaklaşık %18,2'sini sağladığı vurgulanmıştır (Dwyer ve Teske, 2018).

Bu verilere dayanarak son yıllarda enerji verimliliği, hükümetlerin enerji tüketimini iyileştirerek ve çevresel hedefleri karşılayarak karbon emisyonlarını azaltmayı amaçlayan yeşil büyüme stratejilerinin bir parçası haline gelmektedir. Yenilenebilir olmayan enerji kaynaklarının halihazırda bahsedilmiş pek çok problemin temel kaynağı olmaları dolayısıyla yenilenebilir enerji kaynaklarına daha çok odaklanılmalı ve sür-

dürülebilir bir ekonomik modele geçişe önem verilmesi gerektiği yönünde görüşler güç kazanmaktadır (Bhattacharya vd., 2016).

Bu çalışmanın temel amacı günümüzde büyük bir sorun haline gelmekte olan enerji tüketimini azaltmanın en önemli yollarından bir tanesi olan enerji verimliliğini, bunu sağlayan politikaları ve daha sürdürülebilir bir kalkınmanın yolu olan sürdürülebilir enerji kaynaklarına geçişi gelişmekte olan ülkeler bazında incelemektir. Gelişmekte olan pek çok ülke ürettikleri enerjinin verimli bir şekilde kullanılması konusunda gelişmiş dünyayı henüz yakalayamamış olsa da farklı ülkelerin enerji verimliliği konusunda bulundukları noktalar da birbirlerinden farklıdır. Bu çalışmada dört farklı ülkenin (Brezilya, Malezya, Macaristan ve Mısır) kendi içlerinde karşılaştırmaları yapılarak gelişmekte olan ülkelerin enerji verimliliği konusunda ne durumda oldukları, hangi noktalarda ayrıştıkları ve hangi yönde politikalar izlemeyi tercih ettikleri incelenmiştir.

1. YÖNTEM

Bu çalışmada kaynak tarama yöntemi kullanılmıştır. Dünyanın farklı coğrafi bölgelerinden seçilen dört gelişmekte olan ülkedeki enerji verimliliğini ve sürdürülebilir enerjinin kullanımını inceleyerek bir literatür taraması yapılmıştır. Enerji verimliliğinin tespiti için yapılmış çalışmalar yerli ve yabancı kaynaklardan taranmış, ülkelerin bu konuda çalışma yapan kurum ve kuruluşlarının resmi internet sitelerinde yayınlanan raporlar ve çalışmalar kullanılmıştır. Ulaşılan bilgilerin sonucunda dört ülkenin de sonuçları ortaya konularak birbirleri ile karşılaştırılmış ve gelişmekte olan ülkeler bazında enerji verimliliğinde ortaya çıkan farklılıklar sebepleri ile birlikte incelenmiştir.

2. BULGULAR

Bu bölümde araştırmaya dahil edilen dört ülke ile ilgili ulaşılan bilgiler ve veriler sistematik olarak sırayla sunulmuştur.

2.1. Brezilya'da Enerji Verimliliği

Günümüzde Brezilya Güney Amerika kıtasının en büyük enerji tüketicisi konumunda bulunmaktadır. Kıtanın enerji tüketiminin 2020 yılı itibariyle %36'sı Brezilya tarafından yapılmaktadır. 1990 yılından beri enerji sektörü tarafından salınan CO2 gazlarının iki katından fazla artmıştır. Emisyonların büyük bir kısmı petrol (%60), kalanı kömür (%19) ve doğal gaz (%17) tüketimi tarafından oluşmaktadır. Bunların yanı sıra Brezilya'da gittikçe büyümekte olan bir yenilenebilir enerji pazarı da bulunmaktadır. Ancak gittikçe artan enerji talebi ve değişen iklim koşulları sebebiyle ülkenin

yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişi hızlandırması gerekmektedir (IEA, 2021).

2014 öncesinde Brezilya büyük bir ekonomik kalkınma yaşamış olsa da bu kalkınma beraberinde enerji verimliliği konusunda yeterince ilerleme getirmemiştir. 2014 sonrası ülke ekonomisinde yapılan yapısal reformlar sonucu ülkedeki enerji tüketimi azalmıştır. Bu durumun temel sebebi enerjinin yoğun olarak kullanıldığı bazı sektörlerin ekonomik önemini kaybetmesi ve yerlerini daha az enerji kullanımına dayanan bazı sektörlere bırakmalarıdır. Enerji tüketimi sektörler bazında azalmış olsa da göze çarpan bir diğer faktör de enerji verimliliği tekniklerinin oranının da aynı şekilde azalmış olduğudur. Azalan enerji verimliliği sebebiyle toplam enerji tüketiminde %1,3 oranında bir artış yaşanmıştır (IEA, 2021).

Brezilya'daki enerji verimliliği oranlarında yaşanan değişimler büyük oranda, uygulanan politikalara bağlıdır. 2018 yılında tüketilen enerjinin %7,3'ü zorunlu enerji verimliliği politikaları sayesinde kurtarılmıştır. Örnek olarak imar kanunları, bina yapım yönetmelikleri ve teçhizat standartları gibi farklı politikalar inşaat sektöründe enerji verimliliğini %19 oranında artırmıştır (IEA, 2021).

Önümüzdeki yıllarda Brezilya'nın farklı sektörlerdeki enerji verimliliğini artırması için önünde pek çok seçenek bulunmaktadır. Ulaşım sektörü pek çok açıdan enerji verimliliğinin en yüksek olabileceği sektörlerden biridir. Bu sektörde verimliliği artırmak adına yapılabileceklerden ilki ulaşım araçlarında yakıt verimliliğini artırmaktır. Günümüzde Brezilya'daki yakıt verimliliği Avrupa Birliği (AB) ile kıyaslandığında %24 daha düşüktür (IEA, 2021).

İnşaat sektörü geçtiğimiz yıllarda ülkede enerji verimliliğini geliştirme konusunda önde gelen sektörlerden biri olsa da henüz verimliliği daha da artırabilecek bazı yöntemler uygulamaya konulmamıştır. Benzer şekilde sanayi sektöründe de önümüzdeki yıllarda enerji yönetim sistemlerinin uyarlanması ve bu sayede enerji verimliliğinin artırılması amaçlanmaktadır.

Hâlihazırda Brezilya enerji verimliliği yöntemleri bakımından ve bu yöntemlerin gittikçe yaygınlaşması bakımından özellikle de gelişmekte olan ülkelere örnek olmanın yanı sıra dünyanın önde gelen sürdürülebilir enerji üreticilerinden de biridir. Ülkede üretilen enerjinin 2018 yılı itibariyle %79'u yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmektedir. Bu kaynakların başında da toplam enerji üretiminin %65'ini oluşturan hidroelektrik enerjisi gelmektedir (International Renewable Energy Agency [IRENA], 2021).

Hidroelektrik enerjisinin ülkede oldukça yaygın olmasının ve yenilenebilir enerji kaynaklarının da çok büyük bir kısmını oluşturmasının sebebi; Brezilya'nın dünyada Rusya ve Çin'den sonra en büyük üçüncü hidroelektrik potansiyeline sahip olmasıdır. Bu potansiyel çok yüksek olmasına rağmen özellikle de kurak sezonlarda enerji üre-

timinde ve ülkede belli kesintiler yaşanabilmektedir. Bu duruma örnek olarak 2001 yılında yaşanan kuraklık sonucu barajlardaki su seviyelerinin azalması ve bunun sonucunda da hidroelektrik santrallerinin çalışma kapasitelerinin düşmesi sonucu ülkede yaşanan büyük enerji problemi verilebilir (Boadle, 2013).

Brezilya hükümeti benzeri bir durumun yeniden yaşanmasını önlemek adına yenilenebilir enerji kaynaklarında çeşitliliğe gitmeye başlamıştır. Günümüzde toplam enerji üretimi içerisinde %6 oranında payı bulunan rüzgar enerjisinin ve biyokütle enerjisinin enerji üretimindeki paylarının artırılması planlanmaktadır. Özellikle de rüzgar enerjisinin, ülkenin kurak mevsiminde büyük bir üretim potansiyeline sahip olabileceği öngörülmektedir (Boadle, 2013). Ortaya çıkan veriler incelendiğinde, Brezilya'nın günümüzde enerji verimliliği konusunda gelişmiş ülkelere kıyasla geride olmasına karşın yakın gelecekte daha büyük adımlar atacağı görülmektedir. Aynı zamanda ülkede sürdürülebilir enerji kaynaklarının yaygınlığı ve devlet politikalarıyla bu kaynakların çeşitlendirilmeye çalışılması da fosil yakıtlara bağımlılığı ciddi manada azaltmakta ve daha sürdürülebilir bir kalkınma yöntemi ortaya çıkarmaktadır.

2.2. Malezya'da Enerji Verimliliği

Güçlü ve istikrarlı büyüme gösteren bir ekonomiye sahip olan Malezya, gelişmekte olan ülkeler listesinde üst sıralarda bulunmaktadır. 2019'da yazılmış kaynaklar ele alındığında, Malezya 1997 yılından beri art arda dış ticaret fazlası vermektedir. Malezya'nın 2019 yılında ihraç ettiği ürün gruplarına bakılırsa bunun %37,5 oranında elektrik ve elektronik ürünleri ve %11,5 oranında petrol ürünleri ve sıvılaştırılmış doğalgazın (LNG) oluşturduğu görülebilir. Malezya enerji konusunda fosil yakıtlar bakımından oldukça şanslı bir ülkedir. Ülke petrol tüketiminin %80'inden fazlasını üretebilmektedir. Malezya'nın çıkardığı petrol kaliteli olduğu için ihracat yapmakta ve kendi ülke içi ihtiyacını ithalat ile karşılamaktadır (T.C. Kuala Lumpur Büyükelçiliği Ticaret Müşavirliği, 2020).

Malezya hükümeti yenilenebilir enerji kaynaklarını geliştirmek için yoğunlaşmış durumda ve bunun için çalışmalara imza atmaktadır. Teşvikler, yatırım vergisi indirimleri, biyokütle alanındaki çalışmalar ve yakıt kaynağı olarak kullanımı ve ayrıca çeşitli ülkeler ile yaptıkları anlaşmalar sayesinde de hedeflerine ulaşmaya çalıştıkları görülebilmektedir. Malezya'nın bu yenilenebilir enerjiye hızlı bir atılım göstermesinin sebebi, Malezya'nın sadece 19 yıllık petrol rezervine ve 33 yıllık doğalgaz rezervine sahip olmasına bağlanabilir (T.C. Kuala Lumpur Büyükelçiliği Ticaret Müşavirliği, 2020).

Kişi başına enerji kullanımı, Brezilya, Türkiye veya Çin gibi diğer üst-orta gelirli

ülkelere kıyasla Malezya'da daha yüksektir. 2015 yılında Malezya'da ulaşım sektörü tüketilen toplam enerjinin %45,2'sinden sorumluydu. Bunu toplam enerji talebinin %27,0'ı tüketen sanayi sektörü, toplam enerji talebinin %14,6'sı konut ve ticaret sektörleri, %11,4'ü kimyasalların üretimi için kullanılmıştır. Malezya Enerji Komisyonu, çeşitli enerji verimliliği programları oluşturmuştur. Yerel yönetimler de enerji verimliliği politikalarında dünyada ilk sıralarda yer almaktadır. Putrajaya şehri 2025 yılına kadar "Yeşil Şehir" olma hedefi ile gelişimine devam etmektedir. İskandar şehrinde ise "Düşük Karbon Topluluğu Taslağı" geliştirildi ve uygulamaya konuldu (Suruhanjaya Tenaga Energy Commmission, 2017).

Malezya nüfusunun yaklaşık %73'ünün hayatı sürdürdüğü kentsel alanlarda enerji verimliliğini artırmak için büyük imkânlar bulunmaktadır. Örneğin Johor Bahru şehri, hibrit arabaları teşvik etmek, lastik ve petrokimya endüstrilerinde dizelden doğalgaza geçmek, daha verimli daha çevre dostu yeşil bina standartlarını benimsemek ve bunun zorunlu hale getirilmesi gibi benzeri yatırımlar ile 2025 yılına kadar Malezya'nın karbon emisyonlarını %25 oranında azaltabilir. Suruhanjaya Tenaga (Enerji Komisyonu) tarafından bu karbon emisyonunu azaltıcı yatırımlardan birkaçı halihazırda hayata geçirilmektedir. Örneğin Elektrik Yönetmeliği 1994, klimalar, buzdolapları, ev tipi fanlar ve televizyonlar için etiketleme sistemleri ve performans standartları getirmiştir. Ayrıca, çeşitli etkinlik düzeylerine sahip olan bina enerji iyileştirmelerini finanse etmek ve desteklemek için bir dizi hükümet programı da bulunmaktadır (Suruhanjaya Tenaga Energy Commmission, 2017).

Geçtiğimiz yıllarda, Malezya hükümeti yenilenebilir enerjiyi geliştirmek için girişimlerde bulundu. 30 yıl boyunca hükümet hidroelektrik enerjisi harici yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji üretiminde miktarını %1'in üzerine çıkarmak için pek çok girişimde bulundu. Ancak girişimlerin çoğunun başarısızlıkla sonuçlanmasının ardından son yıllarda yeni düzenleyici destekler ile yenilenebilir enerji kaynakları artırılmaya çalışılıyor (Ho, 2016).

Malezya hükümeti şu anda, rüzgar enerjisini "The Feed-in Tariffs (FiT Scheme)" planına dahil etme olasılığını belirlemek için ülkedeki kara rüzgar enerjisi potansiyelini değerlendirmektedir. Bununla birlikte ülkenin düşük bir enerji konumunda yer almasından dolayı rüzgâr enerjisi gelişimi, göründüğü kadar kolay değildir. Malezya'daki önceki birçok rüzgâr çalışması, zayıf verilere ve basit veya yetersiz metodolojilere dayanıyordu. Bu da rüzgâr potansiyelinin büyük ölçüde yanlış tahmin edilmesine neden oldu. Ayrıca, hükümet tarafından yürütülen iki rüzgar türbini jeneratörü tanıtım projesi de başarısızlıkla sonuçlandı. Ancak, her şeyden önce, Malezya'da yenilenebilir enerji gelişiminin ilerlemesini engelleyen en büyük faktör, bu çabaların arkasında zayıf ve belirsiz bir siyasi destek olmasıdır (Ho, 2016).

Desteğin yeterli olmaması, özellikle 2013'teki sübvansiyon reformu sırasında fosil yakıtların hâlâ büyük ölçüde sübvanse edildiği yerlerde geçerlidir. Küresel rüzgâr enerjisi gelişimine ilişkin bir inceleme, başarılı projelerin büyük ölçüde güçlü ve tutarlı siyasi irade tarafından desteklenen sağlam bir düzenleyici çerçeveye bağlı olduğunu göstermektedir. Bu bağımlılık, hükümetin özel bağımsız fosil yakıtlı enerji üreticilerini sübvanse etmeye devam ettiği, ancak yenilenebilir enerji gelişimini finanse etmek için elektrik tüketicilerinden vergi aldığı Malezya'da gözlenmemektedir. Fosil yakıt sübvansiyonlarına kıyasla yenilenebilir enerji için ayrılan fonunun büyüklüğü göz önüne alındığında, bu miktar yenilenebilir enerji gelişimini etkin bir şekilde desteklememektedir (Ho, 2016). Güçlü ve samimi bir siyasi iradenin yokluğunda, Malezya'da yenilenebilir enerji gelişiminin ilerlemesi kayda değer ölçüde yavaş olmuştur. Sonuç olarak, Malezya'da rüzgar enerjisi gelişimi beklentisi şu anda belirsizliğini korumaktadır.

2.3. Macaristan'da Enerji Verimliliği

Macaristan günümüzde Avrupa Birliği'nin ve Avrupa Gümrük Birliği'nin bir parçası olmasına rağmen ekonomik anlamda hala gelişmekte olan bir ülke olarak nitelendirilmektedir. 2018 yılında Macaristan'ın enerji tüketimi 2000 yılına kıyasla %13,8 oranında artmıştır (Odysee-Mure, 2021). Ülkede en büyük tüketim sektörü konumunda olan inşaat sektörü toplam enerji harcamasının üçte birinden fazlasını oluşturmaktadır. Ulaşım ve sanayi sektörlerinin de oranları sırasıyla %25,6 ve %25,4 şeklindedir (Odysee-Mure, 2021).

Enerji verimliliğinde 2000 ve 2018 yılları arasında yaşanan artış oranı %25,8'dir. Sanayi ve hizmet sektörlerinde kullanılan yeni yöntemler ülkede enerji verimliliğinde yaşanan gelişimin temel sebebidir. Bu sektörlerde verimliliği artırmak adına pek çok farklı politika benimsenmiş ve regülasyonlar getirilmiştir. Ulaşım sektöründeki verimlilik oranı ortalamaya yakın olmakla beraber inşaat sektöründe oranın oldukça düşük olduğunu söylemek mümkündür. İnşaat sektöründe son 18 yıl boyunca yılda ortalama %0,8 oranında enerji verimliliği sağlanabilmiştir (Odysee-Mure, 2021; Elek, 2010).

Macaristan 2021 yılı ve 2030 yılı arasında uygulamayı hedeflediği yeni bir ekonomik model kapsamında yıllık enerji tasarrufunu %1,5 oranında azaltmayı hedeflemektedir. En önemli enerji verimliliği kaynakları çoğunlukla Avrupa Birliği tarafından fonlanan geri ödemesiz veya kısmi geri ödemeli destek paketleri sayesinde oluşturulmaktadır (Odysee-Mure, 2021). Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası tarafından yaptırılan ve Avrupa Birliği'nin Yapısal Reform Destek Programı tarafından finanse edilen bir araştırmaya göre, Macaristan, mevcut tüm konut ve kamu binalarını güçlendirerek

toplam enerji tüketiminin %16'sını kurtarabilecek durumdadır. Bu ölçekteki enerji verimliliği iyileştirmeleri de Macaristan'ın enerji tasarrufu hedeflerine ulaşmasına önemli katkı sağlayacaktır (Odysee-Mure, 2021).

Günümüzde Macaristan'da inşaat sektörü hala enerji verimliliği konusunda gereken noktaya gelebilmiş değildir. Aile evleri inşaat sektörünün karbondan arındırılması ve sürdürülebilir yöntemlerle enerji verimliliğinin sağlanabilmesi için kilit bir hedefi temsil etmektedir. Macaristan, bu acil sorunları ülkenin ve AB'nin karbondan arındırma hedeflerine ulaşma çabaları bağlamında ele almayı hedeflemektedir. Bu çalışma, Avrupa Yeşil Anlaşması'nın (European Green Deal) bir parçası olarak açıklanan yenileme dalgası girişiminde kritik bir rol oynamaktadır (Odysee-Mure, 2021).

Avrupa Birliği aynı zamanda 2009 Yenilenebilir Enerji Direktifi kapsamında 2030 yılına kadar enerji üretiminin %26 ile %35 oranları arasında bir kısmını rüzgar enerjisinden üretmeyi hedeflemektedir ve Macaristan da bu sürecin bir parçası konumundadır. 2020 yılı itibariyle yenilenebilir enerji kaynakları Macaristan'ın toplam enerji üretiminin %11'ine tekabül etmektedir. Ülkenin 2030 yılı hedeflerini gerçekleştirebilmesi için önem verilen en büyük iki enerji kaynağı biyokütle ve güneş enerjisidir (European Wind Energy Association, 2011).

Macaristan bu doğrultuda bir güneş enerjisi pazarı olarak da giderek daha önemli hale gelmektedir. Yalnızca 2019 yılında 653 MW yeni elektrik şebekesine bağlandı. 2019'un sonunda ise Macaristan'ın toplam kurulu güneş enerjisi kapasitesi 1.450 MW'tı. Solar Europe Association, 2023 yılına kadar Macaristan'da 3.700 MW'tan daha fazla genişleme beklenmektedir (Czimre vd., 2019). Ülkede özellikle de Avrupa Birliği tarafından konulmuş 2030 hedeflerinin de büyük katkısıyla gittikçe gelişmekte olan bir sürdürülebilir enerji pazarı bulunmaktadır. İnşaat, sanayi ve ulaşım sektörlerinde de önümüzdeki yıllarda enerji verimliliğinde beklenen artış sayesinde ülkenin gelecek enerji tüketiminin azaltılması beklenmektedir (Czimre vd., 2019).

2.4. Mısır'da Enerji Verimliliği

Günümüzde gelişmekte olan bir ülke konumunda bulunan ve Orta Doğu'da yer alan Mısır sağlanan teşvikler ve ucuz enerji maliyetleri yüzünden sürdürülebilir enerji kaynaklarına geçişin arka planda bırakıldığı bir ülkedir. Bu durum Mısır'da enerjiyi sürdürülebilir hale getirmek için gerekli önlemlerin alınması zorlaşmış ve bu tür projelerin desteklenmesi için daha zorlu bir ortam yaratmıştır. Ancak geçtiğimiz senelerde bu durumu aşmak için yapılan çalışmalar gelecekte ekonomik büyümeye devam etmek isteyen Mısır ekonomisini bu konuda adımlar atmaya zorlamıştır. (World Bank Document, 2011).

Enerji verimliliği konusunda 2022 yılı itibari ile enerji tüketiminin %20'sini yenilene-

bilir enerji kaynaklarından harcarken, 2035 yılı sonunda bu oranın %42'ye ulaşması planlanıyor. Bu %42'lik oranın %14'ü rüzgar enerjisi, %1.98'i hidroelektrik, %21.3 güneş enerjisi ve %5.52'si yek-odaklı güneş enerjisinden sağlanması öngörülüyor. Mısır gelecekte enerji merkezi olmayı hedefleyen bir ülke. Bu hedefini gerçekleştirmek için elektrik ara bağlantıları inşa etmeye devam etmektedir. Ürdün'de gelecekte 450-500 MW'a çıkması beklenen 250 MW'lık bir elektrik ara bağlantısı, Sudan'da 80 MW'lık bir kapasiteye sahip ve 300 MW'a çıkması beklenen bir elektrik ara bağlantısı ve Libya ile 200 MW'lık enterkonnektöre sahiptir. Ülke ayrıca Suudi Arabistan ile bir ara bağlantının tamamlanması için çalışmakta ve 2019 yılında, Kıbrıs ve Yunanistan ile 1000 MW kapasiteli 2 faza bölünecek ve toplam 2000 MW sağlayacak bir enterkonnektörün inşasına başlanılmış durumdadır. Diğer bir enterkonnektör ise Ürdün üzerinden Irak ile çalışmakta olup, ilk fazda 100-150 MW civarında transfer, ikinci fazda ise 500-600 MW kapasiteye ulaşacaktır (Bissada, 2021; Fleming, 2020).

Mısır şu an hidroelektrik enerji santralleri sayesinde 1.000 ton CO2 salınımını engellemiş durumda ve hükümetin bu alana yapacağı yatırımlar sayesinde bu miktarın daha da artmasını öngörmekte. Mısır rüzgar yollarında bulunan coğrafi konumu ve Süveyş Kanalı sayesinde rüzgar enerjisinde 2001 yılından beri büyük yatırımlara imza atmakta. Süveyş kanalı boyunca sahip olduğu 10.5 m/s hızında rüzgar enerjisi potansiyeli Mısır hükümeti tarafından da değerlendirilmektedir. Ülke kısa süre önce Süveyş Körfezi bölgesinde ek rüzgar enerjisi projeleri uygulamak için yaklaşık 7.845 kilometrekare tahsis etti. 2022 yılı sonunda ülkenin rüzgar enerjisinden elde ettiği enerji miktarının seviyesinin 7 GW seviyesine çıkması da beklenmektedir (Bissada, 2021; United Nations Industrial Development Organization, 2007).

Mısır'ın enerji tasarrufu potansiyelini ölçmek için alt sektörlere ve endüstriyel süreçlere göre enerji tüketimine ilişkin verilerin mevcudiyeti yeterli değildir. Ancak, geçmişte yapılan enerji etütleri ve enerji tüketim araştırmaları sayesinde Mısır'ın tüm sektörlerde enerji verimliliği iyileştirmeleri için önemli potansiyeller olduğunu ve Mısır'ın %5 ile %20 oranında enerji tüketimini taviz vermeden azaltabileceği ortaya çıktı (World Bank Document, 2011). Mısır'ın enerji verimliliğini daha etkili gerçekleştirmek için önündeki engeller aşağıdaki gibi sıralanabilir:

Enerji verimliliğini ele almak için hükümet tarafından etkin eylemlerin olmaması

Enerji verimliliğini teşvik etmek için zayıf yasal, düzenleyici ve kurumsal çerçeve

Politikaların, teşviklerin ve mali önlemlerin olmaması

Enerji verimliliği faaliyetlerini teşvik etmek ve desteklemek için ayrılmış finansman eksikliği

Enerji verimliliği girişimlerini teşvik etmek ve uygulamak için kamu hizmetlerinden

yeterince yararlanılmaması

Enerji verimliliği projeleri için uyarlanmış finansmanın olmaması

Aracıların ve teknik kapasitenin eksikliği

Zayıf bilgi yayma ve bilinçlendirme kampanyaları

Ancak bu engelleri ortadan Mısır devleti, daha sürdürülebilir ve gelecekte de büyük büyümelere açık bir ekonomi için enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji konuları gün yüzüne taşımaktadır. Her ne kadar geçmişte ucuz enerji fiyatları ve çeşitli nedenlerden dolayı bu adımları atmamış olsa bile gelecekte planladıkları hedefler yakın zamanda buna daha fazla önem ayıracaklarını ve coğrafi koşullarını güzel değerlendireceğini göstermektedir. (World Bank Document, 2011).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan araştırmalar sonucunda, enerji verimliliği kavramının gün geçtikçe yaygınlaştığı görülmektedir. Gelecekte enerji kavramının insanlığı yöneteceği ve fosil yakıtların da biteceği gerçeği gün yüzüne çıktığında, çok kısa süre içinde bu kavramın da patlama yaşayarak çok yaygın olacağı ve devletlerin sırayla ciddi adımlar atacağı öngörülmektedir. Bu yaygınlaşma; sürdürülebilir ekonomi, temiz bir dünya, daha az karbon salınımı, enerji krizi gibi ciddi konular yüzünden olsa da hala yeterli değildir. Ucuz enerji maliyetlerine sahip gelişmekte olan ülkelerin daha çok duyarlılık çalışması yapması ve geleceklerini daha çok düşünmesi gerekmektedir. Enerji konusunda bağımlı olmak istemeyen ve kendi enerji kaynaklarının yakında tükeneceğini öngören devletler ise hızla çalışmalara devam etmektedir.

Araştırmamızda ele aldığımız ilk ülke Brezilya'dır. Ülkede özellikle geçtiğimiz yıllarda artan bir enerji verimliliği farkındalığı ve bununla beraber gelen yenilenebilir enerji kaynaklarına ilgi artmaktadır. Günümüzde Brezilya farklı sektörlerinde gittikçe artmakta olan enerji verimliliği yöntemleri sayesinde gelişmekte olan dünyaya ve Güney Amerika kıtasına örnek olmakla beraber ülkenin enerji bakımından tamamen verimli ve sürdürülebilir hale gelmesi için hala yapılması gereken çok şey vardır.

Araştırmamızda ele aldığımız ikinci ülke olan Malezya, gelecekte enerji rezervlerini kaybedecek bir ülke ve bu durum yüzünden enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji alanına yatırımlar yapmaktadır. Kişi başına düşen enerji kullanım miktarının oldukça yüksek olduğu Malezya'nın, bu durumu tersine çevirmek için çalışmalar yürütmesi ülkenin yüksek yararına olacağı düşünülmektedir. Devletin yenilenebilir enerjiye olan desteğinin artması ve bu konuda daha kararlı adımlarla ilerlemesi gerekmektedir.

Araştırmamızda ele aldığımız üçüncü ülke olan Macaristan, bir Avrupa Birliği (AB)

ülkesi olmasına karşın gelişmiş AB devletlerine kıyasla yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişte ve buna bağlı olarak da enerji verimliliğinin artırılmasında yeteri kadar eylem almadığı görülmektedir. Ülke AB tarafından konulmuş hedeflere ulaşma yolunda belli adımlar atmaktadır. Bu durumun sonucu olarak da 2030 yılına kadar Macaristan'da enerji verimliliğinin artacağı söz konusu olabilir.

Araştırmamızda ele aldığımız dördüncü ülke olan Mısır, her ne kadar ucuz enerji fiyatları yüzünden bu çalışmalara geç başlamış olsa da sürdürülebilir bir ekonomik gelişim için yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapması gerektiğinin farkında olduğu söylenebilir. Hayata geçirilen yeni projeler ve teşvikler sayesinde de bu konuda kendine gerçekleştirilebilir hedefler koymaktadır.

KAYNAKÇA

Bhattacharya, M., Paramati, S.R., Ozturk, I., & Bhattacharya, S. (2016). The effect of renewable energy consumption on economic growth: Evidence from top 38 countries. *Applied Energy*, *162*, 733-741.

Bissada, D. (2021). *Egypt -electricity and renewable energy*. http://meb.ai/KtlhKG

Boadle, A. (2013). *Ghosts of 2001: Brazil worries about another energy crisis.* http://meb.ai/E0WVC7

Czimre, K., Kozma, G., Teperics, K., Szabó, G., & Fazekas, I. (2019). Renewable energy resources in new hungary development plan: Some general and spatial characteristics. *International Review of Applied Sciences and Engineering*, 10(2), 183-191. doi:10.1556/1848.2019.0022

Dwyer, S., & Teske, S. (2018). *Renewables 2018 Global Status Report.* http://meb.ai/Edfnzp

Elek, L. (2010). Energy efficiency policies and measures in Hungary. *International Journal of Global Energy Issues*, *34*(1-4), 42-67.

Fleming, E. (2020). *Is Egypt an LEDC or MEDC?* http://meb.ai/K4dnCF

Ho, L.W. (2016). Wind energy in Malaysia: Past, present and future. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *53*, 279-295. doi: 10.1016/j.rser.2015.08.054

International Renewable Energy Agency (2021). *Renewable capacity statistics*. http://meb.ai/fiya-UY.

Keskin, T., & Güven, A. (2020). Dünyada ve Türkiye'de enerji verimliliği, *TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yayınları*, 717, 365-382.

Marinaş, M.C., Dinu, M., Socol, A.G., & Socol, C. (2018). Renewable energy consumption and economic growth. Causality relationship in Central and Eastern European countries. *PloS ONE*, *13*(10). doi: 10.1371/journal.pone.0202951

Odysee-Mure, O. (2021). *Hungary energy profile*. http://meb.ai/GsSoc1

Suruhanjaya Tenaga Energy Commmission (2017). *National energy balance*. http://meb.ai/fJ-K3AO adresinden edinilmiştir.

T.C. Kuala Lumpur Büyükelçiliği Ticaret Müşavirliği (2020). *Malezya ülke raporu*. http://meb.ai/KZQvUl

The International Energy Agency (2016). *World energy outlook 2016*. http://meb.ai/sS7DrW

The International Energy Agency (2021). *E4 country profile: Energy efficiency in Brazil.* Paris: IEA. http://meb.ai/GsAvxh

United Nations Industrial Development Organization (2007). *Industrial energy efficiency in Egypt* (Rapor. No. 100349). http://meb.ai/UllC0e

World Bank Document (2010). *Egypt: Improve energy efficiency*. http://meb.ai/sB9mah

Yılankırkan, N., & Doğan, H. (2020). Türkiye'nin enerji görünümü ve 2023 yılı birincil enerji arz projeksiyonu. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 10 (2), 77-92

YENİLENEBİLİR ENERJİ: TÜRKİYE'DE BİR ALGI ARAŞTIRMASI

Hayriye Suden ERİS | **İdil GEDİKOĞLU** |

ÖZET

Geçmişten beri birçok ülkenin gündeminde olan yenilenebilir enerji günümüzde hayati bir öneme sahip olmasına rağmen, insanların bu konudaki bilgisi ve aldıkları önlemler kısıtlıdır. Bu araştırmada yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili ülkemizdeki algı ortaya konulmuş ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasını artırmak için bazı önerilere yer verilmiştir.

Yapılmış olan ankette ilk olarak katılımcıların genel olarak konuya hakimiyeti ölçülmüş, katılımcıların yüksek oranda konuya ve kavramlara hâkim olduğu görülmüştür. Sonraki sorularda ise katılımcıların yenilenebilir enerjiyi ne kadar önemsedikleri ve geliştirmek istedikleri görülmüştür. Çoğu katılımcının yenilenebilir enerji kaynakları hakkında bilgisi olmasına rağmen çok az veya neredeyse hiç bilgi sahibi olmayan katılımcıların da olduğu görülmüştür.

***Anahtar Kelimeler**: Yenilenebilir Enerji, Türkiye, Algı*

ABSTRACT

Although renewable energy, which has been on the agenda of many countries in the past, has a vital importance today, people's knowledge and precautions on this subject are limited. In this research, the perception of our country about renewable energy sources has been revealed, and some suggestions have been given to increase the use of renewable energy sources.

In the survey, firstly, the participants' mastery of the subject, in general, was examined, and it was seen that the participants had a high command of the issue and concepts. The following questions showed how much the participants care about renewable energy and want to develop it. Although most participants know renewable energy sources, some have little or almost no knowledge.

***Keywords**: Renewable Energy, Turkey, Perception*

1. GİRİŞ

Her gün gelişen, değişen ve tüketimin hızla arttığı dünyamız gün geçtikçe acı bir sona yaklaşıyor. Kutuplarda gün geçtikçe artan hava sıcaklığı, zamanını şaşırmış mevsimler ve giderek azalan ormanlar… Daha da uzayıp gidebilecek bu listeyi durdurabilmek için bireysel olarak geri dönüşüm yapma, plastik poşet kullanmama, sürdürülebilir ürünler kullanma ve benzeri çözümlere başvursak da artık çok daha büyük adımlara ihtiyacımız var. Bu adımların başında sanayide ve evlerimizde kullandığımız enerji başta olmak üzere, hayatımızın her alanında yenilenebilir enerji kaynakları kullanmaktır. Geçmişten beri birçok ülkenin gündeminde olan bu konu günümüzde hayati bir öneme sahiptir. Çünkü Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) 2050 yılı itibariyle ülkelerin birçoğunda daha önce hiç görülmemiş iklim tiplerinin görüleceği ve yaşanılabilir olup olmayacaklarının bilinmediğini açıkladı (IPCC, 2021).

1.1. Enerji Kullanımı ve Sorunlar

Giderek artan nüfus ile paralel artış gösteren ihtiyaçları karşılamak için gerekli olan kaynakları sağlarken dengeyi korumak, olası felaketleri önlemek açısından ciddi bir önem taşımaktadır. Kentleşme ve köyden kentlere göçler ile giderek azalan tarım ve hayvancılıktan başta sanayi olmak üzere farklı alanlara yönelen işçilerin ve modern dünyanın ihtiyaçları ile daha fazla sanayi üretimine ihtiyaç duyulmuştur. Bu durum bölgelerden çıkan sera gazı miktarını artırmış, bununla beraber kirlenen atmosfer de küresel ısınmayı çoğaltmıştır (Bayraç, 2010). IPCC tarafından hazırlanan 2001 yılındaki İklim Değişikliği Raporu'nda, insan faktörünün etkisi %60 iken bu oran 2007 yılındaki raporda %90 olarak açıklanmıştır. Küresel ısınmanın oluşumunda %49 fosil yakıtların kullanımı, %24 sanayileşme, %14 ormansızlaştırma ve %13 tarımsal faaliyetler rol oynamaktadır (Gülbahar, 2008, s.166). Yapılan araştırmalarda giderek arttığı belirlenen sera gazının ölümcül sonuçlar doğuracağı öngörülmektedir. Bu nedenle tüm ülkeler ilgili risk ve zararları önlemeli, bu konuya yeterli hassasiyet ve önemi gösterip birlik halinde hareket etmelidir (Bayraç, 2010).

Küresel fosil yakıt tüketiminin 2000-2030 yılları arasında, yılda ortalama %1,6 civarında yükseleceği ve dünya genelindeki ağırlıklı payının yaklaşık 25-30 yıl daha devam edeceği öngörülmektedir (Pamir, 2007). Fosil yakıt tüketimi sonucu ortaya çıkan salınımların, insan faaliyetleri sonucunda meydana gelen sera etkisi içerisinde en fazla paya sahip olması dolayısıyla, küresel ısınma ile yapılacak mücadelede uygulanacak enerji politikaları her geçen gün daha da önemli bir hal almaktadır. Bu politikalar ile ülkelerin refah seviyeleri, sosyal ve ekonomik kalkınmayı sağlayarak yükseltmelidir. Bu politikalar ülkelerin refah seviyelerini, sosyal ve ekonomik kalkınmayı en iyi şekilde sağlayacak şekilde geliştirilmelidir. Fosil yakıtların sınırlı ol-

ması ve rezervlerinin giderek azalmasının yanı sıra sera etkisi ve iklim değişiklikleri nedeniyle gelecek nesillerin çıkarlarını da gözeten enerji politikalarının üretilmesi gerekmektedir (Bayraç, 2010). Enerji politikası sürdürülebilir enerji yaklaşımı genelinde; gereken enerjinin daha düşük maliyetle, en az çevresel ve sosyal maliyetle ve sürekli olarak temin edilmesi ile ilgili politika, teknoloji ve yürütümlerini kapsamaktadır (Bayraç ve Aras, 2007).

Avrupa Birliği'nin (AB) bu alanda attığı temel adımlardan biri 1951 yılında Paris Antlaşması'yla kurulan Avrupa Kömür Çelik Topluluğu'dur (AKÇT). 16. yüzyılda kömür enerji ihtiyacının üçte ikisini karşılarken petrol sadece onda birini karşılıyordu (Ege, 2004). Sonralarda Roma Antlaşması'nın sonucunda Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu (AAET) kuruldu. Bu topluluğun amacı nükleer gücün geliştirilmesi ve yüksek araştırmalara daha fazla olanak sağlamaktı. Petrol, doğalgaz ve elektrik yine aynı yıl kurulan Avrupa Ekonomik Topluluğu'nun (AET) sorumluluğuna verilmişti. Bu gelişmelerden beri enerji politikası ekonomik bütünleşmeye paralel bir biçimde gelişme göstermektedir (Yorkan, 2009).

Yılların geçmesi ile yaşanan krizlerle beraber birçok antlaşma, sözleşme daha imzalanmış, topluluklar kurulmuştur. Zamanın getirdiği yenilikler ve toplumun ihtiyaçları, istekleri doğrultusunda gelişen üretimin başvurduğu enerji kaynakları da zamanla değişmiştir. Değişmeyen tek şey, içinde yaşadığımız dünyaya saygılı yöntemler kullanma zorunluluğudur. Yapılan tüm bu çalışmaların ana gayesi de çevreye verilen zararı en aza indirmek ve iklim krizini önlemek olmuştur. Güncel hedefleri enerji verimliliğini artırmak, yenilenebilir enerji kaynakların birincil tüketimdeki payını yükseltmek, temiz enerji teknolojileri geliştirmek, daha az CO2 emisyonu salan yakıtlar tercih etmektir (Yorkan, 2009).

1.2. Yenilenebilir Enerji

Günümüzde kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarının tarihi çok eskilere dayanmaktadır. Modern hidroelektrik santrallerinin öncülleri MÖ 4. yüzyıldan itibaren tarihte yer alan su değirmenlerine dayanmaktadır. Rüzgâr güllerinin atası ise Erken Modern Çağ'da ortaya çıkan yel değirmenleridir. Ancak sadece un öğütmek gibi basit mekanik işlemlerde kullanılabilen bu aygıtların enerji üretiminde fosil yakıtlara alternatif oluşturması mümkün olmamıştır. 20. yüzyılın neredeyse tamamında yalnızca hidroelektrik santralleri, fosil yakıtlara gerçek bir alternatif oluşturabilmiştir. Öyle ki 1920'li yıllarda ABD'de kullanılan elektriğin %40'ı hidroelektrik kaynaklıdır. Oysa rüzgâr ve güneş enerjisinin ticari olarak kullanılabilmesi 1980'li yılları, hatta çoğu örnekte 21. yüzyılı bulmuştur (Durak ve Özer, 2007).

Hızla içine yürümekte olduğumuz iklim krizinin sıkça gündemi meşgul ettiği bu gün-

lerde yenilenebilir enerji kaynakları ve bunların küresel enerji döngülerindeki payının artırılması önemli bir küresel iklim hedefi olarak kendini göstermektedir. Öyle ki 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin 7. maddesi "Herkes için erişilebilir, güvenilir, sürdürülebilir ve modern enerji sağlamak" olarak belirlenmiştir. Bu hedef doğrultusunda görmekteyiz ki iklim değişikliği artık sadece çevre ile ilgili bir meseleden çok sürdürülebilirliğin kaçınılmaz bir koşulu olarak ele alınmaktadır (Peşkircioğlu, 2016).

Bu kavramlardan spesifik olarak "Yenilenebilir Enerji" ise Uluslararası Enerji Ajansı tarafından "Sürekli olarak tazelenen doğal süreçlerden elde edilen enerji türleri." şeklinde tanımlanmış ve güneş, rüzgar, okyanus (dalga/gelgit türbinleri vb.), hidroelektrik, biokütle ve jeotermal enerji kaynakları ile yenilenebilir kaynaklardan elde edilen biyoyakıt ve hidrojen yakıtları örnek olarak sunulmuştur (Uluslararası Enerji Ajansı [IEA], 2004).

2015 Paris Anlaşması'na taraf ülkeler, küresel iklim değişikliğini önlemek amacıyla küresel ısınma miktarını sanayi devrimi öncesi ortalama sıcaklığın en fazla 2°C üstüyle sınırlama hedefinde mutabakata varmış, ayrıca mümkün olduğu takdirde ısınma miktarının 1,5°C'yle sınırlı tutulması yönünde niyetlerini bildirmişlerdir. Ancak 1,5°C hedefinin gerçekleştirilebilmesi için dünya çapında CO2 salınımlarının 2030 yılına kadar %50 oranında azaltılıp 2050 yılında net salınımın 0'a indirilmesi, (başta metan olmak üzere) CO2 dışı kaynaklardan meydana gelen salınımın da kayda değer miktarda düşürülmesi gerekmektedir. Bu gaye ile yola çıkıldığında yüksek miktarda sera gazı salınımına sebebiyet veren enerji sektörünün çehresinin değiştirilmesi, özellikle de fosil yakıt kullanımının ciddi oranda azaltılması gerektiği görülmektedir. Bu tarz bir sektörel reform ile oluşacak enerji açığının karşılanması ise temelde yenilenebilir enerji kaynakları ile sağlanacaktır (Köse, 2018).

2. YÖNTEM

Bu çalışma, nicel araştırma yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Olasılık temelli olmayan örnekleme yöntemlerinden kartopu tekniği kullanılmış ve İstanbul'da yaşayan 18-45 yaş aralığında bulunan toplam 100 yetişkin çalışma grubu olarak belirlenmiştir. Çalışmaya dahil etme kriterleri; (a) 18 yaşını doldurmuş olmak ve (b) herhangi bir psikiyatrik tanı konulmuş olmamaktır.

2.1. Veri Toplama Aracı

Yenilenebilir Enerji Algı Anketi: Yenilenebilir Enerji Algı Anketi araştırmacılar tarafından hazırlanmış olup toplam 11 ifadeden oluşmaktadır. Anket 5'li Likert tipiyle hazırlanmış olup sorular; "Kesinlikle Katılmıyorum" ile "Kesinlikle Katılıyorum" arasında derecelendirilmiştir (Ek-1).

2.2. Verilerin Toplanması ve Analizi: Google Formlar kullanılarak online forma dönüştürülen forma katılımcılara kartopu örnekleme yöntemi ile 18 yaşın üstündeki bireylerin doldurulması için sosyal medya aracılığı ile gruplarda paylaşılmış ve elde edilen veriler üzerinde frekans ve yüzde hesaplamaları yapılarak raporlaştırılmıştır.

3. BULGULAR

Katılımcıların %29'u (n=29) yenilenebilen enerji kaynaklarını kesinlikle bildiğini, %58'i (n=58) bildiğini belirtmiştir. Bunun yanında katılımcıların %6'sı (n=6) kararsız olduğunu, %3'ü (n=3) bildiğini düşünmediğini ve %4'ü (n=4) kesinlikle bilmediğini belirtmiştir. İfadeye verilen cevapların dağılımı, Şekil 1'de verilmiştir.

Şekil 1. "Yenilenebilir enerji kaynaklarını biliyorum" ifadesine verilen cevapların dağılımı

Katılımcıların %12'si (n=12) enerji tasarrufu hakkında çok bilgi sahibi olduğunu, %76'sı (n=76) da normal düzeyde bilgisi olduğunu belirtmiştir. Bunun yanında da katılımcıların %3'ü (n=3) kararsız olduğunu, %7'si (n=7) az bilgi sahibi olduğunu ve %2'si (n=2) hiç bilgi sahibi olmadığını belirtmiştir. İfadeye verilen cevapların dağılımı, Şekil 2'de verilmiştir.

Şekil 2. *"Enerji tasarrufunun nasıl yapıldığı konusunda" ifadesine verilen cevapların dağılımı*

Katılımcıların %31'i (n=31) enerji tasarrufunun nasıl yapılacağını bilse daha çok yapacağına kesinlikle katıldığını, %37'si (n=37) ise katıldığını belirtmiştir. Bunun yanında katılımcıların %20'si (n=20) kararsız olduğunu, %9'u (n=9) katılmadığını ve %3'ü (n=3) kesinlikle katılmadığını belirtmiştir. İfadeye verilen cevapların dağılımı, Şekil 3'te verilmiştir.

Şekil 3. "Eğer enerji tasarrufunun nasıl yapıldığını bilseydim daha çok yapardım" ifadesine verilen cevapların dağılımı

Katılımcıların %53'ü (n=53) gelecekte yenilenebilir enerji kaynaklarının daha çok kullanılacağına kesinlikle katıldığını, %35'i (n=35) ise katıldığını belirtmiştir. Bunun yanında katılımcıların %7'si (n=7) kararsız olduğunu, %4'ü (n=4) katılmadığını ve %1'i (n=1) kesinlikle katılmadığını belirtmiştir. İfadeye verilen cevapların dağılımı, Şekil 4'te verilmiştir.

Şekil 4. "Gelecekte yenilenebilir enerji kaynaklarının daha çok kullanılacağını düşüyorum" ifadesine cevapların dağılımı

Katılımcıların %21'i (n=21) bu konuda çalışmaları olan kuruluşlarla çalışarak soru-

na çözümler bulmak istediğine kesinlikle katıldığını , %49'u (n=49) ise katıldığını belirtmiştir. Bunun yanında katılımcıların %20'si (n=20) kararsız olduğunu, %6'sı (n=6) katılmadığını ve %4'ü (n=4) kesinlikle katılmadığını belirtmiştir. İfadeye verilen cevapların dağılımı, Şekil 5'te verilmiştir.

Şekil 5. "Bu konuda çalışmaları olan kuruluşlarla birlikte enerji sorunlarına katkı sağlamak isterim" ifadesine verilen cevapların dağılımı

Katılımcıların %28'i (n=28) Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmak için çaba göstermek istediğine kesinlikle katıldığını, %56'sı (n=56) ise katıldığını belirtmiştir. Bunun yanında katılımcıların %14'ü (n=14) kararsız olduğunu ve %2'si (n=2) kesinlikle katılmadığını belirtmiştir. İfadeye verilen cevapların dağılımı, Şekil 6'de verilmiştir.

Şekil 6. "Yenilenebilir enerji kaynaklarını arttırmak için çaba göstermek isterim" ifadesine verilen cevapların dağılımı

Katılımcıların %9'u (n=9) yenilenebilir enerji kaynaklarının daha maliyetli olduğuna kesinlikle katıldığını, %31'i (n=31) ise katıldığını belirtmiştir. Bunun yanında ka-

tılımcıların %28'i (n=28) kararsız olduğunu, %23'ü (n=23) katılmadığını ve %9'u (n=9) kesinlikle katılmadığını belirtmiştir. İfadeye verilen cevapların dağılımı, Şekil 7'de verilmiştir.

Şekil 7. "Yenilenebilir enerji kaynakları diğer enerji kaynaklarına kıyasla daha maliyetlidir" ifadesine verilen cevapların dağılımı

Katılımcıların %6'sı (n=6) yenilenebilir enerji kaynaklarının doğaya hiç zarar vermediğine kesinlikle katıldığını, %36'sı (n=36) ise katıldığını belirtmiştir. Bunun yanında katılımcıların %23'ü (n=23) kararsız olduğunu, %30'u (n=30) katılmadığını ve %5'i (n=5) kesinlikle katılmadığını belirtmiştir. İfadeye verilen cevapların dağılımı, Şekil 8'de verilmiştir.

Şekil 8. Yenilenebilir enerji kaynakları doğaya ve ekosisteme hiç zarar vermez" ifadesine verilen cevapların dağılımı

Katılımcıların %1'i (n=1) yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye'de yeterli düzeyde kullanıldığına kesinlikle katıldığını, %6'sı (n=6) ise katıldığını belirtmiştir. Bunun yanında katılımcıların %10'u (n=10) kararsız olduğunu, %45'i (n=45) katıl-

madığını ve %35'i (n=35) kesinlikle katılmadığını belirtmiştir. İfadeye verilen cevapların dağılımı, Şekil 9'da verilmiştir.

Şekil 9. Türkiye'de aktif ve etkin bir şekilde yenilenebilir enerji kaynakları yeterli düzeyde kullanılmaktadır" ifadesine verilen cevapların dağılımı

Katılımcıların %4'ü (n=4) yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan markaları pahalı daha olsa tercih ettiğine kesinlikle katıldığını, %24'ü (n=24) ise katıldığını belirtmiştir. Bunun yanında katılımcıların %45'i (n=45) kararsız olduğunu, %17'si (n=17) katılmadığını ve %10'u (n=10) kesinlikle katılmadığını belirtmiştir. İfadeye verilen cevapların dağılımı, Şekil 10'da verilmiştir.

Şekil 10. "Alışveriş yaparken yenilenebilir enerji kaynaklarını kullandığını bildiğim markaları pahalı olsalar da tercih ederim" ifadesine verilen cevapların dağılımı

Çalışmamızda katılımcıların %95'i rüzgârın, %93'ü güneşin, %81'i dalganın, %75'i jeotermalin, %74'ü hidroelektriğin, %67'si gelgitin, %41'i biyokütlenin, %27'si hidrojeninin yenilenebilir enerji olduğunu bildiğini belirtmiştir. Bunun yanında, %16'sı fosilin, %9'u nükleerin%5'i kömürün ve %5'i doğalgazın yenilenebilir enerji oldu-

ğunu düşünmektedir. İfadeye verilen cevapların dağılımı, Şekil 11'de verilmiştir.

Şekil 11. "Aşağıdaki enerji kaynaklarından yenilenebilir enerji kaynağı olduğunu düşündüklerinizi işaretleyiniz" ifadesine verilen cevapların dağılımı

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılmış olan ankette ilk olarak katılımcıların genel olarak konuya hakimiyeti ölçülmüş, katılımcıların yüksek oranda konuya ve kavramlara hâkim olduğu görülmüştür. Sonraki sorularda ise katılımcıların yenilenebilir enerjiyi ne kadar önemsedikleri ve geliştirmek istedikleri görülmüştür. Çoğu katılımcının yenilenebilir enerji kaynakları hakkında bilgisi olmasına rağmen çok az veya neredeyse hiç bilgi sahibi olmayan katılımcıların da olduğu görülmüştür. Sanayi Devrimi'yle birlikte fosil yakıtların kullanılmaya başlanmasından önce, insanlığın tükettiği enerjinin tamamına yakını, yenilenebilir kaynaklardan (çoğunlukla sürdürülebilir biyokütle) elde edilmekteydi. Ancak Sanayi Devrimi'yle birlikte önce kömür ardından petrol ve doğalgazın enerji üretiminde aslan payını alması bu enerji kaynaklarının çevreyi kirleten etkileri ve eninde sonunda tükenecek olmalarından kaynaklı endişeleri de beraberinde getirmiştir. Öyle ki, henüz 1885 senesinde güneş panellerinin temelini oluşturan fotovoltaik etkinin icadı üzerine Alman mühendis ve iş insanı Werner von Siemens "Güneş enerjisinin kaynağı hem sınırsız hem de bedavadır. Dünyanın kömür depolarının yok olmasının, unutulup gitmelerinin üzerinden sayısız çağlar geçse dahi güneş enerjisi üstümüze yağmaya devam edecektir." diyerek yenilenebilir bir kaynak olan güneşin, fosil yakıtlara olan üstünlüğünden dem vurmuştur (Mikkelsen, 1979).

Ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasını artırmak ve insanları bu konuda bilinçlendirmek önem taşımaktadır. Bu anlamda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmak amacıyla aşağıda sıralanan öneriler göz önünde bulundurulabilir:

1. İlkokulda başlanarak okullarda yenilenebilir enerji ile ilgili dersler okutulabilir ve bu alanda yapılan projelere verilen destekler artırılabilir.

2. Yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan hem bireyler hem de şirketler devlet tarafından desteklenebilir.

3. Kamu spotları artırılarak, halk yenilenebilir enerji kaynakları konusunda bilgilendirilebilir ve bu kaynakların kullanılması teşvik edilebilir.

4. Yeni kurulacak üretim tesislerinin yenilenebilir enerji kullanmaları kanunlarla zorunla hale getirilebilir.

KAYNAKÇA

Bayraç, H.N. (2018). Uluslararası doğalgaz piyasasının ekonomik yapısı ve uygulanan politikalar. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 13 (3), 13-36.

Bayraç, H.N., & Aras, H. (2007). *"Dünya'da ve Türkiye'de sürdürülebilir doğalgaz politikaları"*, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Uluslararası Doğalgaz Kongresi ve Sergisi Bildiri Kitabı, 3-5 Mayıs 2007, Ankara.

Durak, M., & Özer, S. (2007). *Rüzgar enerjisi: Teori ve uygulama*. Ankara: Enermet

Ege, A. Y. (2004). Avrupa Birliği'nin enerji politikası ve Türkiye'nin uyumu içinde) AB'nin Enerji Politikası ve Türkiye, Ed. Yavuz Ege ve diğerleri, UPAV Yayınları, Ankara, 3-43.

Gülbahar, O. (2008). Küresel ısınma, turizme olası etkileri ve Türkiye. *Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2008 (2), 160-198.

Köse, S. (2018). İklim değişikliği müzakereleri: Türkiye'nin Paris Anlaşması'nı imza süreci. *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi, 9*(1), 55-81.

Mikkelsen, T. (1979). Energy and the options for mankind. *Impact of Science on Society,* 29(4), 375-382.

Pamir, N. (2007). Enerji arz güvenliği ve Türkiye, Stratejik Analiz Dergisi, 83, 21-32.

Peşkircioğlu, N. (2016). 2030 Sürdürülebilir kalkınma hedefleri: Küresel verimlilik hareketine doğru. Anahtar Dergisi, 28(335), 4-9.

The Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] (2021): Climate change 2021: The physical science basis. (6. Değerlendirme Raporu). Cambridge University Press. http://meb.ai/vmigmL adresinden edinilmiştir.

Uluslararası Enerji Ajansı [IEA] (2004). World energy outlook 2004. Paris: IEA. http://meb.ai/E1KyRT adresinden edinilmiştir

Yorkan, A. (2009). Avrupa Birliği'nin enerji politikası ve Türkiye'ye etkileri. Bilge Strateji, 1(1), 24-39.

EK-1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Algı Anketi

1- Yenilenebilir enerji kaynaklarını biliyor musunuz?

a) Kesinlikle katılmıyorum
b) Katılmıyorum
c) Kararsızım
d) Katılıyorum
e) Kesinlikle katılıyorum

2- Enerji tasarrufunun nasıl yapıldığı hakkında;

a) Hiç bilgim yok
b) Az bilgim var
c) Kararsızım
d) Bilgim var
e) Çok bilgim var

3- Eğer enerji tasarrufunun nasıl yapıldığını bilseydim daha çok yapardım.

a) Kesinlikle katılmıyorum
b) Katılmıyorum
c) Kararsızım
d) Katılıyorum
e) Kesinlikle katılıyorum

4- Gelecekte yenilenebilir enerji kaynaklarının daha çok kullanılacağını düşünüyorum.

a) Kesinlikle katılmıyorum
b) Katılmıyorum
c) Kararsızım
d) Katılıyorum
e) Kesinlikle katılıyorum

5- Bu konuda çalışmaları olan kuruluşlarla birlikte enerji sorunlarına katkı sağlamak isterim

a) Kesinlikle katılmıyorum
b) Katılmıyorum
c) Kararsızım
d) Katılıyorum
e) Kesinlikle katılıyorum

6- Yenilenebilir enerji kaynaklarını artırmak için çaba göstermek isterim

a) Kesinlikle katılmıyorum
b) Katılmıyorum
c) Kararsızım
d) Katılıyorum
e) Kesinlikle katılıyorum

7- Yenilenebilir enerji kaynakları diğer enerji kaynaklarına kıyasla daha maliyetlidir

a) Kesinlikle katılmıyorum
b) Katılmıyorum
c) Kararsızım
d) Katılıyorum
e) Kesinlikle katılıyorum

8- Türkiye'de aktif ve etkin bir şekilde yenilenebilir enerji kaynakları yeterli düzeyde kullanılmaktadır

a) Kesinlikle katılmıyorum
b) Katılmıyorum
c) Kararsızım
d) Katılıyorum
e) Kesinlikle katılıyorum

9- Yenilenebilir enerji kaynakları doğaya ve ekosisteme hiç zarar vermez

a) Kesinlikle katılmıyorum
b) Katılmıyorum
c) Kararsızım
d) Katılıyorum
e) Kesinlikle katılıyorum

10- Alışveriş yaparken yenilenebilir enerji kaynaklarını kullandığını bildiğim markaları pahalı olsalar da tercih ederim

a) Kesinlikle katılmıyorum
b) Katılmıyorum
c) Kararsızım
d) Katılıyorum
e) Kesinlikle katılıyorum

11- Aşağıdaki enerji kaynaklarından yenilenebilir enerji kaynağı olduğunu düşündüklerinizi işaretleyiniz.

a) Rüzgar
b) Biyokütle
c) Nükleer
d) Jeotermal
e) Gelgit
f) Fosil
g) Güneş
h) Dalga
i) Kömür
j) Doğalgaz
k) Hidroelektrik
l) Hidrojen

HÜSEYİN AVNİ SÖZEN ANADOLU LİSESİ

PROJE DANIŞMAN ÖĞRETMEN

Figen ÖZDEMİR / Fatih YEŞİLTEPE

BİYOKÜTLE ENERJİSİYLE ISINIYORUZ

Şeyda ATAN

ÖZET

Bizim bugün ülke olarak en büyük sorunlarımızdan biri doğal gaz. Çünkü buna ülkece herhangi bir alternatifimiz yok. Olası bir durumda Rusya'nın bizden doğal gazı kestiğini düşünürsek ülkede çok fazla şey aksayacaktır. Buna çözüm olarak da hem ülke olarak dışa bağımlılığımızı biraz da olsa azaltmak için hem de ekonomik anlamda da rahatlamak için bir çözüm bulduk. Biyoenerjiden üretilmiş doğal gaz. Kişilerin gün içinde çıkan evsel atıklarını biriktirerek bunları yüksek ısı basınçta biyoenerjiye dönüştürüp evlerin ısınmasında kullanacağız. Bunun bize ne gibi faydaları olacak peki? Hem ekonomik anlamda rahatlık olacak. Şu anki durumda hepimiz zaten doğal gaz fiyatlarının ne durumu geldiğini görüyoruz. Aynı zamanda daha çevre dostu bir yöntem olacak. Her ne kadar doğal gaz çok temiz bir kaynak da olsa aslında anlatıldığı kadar da çevreci bir kaynak değil ve yenilenebilir bir kaynak olmadığı için günün birinde elbette ki tükenecek. Apartmanların havalandırma boşluklarına kurduğumuz hazneler yardımıyla mutfakta yemek yapma vb. esnasında ortaya çıkan bitkisel atıkları biriktireceğiz. Ardından bu haznede biriken atıkları yüksek ısı ve basınçta biyoenerjiye dönüştürüp ısı elde edeceğiz. Peki, bu evlere nasıl ulaşacak? Parkelerin altına döşediğimiz doğalgaz borusu benzeri borular sayesinde evimizi yerden ısıtmalı hale getirmiş olacağız. Yani aslında baktığımızda şu an bulunan bir soruna hem çare bulmuş oluyoruz hem de evsel atıklar boşa gitmiyor.

Anahtar kelimeler: *Evsel Atık, Biyoenerji, Çevre Dostu*

ABSTRACT

One of our biggest problems facing our country today is the consumption of natural gas, since we do not have any alternative to this fuel. We know that a scenario in which Russia cuts off our supply of natural gas is not so farfetched and, if this were to happen, many things would go wrong in the country. In order to address this

situation, we have found a solution which will allow us to both, reduce our foreign dependency on energy supply and our economic worries connected to the traditional supply of gas. Natural gas can be viably and sustainably produced from bioenergy. We will collect household waste of the population during the day and convert it into bioenergy at high temperature pressure, which will be used to heat houses. The benefits seem rather obvious. From an economic point of view, it is for all to see that in the current situation, natural gas prices are soaring. From a sustainability point of view, recycling waste is also more environmentally friendly. Although natural gas per se is a very clean resource, it is not as environmentally friendly as it is often described and, since it is not a renewable resource, it will of course run out one day. Our method will work with the help of chambers installed in the ventilation spaces of the apartments, cooking in the kitchen, etc. We will collect vegetable waste produced during the process. The waste accumulated in this chamber will then be converted into bioenergy at high temperature and pressure and obtain heat. So, how will this bioenergy reach the houses? Thanks to the natural gas-like pipes laid under the floorboards, the solution will deliver underfloor heating. In other words, when we look at it, we have found a solution to a problem that has been found at the moment, so that household waste is not wasted.

***Keywords**: Household Waste, Bioenergy, Environmentally Friendly*

1. GİRİŞ

Şu an günümüzde biyokütle enerjisi ile üretim yapmak ya da enerji üretmek yavaş yavaş da olsa yaygınlaşmakta. Biz de bugün bu enerjiyi kullanarak şimdilik küçük görünse de aslında ilerisi için büyük bir soruna çözüm bulmuş olacağız. Baktığımızda doğal gaz her ne kadar temiz bir gazmış gibi görünse de aslında parçalanırken oluşturduğu zararlar büyük. Gaz, sağlık ve çevresel tehlikelerle ilişkilidir ve yaşam döngüsünün her aşamasında sosyal refahı azaltır. Fracking (hidrolik kırılma), yeraltı ve yüzey sularının kirlenmesi, hava kirliliği, gürültü ve ışık kirliliği, radyasyon salınımları, ekosistem hasarı ve depremlerle bağlantılıdır. Gazın taşınması ve depolanması yangın ve patlamaya neden olabilmektedir. Boru hattı ağı eskimekte, yetersiz bakım yapılmakta ve nadiren denetlenmektedir (Drozdogan,2021).

ABD'de her yıl bir veya daha fazla boru hattı patlaması yaşanıyor. Eylül 2018'de, Massachusetts'teki Merrimack Vadisi'ndeki bir dizi boru hattı patlaması 80'den fazla yangına neden oldu, 131 eve zarar verdi, 30.000 kişinin tahliye edilmesini sağladı, iki itfaiyeci de dahil olmak üzere 25 kişiyi yaraladı ve 18 yaşında bir erkek çocuğunu öldürdü. Gaz kompresör istasyonları, benzen, 1,3-butadien ve formaldehit gibi toksik ve karsinojen kimyasallar yayar. Kuyu, boru hatları ve kompresör istasyonları orantı-

sız bir şekilde düşük gelirli, azınlık ve marjinalleşmiş topluluklarda bulunur, burada gaz sızdırabilir, gürültü yapabilir, tehlike yaratabilir; bu da yerel halka fayda sağlamazken çevresel adaletsizliğe katkıda bulunur. Gaz yanması astım riskini artıran ve kronik tıkayıcı akciğer hastalığını (KOAH) kötüleştiren azot oksitleri oluşturur (Drozdogan, 2021).

Diğer bir noktada ise doğalgaz şu anda ithal ettiğimizden dolayı büyük bir maliyete sahip. Aynı noktada ithal ettiğimiz ülke olan Rusya'nın savaş döneminde bizden doğal gazı çekmesi üzerinde herhangi bir alternatif çalışmamız yok. Doğalgazımız ya da buna alternatif herhangi bir enerjimiz olmadığı takdirde hem üretim hem de ısınma ihtiyaçları büyük ölçüde aksayacaktır.

2. AMAÇ

Yukarı belirttiğimiz gibi tüm bu zararlar ve sorunları çözmek için çevreye en az zararı verecek bir alternatif bulmak, maliyeti azaltıp, kolay yoldan enerji elde etmek, üretimi ve ısınma ihtiyacını aksatmamak ve tüm bunların üzerine bitkisel atıkları kullanarak biyoenerji ile ısınma ve doğalgaza alternatif üretim sağlayacak bir sistem kurmak amaçlanmıştır.

3. YÖNTEM

Bu çalışmada tasarım yöntemi kullanılmıştır. Bu kapsamda bir prototip geliştirilmiştir. Her evin mutfağından havalandırmaya çıkan bir boru bulunacak ve bu borunun ucuna da bir hazne yerleştireceğiz. Daha sonra bu borudan atılan evsel atıkları yüksek ısı ve basınçta biyoenerjiye çevireceğiz. Aynı zamanda bu hazneden her daireye doğal gaz boruları benzeri borular döşenecek. Bu boruları parkelerin altından döşeyeceğiz. Tüm bunları kullanarak ısı enerjisini elde etmiş olacağız.

4. BULGULAR

Türkiye'nin yenilenebilir enerji kurulu gücü nisan sonu itibarıyla lisanslı ve lisanssız olmak üzere 50 bin 990 megavata ulaştı ve elektrikteki toplam 97 bin 543 megavatla rüzgar, 7 bin 70 megavatla güneş, 1595 megavatla jeotermal ve 945 megavatla biyokütle takip etti. Türkiye'de yenilenebilir enerji yatırımlarının büyüklüğü 50 milyar dolar seviyesini aşarken, kurulu güç kaynak ve il bazında farklılıklar gösteriyor (TRTHaber, t.y.). Baktığımızda ülkemizde biyoenerji ile elektrik ya da ısı üretiminin giderek arttığını görüyoruz. Bu da ülkemizde giderek yenilenebilir enerji kaynakları ve aynı zamanda biyoenerjiye olan talebin gün geçtikçe arttığının göstergesi.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Mevcut çözüm önerileri neler?

Olası bir Rusya'nın doğal gazı çekmesi durumu olarak konuşulan alternatifler Azerbaycan başta olmak üzere başka doğal gaz boru hatları ve sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) ilk akla gelenler. Onun ardından nükleer ve yenilenebilir enerji, hidroelektrik santraller ve kömür geliyor (t24.com.tr). Fakat yenilenebilir enerji kaynakları hariç tüm bu çözümler hem büyük mali kayıplara yol açacak (Azerbaycan'dan boru çekmek) aynı zamanda da kömür vb. kullandığımızda çevreye verdiğimiz zarar şu anki durumdan kat ve kat fazla olacak.

Proje Kapsamında geliştirilen alternatif çözüm önerileri?

1) Elde etmesi diğer enerji kaynaklarından daha çevrecidir ve dışarıya daha az CO2, SOX, NOX gibi emisyon salınır (Çevredodtuenerji, 2019).

2) Atık biyokütle kaynaklarından biyogaz elde edilmesi veya doğrudan yakma yöntemleri ile çevre sorunlarının engellenmesine katkı sağlanmaktadır (Çevredodtuenerji, 2019).

3) Ülkeler için yerli ve milli bir enerji kaynağı olarak kullanılabilir (Çevredodtuenerji, 2019).

4) Üretim santralleri pek çok enerji üretim santrallerine kıyasla daha az masraflıdır (Çevredodtuenerji, 2019).

5) Alternatif enerji kaynaklarından olan biyokütle enerjisi doğa dostudur. Yeşil Mutabakat, Paris İklim Anlaşması ve Karbon Vergisi gibi iklim planlamalarına uyumludur.

6) Biyokütle kaynakları ekonomiyi çeşitlendirir, üretim maliyetlerini azaltır. Örneğin biyokütle kaynakları ile kişisel bakım malzemeleri, deterjan türevleri, plastik alternatifleri, yakıtlar, takviye gıdalar ve aromalar imal edilebilir.

7) Biyokütle, çöp yoğunluğunun azaltılmasına yardımcı olur.

8) Biyokütle dünyamızın her yerdedir.

Tüm bu anlattığımız avantajlar bize çok büyük bir katkı sağlayacaktır. Bir kere biyokütle her yerdedir. En basit olarak mutfağımızda bile direkt bulunabilen bir şey. Zaten böyle bir çözüm bulmamızın en temel nedenlerinden biri de bu. Her yerden en rahat ve ekonomik şekilde biyoenerjiyi elde edebilmemiz. Diğer bir yandan daha çevre dostu bir çözüm olmuş olacak. Tüm bu avantajlara baktığımızda bu çözüm bizim için çok faydalı olacaktır.

6. ÖNERİLER

Aynı yöntemi fabrikalarda üretim için kullanılan doğal gaz yerine de daha fazla bitkisel atık ile yapabiliriz. Hatta tam ben bu projeyi hazırladıktan sonra bir kadın girişimcinin yaptığı çalışma dikkatimi çekti. Defne dallarından fabrikaya enerji sağlayan bir girişimci kadınımız var. O da aynı şekilde biyoenerji ile üretimini sağlıyor.

KAYNAKÇA

Çevre Dostu Enerji (2019). Biyokütle Nedir? Faydaları ve Dezavantajları Nelerdir? Erişim adresi: https://cevredostuenerji.com/biyokutle-nedir-faydalari-ve-dezavantajlari-nelerdir/

Erdal, L. (2012). Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Yatırımları ve İstihdam Yaratma Potansiyeli. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 4(1), 171-181.

https://www.enerji-dunyasi.com/

Murdock, Hannah E., Gibb, Duncan, Andre, Thomas, Sawin, Janet L., Brown, Adam, Ranalder, Lea, Andre, Thomas, Brown, Adam, Collier, Ute, Dent, Christopher, Epp, Baerbel, Hareesh Kumar, Chetna, Joubert, Fanny, Kamara, Ron, Ledanois, Nathalie, Levin, Rachele, Skeen, Jonathan, Sverrisson, Freyr, Wright, Glen, Passaro, Fabio, Guerra, Flavia, Dwi Sastriani, Ni Made, Yaqoob, Hend, Gicquel, Stefanie, Hamirwasia, Vibhushree, Kifukwe, Gwamaka, Yuan-Perrin, Yu, Mayer, Tammy, Williamson, Laura E., Budiman, Andreas, Chen, Olivia, Findlay, Katherine, Harris, Alyssa, Jones-Langley, Jessica, Urbani, Florencia, Mastny, Lisa, & Brumer, Leah (2021). *Renewables 2021 - Global status report* (INIS-FR--21-0788). France. Erişim adresi: https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:52059346

UNDP Türkiye. (t.y.). Amaç 7: Erişilebilir ve Temiz Enerji. Erişim adresi: https://www.tr.undp.org/content/turkey/tr/home/sustainable-development-goals/goal-7-affordable-and-clean-energy.html

TRTHaber. (t.y.). Yenilebilir Enerji. Erişim adresi: https://www.trthaber.com/etiket/yenilenebilir-enerji/

T24.com.tr. (2022). Rusya gazı keserse Avrupa'nın enerji alternatifleri neler? Erişim adresi: https://t24.com.tr/haber/rusya-gazi-keserse-avrupa-nin-enerji-alternatifleri-neler,1018003

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI İLE ÇALIŞAN AKILLI ŞARJ ROBOTU

Sinem ÜNLÜ | **İlke Onur ÖZYILDIZ**

ÖZET

Günümüzde güneş panelleri yenilenebilir enerji elde etmede yararlanılan en önemli kaynaklardandır. Evlerden işyerlerine kadar birçok farklı yapıda enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılan bu panellerin kullanımında karşılaşılan en büyük problemlerden biri depolamadır. Üretilen enerjinin tamamının depolanamamasından dolayı yaşanan enerji kayıpları çok büyük miktarlara ulaşabilmektedir. Diğer bir yandan, küresel ısınma ve karbon salınımının artması sürdürülebilir ulaşım araçlarına olan ihtiyacı daha da belirginleştirmiştir. Ancak bireyler bu araçların kullanımı sırasında verimlilik ve çevrecilik ile ilgili sorunlarla karşılaşabilmektedir. Elektrikli şarj istasyonlarındaki yetersizlikler ve elektrikli araçların şebeke elektriği kullanılarak şarj edilmesi bu duruma iki örnek olarak verilebilir.

Mevcut durumda karşılaşılan büyük enerji kayıpları ve elektrikli araç kullanımında yaşanılan zorluklar araştırıldığında, bu problemleri çözen yeterli projenin bulunmadığı gözlemlenmiştir. Sorun tespiti ve araştırmalardan sonra bu iki problemi aynı anda çözebilecek bir proje yapmaya karar verilmiştir. Mevcut çözüm önerilerinden farklı olarak evlerde kullanılan güneş panellerindeki depolanamayan enerjiyi değerlendirecek ve aynı zamanda bu enerjiyi elektrikli arabaları şarj etmek için kullanacak bu proje üstüne çalışılmıştır. Projede hazırlanan şarj robotu, evlerde depolanamayan güneş enerjisini kendini şarj etmek üzere kullanacaktır. Ardından kullanıcılar, projede hazırlanan mobil uygulama sayesinde şarj robotlarını bulundukları konuma çağırarak elektrikli araçlarını şarj ettirebileceklerdir. Böylece her zaman ulaşılabilir, çevreci ve hızlı şarj mümkün olabilecektir. Projemiz sayesinde hem enerji hem de kullanıcılara zaman tasarrufu sağlanabilecektir.

***Anahtar Kelimeler**: Sürdürülebilir Ulaşım, Elektrikli Araba, Yenilenebilir Enerji, Depolama, Şarj İstasyonu*

ABSTRACT

At the present time solar panels are one of the most important renewable energy sources. One of the biggest problems encountered in the use of solar panels, which are used in many different structures from houses to workplace is storing the energy. Energy losses caused by the inability to store all of the energy can reach tremendous amounts. Also the increase in global warming and carbon emissions made clear the need for sustainable transportations. However, people can encounter efficiency and environmentalism based problems while using these vehicles. The inadequacies in the chargers and the fact that the chargers use grid electricity are both examples of the problems.

After we made a research about the great energy losses and the problems experienced in the use of electric vehicles, we observed that there aren't enough projects that can solve these problems. After the problem identification and the research, we decided to make a project which can solve both of these problems at the same time. Our project will use the energy that was lost in the process of storing and will also use this energy to charge electric cars, differentiating our project from other ones. The charging robot prepared in our project will use the solar energy that could have not been stored at the solar panels used in the homes to recharge itself. Individuals will be able to call the charging robots to their location to charge their electric vehicle by the mobile application. This will make it always accessible, environmental friendly and fast charging. It will be possible to save energy and time at the same time by our project.

Keywords: *Sustainable Transportation, Electric Cars, Renewable Energy, Energy Sorage, Charging Stations*

1. GİRİŞ

Günümüzde güneş panelleri yenilenebilir enerji elde etmede yararlanılan en önemli kaynaklardandır. Evlerden işyerlerine kadar birçok farklı yapıda enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılan bu panellerin kullanımında karşılaşılan en büyük problemlerden biri depolamadır (Regen Power, 2021). Maliyetin fazla olması, bataryaların kapasitesinin az olması gibi nedenlerle elde edilen enerjinin tamamından faydalanılamamaktadır. Örneğin Amerika'da ortalama bir evde günde 30 ila 41 kWh elektrik kullanılmaktadır (U.S. Energy Information Administration, 2021). Bu tüketimi karşılamak için yaklaşık 36 güneş paneli kullanılabilmektedir ve bu sayıda panel kullanılandan fazla enerji de üretebilmektedir. Evlerde üretilen bu fazla enerjiyi depolamak için Tesla'nın Powerwall bataryaları gibi depolama araçları kullanılmaktadır. Powerwall, 13.5 kWh elektrik depolayabilme kapasitesine sahiptir (Tesla, 2020). Evlerde elektrik kullanımı, saatten saate değişmektedir. Örneğin, çocuklar okulday-

ken daha az elektrik kullanılmakta olabilir. Bu durumda eğer enerjinin yok olması istenmiyorsa çözüm olarak panelleri şebekeye bağlamak ve fazla elektriği oraya aktarmak sunulabilir. Ancak bu genellikle maliyet sebebiyle tüketiciler tarafından tercih edilmeyen bir seçenektir. Sonuç olarak, bu zaman diliminde bataryalarda depolandığından fazla olan ve o sırada kullanılmayan yüksek miktarda elektrik enerjisi kaybedilmektedir.

Odaklanılan bir diğer problem ise elektrikli araçların şarj istasyonlarındaki yetersizlikleridir. Dünyanın farklı yerlerinde sayıları değişmekte olup, güçlendirici kompresör (supercharger) sayısı elektrikli araç kullanıcılarıyla kıyaslandığında oldukça azdır. Ayrıca halka açık bu istasyonlarda araç şarjı için 20-75 dakika beklemek zorunda kalınabilir. Tüm istasyonlarda yenilenebilir enerji hedeflense de bu yapı henüz hayata geçirilememiştir. Mevcut düzende istasyonlar içinde şebekeye bağlı olanlar oldukça fazladır ve bu kaynağın araçların şarjı için kullanılması yenilenemeyen kaynaklardan elde edilen enerjilerin kullanılmasına sebep olmaktadır. Tüm dünyada kullanılan enerjinin %80,2'si fosil yakıtlardan elde edilmektedir (REN21, 2021). Kısaca, elektrikli araçlar şebekeden şarj olurken hedeflenen çevrecilik anlayışına tam anlamıyla uymamakta ve istasyonlarda araçların şarj olmasını beklemek zaman kayıplarına yol açmaktadır. Bu problemlere karşı bulunan mevcut çözüm önerilerinden ikisi, garajda aracınızı park ettiğinizde aracınızı şarj edecek bir robot prototipi ve bir otonom kol tasarımıdır. Ancak bu iki çalışma da şebekeden elektrik kullanmakta, ayrıca bekleme süresini düşürememektedir.

Hazırlanan projede mevcut çözüm önerilerinden farklı olarak zaten üretilmiş ve kullanılmadığında kaybedilecek olan, tamamen yenilenebilir enerjiyi kullanmak hedeflenmiştir. Buna ek olarak, sadece özel bir grubun kullanabileceği garajlar yerine halka açık bölgelerde de otonom şarj robotlarına erişim olması için çalışılmıştır. Yukarıda belirtilen sorunları birleştirerek çözüme ulaştırılması hedeflenmiştir. Evler gibi güneş panellerinden elde edilen enerjinin depolandığından daha fazla üretildiği alanlardaki enerjiyi alıp elektrikli araç şarj robotunu şarj etmek için kullanılabilecek bir tasarı hazırlanıldı. Ek olarak, geliştirdiğimiz uygulama sayesinde şarj robotu cep telefonlarından birkaç dakika içinde araçların konumuna çağırılabilecektir. Hem işte hem misafirlikte araç kullanılmadığında aracın yanına gelerek şarj edecek olan robot hem zaman tasarrufu hem de enerji israfını önleme konularında önemli faydalar sağlayabilmektedir.

2. YÖNTEM

Bu projenin hazırlanış süreci iki aşamada ele alınabilir;

1. Araştırma Aşaması

Bu aşamada;

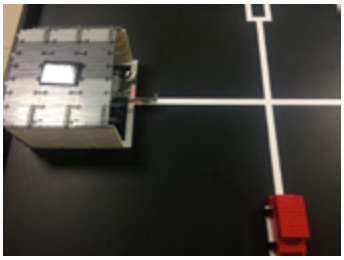
- Günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim ve tüketiminde karşılaşılan sorunların araştırılması,
- Elektrikli araç kullanıcılarının karşılaştığı sorunların araştırılması yapılmıştır.

2. Projenin Prototipinin Hazırlanması Aşaması

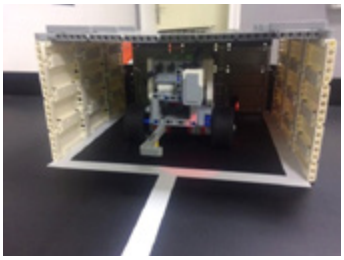
Bu aşamada;

- Elektrikli araç şarj robot prototipinin hazırlanması,
- Elektrikli araç şarj robotunun ana istasyonunun hazırlanması,
- Uygulama tasarımının yapılması,
- Test sürüşleri ve iyileştirme çalışmaları,
- Proje raporunun tamamlanması yapılmıştır.

Prototip hazırlanırken, elektrikli araç şarj robotu ve istasyonunun tasarımı için EV3, mobil uygulama için ise MIT AppInventor programı tercih edilmiştir.



Şekil 1.a. Şarj İstasyonu



Şekil 1.b. Şarj İstasyonu

Şarj robot istasyonları, evlerin bahçesinde/otoparklarında bulunacak olup evlerdeki depolanamayan enerjiyi şarj robotunu şarj etmek için kullanılacaktır.

Şekil 2.a. Şarj Robotu

Şekil 2.b. Şarj Robotu

Hazırlanan uygulamayı kullanarak çağrılan konuma gidecek, elektrikli arabayı şarj ettikten sonra şarj istasyonuna geri dönecektir.

Bu projede 2 adet büyük servo motor, 1 adet renk sensörü (prototip arabayı kontrol etmek amacıyla), 1 adet mesafe sensörü (kaldırımları kontrol etmek amacıyla) kullanılmıştır.

2.1. Projenin Kodları

2.1.1. EV3

Hazırlanan bu kodda çağrılmış olan bir şarj robotunun nasıl hareket edeceğini simüle etmek amaçlanmıştır.

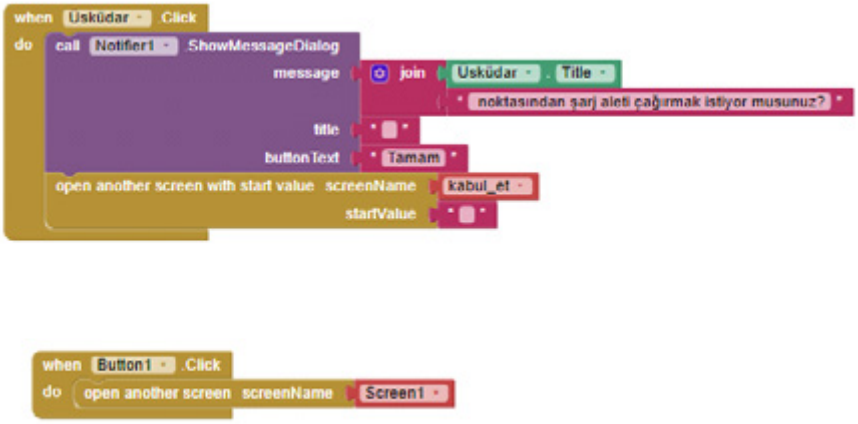
Şekil 3. Programın Ana Kodu

Şekil 4. Programda Kaldırım Kontrolü için Kullanılan My Block

2.1.2. MIT App Inventor

Yapılan bu uygulamada haritadaki uygun şarj robotlarını kullanıcının görebilmesi ve istediğinde çağırabilmesi sağlanmıştır.

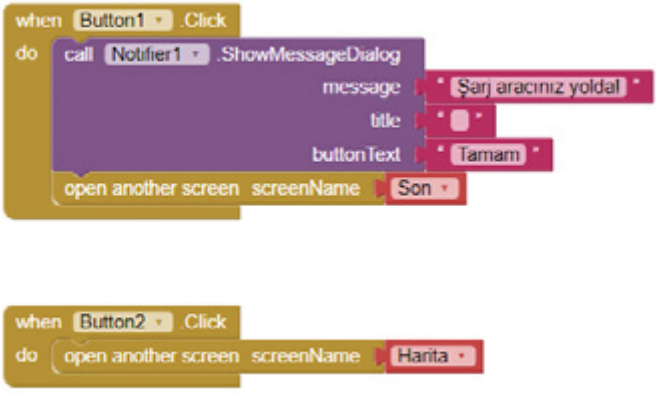
Şekil 5. Uygulamanın İlk Ekranından Haritaya Geçmesini Sağlayan Kod



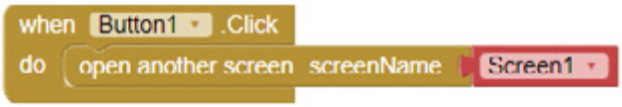
Şekil 6. Uygulamanın İlk Ekranından Haritaya Geçmesini Sağlayan Kod ve Harita-da Herhangi Bir Yerin Seçilebilmesini Sağlayan Kodun Bir Parçası

Şekil 7. Kodun Tamamı

Yazılmış olan kodlar sistematik bir şekilde kullanıcı tarafından seçilen bölgeye göre robotu harekete geçirecektir.



Şekil 8. Onaylama Ekranının Kodu



Şekil 9. Son Ekrandaki Ana Ekrana Dönüş Kodu

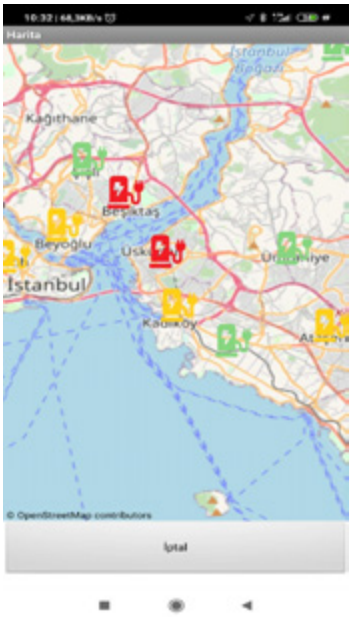
2.1.3. Uygulamanın Ekran Görüntüleri

Şekil 10. Uygulama Giriş ikonu

Şekil 11. Uygulama Ana Ekranı

Şekil 12. Şarj Robotları ve Durumu

Şekil 13. Onay Ekranı



Şekil 14. Durum Ekranı

3. BULGULAR

Şu anda, dünyada kullanılan elektrikli araçların tüm araçlara oranı maalesef oldukça düşüktür (verilere göre %1'in altında). Şu anki satışların ise yaklaşık %2'sini elektrikli araçlar oluşturmaktadır. Çoğu kişi elektrikli araçların şarj edilmelerinin zahmetli olması nedeniyle elektrikli araçlardan uzak durmaktadır. Fakat bu durumun yakın zamanda değişmesi planlanıyor.

Amerika Birleşik Devletleri Başkanı Joe Biden, Amerika'daki araç satışlarının 2030'dan itibaren %50'sinin elektrikli araç olmasını planladıklarını belirtmiştir ki bu da; 2050 yılında trafikteki tüm araçların %60'ı ile %70'inin elektrikli araçlar tarafından oluşturulması anlamına gelmektedir (Cage, 2022).

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Mevcut durumda şarj istasyonlarındaki manuel işlemleri azaltmak için bir kol tasarlanmıştır (Lou ve Di, 2020). Ayrıca garaj gibi alanlarda arabaları şarj etmek için bir robot prototipi hazırlanmıştır. Ancak bu robotlar da şebekeden şarj olmaktadır (Volkswagen, 2021). Projenin mevcut çözüm önerileri farklarından biri şarj robotunun yenilenebilir kaynaklardan şarj olmasıdır. Garaj gibi küçük alanlarda sadece özel bir grubun kullanabileceği robotlar yerine halka açık kullanım sağlanmıştır. Kaybedilen enerji değerlendirilmiştir. İnsanlar tarafından elektrikli araçların tercih edilmeme sorunu çözülmüştür. Proje için kullanılacak şarj istasyonları ev otoparklarının yanı sıra iş yerleri ve okullar gibi güneş panellerinin kullanıldığı diğer alanlara da yerleştirilebilir.

KAYNAKÇA

Cage F. (2022), The long road to electric cars. Reuters Graphics. http://meb.ai/JBE5yd adresinden edinilmiştir.

Doll S. (2021). How much does it cost to charge a Tesla?. Electrek. http://meb.ai/E1rMEF adresinden edinilmiştir.

Lou, Y., & Di, S. (2020). Design of a cable-driven auto-charging robot for electric vehicles. IEEE Access, 8, 15640-15655. doi: 10.1109/ACCESS.2020.2966528

Regen Power (2021). What are the problems faced by renewable energy?. http://meb.ai/vf0Vhi adresinden edinilmiştir.

REN21 (2021). Renewables 2021. Global status report. http://meb.ai/eVSNJH adresinden edinilmiştir.

Tesla (2022). Powerwall. http://meb.ai/eAfA54 adresinden edinilmiştir.

U.S. Energy Information Administration (2021). How much electricity does an American home use?. http://meb.ai/fI52Cb adresinden edinilmiştir.

Volkswagen (2020). Volkswagen group components previews mobile charging robot. http://meb.ai/fkJFZL adresinden edinilmiştir.

HİDROEV

Mustafa Orkun ORAL | **Burak Abdullah GÖREN**
Beren TÜRK

ÖZET

Elektrik ve su gibi kaynaklarımızın gereğinden fazla kullanılmasının yol açtığı hem kaynak hem de enerji kaybı günümüzün önde gelen sorunlarından biridir. Aynı zamanda maddi açıdan da büyük kayıplara yol açan bu sorunu çözmek adına binalardaki su borularından akan sudan elektrik üreteceğimiz bir sistemin tasarlanması amaçlanmıştır. Bu projenin, yenilenebilir enerji kaynağı olan hidroelektrik enerjisini yaygınlaştırmak kadar su israfını da en aza indirme konusunda da yol göstermesi öngörülmektedir. Aynı zamanda bu proje bir hidroelektrik santralinin çalışma prensibine dayanmaktadır. Çatıların önüne yapılması planlanan bir bölümde yağmur suları depo edilmelidir. Depolanmış bu yağmur suları yeterli ağırlığa ulaştığında borunun kapağı açılır, borulardan türbine su ulaştırılır, bu su türbine ulaştığında suyun mevcut potansiyel enerjisi kinetik enerjiye dönüşür. Elde edilen bu kinetik enerji türbini döndürür ve türbinin dönmesi jeneratörden elektrik enerjisi üretilmesini sağlar. Daha ekonomik yollarla üretilen bu elektrik enerjisi evlerde kullanılabilir. Hidroelektrik enerjisinin birçok kullanım alanı vardır. Bunların bazıları tarım, endüstriyel alanlar, maden ve turizmdir. Türkiye bu enerji bakımından önemli bir potansiyele sahiptir. Ancak hidroelektrik enerjisini günlük hayatımıza da adapte etmemiz gerekmektedir. Yağmur suyunun potansiyel enerjisinden elektrik üreten "Rainergy" adlı proje gibi projeler bulunmaktadır. Hidroev projesinin hedefinin farkı, bunu gerçek evler üzerinde uygulayacak bir sistem tasarlamak ve daha sonra bu projeyi somutlaştırarak bu yenilenelenebilir enerji kaynağını evrenselleştirmektir.

Anahtar Kelimeler: *Enerji Dönüşümü, Mikro Hidroelektrik, Yağmur Suyu, Yenilenebilir Enerji*

ABSTRACT

The loss of both resources and energy caused by the excessive use of resources such as electricity and water is one of the most important issues of our time. In order to

propose a solution to this problem which leads to substantial financial loss, a system has been designed in which electricity will be generated from the water draining down the water pipes in the buildings. The project also helps to reduce water wastage as well as disseminating hydroelectric energy, which is a renewable energy source. The project is modeled on the functioning principle of a hydroelectric power plant. Rainwater should be stored in a partition to be built in front of the roofs. When the stored rainwater reaches a sufficient weight, the lid of the pipe is opened, water floods down the turbine through the pipes; when the water reaches to the turbine, the potential energy of the water is converted into kinetic energy. Obtained kinetic energy rotates the turbine and the rotation of the turbine generates electrical energy through the generator. This energy produced more economically can be used in houses. Hydroelectric energy has several fields of use. Some of these are agriculture, industrial sectors, mining, and tourism. Turkey has a vast potential for such type of energy. Moreover, we need to adapt hydroelectric energy into everyday usage. There are projects such as the "Rainergy" project that generates electricity from the potential energy of rainwater. The difference in the Hidroev project's aim is to universalize this energy source by designing a system to apply it to real houses and then embodying it.

Keywords: *Energy Conversion, Micro hydroelectric, Rainwater, Renewable Energy*

1. GİRİŞ

Türkiye'de hidroelektrik enerjisi, birincil enerji üretiminin %14'ünü karşılarken, toplam tüketimin %3,9'unu karşılamaktadır. Türkiye'nin hidroelektrik enerji potansiyeli, dünyanın %1'ine, Avrupa'nın ise %16'sına karşılık gelmektedir (Yılmaz, 2012)

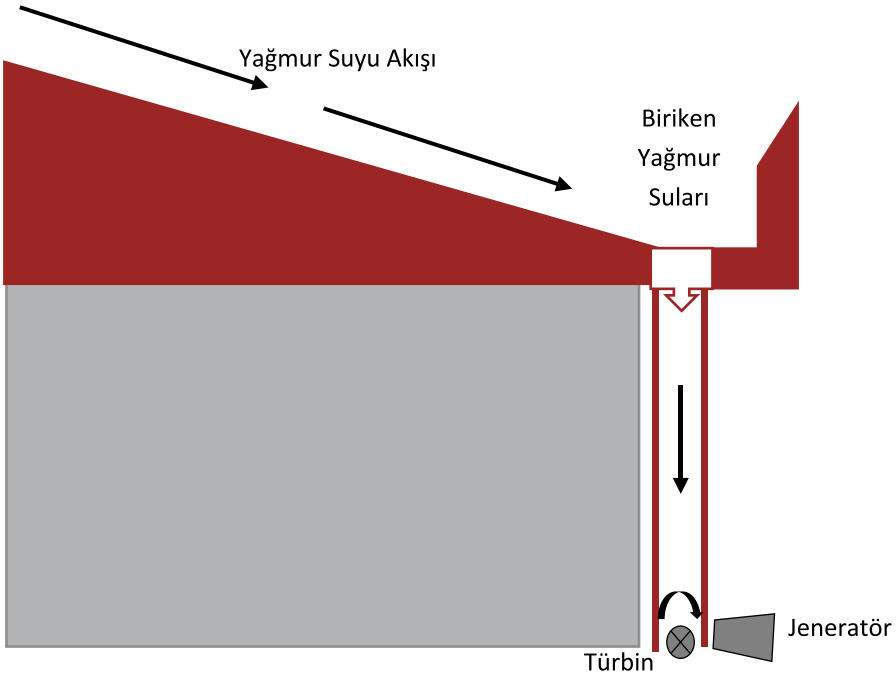
Hidroev projesi, mikro bir hiroelektrik santraline benzerlik göstermektedir. Bu sistem tasarlanırken termodinamiğin birinci kanunundan faydalanılmıştır. Bu kanuna göre; enerji yoktan var edilemez ve yok edilemez, sadece bir şekilden diğerine dönüşür (Gökmeşe, 2015). Binalardaki su borularının yüksekliğinden kaynaklanan potansiyel enerji ve bu borularda akan suyun kinetik enerjisi de görmezden gelinmemelidir. Enerjinin bir diğerine dönüşmesi gerektiğinden bu enerjileri elektrik enerjisine dönüştürerek büyük bir kaybın önüne geçilmeye çalışıldı. Günümüzde binalar sayı olarak her geçen gün artmakta ve daha yüksek binalar yapılmaktadır. Bu da proje için daha elverişli bir ortam hazırlamaktadır. Azerbaycan'da 2018 yılında 9. sınıf öğrencileri Reyhan Cemalova ve Zehra Gasimzade tarafından tasarlanan "Rainergy" adlı proje (Pal, 2018) bu proje ile amaçları açısından benzerlik göstermektedir.

Bu proje, önceden de belirtilmiş olan problemleri çözmek amacıyla yapılmıştır. Suyun ve enerjinin çok önemli olduğu bu zamanlarda, bu projeyle evlerin tepelerinde

toplanmış olan suların boşa harcanmaması ve elektrik enerjisine dönüştürülmesi hedeflenmiştir. Su israfının azaltılmasına ek olarak modern enerji kaynaklarından biri olan hidroelektrik enerjisi kullanımını yaygınlaştırmak da amaçlanmıştır.

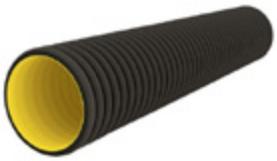
2. YÖNTEM

Bu proje, araştırma ve geliştirme türünde tasarlanmış olup daha sonraki aşamalarda somut bir ürün üretilmesi hedeflenmiştir. Hazırlanan projede ilk önce modern enerji kaynaklarının nasıl yaygınlaştırılabileceği hakkında araştırmalar yapıldı ve bunun sonrasında görüş alışverişinde bulunuldu. Daha sonra projenin tasarlanmasına başlanıldı. Proje bir hidroelektrik santralinin çalışma prensibine dayanmaktadır. Çatıların önüne yapılması planlanan bir bölümde yağmur suları depolanmaktadır. Bu sular, yeterli ağırlığa eriştiğinde borunun kapağı açılacak şekilde tasarlanmıştır. Bu ağırlığın, çatının su taşıyabilme kapasitesine göre değişiklik göstermesi gerekmektedir. Bu kapağın açılıp kapanmasını ayarlamak için ağırlık sensörü ve program dili olarak Ardunio kullanılmıştır. Depolanan yağmur suları bir boru yardımıyla aşağı aktarılır. Böylece potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüştürülür.



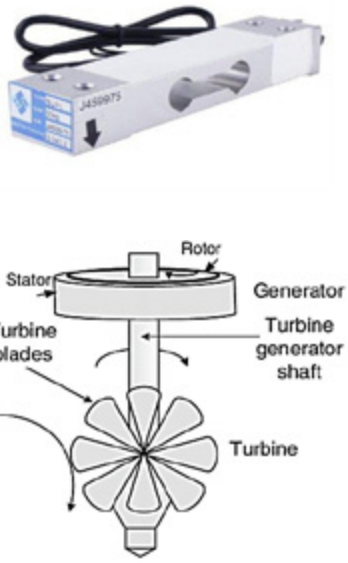
Şekil 1. Çatı yağmur toplama ve üretim sistemi tasarımı

Şekil 1'de görüldüğü gibi, çatıdaki yağmur suları toplanır ve boruyu kullanarak aşağıya ulaştırılır. Bu işlemler sonucu elde edilen kinetik enerji bir türbine aktarılır.



Şekil 2. Koruge boru

Tasarımda, Şekil 2'de görüldüğü gibi, koruge boru kullanılması planlanılmıştır. Bu boru tipi, atık su uzaklaştırma ve yağmur sularını taşıma hatlarında kullanılmaktadır. Borunun çapı ve uzunluğu uygulanacak olan yere göre değişiklik gösterir.



Şekil 3. Ağırlık sensörü

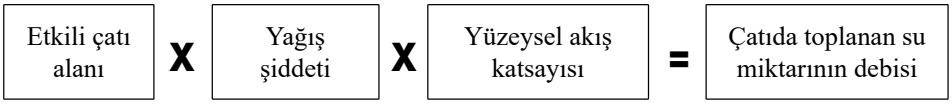
Şekil 3'de gösterilmiş olduğu gibi bir ağırlık sensörü kullanılacaktır. Bu ağırlık sensörünün kapasitesi 50 kilograma kadar ölçüm yapabilmektedir. Ardunio ve Raspberry Pi'la uyumlu çalışmaktadır.

Şekil 4. Türbin ve jeneratör bağlantısı (Singh, Olsen ve Pant, 2013)

Şekil 4'te görülmüş olduğu gibi, türbinin dönmesi sonucunda oluşan kinetik enerji jeneratöre aktarılır ve jeneratöre aktarılan enerji elektrik enerjisine çevrilir.

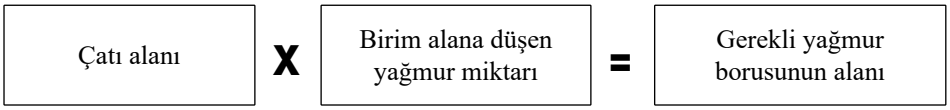
3. BULGULAR

Yöntem kısmında anlatılan tasarımın uygulamaya geçebilmesi için dört adıma ihtiyaç duyulmaktadır. İlk adım, toplanan yağmur suyu miktarının debisinin hesaplanmasıdır. Böylece çatıda depolanan yağmur suyunun çatıya etkisi (çatının çökmemesi) ve depolama değeri ortaya çıkar.



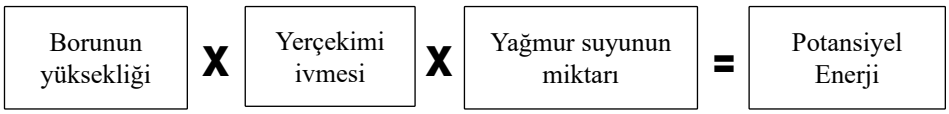
Şekil 5. Çatıda toplanan su miktarının debisinin hesaplanması (Akdemir, 2019)

İkinci adım, depolanan suyun kütlesinin aktarımını karşılayabilecek uygun borunun alanın seçilmesidir.



Şekil 6. Yağmur borusu alanının hesaplanması (T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2015)

Üçüncü adım, bina yüksekliğine uygun borunun yüksekliğinin ve boru adedinin seçilmesidir. Boru adedinin önemi, kullanılacak borunun kesit alanını vermesidir. Borunun kesit alanı, yağmur borusunun alanının; boru adedine bölünmesiyle bulunur. Yüksekliğin önemiyse elde edilecek potansiyel enerjiyi belirlemesidir.



Şekil 7. Potansiyel enerjinin hesaplanması (Sinav, 2018)

Son adım ise potansiyel enerjinin türbini döndürmesi ve bunun sonucunda oluşan kinetik enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülmesidir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Araştırmalardan elde edilen sonuçlara göre, hidroelektrik enerjisi pek çok alanda kullanılmaktadır ve Türkiye'de bu enerji bakımından önemli bir potansiyele sahiptir. Ancak hidroelektrik enerjisinin günlük hayata da adapte edilmesi gerekmektedir. Pek çok yüksek binanın bulunduğu büyükşehirler bu konuda kullanılabilirler. Yağmur suyunun potansiyel enerjisinden elektrik üreten "Rainergy" adlı proje gibi projeler bulunmaktadır. Fakat Hidroev Projesi'nin ana hedefi bu enerji kaynağını yaygınlaştırmak ve binalar üzerinde uygulayarak bina fazlalığını avantaja çevirmektir.

Enerji üretildikten sonra, yağmur suları atık su olarak kanalizasyon sistemine bağlanmaktadır. Bunun yerine yağmur suyu hasadı yapılarak yağmur suları, sulama ve benzeri işlerde kullanılabilir.

KAYNAKÇA

Akdemir, M.Z. (2018). Çatı yüzeyinden suların uzaklaştırılması. Yayımlanmamış ders notu, Mimarlık Bölümü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul. http://meb.ai/fF6nQj

Gökmeşe, F. (2015). Termodinamiğin temel yasaları. Yayımlanmamış ders notu, Kimya Bölümü, Hitit Üniversitesi, Çorum. http://meb.ai/KpjX3A

Pal, S. (2018, Temmuz 9). Electricity from rain: 15-yo Azeri girl's low-cost innovation spells hope for India. The Better India. The Better Academy. http://meb.ai/sbkgRD

Sinav, Ö. (2018). Fizik 9 ders kitabı. Ankara: Dikey.

Singh, A., Olsen, S.I., & Pant, D. (2013). Importance of life cycle assessment of renewable energy sources. Anoop Singh, Stig Irving Olsen ve Deepak Pant (Ed.), Life cycle assessment of renewable energy sources içinde (s.1-11). London: Springer.

T.C. Milli Eğitim Bakanlığı (2015). Tesisat teknolojisi ve iklimlendirme. Ankara: MEB Yayınları.

Yılmaz, M. (2012). Türkiye'nin enerji potansiyeli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi açısından önemi. Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi, 4(2), 33-54.

İSTANBUL ÜSKÜDAR LİSESİ

PROJE DANIŞMAN ÖĞRETMEN

Metin DALDABANOĞLU / Neslihan SEZGİN SALTAN

YENİLENEBİLİR ENERJİNİN YAYGINLAŞTIRILMASI

Ekin YILDIRIM | **Nur İpek CANDAN**
Tuana SARIOĞLU

ÖZET

"Bu makalede ülkemizde gelecek kuşaklara daha yaşanabilir bir çevre bırakabilmek için yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılması gerektiği üzerinde durulmuştur. Dünyadaki fosil yakıtların da azalması ile birlikte dünyada yenilenebilir enerji kullanımının artışı söz konusu olmaktadır. Ülkemiz de bu doğrultuda çalışmalar yürütmeli ve uzun vadede enerji konusunda dışa bağımlı kalmamak için çalışmalar yapmalıdır. Bunun için yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılması gereklidir. Her ne kadar yenilenebilir enerjinin gelişmesine dikkat çekiyorsak bir o kadar da yaygınlaştırılmasının üzerine de düşmeliyiz.. Elde edip başarabileceğimiz enerji üretimini yeterince yaygınlaştırıp birçok zararı sıfıra düşürebiliriz. Yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılması için öncelikle çok sağlam bir altyapı gereklidir. Bunların gerekli yatırımla mümkün olduğunu gelişmiş ülkelerde görüyoruz. Türkiye'nin de o ülkelerden birisi olması için çalışmalıyız. Bizler yenilenebilir enerjiyi yaygınlaştırabilirsek sömürge altında kalmış ve dışa bağlı diğer ülkelere ışık tutmuş olabileceğiz. Dünya üzerindeki her bireyin yenilenebilir enerji konusunda bir şeyler bildiğini fakat yeterli hassasiyeti göstermediğini söyleyebiliriz. Ayrıca dünya halklarının da bu konuda bilinçlendirilmesi gerektiği üzerinde durulmuştur."

Anahtar Kelimeler: *Yenilenebilir Enerji, Verimlilik, Gelişmişlik, Çevre*

ABSTRACT

In this article, it is emphasised that renewable energy should be popularised to leave a more liveable environment for future generations in our country. Renewable energy production is not sufficient in our country. Unfortunately, we are not yet advanced in this field. For this, it is necessary to expand renewable energy. Although we draw attention to the development of renewable energy, we should also focus on its dissemination. We can expand energy production enough and reduce many losses to zero.

Firstly, a very solid infrastructure is required for the dissemination of renewable energy. We see that this is made possible with the necessary investment in developed countries. We must work to make Turkey one of those countries. If we can deploy renewable energy, we may be able to shed light on other developing countries. We can assume that large parts of the world population have some broad knowledge about renewable energy but are not sufficiently receptive to its purpose and potential. Therefore, this study emphasises the need to increase awareness of and support for renewable energy.

Keywords: *Renewable Energy, Efficiency, Development, Environment.*

GİRİŞ

Günümüz dünyasında yenilenebilir enerji kullanımı söz konusu olsa ile hala fosil yakıtların önceledeği bir gerçektir. Hepimiz evlerimizde doğalgaz kullanırız, arabalarımıza benzin koyarız. Ancak bu fosil yakıtlar hem doğaya zarar vermekte ve hızla tükenmektedir. Dünyadaki enerji ihtiyacının %91'i yenilenemez enerji kaynaklarından sağlanırken sadece %9'u yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmaktadır (Koç ve Kaya, 2015). Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynakları üretiminde gerçekleştirilen projelerin yeteri kadar yaygınlaştırılmadığını görebiliyoruz. Peki halkın bilinçlenmesi için yenilenebilir enerjiyi nasıl yaygınlaştırabilir ve halkı bu kaynakları kullanmaya nasıl teşvik edebiliriz?

1. Yenilenebilir Enerji Nasıl Yaygınlaştırılabilir?

İnsanlar yüzyıllardır kömür, petrol gibi yenilenemeyen fosil yakıtlar kullanmıştır. Fosil yakıtlar hem çevremize çok zarar verirler hem de sınırlıdırlar. Bu yüzden insanlar yenilenebilir enerji kaynaklarına geçmelidir. Tabi bu geçiş çok da kolay olmayacaktır. İnsanların yüzyıllardır kullandıkları fosil kaynakları bırakmaları zaman alacaktır. Peki biz bu zamanı azaltmak için ne yapabiliriz? Bu zamanı azaltmak için yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlığını arttırmamız gerekir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlığını arttırmak için aşağıdaki yöntemleri uygulayabiliriz (Aydoğdu, 2021).

2.Yenilenebilir Enerji Ne ile Yaygınlaştırılabilir?

Çoğumuzun bildiği üzere yenilenebilir enerji:

Güneş ışığı, rüzgâr, jeotermal ısı, vb. Karbon nötr doğal kaynaklardan elde edilebilen ve insan zaman ölçeğinde doğal olarak yenilenen kaynaklardan elde edilebilen enerjiye denir. Kısaca; bu tür enerji kaynakları diğer enerji kaynaklarının aksine yenilenebilmektedir (Göz Enerji).

3. Yenilenebilir Enerji Belli Bir Kısım ile mi Ortaya Çıkar?

Her günümüz, yaşamımızı devam ettirebilmek için ihtiyaç duyduğumuz enerji kaynaklarını tüketerek geçiyor. Bu, hepimizin ortak yönü. İşe gitmek için arabaya bineriz, kışın kimimiz kaloriferleri, kimimiz sobayı yakarız, baharda tarlalarımızı süreriz… Ulaşım araçları da ısınmak için kullandığımız aletler de tarlalarımızı süren traktörler de çoğunlukla fosil yakıtlarla enerjisini sağlıyor. Küresel ısınmanın, kirliliklerin, iklim değişikliğinin nedeni olan fosil yakıtlar hayatlarımızda bu kadar büyük bir yer kaplıyorken, gelecek felaketleri durdurmak adına yenilenebilir enerji kaynaklarına geçmek de herkesi ilgilendiren bir konudur. Haliyle tüm dünya, bunun bilincine varmış olup tamamen yenilenebilir enerjiye geçiş yapmak için çaba sarf etmelidir. Son araştırmalara göre Norveç, yenilenebilir enerji kullanımında dünyada en yüksek paya sahip. Enerji kaynaklarının yüzde 45'i, hidroelektrik üretiminden geliyor. Bir başka gelişmiş ülke olan Almanya, temiz enerjiyi en çok kullananlar arasında alır. Yaptığı yatırımların karşılığı olarak ilk kez 2019 yılında elektrik üretimi için kullanılan yenilenebilir enerji miktarı, termik ve nükleer santrallerinkini geçmiştir (Göz Enerji). Almanya'dan sonra gelen İngiltere, 2019 yılında elektrik ihtiyacının yüzde 40'ından fazlasını karşılamak için rüzgâr enerjisi kullandı. Aynı ülke, 50 yıllık süreç içerisinde kömür kullanımında da yüzde 95'in üzerinde bir düşüş yaşadığı ve farklı enerji kaynaklarına yöneldiği gözlemlendi. Compare the Market'ın yaptığı araştırmaya göre Türkiye ise, gelişmekte olan bir ülke olarak yenilenebilir enerjiyi en çok kullanan ülkeler arasında sekizinci sırada yer alıyor (Temiz Enerji).

4. Neden Yenilenebilir Enerjiyi Tercih Etmeliyiz?

Enerji konusunda dışa bağımlılık azalır. Ülkeler kendi enerjilerini kendileri üretebilecek hale gelebilir. Örneğin Norveç'i ele alacak olursak; Petrol üretip ihraç etmekte ve dünyada yatırımlar yapan çok büyük bir fona sahip. 1990 yılında kurulan Norveç Emeklik Fonu, Petrol Fonu olarak da bilinmekte, artık fosil yakıt değil yenilenebilir enerjiye yatırım yapacak. Elektriğin %98 'ini yenilenebilir enerjiden üreten Norveç 'in enerji ihracatı, somon ihracatının önüne geçti (Dünya Enerji). Çoğumuzun bildiği üzere, enerji çoğu savaşın çıkma sebebi, çünkü yenilenemeyen enerji kaynakları her yerde kolay kolay bulunamamakta, dolayısıyla da (petrol, doğal gaz, vb.) bulunan topraklar içim savaş çıkmakta. Yani anlayacağınız üzere, uluslararası uyum için de etkilidir. Ayrıca, her ne kadar kurulumu maliyetli olsa da gerek ömür boyu kullanım gerek faturada edeceğiniz tasarrufun etkisiyle daha da kârlı olacaktır. Yenilenebilir enerji çevre dostudur. Eğer yenilenebilir enerjini kullanımını yaygınlaştırırsak çevreyi korumuş oluruz. Bunun yanında uzun süreli enerji elde eder, doğal kaynakları tüketmemiş oluruz. Zehirli ve zararlı gaz salınımını azaltmış olacağımız için ozon tabakasına verilen zararı azaltıp veya yok edeceğimiz gibi dünyamızı küresel ısınmaya

ve iklim değişikliğine karşı korumuş oluruz.

5.Yenilenebilir Enerjinin Yaygınlaştırılmasının Faydaları Nelerdir?

Fiziksel anlamda enerji, iş yapabilme yeteneğidir. Zorunlu ihtiyaçlarımızın yanı sıra günlük yaşamda da birçok alanda enerji yadsınamaz bir önem teşkil etmektedir. Özellikle sanayileşmenin ardından artış gösteren fosil yakıtlar hâlâ enerji sanayisinin büyük bir bölümünü kapsamaktadır. Gerek üretim gerekse tüketim esnasında fosil veyahut nükleer yakıtların çevreye ciddi ölçüde zarar verdiği anlaşıldı. Bu noktada temiz enerji kaynağı olarak da adlandırılabilecek yenilenebilir enerji kaynakları devreye girdi. Yenilenebilir enerji "doğal kaynaklardan elde edilebilen ve kendini sürekli yenileyebilen bir enerji kaynağı" olarak tanımlanabilir (Apaydın, Güngör ve Taşdoğan, 2019).

Özellikle gelişmekte olan ülkeler nezdinde yenilenebilir enerjinin yaygın olmadığı ve kurulumun maliyetli olması açısından çok tercih edilmediği bir gerçektir. Bu kapsamda yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılması konusunda dört mühim husus ortaya çıkmıştır.

Bunlar:

- Devletler bazında yaygınlaştırılması
- Büyük ölçekli işletmeler ve şirketlerde yaygınlaştırılması
- Küçük ve orta ölçekli işletmelerde yaygınlaştırılması
- Bireysel ölçekli yaygınlaştırma
- Hukuki Anlamda Yaygınlaştırma

a) Devletler Bazında Yaygınlaştırılması

1973 yılında yaşanan petrol krizinin ardından tüm dünya enerjinin önemini kavramış ve fosil yakıtların tükenmesi durumunda başvurulacak yeni ve temiz enerji kaynaklarına yönelmiştir. Bugün dünyaya bakıldığında gelişmiş ülkelerde yenilenebilir enerjinin daha yaygın olduğu ve bu durumda yenilenebilir enerji konusunda lider konuma geldikleri görülmektedir.

Gelişmekte olan ülkelerdeki durum ise biraz daha farklıdır. Gerek toplumun yeterince bilinçlendirilmemesi gerekse büyük şirketler veya devletler aracılığıyla yapılan anlaşmalar gereği fosil yakıt veya nükleer enerji temelli projeler hâlâ uygulanmaktadır. Örneğin Rus kamu şirketi Atomstroyexport tarafından inşası üstlenilen ve 2023'te hizmete girmesi beklenen Akkuyu Nükleer Enerji Santrali bu projelerden biridir (aa. com.tr- Ekonomi)

Ancak son zamanlarda yapılan bazı görüşmeler sonucu yenilenebilir enerji projele-

ri de yürürlüğe girmiştir. 21-25 Haziran 2021 tarihinde düzenlenmiş olan Birleşmiş Milletler Yüksek Enerji Diyaloğunda alınan karar neticesinde yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılması hususunda 400 milyar dolarlık bir taahhütte bulunuldu. Bu maddi teşvikin yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılması konusunda oluşturacağı etki şimdiden öngörülebilecek nitelikte. Ayrıca son zamanlarda gündemde olan Paris Antlaşması gibi uluslararası anlaşmalar da özellikle gelişmekte olan ülkelerde yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılmasına katkıda bulunacaktır.

Gelişmiş birçok ülkede, yatırımlar için daha ucuz kredi desteği, yüksek birim fiyattan alım garantisi, vergilerde indirim, değişik oranlarda doğrudan devlet yardımı ile yenilenebilir enerji üretimi desteklenmiştir. OECD Ülkeleri başka ülkelerle anlaşmalar yaparak, bu doğrultuda ülkeleri destekleyerek yenilenebilir enerjiye destek sağlamakta (Selam, Özel, Arıoğlu Akan, 2013). Bu durum hem üretimin artmasına hem de yenilenebilir enerjini yaygınlaşmasına katkıda bulunmuştur.

b) Büyük Ölçekli İşletmeler ve Şirketlerde Yaygınlaştırılması

Enerji, özellikle üretim alanında faaliyet gösteren şirketler için ciddi bir kalemdir. Türkiye'de 2022 yılının ocak ayında meydana gelen enerji kesintileri, enerjinin önemini bir kez daha hatırlatmıştır. Bu kapsamda özellikle büyük ölçekli işletmelerde kendi enerjisini üretme konusunda bir yönelim olmuştur. Örneğin gıda üretimi alanında hizmet veren Ak Gıda A.Ş. Sakarya tesisinde atık sudan metan gazı oluşturarak elektrik üretmektedir. Bu gibi şirketlerin kendi enerjisini yenilenebilir enerji kaynaklı üretmesi ve bu üretimden vergiye tabii tutulmaması büyük ölçekli işletmelerde yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılmasına katkıda bulunacaktır.

c) Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde Yaygınlaştırılması

Küçük ve orta ölçekli işletmelerin yenilenebilir enerjiye teşviki maddi teşvik (hibe veya düşük faizli kredi) ve vergi indirimi ile mümkündür.

d) Bireysel Ölçekli Yaygınlaştırma

Bireysel ölçekli yaygınlaştırma için uygulanabilecek en öncelikli yöntem toplumun bilinçlendirilmesidir. Bunun için tıpkı Balıkesir Üniversitesinin yapmış olduğu gibi "Yenilenebilir Enerji Eğitim Merkezi" kurulabilir. Kendi enerjisini (güneş veya rüzgâr enerjisi gibi) üreten kişilere maliyeti azaltmak açısından hibe maddi destek uygulanabilir ve kişilerin elde edilen enerjiden vergiden muaf tutulacağı temin edilebilir.

e) Hukuki Anlamda Yaygınlaştırma

Yenilenebilir enerjinin üretimini hukuki zemine oturtmak güvence sağlayacağından üretimi artırır. Türkiye'de bu hususta yürürlüğe giren ilk kanun olan 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun ile bu konu güvence altına alınmış ve 2007 yılında yapılan değişiklik ile birlikte taban fiyat uygulamasına geçilmiştir.

6. Yenilenebilir Enerjinin Yaygınlaştırılmamasının Zararları Nelerdir?

Yenilenebilir enerji yararlı olacağı için yaygınlaştırılma çabasına girilir. Herkes tarafından öğrenilmeden, bilgi sahibi olmadan yaygınlaştırmak mümkün değildir. Bu yüzden yaygınlaştırmadan önceki dezavantajları çok fazladır.

Öncelikle başlı başına cehalet problemi vardır. İnsanlar bu konuda bilinçlendirilmediği için neyin doğru neyin yanlış olduğunu ayırt edemiyorlar, bu sebepten ötürü yenilebilir enerjinin yaygınlaştırılması durumu söz konusu olmuyor. Yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılamadığı bir ülkede her zaman enerji konusunda dışa bağımlılık kaçınılmaz bir sondur. Enerjimizi diğer ülkelere muhtaç bir şekilde sağlayacak olmak bizleri de zora sokuyor. Dışa bağımlılıkla birlikte verimde düşüş de geliyor. Bir şey üretmeyen, elindekini değerlendiremeyen ve yaygınlaştırmayan bir ülkenin verimi de azalır.

Bir başka ve çok önemli zarar ise hava kirliliği. Yenilenebilir enerji kullanılıp yaygınlaştırılmadıkça dışarı salınan gazlar, ihmalkârlıktan ortaya çıkan zararlı atıklar ve göz ardı edilen çeşitli maddeler doğrultusunda hava kirliliği oldukça artar. Oksijenin havada %21 oranla bulunması gerekirken karbondioksitçe zengin gazlar havaya karıştıkça bu oran düşer (Kumbaradergisi). Havayı kirletmeyip çevremizin dostu olmamız gerekir. Aksi takdirde kendi yaşadığımız yeri yaşanılacak halden çıkartıp, çevre dostu değil düşmanı olmuş oluruz.

Çağımızın sorunu olan ekonomi de aslında bu sebeplerden etkilenir. Şu an insanlar geçim sıkıntısı çekerken yenilenebilir enerji yaygınlaştırılmaz ise daha büyük miktarlarda para kayıpları yaşanabilir. Yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılmamasının zararlarından birisi de hem bireysel olarak hem ülke olarak maddi anlamda çöküntüye uğratır.

SONUÇ

Yukarıda detaylı olarak bahsettiğimiz gibi yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılması, bilinçlendirilmesi ve teşvik edilmesi sadece Türkiye'nin değil Dünya üzerindeki tüm ülkelerin ve tüm insanların geleceğinin yararınadır. Araştırma kapsamında sunulan veriler ışığında temiz ve erişilebilir enerjinin etkili kullanımı ve yaygınlaştırılması için aşağıdaki önerileri sunabiliriz.

1) Şehirlerde yenilenebilir enerji kullanımı arttırılabilir:

Şehirlerde sokak lambalarında ve trafik ışıklarında yenilenebilir enerji kullanılırsa hem sokak lambaları ve trafik ışıklarının masrafı azalır hem de yenilenebilir enerjinin popülerliği artar.

2) Yenilenebilir enerji üretim araçlarından alınan vergi azaltılabilir:

Yenilenebilir enerji üretim araçlarından alınan vergi azaltılırsa, yenilenebilir enerji üretim araçlarının kullanımı artacaktır.

3) Okullarda yenilenebilir enerji eğitimi verilebilir:

Okullarda yenilenebilir enerji eğitimi verilirse bu eğitimi alan öğrenciler yenilenebilir enerjinin önemini ve çevreye katkısını daha iyi anlayacaklardır.

Doğru yöntemlerle üretildiği sürece ülkelerin sadece ekonomisini değil, varlıklarının da devamını sağlar.

KAYNAKÇA

Aydoğdu, Ç. (2021). Yenilenebilir Enerji Sektöründe ve Enerji Verimliliğinde Kamusal Destekler ve Türkiye'de Yansımaları. *Bitlis Eren Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Akademik İzdüşüm Dergisi*, *6*(1), 52-74.

Ak Gıda. (t.y) Ana Sayfa. Erişim adresi: www.akgida.com.tr

Dynamic Web. (t.y) Çözümlerimiz. Erişim adresi: www.dw.com.tr

Enerjisi Üreten Fabrikalar. (t.y). Zirvesi ve Sergisi. Erişim adresi: https://www.enerjisiniuretenfabrikalar.com/

Gaz Enerji. (t.y) . Erişim adresi: http://www.gazenerji.com/

Göze Enerji. (t.y) . Göz Enerji Tanıtım Sayfası. Erişim adresi: https://www.gozeenerji.com.tr/

Karagöl, E. T., & Kavaz, İ. (2017). Dünyada ve Türkiye'de yenilenebilir enerji. *Analiz. Seta*, *197*, 18-28.

Koç, E., Kaya, K. 2015. "Enerji Kaynakları–Yenilenebilir Enerji Durumu," Mühendis ve Makina, cilt 56, sayı 668, s. 36-47.

Kumbara Dergisi. (t.y) Atmosferimizin Tamamı Oksijenden Oluşsaydı Acaba Ne lurdu? Erişim adresi: https://kumbaradergisi.com/icerik/atmosfer-oksijenden-olussaydi-ne-olurdu/

Luecke, A. (2011), Renewable Energy Best Practices in Promotion and Use for Latin America and the Caribbean, Inter-American Development Bank

Norm Enerji. (t.y.) Türkiye`de Güneş Enerjisi/Enerji ve Yenilenebilir Kaynaklar

Erişim adresi: Normenerji.com.tr

Oskay, C. (2014), Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Rüzgâr Enerjisinin

Önemi ve Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi Yatırımlarına Yönelik Teşvikler, Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi

Selam, A. A., Özel, S., & Akan Arıoğlu, M. Ö. (2014). Yenilenebilir enerji kullanımı açısından Türkiye'nin OECD Ülkeleri arasındaki yeri. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (2014), 317-334.

Soydugan, F. (2021), Rüzgâr Enerjisi, Bilim ve Teknik Dergisi. Erişim adresi: https://bilimteknik.tubitak.gov.tr/makale/ruzgar-enerjisi

Temiz Enerji.(t.y) Haber Portalı. Erişim adresi: temizenerji.org

Vikipedi. (t.y) 1973 Petrol Krizi. Erişim adresi: https://tr.wikipedia.org/wiki/1973_Petrol_Kriz

Vikipedi. (t.y). Akkuyu Nükleer Güç Santrali. Erişim adresi: tr.wikipedia.org/wiki/Akkuyu_Nükleer_Güç_Santrali

Ulusoy,A., & Daştan, C. B. (2018). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yönelik Vergisel Teşviklerin Değerlendirilmesi. *Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, *7*(17), 123-160.

YENİLENEBİLİR ENERJİNİN GELECEĞİ

Adanil GÜZEL | **Irmak ÇAĞLAYAN**
Nisa Özleyiş AKÇAALAN

ÖZET

Türkiye, enerji olarak dışa bağımlı bir ülkedir ve maalesef ki enerji üretimi kendine yetmemektedir. Bu enerji açığı, şimdilik kapatılabilse de gelecekte petrol, doğal gaz ve kömür tükendiğinde ya da azalmalarından kaynaklı olarak fiyatları arttığında, bu açık rahat bir şekilde kapatılabilecek midir? Türkiye'nin gelişebilmesi enerjiye bağlıdır ve enerji ithalatı hacmi fazlasıyla büyüktür. Bu sebepten ötürü, gelecekteki olası bir enerji krizinden Türkiye çok ağır bir şekilde etkilenebilir. Bunun yaşanmaması için önümüzü görebilmeli, yenilenebilir enerji kaynaklarına geçerek hem toprakları-mızın ömrünü uzatmalı hem de kendi kendimize yetebilecek bir kapasiteye erişmemiz gerekmektedir. Böylece Türkiye, gelişmekte olan bir ülke kategorisinden çıkabilir ve "gelişmiş ülke" kategorisinde bir gün yer alabilir. Hem dünyanın ömrünü uzatmak, hem dışa bağımlılığımızı azaltmak hem de enerji üretiminden alacağımız verimi art-tırmak adına, yenilenebilir enerji kaynaklarına yapacağımız yatırımları arttırmamız gerekmektedir. Umarız ki, Türkiye yapacağı yatırımları arttırır ve bu potansiyeli gü-zel bir şekilde değerlendirir.

Anahtar Kelimeler: *Enerji, Potansiyel, Elektrik, Gelecek*

ABSTRACT

"Turkey is an energy dependent country and unfortunately energy production is not self-sufficient. Although this energy gap can be closed for now, can this gap be closed so easily in the future when oil, natural gas and coal are depleted or their prices inc-rease due to their decrease? Turkey's development depends on energy and Turkey's energy import volume is extremely high. For this reason, in a future energy crisis, Turkey could be severely affected. In order for this not to happen, we need to be able to see ahead, switch to renewable energy sources, extend the life of our lands and reach a capacity that is self-sufficient. Thus, Turkey may come out of a developing

country category and one day reach the "developed country" category. We need to increase our investments in renewable energy resources both in order to extend the life of the world, to reduce our dependence on foreign sources, and to increase the efficiency we will get from energy production. We hope that Turkey will increase the investments on this area and make positive use of this potential."

Keywords: *Energy, Potential, Electricity, Future*

1. GİRİŞ

Enerji, bir sistemin ya da bir objenin hareket etmesi için gerekli olan gücü uyandıran kaynaktır. Hiçbir varlık, enerji olmadan hareket edemez ya da eylem gerçekleştiremez (İnan vd., 2018). En basit hareket için bile enerji gereklidir. İnsan, hayvan ve bitkilerden tutun, bilgisayar, beyaz eşya, araba ve bunlar gibi bir sürü şey enerjiye ihtiyaç duymaktadır.

Enerjinin bir sürü formu vardır ve bu formlar arasında geçiş yapılabilir. Örneğin hareket enerjisi, bir ampul aracılığıyla ısı ve ışık enerjisine dönüşebilir. Enerji ise yenilenebilir ve yenilenemez olarak ikiye ayrılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları; hidrolik enerji, güneş enerjisi, biyokütle enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji, dalga enerjisi ve hidrojen enerjisidir. Yenilenemez enerji kaynakları ise kömür, petrol, doğal gaz, uranyum ve toryumdur. Dünyada kullanılan enerjinin %91'i yenilenemez enerji kaynaklarından sağlanırken, sadece %9'u yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmaktadır (Koç ve Kaya, 2015). Yenilenemez enerji kaynakları üzerindeki bu yoğunluk sebebiyle, bu kaynakların birkaç yıla tükeneceği öngörülmektedir. Bu da aslında insanlığın bir noktada enerji açığı yaşayabileceği anlamına gelmektedir.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Enerji Kullanımının Tarihi

Enerjinin kontrollü bir şekilde ilk kullanılışı binlerce yıl öncesine dayanır. İnsanlar ateşi keşfedip bunu kendi çıkarları doğrultusunda kullanmaya başladıklarında, ilk defa enerjiyi de kontrollü bir şekilde kullanmış oldular. Kinetik enerji ise ilk defa su değirmenleri ile kullanılmaya başlanmıştır. 10. yüzyılda, yel değirmenleri ile yavaş yavaş rüzgar enerjisinin kullanımı da devreye girmiştir. Yel değirmenleri, bugünün rüzgar güllerinin, su değirmenleri ise hidroelektrik santrallerinin temelini oluşturmuş ve enerji kullanımı yüzyıllarca böyle devam etmiştir (Öymen ve Ömeroğlu, 2020).

Daha sonra 16. yüzyılda, endüstriyel anlamda kullanılmaya başlanan kömür, enerji kaynaklarının kullanımında baş sıraya oturmuştur. 19. yüzyılda ise ilk defa doğal gaz

ve petrol kuyuları açılmış ve 19. yüzyılın devamında da ilk defa güneş enerjisi kullanılmaya başlanmıştır. 19. yüzyıl sonunda, Nikola Tesla'nın alternatif akımı bulmasıyla ise enerji sektörü genişlemiş; 20. yüzyılın başlangıcı ile petrol, enerji piyasalarının gözdesi olmuştur Günümüzde de petrol fazlasıyla kullanılmaktadır, ancak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında bir artış gözlenmektedir. Önümüzdeki yüzyıllarda ise yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının, diğer enerji kaynaklarının kullanımını geçeceği düşünülmektedir (İnan vd., 2018).

2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji kaynakları, yediye ayrılır. Bunlar; güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, biyokütle enerjisi, jeotermal enerji, dalga enerjisi, hidrolik enerji ve hidrojen enerjisidir (Aydoğdu, 2021).

2.2.1. Güneş Enerjisi

Güneş ışınları, radyasyon oluştururlar. Bu radyasyon da ısı enerjisi oluşturmaktadır. Güneş enerjisi, bu ısı enerjisini toplamaya yarayan paneller aracılığıyla toplanır ve farklı enerji türlerine dönüştürülür (Koç ve Kaya, 2015).

2.2.2. Rüzgâr Enerjisi

Hava, dünyadaki hava basıncı farkından ötürü sürekli hareket etmektedir. Bu sebepten ötürü "rüzgâr" oluşumu gerçekleşir. Rüzgârın hareket enerjisi, rüzgar gülleri ya da rüzgar enerjisi santralleri (RES) aracılığıyla mekanik enerjiye dönüştürülür (Güler, 2005).

2.2.3. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle enerjisi, biyolojik organizmaların vücutlarında oluşturdukları biyokütlelerin canlı vücudunda dönüştürülmesi sonucu ortaya çıkan enerji türüdür (Aslantaş, 2018).

2.2.4. Jeotermal Enerji

Yerkabuğunda yer alan ısı kaynakları aracılığıyla ısı enerjisi üretimidir. Dünyadaki enerji üretiminin %1'inden azını karşılamaktadır. Santral yapımı maliyetlidir (Külekçi, 2009).

2.2.5. Dalga Enerjisi

Dalgalar; rüzgâr, deprem, Ay'ın yerçekimi sebebiyle olur. Dalga enerjisi ise, dalgaların hareket etmesi sayesinde oluşur. Kinetik enerji oluşturan dalgaların enerjisi, depolanır ve başka türlere çevrilir (Sağlam vd., 2005).

2.2.6. Hidroelektrik Enerjisi

Hidroelektrik enerjisi, suyun hareketi ile elde edilmektedir. Hidroelektrik santralleri (HES) ya da baraj aracılığıyla biriktirilir. Barajlarda su bir süre boyunca biriktirilir ve belli bir yükseklikten bırakılır ve kinetik enerji oluşturur. HES'ler ise akarsu ya da nehirlerin üzerine kurulur. Tıpkı bir su değirmeni gibi oradan akan su, HES'i çalıştırır ve kinetik enerji oluşturur (Erkin, 2019).

2.2.7. Hidrojen Enerjisi

Hidrojen enerjisi; hidrojen elementinin ayrıştırılması, kimyasal işlemlere maruz bırakılması sonucunda ortaya çıkan kimyasal bir enerjidir.

2.3. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Alınan Verim

Günümüzde, özellikle gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde- enerji ihtiyacının çoğunluğu ucuz, basit ve erişimi kolay olduğu için fosil yakıtlardan sağlanmaktadır. Ancak bu enerji kaynaklarının doğaya verdikleri zarar, yenilenebilir enerji kullanımı ön plana çıkarmıştır. Özellikle geçtiğimiz yıllarda yaşanan petrol krizi, yenilenebilir enerjinin önemini arttırmıştır. Ayrıca fosil yakıt yoksunu ülkeler, enerji üretiminde dışa bağımlı oldukları için yenilenebilir enerjiyi bir alternatif olarak görmüş ve yenilenebilir enerjiye geçiş yapmaya başlamıştır (Acaravcı ve Erdoğan, 2018).

Enerji yoğunluğu, 1 birimlik gayrisafi yurt içi hasıla artışı sağlamak için gerekli olan enerji miktarına denir. Genellikle 1 dolarlık ekonomik büyümeyi sağlamak için gereken kWh ile ölçülür. Amaç, olabildiğince az enerji harcayarak olabildiğince çok ekonomik büyüme sağlamaktır. Yüksek gelirli ülkelerde en düşük enerji yoğunluğu görülürken, düşük gelirli ülkelerde en yüksek enerji yoğunluğu görülür (Yılmaz ve Can-Öziç, 2018).

2.3.1. Güneş Enerjisinin Verimliliği

Dünya atmosferine gelmeden önce güneş enerjisinin şiddeti, ortalama olarak 1380 W/metre2 değerindedir. Fakat bu oran Dünya'da, atmosfer sebebiyle çok daha azdır. Bu oran atmosferden geçince 0-1000 W/metre2 değerine düşer. Fotovoltaik sistemlerde güneş enerjisi %5-%30 aralığında bir verime sahip olur (Bailey vd., 2002). Bu verimi arttırma çalışmaları devam etmektedir. %45'e kadar verim sağlayan paneller üretilmiş olsa da maliyetleri çok yüksek olduğu için sadece uzay araçlarında kullanılır (Demiröz vd. 2016).

2.3.2. Rüzgâr Enerjisinin Verimliliği

Rüzgâr türbinleri, pervaneler aracılığıyla bağlı oldukları şaftı döndürürler. Jeneratör ile bu kinetik enerji, elektrik enerjisine döndürülür. Modern bir rüzgar türbini, 20 yıl öncesine kıyasla 180 kat daha çok verim sağlamaktadır. Önümüzdeki yıllarda da bu

verim artacaktır. Türbinler, dönüş eksenlerine göre üçe ayrılmaktadır (Güler, 2005):

Yatay Eksenli Türbinler (%45 verim)

Dikey Eksenli Türbinler (%35 verim)

Eğik Eksenli Türbinler

Ülkemizde kullanılan yatay eksenli rüzgar türbinlerinin güçleri başlangıçta tek ünitede 500 kW seviyesinden bugün 3 mW seviyesine çıkmıştır. Böylece rüzgar çiftliklerinin tesisi ile yaygın kullanım gerçekleşmektedir. Bunun yanı sıra rüzgar enerjisinin verimliliği, kömür enerjisinin verimliliğinden çok daha yüksektir. Kömürden alınan verim %29-%37 iken rüzgar enerjisinden alınan verim %32-%50 aralığındadır. Bu sebepten ötürü, rüzgar enerjisi potansiyelinin yüksek olduğu bölgelere rüzgar türbinleri kurularak enerjide verim sağlanabilir (Güler, 2005).

2.4. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Ekonomik Önemi

Öncelikle, iki temel madde ile günümüz dünyasında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasına neden yönelmek gerektiğinden bahsetmek gerekir (Özdemir ve Koç, 2020):

1. Dünyada sosyal ve ekonomik kalkınmanın temeli olan enerjiye gün geçtikçe daha çok ihtiyaç duyulması,
2. Dünyanın yenilenemeyen enerji kaynaklarının sınırlı olması ve sürekli azalmaya devam etmesi.

Bu iki sebepten ötürü son zamanlarda, kritik bir önem taşıyan yenilenebilir enerji, ekonomide de önemli bir yer taşımaktadır.

2.4.1. Güneş Enerjisinin Ekonomik Önemi

Güneş enerjisinden temel olarak üç farklı sıcaklık kategorisinde yararlanılabilir. Bunlar düşük sıcaklık kabul edilen 100 ºC ve altı uygulamalar, orta sıcaklık olan 100 ile 350 ºC aralığı ve yüksek sıcaklık olan 350 ºC ve üstü uygulamalardır. Hepsi ayrı ayrı değerlendirilir.

Düşük sıcaklık uygulamaları, kullanma suyunun arıtılmasında, pasif yöntemle binaların ısıtılmasında, tarım ürünlerinin kurutulmasında ve seracılıkta yararlanılmaktadır. Orta sıcaklık uygulamaları bina ısıtma ve soğutmada kullanılırken, yüksek sıcaklık uygulamaları ise toplayıcı ve odaklayıcı kollektörler yardımıyla elektrik üretilmesinde ve güneş fırınları gibi yüksek sıcaklık gerektiren diğer alanlarda kullanılır. Özellikle ülkemiz ekonomisinde önemli bir yeri olan tarımda da kullanılabilmektedir. Bunun yanı sıra, doğal gaz ve petrol konusunda dışa bağımlı bir ülke olduğumuz için bu bağımlılığın bir nebze de olsa giderilmesi için güneş enerjisi hem ısınmada hem de elektrik üretiminde kullanılabilir.

2.4.2. Rüzgâr Enerjisinin Ekonomik Önemi

Günümüzde, rüzgar enerjisine olan talep gittikçe artmaktadır. Bu talep yeni türbin fabrikalarının kurulmasına olanak sağlamaktadır. Bu rüzgar türbin fabrikalarının kurulması sonucu istihdam da oluşmaktadır. Buradaki istihdam sayesinde ise işsizlik azalmaktadır. Ayrıca teknoloji ihracatı ve diğer yatırımlarla beraber toplam rüzgar enerjisi sektörü, 2008 yılı sonu itibariyle 47,5 milyar dolarlık pazar payına ulaşmış durumdadır (Ağpak ve Özçiçek, 2018).

2.4.3. Yenilenemez Enerji Kaynaklarının Ekonomik Yapısı

Yenilenemez enerji kaynakları en çok sanayi alanında, elektrik üretiminde ve ulaşım sektöründe kullanılmaktadır. Bu sektörlerin genel özelliği ise, büyük üretim ölçeği gerektirmeleri, ekonominin neredeyse tümüyle de ilintili olmaları ve ayrıca azalan maliyet koşullarının geçerli olmasıdır. Bu temel özellikler, çeşitli kamu politikalarıyla bu sektörlerde yapılan yönlendirilmelerin mantıksal altyapısını oluşturmaktadır.

Türkiye'de yapılan akademik çalışmaların incelenmesi ile hazırlanan rapor, G20 üyesi ülkelerin fosil yakıtlara verdiği teşviklerin 6 katı sağlık maliyeti yarattığını ortaya çıkardı. Rapora göre dolayı 2014 yılında aralarında Türkiye'nin de bulunduğu G20 ülkeleri fosil yakıt şirketlerine toplam 444 milyar dolar teşvik verdi ancak bu teşviklerle tetiklenen hava kirliliği, ilgili ülkelerde 2,76 trilyon dolarlık bir sağlık maliyetine neden olmuştur (Sağlık ve Çevre Birliği [HEAL], 2017).

Türkiye, kömür başta olmak üzere fosil yakıtlardan enerji üretimine yılda 1,9 milyar ABD doları teşvik ödemektedir. Fosil yakıtlar özellikle hava kirliliği yaratarak insan sağlığını tehdit ediyor. Hava kirliliğinin yarattığı sağlık sorunlarının ekonomik maliyeti ise kamu bütçesine zarar vermektedir. Kömür gibi fosil yakıtların kullanımı ayrıca iklim değişikliğini de tetikler. Raporda fosil yakıtların neden olduğu iklim değişikliğinin getirdiği ek maliyetler de hesaplanmıştır. Fosil yakıtların neden olduğu iklim değişikliği, Türkiye'de yılda 13,2 milyar dolar yeni maliyete yol açmaktadır (HEAL, 2017).

2.5. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Doğaya Etkisi

2.5.1. Hidroelektrik Enerjisinin Doğaya Etkisi

Hidroelektrik enerji tek bir cümle ile hareket halindeki suyun elektriğe çevrilmesi olarak özetlenebilir. Su gücünden yararlanmak çok eski zamanlara dayanmaktadır. İlk örnekler olarak milattan önceki zamanlarda kullanılan su değirmenleri gösterilebilir. Günümüzde ise bu vazgeçilemez enerji kaynağını hidroelektrik santraller yaparak kullanmaktayız. Çevreye olan olumlu etkileri sayılacak olursa: (a) hammadde masrafının bulunmaması, (b) kirlilik oluşmaması, (c) zararlı atık ve partiküler mad-

deler ortaya çıkmaması, (d) pik enerji ihtiyacında çok hızlı devreye girmesi, (e) acil durumlarda hızla devreden çıkarılabilmesi, (f) dışa bağımlı olunmaması ve (g) sadece enerji amaçlı olmayıp sulama amaçlı olarak da kullanılabilmesi sayılabilir (Şenpınar ve Gençoğlu, 2006).

Çevreye olan kötü etkileri ise şöyledir; besleyici özellikteki suların tutulması, tarım alanlarının verimliliğini düşürür ve nehir kıyılarında erozyonlara sebep olabilir. Doğal su akışı, baraj göllerinde engellendiğinden balıkların yaşam alanlarını daraltarak sayılarının azalmasına neden olur. Geniş su yüzeyine sahip hidroelektrik santralleri suda üreyen bulaşıcı hastalıkların yaygınlaşmasına neden olabilir (Şenpınar ve Gençoğlu, 2006).

2.5.2. Rüzgâr Enerjisinin Doğaya Etkisi

Rüzgâr enerjisi, hareketli havanın kapsadığı kinetik enerjinin çeşitli araçlarla mekanik enerjiye dönüştürülmesi olarak açıklanabilir. Enerji kaynağının sonsuz olması, dışa bağlı olmaması, kirlilik yaratmaması, rüzgâr tribünlerinin kurulduğu arazinin yapısına zarar vermemesi ayrıca denize de kurulabilir olması rüzgâr enerjisinin çevreye olumlu etkilerinden sayılabilir. Bunun yanında gürültü yapması, kuş ölümlerine ve kuşların göç yollarını değiştirmelerine; radyo ve televizyon alıcılarında parazitlenmeye neden olması gibi olumsuz etkilerin göz önünde bulundurulması ve sistemler inşa edilmeden önce o coğrafi bölgenin özelliklerine dikkat edilmesi gerekir (Güler, 2005).

2.5.3. Güneş Enerjisinin Doğaya Etkisi

Güneş enerjisi, Güneş'ten gelen ışınların, özel teknolojiler kullanılarak elektrik enerjisine dönüştürülmesi yoluyla elde edilmektedir. Güneş enerjisi ayrıca, en temiz ve bol enerji kaynaklarından biridir ve gürültü ve çevreyi kirleten faktörler içermediği için yenilenebilir ve sürdürülebilir bir enerjidir. Bu sebeple yenilenebilir enerji kaynaklarının başında gelir. Maliyeti sebebiyle çok tercih edilmese de maliyeti yavaş yavaş düşmektedir ve kullanımı da gittikçe artmaktadır (Acaravcı ve Erdoğan, 2018).

Güneş enerjisi en zararlı görülen enerji kaynaklarından biri olan fosil yakıta bağımlığı azaltır. Böylelikle çevreye çok büyük bir katkı sağlar. Ek olarak güneş enerjisi çevreye hiçbir zarar vermez ve oldukça temizdir. Bu sebeple çevre dostu bir enerji kaynağıdır. Üstelik hiçbir rahatsız edici ses yaymaz ve gürültü oluşturmaz. Bu sebeple, güneş enerjisi sistemi hemen her yere kurulabilir.

2.5.4. Jeotermal Enerjinin Doğaya Etkisi

Jeotermal enerji, yer kabuğunun derinliklerindeki sıcak kaya ve akışkanların ısısının zayıf katmanları geçerek yeryüzüne ulaşmasıyla elde edilen bir enerjidir. Jeotermal

enerjinin avantajları arasında; her yenilenebilir enerji gibi çevre dostu olması ve doğal kaynaklar kullanıldığı için dışa bağımlı olunmaması sayılabilir. Sıcaklık ve gürültü gibi çevre sorunlarının yanı sıra jeotermal sıvının içerisinde bulunan, cıva, arsenik, kurşun, lityum, amonyak gibi kimyasal atık maddeler ciddi çevre sorunlarına neden olabilmektedir. Bunlar yeraltı sularına, bitki örtüsü ya da hayvanlara zarar verebilir. Bu nedenle re-enjeksiyon gerektirmesi, jeotermal enerjinin dezavantajlarından biridir.

2.5.5. Biyokütle Enerjisinin Doğaya Etkisi

Biyokütle enerjisi, canlı atıklarının işlemden geçirilmesi sonucu elde edilen bir enerjidir. Sürekli enerji sağlanabilen bir kaynaktır. Ancak bu enerji türünde çok fazla ağaç kesilmesi ve yerine sadece üretime elverişli ağaçların dikilmesi doğal dengeyi bozabilir. Biyokütle enerjisinin, aşırı miktarlarda tarımsal alanın kullanılması sonucu küresel gıda kaynaklarını ve uzun vadede tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini etkileyerek kıtlığa, gıda ürünlerinde fiyat artışına, erozyona, biyolojik çeşitlilik kaybına ve aşırı gübre ve ilaç kullanımından dolayı yer üstü ve yer altı sularının kirlenmesine neden olacağı tahmin edilmektedir. Bu enerji kaynağının avantajı ise her yerde kolayca yetiştirilebilmesi, çöpten enerji elde edilmesine yardımcı olması ve böylece geri dönüşüm sağlamasıdır. Yükselen enerji açığı trendi ve çevresel zararların azaltılması amacıyla biyokütle enerjisinin stratejik öneminin gittikçe arttığı, son dönemdeki verilere göre de dünya enerji ihtiyacının %14'ünün biyokütle enerjisinden karşılandığı belirtilmiştir (Aslantaş, 2018).

2.6. Yenilenemez Enerji Kaynaklarının Doğaya Zararı

Fosil yakıtlar yakılarak kullanılmaktadır. Fosil yakıtların yanması sonuncu ortaya karbon çıkar. Karbon, havadaki oksijen ile birleşip karbondioksit oluşturur. Karbondioksit oluşumu ile birlikte birçok sorun da başlamaktadır. İlk olarak fazla karbondioksit, sera etkisine sebep olmaktadır. Sera etkisi; dünyanın atmosferinde biriken karbondioksitin, tıpkı bir sera edasıyla, dünyaya gelen güneş ışınlarını hapsetmesi durumudur. Bu hapsedilen güneş ışınlarının sadece çok küçük bir kısmı atmosfer dışına çıkabilmektedir. İçeride kalan güneş ışınları, dünyadaki ısıyı arttırır. Hal böyle olunca, ne kadar çok güneş ışını birikirse ısı o kadar çok artar. Bu sebepten ötürü, en başta küresel ısınma ortaya çıkmaktadır (HEAL, 2017).

Küresel ısınmanın da etkisiyle dünyanın dengeleri bozulmakta ve iklimsel değişimler de görülmektedir. Asit yağmurları artmakta ve bunun sonucunda tarımsal verim azalmaktadır. Buzullar erimekte ve dünyadaki su oranı artmaktadır. Bütün bu olayların temelinde ise fosil yakıtların yanmasıyla oluşan karbon yer alır (HEAL, 2017). Uranyum ve toryum ise nükleer santrallerde kullanılmaktadır. Bu santraller, hem

doğa hem de insanlık için büyük risk taşımaktadır. Aşırı derecede radyasyon içeren elementler olan uranyum ve toryum, santrallere güç kaynağı olarak alındığı için herhangi bir aşırı yüklenme durumunda patlamalar yaşanabilir. Bunun etkisi ise oldukça yıkıcı olabilir ve bölgede yüzyıllar boyunca radyoaktivite görülebilir.

2.7. Fosil Yakıtların Tükenmeye Başlaması

Fosil yakıt; milyonlarca yıl boyunca toprağın altında gömülü bir biçimde kalarak fosilleşen bitki ve hayvanlardan oluşan enerji kaynaklarına verilen isimdir. Fosil yakıtlara örnek olarak kömür, petrol ve doğal gaz gösterilebilir. Fosil yakıtların kullanım alanına baktığımızda ısınma, sanayi, yakıt gibi önemli alanları görüyoruz. Günümüzde bu fosil yakıtların insanlık için vazgeçilmez olmasının sebepleri arasında ucuz olması ve az miktarda fosil yakıtla çok fazla enerji üretilebilmesi vardır. Fakat bu kadar tercih edilmesine rağmen fosil yakıtların en önemli özelliği kaynakların sınırlı olmasıdır. Bu da fosil yakıtların bir gün tükeneceği anlamına gelir. Uzun yıllardır tükeneceği düşünülen petrol, yeni rezervlerin keşfedilmesiyle bir süre daha hayatımızda bulunacaktır; ancak yakın gelecekte kesin olarak tükeneceği için insanlar yenilenebilir enerji gibi çözüm yolları aramaya başlamışlardır (Akar vd., 2021).

Dünyada fosil yakıt rezervlerinin sayısına bakılırsa, petrolün 1 trilyon 779 milyar varil, doğal gazın ise 198,8 trilyon metreküp olduğu görülür. Kömür ve petrol rezervlerinin yıllık tüketimi 35 milyar 405 milyon varilken; doğal gazınki 3,9 trilyon metreküptür. Evrende zamanın başlangıcından beri bulunan fosil yakıtlar, her bir kullanılışında geri dönüşü olmayan şekilde tükenmektedir. Özellikle sanayinin gelişmesiyle fosil yakıtların tüketimi daha da artmıştır (İnan vd., 2018).

Şu anda bilinen fosil yakıt rezervlerinin sayısına bakıldığında, petrolün 40, doğalgazın 60 ve kömürün de yaklaşık 230 yıl sonra tükeneceği tahmin edilmektedir. Bu rakamlarla fosil yakıtların ömrünün aslında hiç de uzun olmadığı görülmektedir (İnan vd., 2018). Peki, bu süreyi uzatmak mümkün müdür? Bunun tek yolu, yeni rezervlerin keşfedilmesine dayanmaktadır. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması, fosil yakıtların ömrünün uzatılması için de bir çözümdür. Fosil yakıtların azalması ve doğaya verdiği zararlar dikkate alındığında, günümüzde birçok ülke fosil yakıt sondajını yasaklamaya başlamıştır. Eğer bu tür kararlar alan ülkelerin sayısı artarsa fosil yakıtların tükenmesi için verilen tarih beklenmeden başka kaynaklara yönelebilineceği öngörülmektedir (Acaravcı ve Erdoğan, 2018).

3. SONUÇ

Araştırmalardan da görülebileceği üzere, yenilenebilir enerji kaynakları düzgün ve sistemli bir şekilde kullanılırsa minimum zarar ile maksimum performans alınabilmektedir. Verilen zarar fosil yakıtların vereceği zarardan az iken, alınacak verim yine fosil yakıtlardan fazla olarak karşımıza çıkmaktadır. Türkiye, gelişmekte olan ve enerji bakımından dışa bağımlı bir ülke olduğu için bu kaynaklara yönelinmesi, çok doğru bir karar olacaktır. Gelecek yıllarda, petrol ve doğal gazın da tükenmesi ile birlikte, kuvvetle muhtemel enerji krizi yaşanacak ve yenilenebilir enerji kaynakları olan ülkeler kalkınmaya devam edecektir. Türkiye'deki yüksek ve çok çeşitli yenilenebilir enerji potansiyeli hâlihazırda zaten bilinmektedir. Bu potansiyelin en uygun şekilde değerlendirilmesi umulmaktadır. Böylece gelecek dönemlerde Türkiye, "gelişmekte olan ülke" kategorisinden çıkıp "gelişmiş" bir ülke olabilecektir.

KAYNAKÇA

Acaravcı, A., & Erdoğan, S. (2018). Yenilenebilir enerji, çevre ve ekonomik büyüme ilişkisi: Seçilmiş ülkeler için ampirik bir analiz. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 13(1), 53-64.

Ağpak, F., & Özçiçek, Ö. (2018). Bir istihdam politikası aracı olarak yenilenebilir enerji. Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 11(2), 112-128. doi: 10.25287/ohuiibf.334307

Akar, H., Giray, F., & Kar, M. (2021). Fosil yakıtlara verilen sübvansiyonların sosyal ve ekonomik etkileri: OECD ülkeleri için ampirik bir analiz. Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 11(22), 352-375.

Aslantaş, A. (2018). Dünya'da ve Türkiye'de biyokütle enerjisinin kullanımı ve potansiyeli (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). KTO Karatay Üniversitesi, Konya.

Aydoğdu, Ç. (2021). Yenilenebilir enerji sektöründe ve enerji verimliliğinde kamusal destekler ve Türkiye'de yansımaları. Bitlis Eren Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Akademik İzdüşüm Dergisi, 6(1), 52-74.

Bailey, S., Landis, G., Hepp, A., & RaffaeIIe, R. (2002). Future photovoltaic power generation for space-based power utilities. (IAF Abstracts). 34th COSPAR Scientific Assembly, 761.

Demiröz, E., Kurban, M., & Dokur, E. (2016). Güneş enerji sistemlerinin verimlilik analizi, Bilecik-Kütahya uygulaması. İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 5(2), 87-100.

Erkin, E. (2019). Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve Karabük ili hidroelektrik enerji potansiyelinin araştırılması (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Karabük Üniversitesi, Karabük.

Güler, Ö. (2005). Dünyada ve Türkiye'de rüzgâr enerjisi. V. Enerji Sempozyumu, 161-167.

İnan, İ., Akbulut, İ., & Aslan, E. (2018). Enerji sorununun çözümünde yenilenemez ve yenilenebilir enerji kaynaklarının yeri ve önemi. Türk Dünyası Araştırmaları, 120(237), 11-40.

Koç, E., & Kaya, K. (2015). Enerji kaynakları–yenilenebilir enerji durumu. Mühendis ve Makina, 668, 36-47.

Külekçi, Ö.C. (2009). Yenilenebilir enerji kaynakları arasında jeotermal enerjinin yeri ve Türkiye açısından önemi. Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi, 1(2), 83-91.

Öymen, G., & Ömeroğlu, M. (2020). Yenilenebilir enerjinin sürdürülebilirlik üzerindeki rolü. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 19(39), 1069-1087. doi: 10.46928/iticusbe.769022

Özdemir, B.K., & Koç, K. (2020). Türkiye'de Karbon Emisyonları, Yenilenebilir Enerji Ve Ekonomik Büyüme. Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi, 11(1), 66-86. doi: 10.18354/esam.665191

Sağlam, M., Uyar, T.S., & Göztepe, İ. (2005). Dalga enerjisi ve Türkiye'nin dalga enerjisi teknik potansiyeli. Elektrik Mühendisleri Odası, 19, 2020-2025.

Sağlık ve Çevre Birliği (2017). Gizli maliyet: Fosil yakıt teşviklerini sonlandırmanın sağlık faydaları. Health and Environment Alliance – HEAL.

Şenpınar, A., & Gençoğlu, M.T. (2006). Yenilenebilir enerji kaynaklarının çevresel etkileri açısından karşılaştırılması. Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi, 4(2), 49-54.

Yılmaz, E.A., & Can-Öziç, H. (2018). Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli ve gelecek hedefleri. Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 8(3), 525-535.

İSTANBUL TİCARET ODASI

MARMARA ANADOLU İMAM HATİP LİSESİ

PROJE DANIŞMAN ÖĞRETMEN

Erdal İPEK / Mehmet AYBEK

SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVREYE SAYGILI ÜRETİM DÖNGÜLERİ-DÜŞÜK GÜÇLÜ TEKNOLOJİK ARAÇLARIN ÜRETİMİ-SÜRDÜRÜLEBİLİR ULAŞIM ARAÇLARI

Kerem SALİM | **Halil İbrahim ÇELİK** | **Abdullah Sarim ŞAHİN**
Orhan Talha BAL | **Halil Kerem BİSEN**

ÖZET

Enerji, hayatın birçok sahasında kullanılan ve kullanımına ihtiyacının hızla arttığı gerekliliklerden biridir. Sanayiden ulaştırmaya, bina sektörlerinden ev ihtiyaçlarına kadar enerji pek çok alanda kullanılmaktadır. İnsanların enerji kullanımındaki bilinçsiz tercihleri dünyanın enerji düzenini bozarken aynı zamanda küresel ısınma gibi kötü sonuçlara sebebiyet veriyor, dünyamızın doğal enerji kaynaklarında azalmaya sebep oluyor. Yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji başta olmak üzere çeşitli teknolojiler enerji verimliliği ve tasarrufu ile bu gibi sorunlara çözüm getiriyor. Enerji verimliliği, daha az enerjiyle aynı işlevi yerine getirmektir. Akkor ampul yerine LED ampuller kullanılması buna örnek olarak gösterilebilir. Ayrıca enerji kaynaklarının güvenliğini sağlamak ve sera gazlarının emisyonunu azaltmak adına da enerji verimliliği büyük rol oynamaktadır. Enerji verimliliğinin kullanıldığı alanlara örnek olarak aydınlatma, ısıyı geri kazanma ve soğutma sistemleri gibi teknolojilerden bazılarını ele alacağız. Aydınlatma, insanların evlerinde ve iş yerlerinde işlerini daha verimli ve güvenli bir şekilde yapmaları adına büyük önem taşır. Enerji verimli lambalar kullanmak aynı aydınlatmayı daha az enerjiyle yapar ve aydınlatmadaki maliyeti yüksek oranda düşürür. Normal tür ampul yerine floresan lambalar %50, kompakt floresanlar ise %80 daha az enerji harcamaktadır. Yapılan bir çalışmaya göre; insanların normal ampul yerine floresan kullanması günde ihtiyaç duyulan büyük enerji santral yatırımının önüne geçebilir. Sanayi ve fabrikalarda birçok uygulamanın sonucunda atık ısı meydana gelmektedir. Bu ısının geri kazanılması ve çeşitli yerlerde yeniden kullanılması önemli miktarda enerji tasarrufu sağlar. Örnek olarak, kompresörlerin

atık ısısı yaptıkları işin %60'ı kadardır. Bu atık ısı kış aylarında ortamın ısıtılması veya fabrikalarda ısıtma kazanlarında su ve havanın ön ısıtılmasını sağlayabilir. Bu yazıda bu teknolojilerin üretilmesi ve yaygınlaştırılması hakkında konuşacağız.

Anahtar Kelimeler: *Enerji, Sürdürebilirlik, Verimlilik, Tasarruf, Yeşil Binalar, Elektrikli Araçlar*

ABSTRACT

Energy is one of the requirements that is used in many areas of life and the need for its use is increasing rapidly. From industry to transportation, from building sectors to household needs, energy is used in many areas. While people's unconscious choices in energy use disrupt the world's energy order, they also cause bad consequences such as global warming and a decrease in our world's natural energy resources. Various technologies, especially renewable and sustainable energy, provide solutions to such problems with energy efficiency and savings. Energy efficiency helps to perform the same function with less energy. The use of LED bulbs instead of incandescent bulbs can be seen as an example to this. In addition, energy efficiency plays a major role in ensuring the security of energy resources and reducing the emission of greenhouse gases. We will consider some of the technologies such as lighting, heat recovery and cooling systems as examples of areas where energy efficiency is used. Lighting is of great importance for people to do their work more efficiently and safely in their homes and workplaces. Energy-efficient lamps generate the same lighting with less energy, thus greatly reducing the cost of lighting. Compared to standard type bulbs, fluorescent lamps consume 50% less energy and compact fluorescents consume 80% less energy. According to a study, if everyone were to use fluorescent lamps instead of standard light bulbs, the need to invest in power plants could be reduced.

Waste heat is generated as a result of many applications in industry and factories. Recovering this heat and reusing it in various places provides significant energy savings. For example, the waste heat of compressors is 60% of the work they do. This waste heat can provide heating of the environment in winter or preheating of water and air in heating boilers in factories. In this article we will discuss the production and dissemination of these technologies.

Keywords: *Energy, Sustainability, Efficiency, Savings, Green Buildings, Electric Vehicles*

1. ENERJİ HAKKINDA KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Dünya nüfusunun yıllar içersinde giderek artışı, artan nüfusun temel ihtiyaçlarını karşılamak için ihtiyaç duyulan sanayi ve teknolojiler ve toplumların giderek daha fazla tüketen ve daha fazla konfor talep eden kitleler haline gelmesi dünyada enerji-

ye olan ihtiyacı giderek arttırmaktadır. Bu ihtiyacı karşılamak için harcanan çabalar dünyadaki kaynakların hızlıca tüketilmesine yol açmakta, kısıtlı kaynakların paylaşımı konusunda ülkeler arasında ihtilaf ve hatta savaşlara neden olabilmektedir. Artan enerji ihtiyacı ve kaynakların kısıtlılığı, bilim insanlarını yaşam kalitesi ve konforu düşürülmeden enerji kullanımını azaltılabilir mi sorusuna yönlendirmiştir. Bu soru cevaplanmadan önce enerji ve verimlilik kelimelerinin anlamları bilinmelidir.

"Enerji kelimesi köken olarak Yunanca energeia'dan gelmekte olup, anlamı "İş yapabilme kabiliyeti." olarak belirtilmektedir. Türk Dil Kurumu (TDK) tarafından ise "maddede var olan ve ısı, ışık biçiminde ortaya çıkan güç, erke" olarak tanımlanmaktadır. Verimlilik de, "verimli olma durumu, verimkârlık, mümbitlik" olarak ifade edilmektedir (Aydın, 2015). Enerji verimliliği ise kısaca aynı miktarda veya daha az enerji kullanarak sosyal refahtan, yaşam kalitesi ve konforundan tasarruf etmemek anlamına gelebilir. Bu da ancak daha az enerji tüketimini sağlayacak yeni teknolojilerin kullanımıyla sağlanabilecek bir durumdur. "İş yapabilme kabiliyeti" olarak tanımladığımız enerjide artma olmaksızın daha fazla iş yapabilmek ancak bu kabiliyetin daha verimli kullanımı ile mümkündür. Sanayide, ulaşım ve lojistikte, kamu binalarında, evlerde, yaşamın her alanında bir karşılığı olan enerji verimliliği donatı ve teknolojileri, tüm bu alanlarda yapılan işin niteliğini düşürmez hatta arttırırken daha az enerji kullanımını hedefler.

Dünyanın günümüzde yaşadığı iklim ve çevre sorunları ortaya koymuştur ki; üretim ve tüketim şeklini daha verimli hale getirmediğimiz sürece daha büyük sorunlarla karşılaşacağımız ortadadır. Çünkü ekolojik denge bozulmakta, enerji fiyatları artmakta, enerji sağlayan fosil kaynaklar ise her geçen gün daha da azalmaktadır. Söz konusu nedenlerle enerji verimliliği sürdürülebilir kalkınmanın olmazsa olmazıdır. Çünkü modern toplumların hedeflediği sürdürülebilir kalkınmanın en önemli şart ve koşulu olan enerjiyle alakalı her türlü olumlu ve olumsuz değişim, insanın bizatihi kendisini ve çevreyi doğrudan etkilemektedir

Gündelik yaşamımızın her alanında kullandığımız enerji bazen üretildiği veya var olduğu şekliyle doğrudan bazen de farklı enerji türlerine çevrilerek tüketilir. Genel olarak bütün enerji kaynaklarının şu aşağıdaki üç temel karakteristiğe sahip olduğu ifade edilir. Bunlar:

- Kıt ve sınırlı olmaları,
- Dünyanın her bölgesine eşit dağılmamış olmaları,
- Birbirine dönüşümünün çevre kirliliğine sebep olması (Bilginoğlu, 1991: 123)

Enerji kaynakları hangi açıdan ele aldığınıza göre değişebilmekle birlikte göre birkaç farklı şekilde sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırmalardan biri ticari değer yönünden

olabilir. Ticari enerji kaynakları, adından da anlaşılacağı üzere dünya piyasalarında ciddi bir karşılığı bulunan petrol, doğalgaz, nükleer enerji gibi enerji türlerini ifade eder. Ticari olmayan enerji ise enerjinin geleneksel formu olarak tanımlanabilir. Örneğin hayvansal atıklar, odun ve tarımsal atıklar vb. Sanayi, teknoloji ve bunlara bağlı ekonomiler geliştikçe öngörülebileceği gibi ticari enerjiye olan ihtiyaç katlanarak artmaktadır.

Elde edilişlerine göre ise enerji ikiye ayrılır:

Birincil Enerji Kaynakları: Herhangi bir dönüşüme tabi tutulmadan doğada kendiliğinden var olan enerji formudur. Mesela, rüzgar ve güneş birincil enerji formudur. Petrol, kömür, doğal gaz, nükleer, hidrolik, biyokütle, dalga-gelgit, güneş ve rüzgârdır. Nakliye kolaylığı, ihraç potansiyeli, sahip oldukları çevresel etkiler, nihai kullanım esnekliği ve ikame potansiyeli vb. açılardan birbirlerinden önemli farklılıklar göstermektedirler. Bu kaynaklara tükenebilir ya da konvansiyonel enerjiler de denilmektedir.

İkincil Enerji Kaynakları: Enerjinin doğada bulunduğu formun çeşitli teknolojilerle dönüştürülmesi ile elde edilen enerji formuna verilen isimdir. Bunlar; elektrik, nükleer, güneş, jeotermal, rüzgâr, deniz-dalga ve biokütle enerjileridir. Bu kaynaklara yenilenebilir enerjiler de denilmektedir. Yenilenebilir enerjilerin başlıca avantajı CO2 emisyonlarını azaltarak çevrenin korunmasına yardım etmeleridir. Bunlar yerli oldukları için enerji ithalatına bağımlılığın azaltılmasına ve istihdamın gelişmesine de katkıda bulunabilirler. Son olarak, insanlar büyük ölçüde çevresel nedenlerle diğer enerji kaynaklarından daha fazla yenilenebilir enerjilerin geliştirilmesini arzu etmektedirler (Koç ve Kaya, 2014).

Sanayi Devrimi ile kas gücü, yerini 'makine' gücüne bırakmaya başladı. Bu furya yıllar boyunca artarak devam etti. Peki makine gücü, kas gücünden daha mı verimliydi?

Günümüzde dur durak bilmeden çalışan fabrikalar, imalathaneler gibi birçok üretim merkezleri, en kısa zamanda en çok işi yapabilmek üzerine tasarlandılar. Bu da demek oluyor ki makine gücü ile çalışan her şeyin ilk ve nihai amacı verimli bir şekilde çalışabilmek. En basitinden bir örnek vermek gerekirse, günümüz fabrikaları çoğunlukla günün 24 saati faaliyet göstermekte. Bu da ortalama bir insandan üç kat daha fazla çalışması demek. Peki insan 24 saat çalışamaz mı? Belki insan vücudu sınırlarını zorlayarak bunu gerçekleştirebilir. Bir insan her ne kadar 24 saat çalışabilse bile, çalıştığı süreyle orantılı bir şekilde yorulacaktır. Bunun sonucunda ise yaptığı işte hata payı artacaktır.

"Teknoloji nasıl daha verimli olabilir?" sorusuna, günümüzde geliştirilen neredeyse her teknoloji materyalinde bu husus dikkate alınmaktadır.

Otomobil teknolojisinin en üst ligi olarak kabul edilen Formula-1 araçlarının verimliliği, geliştirilen onca teknolojiye rağmen %50'yi geçmemektedir. İçten yanmalı motor teknolojisi köklü bir tarihe sahip olmasına rağmen, verimlilik klasmanında, günümüz elektrikli araçların çok gerisinde kalmaktadır. Elektrikli araç teknolojisinde motordan elde edilen güç, arada bağlantı parçaları olmadan tekerleklere iletilebildiğinden dolayı verimlilik oranları %90 civarlarındadır. Bu karşılaştırmadan da anlaşılacağı üzere insan hayatını kolaylaştırmak için geliştirilen teknolojilerde verimlilik konusu baş tacı edilmektedir.

Üretim sektöründe bir insanın yaptığı işi aynı sürede yapamayan, yapsa bile ürünün kalitesini düşüren bir teknoloji düşünün. Doğal olarak insanlar bu teknolojiyi kullanmak istemeyeceklerdir. Otomobiller veya fabrikalar beni ilgilendirmiyor derseniz akıllı ev teknolojilerini ele alalım. Akıllı ev olarak adlandırılan bu teknoloji, evlerde kullanılan ampulleri, klima ve kombinin çalışma aralıkları gibi birçok teknolojik aletin kullanımında verimlilik cephesinde rol oynuyor. Sonuç olarak insan, çevresine baktığı zaman verimlilik konusunun, teknoloji ile ayrılmaz bir bütün olduğunu görecektir.

2. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE FOSİL YAKITLAR

19. yüzyılın başlarında literatüre giren sürdürülebilirlik, gelecek nesiller için şimdiki kuşakların çevreye ve insanlara yönelik sorumluluklarını tanımlamak için kullanılan bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır (Tıraş, 2011). İktisat, sosyal adalet, çevre bilimi ve yönetimi, işletme yönetimi, politika ve hukuk gibi birçok alanı bir araya getiren bu kavrama aslen insan geleceğini konu aldığı ve bütünleştirici bir kavram olduğu dikkat çekmektedir. Gilman'a (1992; akt. Özmehmet, 2010) ise toplumun, ekosistemin veya var olan kaynak ve sistemin kaynaklarını tüketmeden belirsiz bir geleceğe yönelik işlevini sürdürmesi olarak sürdürülebilirlik kavramı tanımlanmıştır. Bu tanımlar göz önüne alındığında yenilenebilir enerji kaynakları, kaynağı bakımından süreklilik arz etmesi nedeniyle sürdürülebilir enerji kaynakları olarak düşünebiliriz. Bunun yanı sıra fosil yakıtlara göre daha temiz ve çevre dostu kaynaklar olarak tanımlanır.

Dünya çapında üretilen kaynakları sıraladığımızda %79'luk pay ile fosil yakıtlar ilk sırada, daha sonra %18'lik pay ile yenilenebilir enerji kaynakları ve %3'lük pay ile nükleer enerji takip etmektedir (GEKA, 2011; akt. Seydioğulları, 2013). Yenilenebilir enerji payının ise çoğunlukla biokütle oluşturduğu ve sırasıyla büyük hidrolik, sıcak su/ısıtma, güç üretimi ve bioyakıtlar izlemektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi, su ısıtma, seraların ısıtılması, kurutma, aydınlatma, ısınma,

kimyasal prosesler gibi çok sayıda alanda faydalanıldığı gözlemlenmektedir (Seydioğlulları, 2013).

Güneş enerjisi dünya için temiz ve tükenmeyen bir enerjidir ve dünyadan 330.000 kata daha büyük olan güneş doğal bir füzyon reaktörüdür. Güneş enerjisi ise güneş çekirdeğindeki hidrojen gazının helyuma dönüşümünde füzyon süreci sonucunda açığa çıkan ışıma enerjisidir (Çukurçayır ve Sağır, 2007). İspanya ve Almanya gibi Avrupa ülkeleri ise güneş enerjisi üretiminde ilk sırada yer alan ülkelerdir (Seydioğlulları, 2013).

Bir diğer alternatif enerji olan rüzgar enerjisi Mısırlılar ve Çinlilerin tarih öncesinde kullandığı enerji türü olduğu görülmektedir. Rüzgar enerjisinin kullanımının bu kadar eskiye dayanmasına rağmen, fosil yakıt kullanımındaki artış ve kullanımının yaygın hale gelmesi rüzgâr enerjisi araştırmalarını baltalamıştır. Roma'da 1961 yılında BM tarafından yapılan, "Enerjinin Yeni Kaynakları" konferansında özellikle rüzgâr santralleri teknolojisinin yetersizliği ve gelişiminin desteklenmesinin gerekliliği vurgulanmıştır (Çukurçayır ve Sağır, 2007).

Bir diğer alternatif enerji ise Hidrojendir ve kömür, biokütle, doğal gaz ve suyun bulunduğu birçok maddeden elde edilebilen, doğada en fazla bulunan ve en basit elementtir. Hidrojen gazı doğada serbest halde bulunur ve doğal bir enerji kaynağı değildir. Hidrojen gazının kullanılabilmek için öncelikle bu gazın açığa çıkarılması gerekmektedir. Bunun yanı sıra hidrojen gazının bir başka özelliği ise hem yenilenebilir enerji kaynaklarından hem de fosil yakıtlardan elde edilebilmesidir. Hidrojenin elde edilmesinde kullanılacak olan yöntem ise açığa çıkan enerjinin çevre dostu olup olmayacağını belirlememizi sağlar. Bu nedenle hidrojeninin tamamen bir temiz enerji olduğunu söylemek zordur ve bu enerjinin kullanımı küresel ısınmayı da tetikleyebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Güneş kaynaklı elde edilen enerjisiyle çevre kirliliğini önlemede bir çözüm olarak düşünülebilir ancak pratikte uygulaması olmayan teorik bir bilgidir (Çukurçayır ve Sağır, 2007).

Alternatif enerji kaynakları arasında biyokütle enerjisinden de bahsetmek yerinden olacaktır. Biokütle enerjisini bitkilerin güneşten aldıkları enerjiyi fotosentez yoluyla kimyasal enerjiye dönüştürmesi olarak tarif edebiliriz. Isınma, elektrik ve yakıt üretmek için kullanılan biokütle bitkilerden ve hayvanlardan elde edilen yakıt türüdür bu nedenle içinde, fosil yakıtlarda bulunan kansorejen madde ve kükürt bulundurmaz. Amerika'da ABD'de hidroelektrik enerjisinden sonra ikinci en fazla kullanılan yenilenebilir enerji kaynağı biokütledir (Çukurçayır ve Sağır, 2007).

Bir diğer alternatif enerji türü jeotermal enerjidir ve bu enerji türü yer kabuğu içinde depolanmış ısıl enerji olarak tanımlanır. Yeraltındaki kayaç formasyonlarında ve bu formasyonların çatlaklarında ve gözeneklerinde bulunan ısıl enerji doğal akışkanlar-

da bulunmaktadır (Satman, 2013). Daha çok ısı enerjisi olarak kullanılması önerilen jeotermal enerji, diğer enerji kaynaklarından çok daha ucuz olmasından dolayı sanayi alanında kullanım için de önerilmektedir. Dünyada konut ısıtma, jeotermal kuru buhardan elektrik üretimi ve büyük şehirlerin jeotermal enerjiyle ısıtılması gibi örnekler mevcuttur. Türkiye'de ilk olarak 1964 yılında Gönen'de (Balıkesir) bir otelde ısıtma amaçlı kullanılmıştır. Ülkemizde konut ısıtmanın %30'u bu enerji ile yapılabileceği halde jeotermal enerjinin sadece %2' si kullanıldığı görülmektedir. Günümüzde ülkemizde kaplıcalarda, sera ve konut ısıtması ve elektrik üretiminde kullanıldığı tespit edilmiştir (Çukurçayır ve Sağır, 2007).

Bir diğer enerji türü ise hidrolik enerjidir ve suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi ile elde edilir. Nehirler üzerine barajlar kurarak suyun potansiyel enerjisini elektrik enerjisine dönüştürerek hidroelektrik enerjisi elde edilir. ABD'de enerji ihtiyacının %10'u bu enerji türünden elde edilmektedir (Çukurçayır ve Sağır, 2007).

3. VERİMLİ TEKNOLOJİLER

Enerjinin üretilmesi kadar verimli bir şekilde kullanımı da önem arz etmektedir. Günümüzde verimli enerji kullanımı ile ilgili teknolojilerin geliştirilmesi için sanayi ve teknoloji şirketleri birçok yöntem geliştirmekte, bunun için ARGE çalışmaları sürdürmektedir.

Gelişen teknolojiyle birlikte insan yaşamının daha konforlu hale gelmesiyle enerji tüketiminde de ciddi bir artış olmuştur. Konforlu yaşamla birlikte enerji tüketiminde de artış olmuştur. Ülkemizde de nüfus artışıyla birlikte enerji tüketiminde de ciddi bir artış olmuş ve ülkemizin enerjide dışa bağımlı hale gelmiştir (Doğan ve Yılankıran, 2015).

Ülkemizin enerjide dışa bağımlılıktan kurtulması ise mevcut enerji kaynaklarının sayısının artırarak daha fazla enerji üretimi ile gerçekleşir. Bunun yanı sıra bilinçli tüketiciler var olan enerjimizin, gereksiz israfını da engellemiş oluruz (Doğan ve Yılankırkan, 2015).

Ülkelerin enerjiyi verimli kullanmalarının yanı sıra fosil yakıt kaynaklarını en iyi şekilde değerlendirmeleri ve yenilenebilir enerji kaynaklarından en etkili şekilde faydalanma yollarını bulmaları gereklidir. Temiz ve yenilenebilir enerjinin elektrik, ısıtma ve ulaşım vb alanlarda kullanımının son beş yılda ciddi bir büyüme olduğu dikkat çekmektedir. Çizelge 1'de görüldüğü gibi 2010 ve 2035 yılları arasında dünya genelinde yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretim oranlarında 2,7 kat artış beklendiği görülmektedir. Bunun yanı sıra yenilenebilir enerji kaynaklarından ısı üretiminin 2010 yılında 337 milyon ton petrolden 2035 yılında 604 milyon ton

olduğu ve neredeyse iki katı bir artış öngörülmektedir. Bioyakıt kullanımında 2035 yılında günlük 4,5 milyon varil eşdeğeri petrole ulaşması dünya genelinde öngörülmektedir (Ellaban, Ebu-rub ve Blaabjerg, 2004; akt.Doğan ve Yılankırkan, 2015).

Çizelge 1. Dünya'daki yenilenebilir enerji kullanımı

	2010	2020	2035
Elektrik Üretimi (TWh)	**4 206**	**6 999**	**11 342**
Biyoenerji	331	696	1 487
Hidrolik	3 431	4 513	5 677
Rüzgâr	342	1 272	2 681
Jeotermal	68	131	315
Güneş	34	382	1 124
Dalga	1	5	57
Toplam Üretimdeki Payı(%)	**20**	**25**	**31**
Isı Talebi(Mtoe)	337	447	604
Endüstri	207	263	324
Bina ve Tarım	131	184	280
Toplam Üretimdeki Payı(%)	**10**	**12**	**14**
Biyoyakıt(mboe/gün)	1,3	2,4	4,5
Ulaşım	1,3	2,4	4,4
Havacılık	-	-	0,1
Toplam Üretimdeki Payı(%)	**2**	**4**	**6**

Günlük yaşamda pek çok alanda enerjiyi daha verimli ve işlevsel kullanmanın yolları mevcuttur. Enerjiyi verimsiz kullanmanın ekonomik zararlarının yanında doğaya ve çevreye de olumsuz etkileri söz konusu olacaktır. Küresel ısınma fosil yakıtların aşırı kullanımının bir sonucudur. Günümüzde küresel ısınma nedeniyle dünya birçok felaket olarak adlandırılabilecek ekolojik sorunla karşı karşıyadır. Bunlardan en önemlilerinden biri de kuraklıktır. Kuraklık nedeniyle tarım sektöründe ortaya çıkan sıkıntılar gıdadan sanayiye pek çok sektörü etkilemektedir (Doğan ve Yılankırkan, 2015). Burada enerjiyi verimli kullanmak için alınabilecek bazı önlemlerden bahsetmek istiyoruz.

3.1. Verimli Aydınlatma Teknolojisi

Yaşam alanlarında, işletmelerde ve alışveriş merkezlerinde aydınlatma zaruridir ve insanların iş yerlerinde yalnızca termal konforun değil aydınlatmanın da iş verimini artırabileceği bilinmektedir. İyi bir aydınlatmanın hem enerji tasarrufu hem de çalışanların verimini arttırmaya da katkı sağlayacağı aşikardır (Demir, Çıracı, Kaya ve Ünver, 2020). Bunun yanı sıra çalışanın güvenliği ve sağlığı açısından da çok önemli olduğu bilinmektedir (Özkum, 2011).

Elektrik tüketiminin en büyük payının öncelikle ısıtma ve soğutma ve ikinci sırada ise aydınlatmada kullanıldığı görülmektedir. Elektrik enerjisinin en çok %40 ile ofis aydınlatması, daha sonra %30'unun mağazalarda ev %20'sinin ise endüstriyel

işletmelerde aydınlatma için kullanıldığı tespit edilmiştir. Veriler göz önünde bulundurulduğunda ise aydınlatma kaynakları için daha ekonomik çözümlerin ortaya koyulması gerekmektedir (Gençoğlu ve Özbay, 2007).

Gençoğlu ve Özbay (2007) yaptıkları araştırmada enerji tasarrufu için etkin ışık kaynaklarının kullanımı, verimli armatürlerin tercih edilmesi ve aydınlatmada dikkat edilecek birkaç küçük ayrıntı ile ciddi bir elektrik tasarrufu sağlanabileceğini ortaya koymuştur. Buna basit bir örnek vermek gerekirse akkor flamanlı 100 W'lık normal bir ampulle aylık 100 kWh'lık enerji tüketirken, kompakt fluoresan ampul aynı ışık akışını vererek aylık tüketim 20 kWh'a kadar düşürebileceği görülmektedir. Toplam elektrik enerjisi tüketiminin % 25'inin aydınlatma amaçlı olarak kullanıldığı ülkemizde, bu tür tasarrufların ülke genelinde ayda 1.120.000.000 kWh'lık bir tasarruf sağlanabileceği söylenebilir (Gençoğlu ve Özbay,2007).

Aydınlatma doğal ışık ve insan yapımı yapay aydınlatma olmak üzere iki şekilde sağlanır. Aynı amaca hizmet eden ama birbirlerinden oldukça farklı olan aydınlatmada da ışık kaynağından gelen ışığın tamamının yalnızca istenilen yerleri aydınlatması çok önemlidir. Verimliliğin düşmesindeki temek nedenler atıl alanların aydınlatılmasıda sebeptir. Bu iki tür aydınlatma etkin şekilde kullanımı ile % 80 e kadar tasarruf enerji tasarrufu sağlanabileceği görülmektedir (Demir vd., 2020).

Aydınlatmada enerji tasarrufu sağlamak amacıyla yüksek verimli ışık kaynakları kullanmanın yanı sıra basit tedbirler alınması da gereklidir. Bu önlemleri sıralayacak olursak:

1. Atıl alanların aydınlatılmaması veya alternatif aydınlatmaların kullanılması,
2. Enerji kaynakları yerine öncelikli olarak gün ışığından faydalanmak,
3. Yüksek verimli, en yüksek lümen/watt oranına göre ampüllerin tercih edilmesi,
4. Kirli ve tozlu aydınlatma armatürlerinin periyodik bakımları yapılarak verimsiz aydınlatmayı engellemek,
5. Aydınlatma da zamanlayıcılar, fotoseller ve sensörlerle kontrol edilmesi,
6. Aydınlatmaya daha fazla ihtiyaç duyulan alanlara daha verimli bir aydınlatma için yüksek güçlü tek bir lamba kullanılması,
7. Merdiven aydınlatmasının küçük güçlü ampullerle yapılması,
8. Dekoratif lambalar yerine açık renk, şeffaf gölgelikli abajurların ışığı daha iyi geçirmesinden dolayı tercih edilmesi,
9. Duvar, tavan ve dekorasyon malzemelerinde açık renkli tercih edilmesi,
10. Çalışırken masa lambasının kullanılmasına özen gösterilmesi,
11. Halojen ve normal ampuller yerine enerji kaybını engellemek için floresan ampullerin tercih edilmesi %40 oranında enerji tasarrufu sağlar.
12. Akkor flamanlı lamba yerine kompakt floresan lamba ile %80 'e varan enerji

tasarrufu elde edilmesi,

13. Yol aydınlatmasında, yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalarla % 60 oranında tasarruf sağlanması,
14. Aynı şekilde bahçe ve çevre aydınlatmasında yüksek basınçlı cıva buharlı lambalar yerine, alçak basınçlı sodyum buharlı lambalarla yaklaşık % 70 enerji tasarrufu elde edilmesi sağlanabilir (Gençoğlu ve Özbay, 2007)

3.2 Binalarda ve Evlerde Enerji Verimliliği

Enerji talebinde artış, fosil kaynakların giderek tükenmesi ve tetikleyici çevresel sorunlar gibi sebeplerden daha dolayı daha konforlu yaşam alanları oluşturmak hedeflenmiştir. Bu nedenle de enerji verimli bina tasarımını zorunlu hale gelmiştir

Dünya genelinde enerji politikasının oluşturulması ve uygulamalarda karşılaşılan sorunlar, ülkeler bağlamında benzerlik göstermektedir. Enerji politikalarının ana hedefi; enerji temininin güvenli, çevre dostu ve uygun maliyetle elde edilmesi şeklinde sıralanır (Yılmaz ve Selbaş, 2017). Fosil kökenli enerji türünün tükenmekte olması ve çevresel sorunlar, ülkeler arası ilişkilerden etkilenmesi ve maliyetindeki artışlar, enerji verimliliğine yönelik çözümler üretmeyi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla yararlanmayı ve bu alanda yatırım yapmayı zorunluluk haline getirmektedir. Enerji verimli ve yenilenebilir enerjilerin kullanıldığı binalar genel anlamda fosil kökenli enerji tüketiminin az olduğu, yüksek enerji performansına sahip binalardır (Yılmaz ve Selbaş, 2017). Avrupa'da yüksek enerji verimli binalar az enerji tüketen, pasif ev, tasarruflu ev veya son dönemde sıfıra yakın enerji tüketen ev (NZEB) terimleri dikkat çekmektedir (13.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 2017).

Almanya'da bulunan Passivhaus Enstitüsünden Dr. Wolfgang Feist tarafından 1990'lı yıllarda geliştirilmiş ve yaygın kullanıma sahip Pasif Ev kavramının ifade ettiği düşük enerjili yapı standardının temel özetlemek gerekirse:

Pasif ev verimli enerji, konforlu, ekonomik ve çevre dostudur,

Geleneksel binalara kıyasla % 90 daha az ısıtma enerjisi gerektirir ve yeni binalarla kıyasla % 75 tasarruf sağlar;

Isıtma enerjisi ihtiyacı 1,5 litre/m2 yıl yakıt (petrol) olup düşük enerjili binaların ¼ ü kadardır.

Isı yalıtımında çatı, kabuk ve yalıtımlı pencereler ile çatı ve zemin döşemesinin yalıtımı öncelidir,

Pasif ev, iç ısı kazançlarını ve güneş enerjisinden elde edilen kazançları kullanır;

Yüksek duvar/döşeme yüzey sıcaklığı sayesinde yüzey ile ortam sıcaklıkları arasındaki düşük sıcaklık farklılığı ısıl konfor sağlar ve küf, mantar benzeri oluşumları engeller,

Hava akımı olmadan ısı geri kazanım cihazı ile mekanlara taze hava sağlanması ile iç mekan konforunu arttırır.

Pasif evlerin tercih edilmesindeki temel nedenler; sağlıklı bir yaşam standardına kavuşmak, karbon ayak izini azaltmak ve etkin enerji tasarrufu yapmak şeklinde sıralanabilir. Dolayısı ile Pasif ev konseptine sahip binalarda 5 temel ilke esas alınmaktadır:

1. Isı yalıtımı: Dış yüzeyde bulunan tüm opak yapı elemanlarının çok iyi yalıtılması kaçınılmazdır.

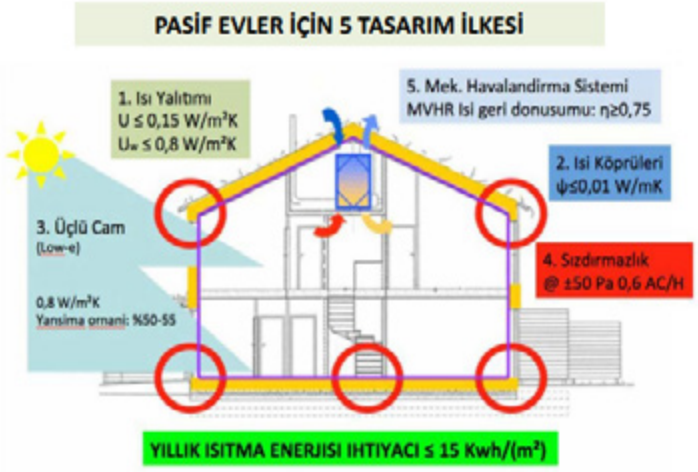
2. Pencereler: Saydam yüzeylerde çerçevelerin ısı geçişini en aza indirgemesi ve camların iyi yalıtılmış, çok katmanlı, argon veya kripton gazı ile doldurulmuş olması gerekir.

3. Isı geri kazanımlı havalandırma: İyi bir iç hava kalitesine ve enerji tasarrufuna olanak sağlayan önemli bir araç olan atık ısı geri kazanım sistemi, dışarıya atılan hava ısısının en az %75'inin bir ısı eşanjörü aracılığı ile içeriye alınan temiz havaya aktarılmasına, dolayısı ile tasarrufa olanak sağlar.

4. Sızdırmazlık: Boşluklardan kaynaklanan kontrolsüz hava sızıntısı 50 pascal basınç altında yapılan test süresince saatte toplam ev hacminin 0,6'sından küçük olması gerekir.

5. Isı köprüsü: Bina kabuğu kuruluşunda ısı köprülerinin engellenmesi için uygun detay çözümlerinin üretilmesi ve doğru uygulanması çok önemlidir. (Özbalta, T. G. ve Yıldız, Y, http://mmoteskon.org/wp-content/uploads/2017/05/2017-037.pdf)

Şekil 1: Pasif evlerde dikkat edilecek tasarım parametreleri



Günümüzde yapı sektörü her geçen gün gelişmekte binalar ve gökdelenler inşa edil-

mektedir. Bu binaların yapım aşamasında doğal kaynaklar tüketilmekte ve doğaya oldukça fazla atık salınmaktadır. Yapı sektörünün neden olduğu çevre kirliliğini ve enerji tüketimini azaltmayı hedefleyen 'yeşil bina' kavramını ve bu kavramın kullanımını destekleyen çözümler üretmeliyiz.

Yeşil bina, inşaatı, işletmesi ve yıkımı esnasında çevreyi kirletmeyen ve su, enerji, atık ile malzeme kaynaklarını en uygun biçimde kullanan binalardır. Yeşil (sürdürülebilir) binalar doğal ışık ve iç mekan hava kalitesiyle, kullanıcıların sağlığını, konforunu, üretkenliğini korur ve geliştirir; yapımı ve kullanımı sırasında doğal kaynakların tüketimine duyarlıdır ve çevre kirliliğine neden olmaz. Yıkımından sonra diğer yapılar için kaynak oluşturur ya da çevreye zarar vermeden doğadaki yerine geri döner. (Özmehmet, 2005). Enerji, su ve diğer yenilenemeyen doğal kaynakları verimli kullanmak, bina kullanıcılarının sağlığını korumak, çalışanların verimliliğini artırmak, atık ve kirlilik yönetimi, çevresel tahribatın azaltılması yeşil binaların sahip olması gereken özelliklerinin başında gelmektedir. Yeşil bina üretiminde arazi kullanımı, saha etkileri, iç ortam hava kalitesi, enerji ve su kullanımı, yapı malzemelerinin yaşam döngüsü etkileri, katı atık gibi pek çok konunun dikkate alınması gerekmektedir. (Sev, 2009)

Binaların yeşil bina kategorisinde yer alabilmesi için henüz tasarım aşamasındayken sürdürülebilir arazi planlamasının yapılması, üretim aşamasında ekolojik malzeme kullanımı, kullanım aşamasında tasarruflu su ve enerji tüketimi, iç ortam hava kalitesinin sağlanması, kullanıcı sağlığı ve konforu, ulaşım ve atıkların kontrolü, akustik ve kirlilik gibi alanlarda dünyaca kabul görmüş belli standartları yerine getirmesi gerekmektedir. (Candemir ve diğ., 2012)

Yeşil Binaların Ana Hedefleri Sürdürülebilir (yeşil) binanın ana hedefleri:

- Esnek ve değişen koşullara uyum sağlayabilen, uzun kullanım ömrü olan bina tasarımı,
- Enerjinin verimli kullanımı, • Kaynakların etkin kullanımı,
- Atıkların azaltılması,
- Temiz su kaynaklarının korunması,
- Zararlı ve tehlikeli maddelerden sakınılması,
- Sağlık ve güvenlik risklerinin en aza indirilmesi,
- Sağlıklı iç mekân hava kalitesi sağlanması
- Biyolojik çeşitliliğin korunması, olarak açıklanabilir. (Voinov ve Smith,1994)

3.3 Sanayi Kuruluşlarında Verimlilik

Yüksek enerji tasarrufu ve tüketilen enerjinin çoğunlukla ticari enerji olması sanayi alanındaki enerji tasarruf çalışmaları öncelik verilmesi gereken bir sektördür. Sanayi sektörü ülkemizde birincil enerjinin %24'ünü, elektriğin ise %47'sini tüketmektedir. OECD ülkeleri içinde enerji yoğunluğu yüksek ülkelerin başında gelen ülkemizin sanayisi ağırlıklı olarak emek ve enerji yoğun alanlarda varlık göstermeye çalışmaktadır. Bu nedenle diğer ülke işletmeleri ile rekabeti de zayıftır. (Yıldız, Akgül ve Güvercin, 2017). Sanayide enerji verimliliğini artırmak amacıyla kaliteli yalıtım, yenilikçi teknolojiler ve endüstriyel süreçler geliştirmek, hammadde özellikleri, ürün çeşitlilikleri oluşturma, iklim şartlarına ve çevresel etkilere uygun etkili planlama ve tasarımların geliştirilmesi gereklidir (Yıldız, Akgül ve Güvercin, 2018).

Enerji verimliliği gelişmiş ülkelerin politikalarında önem arz etmektedir ve politika hedefi enerji verimliliğinin önemi, ticari, endüstriyel rekabet ve enerji güvenliği faydalarına bağlı olduğu görülmektedir. Bunun yanında CO2 emisyonlarının azaltılması gibi çevresel faydaları da artırmaktadır. Bu kapsamda en az kaynak ile en fazla enerji üretiminin gerçekleşmesi veya aynı miktar enerji kaynağı ile daha çok üretim elde etmek amacıyla yapılan çalışmalar önemli hale gelmiştir . Gelişmiş ülkelerde kamu kurumları, büyük şirketler ve üniversiteler tarafından yürütülen araştırma ve geliştirme programları ile yürütülmektedir. Ülkemizde ise enerji verimliliği öncelikli konulara arasındadır ve sektörel rekabeti artırmanın yanı sıra sürdürülebilir ekonominin gelişimine de katkı sağlayacaktır (Yıldız, Akgül ve Güvercin, 2018).

Değişik sektörlerde yapılan enerji denetleme çalışmalarında ortaya çıkan tablo sonucunda; sanayi tesislerinin ve endüstriyel işletmelerin %95'inde %5-40 arasında enerji tasarrufu yapılmasının mümkün olduğu görülmektedir. Daha da çarpıcı olan konu ise sanayi tesislerinde ve endüstriyel işletmelerde hiç yatırımsız veya az yatırımlı önlemlerin uygulanması ile asgari %10 oranında enerji tasarrufu sağlamak mümkündür. Bu oran enerji tüketimine ve enerji tasarrufuna verilmesi gereken önemi gözler önüne sermektedir. (Yıldız, Akgül ve Güvercin, 2018)

3.4 Sürdürülebilir Ulaşım Araçları

Globalleşen dünyada hızlı nüfus artışı , teknolojinin git gide ilerlemesi ve fosil yakıt ürünleri gibi yüksek enerjili ve yenilenemeyen enerji kaynakları hızla tüketilmesine sebep olmuştur. 2017 verilerine bakıldığında küresel birincil enerji tüketimi büyümesinin yaklaşık %2,2 olduğu görülmüştür (Özbay, Közkurt, Dalcalı ve Tektaş, 2020). 10 yıllık dönemdeki küresel birincil enerji tüketimi büyümesinin ise %1,7 oranında olduğu tespit edilmiştir (IEA, 2019; akt. Özbay ve diğ. 2020).

Özbay ve diğerleri (2020) çalışmalarında enerji tüketiminde ulaşım araçlarının çok

büyük bir payı olduğu ve bu konuda öncelikle araçların tahrik sisteminde elektrikli motorların tercih edilememesidir. Bunun birçok sebebi sıralanmaktadır. Elektrikli araçların iletken teknolojisinin yeterli görülmemesi, düşük pil kapasitesi ve şarj istasyonlarının yeterli olmaması olarak sıralanabilir. Bu nedenle içten yanmalı motorlar tercih edilmektedir ama içten yanmalı motorların kullanılması, uzun vadede tüm insanlık ve dünyanın ekolojik dengesi için daha fazla soruna yol açmaya devam etmektedir (IEA, 2019, aktaran Özbay ve diğ. 2020).

Dünya Enerjisine Bakış (2019) raporunda Amerika'nın verilerine bakıldığında 2030'a kadar olan dönemde küresel petrol üretimindeki artışın %85'ini ve doğal gazdaki artışın olduğu, %30'unun ise doğal gaz kaynaklarının yer aldığı her iki yakıt türünün de ihracatının gittikçe pazarının genişlediği vurgulanmıştır. Bunun yanı sıra fosil yakıtların son 6 yılda en baskın ve tüketilen yakıt olduğu ve halen petrolün dünyanın küresel enerji tüketiminin üçte birini oluşturduğu görülmektedir (BP, 2020; akt. Özbay, 2020). Uluslararası projeksiyonlara göre, dünyadaki petrol rezervlerinin bilinen rezervlerle birlikte ömrünün yaklaşık 50 yıl olduğu öngörülmektedir (Jannatkhah, 2020; akt. Özbay ve diğ, 2020)

Fosil yakıt tüketen içten yanmalı motorların insan sağlığı ve çevre için de zararlı gaz emisyonlarına ve sera gazı emisyonlarına neden olmaktadır. (Khan ve Bohnsack, 2020; akt. Özbay, 2020). Bunun yanı sıra rezervlerin azalması, fiyatların günden güne artışı ve gürültü kirliliğine sebep olması içten yanmalı motorlu araçlara alternatif olarak elektrikli ve hibrit araçların gerekliliğini doğmuştur (Luin ve diğ, 2019). Bu nedenle fosil yakıtlara alternatif enerji ve yakıt arayışları sonunda, toplam küresel ulaşım enerjisinin yaklaşık %5'ini oluşturan biyoyakıtlar, sıkıştırılmış doğal gaz (CNG) ve sıvılaştırılmış petrol gaz tespit edilmiştir ama bunlar da yeterli değildir (Naik ve diğ, 2018).

Fosil yakıtı tüketen araçlara alternatif olarak sunulan Elektrikli Araçların üretimi 19. yüzyıla dayanamakatdır. Tercih edilmesinin temel sebebi ise sera gazlarının ve hava kirliliğinin artmasıdır. Elektrikli Araçların tümü elektrikli, hibrit elektrikli ve yakıt hücreli olmak üzere üç grupta toplandığı görülmektedir. Öncelikli olarak enerjiyi bataryadan sağlayan Tümü Elektrikli Araçlar (TEA) batarya teknolojisindeki gelişmeler sayesinde bu araçlara ilginin arttığı görülmektedir. Hibrit Elektrikli Araçlar (HEA) günümüzde en yaygın kullanılan EA'lar arasında yer aldığı tespit edilmiştir (Ehsani ve diğ., 2009). Bu elektrikli araç türleri dışında kaynağını direkt güneş enerjisinde temin ederek doğrudan elektrik hatlarından enerjisini sağlayan kısıtlı uygulama alanlarında kullanılan EA türleri de mevcuttur (Westbrook, 2001; akt. Özbay ve diğ., 2020).

Elektrikli araçlar fosil yakıtlı araçlara göre kısa sürede hızlanma, tüketim maliyeti,

enerji verimliliği, enerji geri kazanımı, basit mekanik tahrik, sessiz çalışma ve gürültü kirliliğinin azaltılması gibi avantajları da sunmaktadırlar (Özbay ve diğ., 2020). Elektrikli araçların, enerji kullanımını azaltmak ve enerji verimliliğini artırma yolu olarak düşünülmektedir. Bu nedenle büyük markaların da fosil yakıtlı araçlar yerine elektrikli araçlara geçiş alternatiflerini araştırdıkları gözlemlenmektedir. Ülkemizin de bu geçiş sürecinde yerli ve milli elektrikli araçlarını üretmesi yakın zamanda amaçlanmaktadır (Özbay ve diğ., 2020).

KAYNAKÇA

Ahmed, S.A., Zhou, S., Tsegay, A.S., Zhu, Y., Malik, A., Ahmad, N. & Legese, Z. (2020) Effects of CO2 ratio in Biogas on Performance, Combustion and Emissions of a Dual-Fuel Diesel Engine. International Energy Journal, 20, 15-38.

Anckaert, D., Fontaine, S., Besnoin, E., & Delu, J. (2017). Reinventing the Wheel Innovations in the Tyre Industry. ATZ worldwide, 119(1), 36-41.

Aydın, F. (2015). Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme . Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi , 0 (35) , 317-340 . Retrieved from https://dergipark.org.tr/en/pub/erciyesiibd/issue/5892/77939

Bilginoğlu, Mehmet Ali; (1991), "Gelişmekte Olan Ülkelerde Enerji Sorunu ve Alternatif Enerji Politikaları"; Erciyes Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 9, ss.122-147.

Bottery, M. (2008). Educational leadership, the depletion of oil supplies and the need for an ethic of global sustainability. School Leadership and Management, 28(3), 281-297.

BP < https://www.bp.com/en/global/corporate/ energy-economics/statistical-review-of-worldenergy/primary-energy.html>, erişim tarihi 05.03.2020.

Candemir B., Beyhan B., Karaata S., (2012), İnşaat Sektöründe Sürdürülebilirlik: Yeşil Binalar ve Nanoteknoloji Stratejileri. TUSİAD, Ankara.

Çolakoğlu, D., Bina Yönetim Sistemi, Mersin Üniv.

Çukurçayır, M. A., & Sağır, H. (2008). Enerji Sorunu, Çevre Ve Alternatif Enerji Kaynaklari. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (20), 257-278.

Demirel, B. (2014). Pasif Ev Uygulamasının Türkiye İçin Değerlendirilmesine Yönelik Bir Çalışma (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Doğan, H. & Yılankırkan, N. (2015). Türkiye'nin Enerji Verimliliği Potansiyeli Ve Projeksiyonu. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Bölüm C: Tasarım ve Teknoloji , 3 (1) , 375-384

Ehsani, M., Gao, Y. & Emadi, A. (2009). Modern electric, hybrid electric, and fuel cell vehicles: fundamentals, theory, and design. CRC press.

Ellaban, O., Ebu-rub. H., Blaabjerg F. "Renewable energy resources: Current status, future prospects and their enabling technology" Renewable and Sustainable Energy Reviews, Cilt:39, 748- 764, 2014

Gençoğlu M.T. ve Özbay E. (2007). Aydınlatmada Enerji Verimliliği Yöntemleri. Erişim adresi: https://www.sektorumdergisi.com/Pdf/Aydinlatmada-Enerji-Tasarrufu.pdf

Gondelach, S.J.G. & Faaij, A.P.C. (2012). Performance Of Batteries For Electric Vehicles On Short And Longer Term. Journal of Power Sources, 212, 111-129.

Gustafsson, T. & Johansson, A. (2015). Comparison between battery electric vehicles and internal

combustion engine vehicles fueled by electrofuels. Master's Thesis in Sustainable Energy Systems, Department of Energy and Environment, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden.

Güney Ege Kalkınma Ajansı(GEKA), Güney Ege Bölgesi (Aydın, Denizli, Muğla) Yenilenebilir Enerji Raporu, 2011

IEA < https://www.iea.org/reports/worldenergy-outlook-2019>, erişim tarihi 04.03.2020.

Kavaz, İsmail Sürdürülebilirlik Politikaları Çerçevesinde Enerji Verimliliği, 2019

Khan, S.A. & Bohnsack, R. (2020). Influencing the disruptive potential of sustainable technologies through value proposition design: The case of vehicle-to-grid technology. Journal of Cleaner Production, 254, 120018.

Kılıç, M., & Erikli, M. (2021). Yeşil Bina Kullanımının Önemi ve Türkiye'de Yeşil Bina Kullanımı. Online Journal of Art and Design, 9(3).

Koç, Erdem ve Kaya, Kadir. "Enerji Kaynakları-Yenilenebilir Enerji Durumu, Mühendis ve Makina 56.668 (2015): 36-47.

Közkurt, C., Ertaş, H. A., & Yücel, S. (2017). Analysis of Graphical Approach for Cam Profile Determination. Journal of New Results in Science, 6(1), 32-46.

Luin, B., Petelin, S. & Mansour, F.A. (2019). Microsimulation of electric vehicle energy consumption. Energy 174, 24-32.

Naik, R.T., Babu, M.K.G. & Das, L. M. (2016). Performance Studies on CNG Enriched with LPG Operated Variable Speed Spark Ignition Engine. Asian Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 1(3), 1-6.

Özbalta, T. G. ve Yıldız, Y., Yüksek Enerji Verimliliğine Sahip Bina Uygulamaları, http://mmoteskon.org/wp-content/uploads/2017/05/2017-037.pdf

Özbay, H. (2017). Şebeke Etkileşimli Yenilenebilir Enerji Destekli Hızlı Batarya Şarj Sisteminin Gerçekleştirilmesi. Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, ElektrikElektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Karabük.

Özkum, E. (2011) Doğal ve yapay aydınlatmanın insan psikolojisi üzerindeki etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, İstanbul.

Özmehmet E. (2005), Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Akdeniz İklim Tipi İçin Bir Bina Modeli Önerisi. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Özmehmet, E., (2010). Dünyada Ve Türkiyede Sürdürülebilir Kalkınma Yaklaşımları. Yaşar Üniversitesi, İzmir

Satman, A. (2013). Dünyada ve Türkiye'de Jeotermal Enerji. *TESKON2013*, *11*, 17-20.

Sev A. (2009), Sürdürülebilir Mimarlık. YEM Yayınevi, İstanbul.

Seydioğulları, H. S. (2013). Sürdürülebilir kalkınma için yenilenebilir enerji. *Planlama Dergisi*,

23(1), 19-25.

TDK Sözlük: https://sozluk.gov.tr/

Thomas, C. E. (2009), Fuel Cell And Battery Electric Vehicles Compared. International Journal Of Hydrogen Energy, 34(15), 6005-6020.

Tıraş, H. (2011). Sürdürülebilir kalkınma ve çevre: Teorik bir inceleme, Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Kayseri.

Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, Enerjinin Etkin ve Verimli Kullanılmasının Ana Hatları, Şubat 2005, s. 21-22.

Ünver U., Kaya R., Çıracı G., Demir H. (2020). Aydınlatmada Enerji Verimliliği: Yalova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Durum Değerlendirmesi . Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi , 25 (3) , 1637-1652

Voinov, A., Smith C., (1994), Dımensıons Of Sustaınabılıty, Alexey Voinov, Courtland Smith, Oregon State University, Department of Anthropology, Corvallis OR 97310, (503) 737 3858.

Westbrook, M. H. (2001). The Electric Car: development and future of battery, hybrid and fuel-cell cars. IET Power and Energy Series 38.

Yılmaz, F., & Selbaş, R. (2017). Hidrojen Üretiminde Sülfür İyot (SI) Termokimyasal/Hibrit Çevriminin Enerji Ve Ekserji Analizi. *13. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*.

Yıldız, A. , Akgül, S. & Güvercin, S. (2018). Enerji Verimliliği Ve Sanayideki Uygulamaları. İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi , 7 (1) , 16-22

Yin, Y., Stecke, K. E. & Li, D. (2018). The Evolution Of Production Systems From Industry 2.0 Through Industry 4.0. International Journal of Production Research, 56(1-2), 848-861.

KANDİLLİ KIZ LİSESİ

PROJE DANIŞMAN ÖĞRETMEN
Nihat KAVÇIN / ÖZLEM AYGÜN

ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ İYİLEŞTİRME STRATEJİLERİ

Gizem Duygu ULAŞ | **Kübra TEMUR** |

ÖZET

Dünyadaki enerji kaynakları tükenmeye günden güne daha çok yaklaşmaktadır. Bu sebeple yenilenemez enerji kaynakları kullanılırken olabildiğince israftan kaçınılmalı, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ise en üst düzeyde tutulmalıdır. Fosil yakıtlar sadece tükenebilirlikleri nedeniyle değil, çevreye verdiği büyük zararlar nedeniyle de daha az tercih edilmesi gereken enerjiye dönüşen verici maddelerdir. Fakat yenilenebilir enerjiye erişimin zorluğu, maddi külfeti, halkın bilinçsiz olması gibi nedenlerden dolayı fosil yakıtlar daha çok tercih edilmektedir. Ayrıca bu tercihte söz konusu bölgenin coğrafi konumu da önemlidir.

Enerji verimliliğini iyileştirme stratejileri kapsamında öncelikle var olan enerjiyi verimli kullanmak sağlanmalı; enerjiyi verimli kullanma bilinci halka kazandırılmalıdır. Bunun içinse öncelikle doğru yöntem belirlenmeli, doğru hedef kitle seçilmelidir. Daha sonra elde edilebilir enerjiden alınabilecek verime yönelinmelidir. Bu verimin en yüksek düzeyde tutulabilmesi için yenilenebilir enerjinin yararı hakkındaki bilinç halka kazandırılmalı, yenilenebilir enerji kullanımı halk arasında yaygınlaştırılmalıdır. Bunun yanında yenilenebilir enerjiye erişimin önündeki engeller üzerinde durulmalı ve bazı kaynakların yol açtığı sorunlar üzerine çözüm önerileri sunulmalıdır.

Anahtar kelimeler: *Enerji, Enerji Tasarrufu, Verimlilik, Enerji Çeşitleri*

ABSTRACT

Energy resources in the world are getting closer to run out day by day. For this reason, while using exhaustible energy resources, waste should be avoided as much as possible and the use of renewable energy should be kept at the highest level. Fossil fuels are energy-giving substances which should be less preferred not only because of their exhaustibility but also because of their great damage to the environment.

However, due to the difficulty of access to the renewable energy, its financial burden and the public unawareness, fossil fuels are more preferred.

Within the scope of energy efficiency improvement strategies, it should be ensured that the existing energy is used efficiently and not wasted; the awareness of using energy efficiently should be brought to the public. For this, first of all, the right method must be determined, the right target audience should be selected and then should be directed to the efficiency that can be obtained from the accessible energy. Awareness of the benefits of renewable energy should be brought to the public and the use of renewable energy should be popularized among the people in order to keep this efficiency at the highest level. In addition, barriers to accessing renewable energy should be put emphasis on and solution suggestions should be offered on the problems caused by some sources.

Keywords: *Energy, Energy Saving, Efficiency, Types of Energy*

1. GİRİŞ

Enerji verimliliğini iyileştirmek şüphesiz ki öncelikle elimizde olanı en iyi şekilde kullanabilmeye dayanmaktadır. Bu kapsamda projemizde

Enerji kullanımında israfı azaltmak ve kullanılabilir enerjiden alınabilecek en yüksek verimi almak için oluşturulabilecek stratejiler üzerinde durulmuştur.

Hanelerdeki tasarruf ve verimlilik bilincini arttırmak için oluşturulan bilgilendirme ve ödül stratejileri anlatılmıştır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından, bunların en verimli şekilde kullanılmasının önündeki engellerden ve bazı çözüm önerilerinden bahsedilmiştir.

Bu konu hakkında yurt dışında geliştirilen stratejiler anlatılmıştır.

2. AMAÇ

Projemizin amacı, enerji kullanımında israfı azaltmak ve yenilenebilir enerjiden elde edilebilecek en yüksek verimi almak hususunda stratejiler sunmaktır.

3. ENERJİ TASARRUFU

Enerji tasarrufunun hem kamu kurumlarında hem iş yerlerinde hem de hanelerde önemsenmesi ve enerjinin verimli bir biçimde kullanılması oldukça önemlidir.

Aileler birleşerek toplumu oluşturmaktadır. Her ailede enerji verimliliğinin iyileştirilmesi, toplum genelinde de enerji verimliliğinin iyileştirilmesine büyük katkılar sağlayacaktır. Bu nedenle öncelikli amacımız evlerde enerji verimliliğini sağlamak

ve iyileştirmek olmalıdır.

3.1 Evlerde Enerji Tasarrufunun Sağlanması İçin Kullanılan Davranışsal Stratejiler

3.1.1 Bilgilendirme Stratejileri

Enerji tüketicilerine verilecek genel bilgiler, çevre problemleri konusunda farkındalığın artmasına katkı sağlar.

Geri bildirim stratejileri ise evlere kendilerinin ve komşularının (karşılaştırmalı geri bildirim) enerji tüketimi ile ilgili bilgi verilmesi şeklinde uygulanır.

Bireylere verilen eğitim ile çevre sorunlarının en aza indirgenmesini hedeflenir. Eğitim sonucu bireylerin davranışları incelenerek ve görüşleri alınarak veri oluşturulur. Oluşturulan veriler ile verilen eğitim geliştirilir.

3.1.1.1 Özel Bilgiler

Parasal veya problem çözme konulu stratejiler kullanılır.

3.1.1.1.1 Problem Çözme Konulu Strateji

Bu stratejide kişilere nasıl tasarruf yapılacağı ile ilgili bilgi sağlanması yoluyla enerji tüketimini azaltmak hedeflenir. Birey bir sorun ile karşılaştığında ne yapması gerektiğini öğrenecek ve sorunu çözebilme kabiliyetine sahip olacaktır. Bireyin enerji tasarrufunu nasıl, neden ve ne şekilde yapması gerektiğini öğrenmesi; oluşabilecek sorunları önleyebilmesini, gerekli tedbirleri almasını sağlayacak ve sorun konusunda çözüm üretebilme becerisini arttıracaktır.

3.1.1.1.2 Parasal Konulu Strateji

Enerji tüketimine dair fiyatlandırma bilgisi kullanılmaktadır. Enerji tüketimi azaltılırsa bu durumun direkt olarak faturalandırmaya yansıyacağı kişilere duyurulmaktadır.

Para tasarrufu ile ilgili verilen bilginin, sağlanan kazançların maliyetlerden düşük olması şartıyla konutlarda enerji tüketimini azaltması hedeflenir.

İnsanlar yüksek maliyet ya da çaba gerektiren enerji tasarruflarına daha az istekli olurlar.

Örnek olarak parasal ve emeksel maliyetleri düşük olan geri dönüşüm faaliyetleri insanlara yürütülmesi daha kolay gelirken insanlar hayat tarzını etkileyecek otomobil kullanımını azaltmaya hevesli değillerdir. (Altun, 2018)

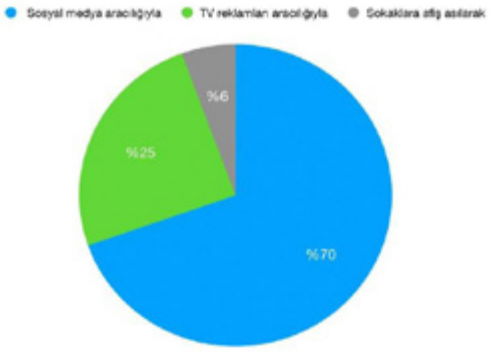
3.1.1.2 Genel Bilgiler

İnsanların geneli enerji kullanımının çevresel etkileri konusunda bilgi sahibidir. Lakin bu konu hakkındaki bilgiler yeterli düzeyde değildir.

Genel bilgiler aracılığıyla ev halkının bu konu ile ilgili bilincini arttırmak hedeflenmektedir.

Okulumuz Kandilli Kız Lisesi öğrencilerine yönelik yapılan ankette (grafik 1) öğrenciler %70 oranında halka enerji verimliliği ile ilgili bilincin sosyal medya aracılığıyla kazandırılmasını tercih etmiştir. Bunun yanında bu bilincin televizyon reklamları aracılığıyla kazandırılması %25 oranında uygun bulunmuştur. Fakat sokaklara afiş asılarak bu bilgilendirmenin yapılması çok daha az oranda tercih edilmiştir.

Grafik 1: Halka enerji verimliliği ile ilgili bilinç nasıl kazandırılmalıdır?



Grafik 1:
Halka enerji verimliliği ile ilgili bilinç nasıl kazandırılmalıdır?

Bu durumda hükümetler enerji verimliliği ile ilgili bilinci halka kazandırmak için sokaklara afiş asmaktan çok kurum ve kuruluşların sosyal medya aracılığı ile bilgilendirme çalışması yapmasını sağlamalı, bunu da televizyon reklamları ile desteklemelidir. Bu şekilde halka enerji verimliliği bilinci en hızlı ve güvenilir şekilde yayılacaktır.

Enerji kullanımının dünyamız için olan önemini ve temiz bir çevre için yapılması gerekenleri anlatan, bireylerde farkındalık oluşturacak metinler, videolar, görseller ve benzeri bilgilendirici paylaşımlar hazırlanır. Oluşan bilinç ile bireyler yeterli düzeyde bilgi edinebilecektir.

3.1.1.3 Geri Bildirimler

Geri bildirimler; sürekli, haftalık, aylık olabileceği gibi karşılaştırmalı da olabilir.

Karşılaştırmalı geri bildirim diğer hanelerin durumuna göre bireysel durum hakkında bilgi verilmesidir. Bununla rekabet, karşılaştırma ve sosyal baskı duygusu uyandırıl-

maya çalışılır.

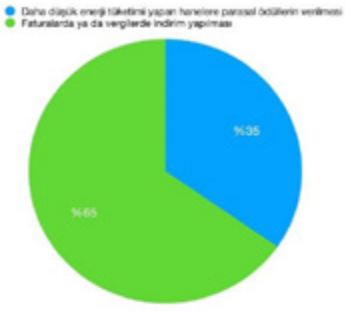
Başkaları ile kıyaslamanın yapıldığı geri bildirimler motivasyon stratejileri ya da dürtme (nudge) olarak isimlendirilebilir (Altun, 2018).Alınan geri bildirimler sayesinde enerji kullanımı, enerji tasarrufu ve enerji verimliliği konularında yapılabilecek iyileştirmeleri ve regülasyonları daha verimli hale getirebilecektir.

3.1.2 Ödül Stratejileri

Hanelerin enerji tasarrufunu sağlaması için çok çeşitli ödül stratejileri kullanılabilmektedir. Bunlar daha düşük enerji tüketimi yapan hanelere parasal ödüllerin verilmesi olacağı gibi faturalarda ya da vergilerde indirimler şeklinde de uygulanabilmektedir (Altun, 2018).

Okulumuz öğrencilerine yönelik yapılan ankette (Grafik 2) verilen iki seçenek arasında faturalarda ya da vergilerde indirime gidilmesi seçeneği daha düşük enerji tüketimi yapan hanelere parasal ödüllerin verilmesi seçeneğine kıyasla %65 oranında tercih edilmiş, faturalarda ya da vergilerde indirime gidilmesinin enerji tasarrufuna daha çok teşvik edeceği söylenmiştir.

Grafik 2: Aşağıdakilerden hangisi sizi enerji tasarrufu yapmaya daha çok teşvik eder?



Grafik 2:
Aşağıdakilerden hangisi sizi enerji tasarrufu yapmaya daha çok teşvik eder?

Bu sonuçtan da anlaşılabileceği gibi topluma küçük ödüller verilmesi yerine indirimler yapılması daha cazip gelmektedir. Bu indirimler halkı büyük ölçüde enerji tasarrufu yapmaya teşvik edecek, enerji israfını önlemek için yerinde bir hamle olacaktır.

Bu stratejilerin dışında kişilerin kendi hanelerinde enerji tasarrufunu sağlamak için yapabileceği basit davranışları şöyle sıralayabiliriz:

Kapılarınızın ve pencerelerinizin boşluklarını kapatarak ısı kaybını önleyebilirsiniz.

Evdeki aydınlatma tercihlerinizi tasarruflu LED veya floresandan yana kullanabilirsiniz.

Elektrikli ocak kullanıyorsanız, kullandığınız tencerenin ocaktan büyük olmasına dikkat edin. Böylece ısı kaybını önleyebilirsiniz.

İhtiyacınızdan fazla su ısıtmaktan kaçınabilirsiniz.

Evdeki aydınlatma kaynaklarınızı oda köşelerine yerleştirerek yansımadan faydalanarak ışığı yayabilirsiniz.

Oyun konsolları, müzik seti, televizyon gibi cihazlar, beklemedeyken (stand by) de elektrik tüketirler. O yüzden bu cihazları tamamen kapatabilirsiniz.

Ütünüzü kumaş cinsine göre en düşük seviyede ayarlayabilir ve kullanım bitiminden 5-7 dakika önce fişten çekebilirsiniz.

Miktarları az olduğu takdirde bulaşık ve çamaşırlarınızı ekonomik programda yıkayabilirsiniz.

Fırınınızın kapağını pişirme esnasında sürekli açıp kapamak her açılışta 10-150 C ısı kaybına neden olur. Uzun süre fırın kapağınızı açık bırakmayarak bu ısı kaybını önleyebilirsiniz.

Saçınız ne kadar ıslakken saç kurutma makinası kullanırsanız o kadar fazla enerji tüketirsiniz. Saçınızı havluyla iyice kurutursanız bu enerji kaybını önleyebilirsiniz.

Sıvılarınızı ağızlarını kapatarak, yemeklerinizi de saklama kabına koyarak buzdolabında saklamalısınız. Bu şekilde yiyecekleriniz daha az nem salacaklardır. Buzdolabının daha fazla enerji harcamasını bu yöntemle engelleyebilirsiniz.

Bulaşıklarınız için en verimli yıkama sıcaklığı 500C'dir. Bu sıcaklıkta yıkamanız yeterlidir ve bu seviyede makinanızın daha az enerji tüketimi yapmasını sağlayabilirsiniz.

Buzdolabınızı fırın, radyatör gibi ısı üreten gereçlerden uzağa yerleştirebilirsiniz.

Çamaşır ve bulaşık makinenizi yerleştirirken sağında ve solunda boşluk bırakmaya çalışabilirsiniz.

Buzdolabınızın mevsimsel ayarlarına dikkat edip zamanında yapabilirsiniz.

Buzdolabınızda buzlanma olması aşırı enerji tüketimine sebep olur. Buzları eritip aşırı tüketimi engelleyebilirsiniz.

Fazla deterjan kullanımı yıkamayı zorlaştırdığı için ekstra enerji tüketimine sebep olur. Gereğinden fazla deterjan kullanımından kaçınabilirsiniz.

Bulaşık makinanızda yıkama bittikten sonra kapağı açıp kuruma sağlayabilirsiniz.

Elektrikli alet satın alırken enerji sınıflarını kontrol edebilir, yüksek verimlilik oranına sahip olanları tercih edebilirsiniz.

Elektrikli süpürgenizin toz haznesini sık sık temizlerseniz temizlik süresini ve verimini kısaltarak tasarruf edebilirsiniz.

4. ENERJİNİN VERİMLİ KULLANILMASI

Enerji verimliliği; enerjinin üretim, iletim, dağıtım ve tüketim süreçlerinde yüksek etkinlikte değerlendirilmesi, güvenli enerji arzının sağlanması, enerji arzında dışa bağımlılık sorunu ile mücadele edilmesi, ekonomik büyümeyi ve çevre korumayı teşvik eden sürdürülebilir enerji politikalarının oluşturulması gibi ulusal strateji hedeflerinin sağlanmasında tek başına en etkili önlemdir.

Enerji kaynakları iki grupta incelenir: yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları. Kömür, petrol ve doğalgaz gibi enerji kaynaklarından oluşan yenilenemez enerjinin çevreye birçok zararı görülmektedir. Alternatif bir seçenek olan yenilenebilir enerji ise bu yönde çok büyük bir yarar sağlar.

Fosil yakıtların yakın gelecekte tükenecek olması, kullanımının canlı yaşamını tehdit etmesi, sera gazlarının oluşumuna ve iklim değişikliğine neden olması, dışa bağımlılığı arttırması gibi olumsuz etkileri yenilenebilir enerji kullanımını zorunlu hâle getirmektedir. Yenilenebilir enerji ise yenilenemez enerjiye karşılık daha temiz ve doğaldır ayrıca çevreye daha az zararlı etkisi bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji; rüzgâr, güneş, dalga, biokütle, hidrojen enerjisi, jeotermal ve hidroelektrik enerji gibi doğal kaynaklardan oluşur. Bunların çevreye daha az zararı olmasının yanında çevreye birçok faydası da vardır. Fosil yakıtlar gibi sera gazları üretmemeleri ve yeni gazların oluşumunu engellememeleri buna örnek gösterilebilir.

4.1 Yenilenebilir Enerjinin Verimli Kullanılması Önündeki Engeller

Yenilenebilir enerjinin iyileştirilebilmesi için öncelikle önümüzdeki engellere bakmamız ve bunları ortadan kaldırmak üzerine stratejiler kurmamız gerekir.

Günümüzde Türkiye'nin yenilenebilir enerjiyi daha verimli kullanmasını engelleyen faktörler:

-Yenilenebilir enerjiden yararlanırken ortaya çıkabilecek sorunlar,

-Kaynaktan trafoya aktarım güçlüğü,

-Araştırma geliştirme fonlarının yetersizliği,

-Tüketicinin enerji kaynağını seçerken zorluk çekmesi. (Evli, 2018)

Bu sorunların devlet ve halk gözünde ele alınması yenilenebilir enerjiden alınan verimi artıracak, bu konuda oluşturulan stratejiler enerji verimliliğini arttıracaktır.

4.1.1 Yenilenebilir Enerjiden Yararlanırken Ortaya Çıkabilecek Sorunlar

4.1.1.1 Rüzgâr Enerjisi

Bir hava kütlesi ısınarak atmosferin yukarısına doğru yükselir ve bu havanın yükselmesiyle boşalan yere, aynı hacimde soğuk hava yerleşir. Bu yer değiştirmelere rüzgâr denir. Diğer bir deyişle, rüzgâr birbirine komşu olan iki basıncın farklarından dolayı oluşan ve yüksek basınçtan alçak basınca doğru hareket eden hava akımıdır.

Rüzgârdan elektrik enerjisi eldesi, yüksek kulelerin üzerine inşa edilen rüzgâr türbinleri sayesindedir. Gelen hava türbinleri döndürmekte, türbin kanatlarının bağlı olduğu mil ise jeneratörü çalıştırmaktadır. Üretilen elektrik enerjisi kablolar ile rüzgâr türbini kulesindeki enerji panosuna götürülür. Rüzgâr türbinleri esen rüzgârın yönüne göre konumunu belirlemekte ve mekanik veya güç elektroniği devreleri ile otomatik bir şekilde kontrol edilmektedir. Kanatlar kendi ekseni etrafında döner ve hızlanma sonucunda doğabilecek zararları önlemek için kendini frenleme sistemine sahiptir. Rüzgâr enerji santrallerinden en yüksek verimi sağlayabilmek için rüzgâr hızının yıllık olarak belirli bir ortalamanın üstünde ve sürekli alanlarda türbinlerin yerleştirilmesi gerekmektedir.

Rüzgâr enerjisi; doğal, temiz, yenilenebilir bir enerji kaynağı olmasının yanında sonsuz bir kaynaktır. Güneşin dünyaya gönderdiği enerjinin %1-2 gibi düşük yüzdesi rüzgâr enerjisine dönüşmektedir. Rüzgâr enerjisinin ilk uygulamaları yüksek maliyetlidir. Yenilenebilir bir enerji olmasına rağmen avantajları gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Kuş ölümlerine sebep olması, kuşların göç yönlerini değiştirmesi, rüzgâr santrallerinin kırsal bölgelere yerleştirilmesinden dolayı arkeolojik alanlara zarar verme tehlikesi bulundurması buna örnek verilebilir. Avantajları ise dezavantajlarına nazaran daha fazladır. Bunlara da atmosferde bolca ve serbest bulunması, yenilenebilir ve temiz bir enerji olması, bakım ve işletme giderlerinin düşük olması, hammaddenin tamamen yerli olması ve buna bağlı olarak dış bağımlılığı azaltması örnek gösterilebilir. (Gedik, 2015)

4.1.1.2 Jeotermal Enerji

Jeotermal kaynak, kısaca yer ısısı olup yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, kimyasallar içeren sıcak su, buhar ve gazlardır. Jeotermal enerji ise jeotermal kaynaklardan doğrudan veya dolaylı her türlü faydalanmayı kapsamaktadır.

“Yer altındaki güneş” olarak da bilinen jeotermal enerji; yeni, yenilenebilir, sürdürülebilir, tükenmeyen, ucuz, güvenilir, çevre dostu, yerli ve yeşil bir enerji türüdür. Eğer yapılan çalışmalarda gereken özen gösterirse en çevre dostu kaynaklardan biri

olduğu söylenebilir.

Jeotermal enerjiden faydalanırken karşımıza çıkabilecek sorunlar şunlardır:

Jeotermal akışkanın üretim değerlerinin beslenme değerlerinden çok büyük olması durumunda, konsolidasyon meydana gelebilmekte ve bu nedenle yüzey kotu düşerek yüzey çökmesi meydana gelmektedir. (Tester, 2006) Jeotermal santrallerin altında su dolu yarıklar bulunabilir. Bu suyla jeotermal sıvının basıncı aynı oranda olursa çökme görülme oranı düşer. Bunu sağlamak içinse su dolu yarıklara yüksek basınçlı su pompalanabilir.

Başka bir sorundan bahsedecek olursak ülkemiz 2007'den itibaren jeotermal enerjiden %7 oranında faydalanmaktadır. Bu oranın artması için arama çalışmalarının yüksek maliyeti indirgenmelidir. Bu maliyet yatırımcıları kısıtlayan dolayısıyla kullanımı azaltan bir durumdur. (Evli, 2018)

Maliyetlerin düşebilmesi için Ar-Ge çalışmalarının artması gerekmektedir. Ar-Ge çalışmalarını artırmak için üniversitelerde ilgili bölümlere destekler sağlanabilir, çeşitli yarışmalar düzenlenebilir; ortaöğretim okullarında tasarım yarışmaları, sempozyumlar, çalıştaylar düzenlenebilir.

4.1.1.3 Biyokütle Enerjisi

Biyokütle, bir asırdan daha az bir vakitte yenilenebilen, biyolojiden kaynaklanan fosil olmayan organik madde kümesi olarak tanımlanmaktadır (İlleez, 2020). Biyokütle için buğday, mısır gibi bitkiler, evlerden atılan organik çöpler, yosunlar, otlar ve gübreler kaynak oluşturmaktadır. Petrol, kömür, doğal gaz gibi tükenmek üzere olan enerji kaynaklarının kısıtlı olması, ayrıca bunların çevre kirliliğine neden olması da biyokütle kullanımı enerji sorununun çözülmesi için en büyük etkenlerdendir. Dünyanın çoğalan nüfusu ve sanayileşmesi ile giderek artan enerji gereksinimini çevreye kirletmeden ve sürdürülebilir olarak sağlayabilecek kaynaklardan belki de en önemlisi biyokütle enerjisidir.

Biyokütle enerjisi çeşitli üstünlükleri ile öne çıkmaktadır. Bu üstünlükler şöyle sıralanabilir:

- Neredeyse her yerde yetişebilmesi
- Üretim ve çevrim teknolojilerinin iyi bilinmesi
- Her ölçekte enerji üretimi açısından elverişlilik
-Düşük ışık şiddetlerinin kararlı olması
- Depolanabilir olması
- Hem toplumsal hem ekonomik gelişmelerde önemli olması
- Çevre dostu olması

- Diğer enerji kaynaklarına kıyasla daha az sera etkisi oluşturması
- Asit yağmurlarına sebep olmaması (Türe, 2001).

4.1.1.3.1 Türkiye Biyokütle Enerjisi Potansiyeli

Türkiye, biyokütle malzemesi üretimi bakımından elverişli güneş, tarımsal alanın kullanılabilirliği, su kaynakları ve iklim koşullarına sahip olup biyokütle enerjisi için bol miktarda kaynak sunabilecek yapıya sahiptir. Türkiye'nin biyokütle kaynakları çoğunlukla tarım, orman, hayvan, organik kentsel atık vb. Maddelerden meydana gelmektedir. Bunun haricinde Türkiye'de biyokütle enerjisi potansiyeli ilgili çokça faaliyet gösterilmektedir. Bu faaliyetlerin, Türkiye'nin biyokütle alanında bulundurduğu potansiyel ile ilgili fazlasıyla önem arz eden mana ve değer sağlamalarına karşın çalışmalarda belirtilen biyokütle potansiyeli ve enerji değerlerinde önemli çeşitlilikler görülmektedir.

Örneğin "Potential Evaluation of Biomass-Based Energy Sources For Turkey (Türkiye İçin Biyokütle Tabanlı Enerji Kaynaklarının Potansiyel Değerlendirmesi)" isimli bir araştırmada, Türkiye için yapılmış olan farklı çalışmalarda biyokütle potansiyeli ve enerjisi değerlerinin belirlendiği ancak bu değerlerin elde edilmesinde kullanılan verilerin ayrıntılı verilmediği belirtilmiştir. (İlleez,2020)

4.1.1.4 Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, kurulum ve kullanım kolaylığı olmasının yanı sıra çevreyi kirletmemesi ve zararlı atık oluşturmaması gibi özelliklere sahip bir yenilenebilir enerji kaynağıdır.

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile (hidrojen gazının helyuma dönüşmesi) açığa çıkan ışıma enerjisidir. Bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir bölümü dahi, insanlığın mevcut enerji tüketiminden kat kat fazladır. Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970'lerden sonra hız kazanmış, güneş enerjisi sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından düşme göstermiş, çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmiştir. Özellikle temiz bir enerji kaynağı olması ve kurulumdan sonra düşük maliyetle çalışması güneş enerjisinin önemini arttırmaktadır.

Günümüzde güneş enerjisinden çok farklı biçimlerde ve alanlarda yararlanılmasıyla birlikte elektrik enerjisi üretiminde genelde iki farklı teknoloji kullanılmaktadır.

Güneş Hücreleri: Fotovoltaik (PV) güneş elektriği sistemleri de denilen güneş hücreleri, yarı iletken malzemelerden yapılmış olup, güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine çevirirler.

4.1.1.4.1 Isıl Güneş Teknolojileri ve Odaklanmış Güneş Enerjisi (CSP): Güneş ener-

jisinden ısı elde edilen bu sistemlerde, ısı doğrudan kullanılabileceği gibi elektrik üretiminde de kullanılabilir.

Güneş enerjisi milyonlarca yıl boyunca kullanılabilecek sonsuz bir enerji sistemidir. Çevreye zararlı herhangi bir gaz çıkışına neden olmamakla beraber çevre dostu bir teknolojidir. Basit bir teknolojiyle üretilebilen güneş enerjisi, enerjide dışa bağımlılığı azaltır. Bakım onarım masrafları düşüktür. Özellikle yerel uygulamalar için çok uygun olan fotovoltaik sistemler tamamen atıl bir alan olan çatıları enerji üretim alanlarına çevirebilir. İlk kurulum maliyetleri teknolojisindeki ilerlemelere rağmen halen yüksektir ve sistemin amortisman süresi uzundur. Kurulumu için geniş bir araziye ihtiyaç duyan güneş enerjili sistemlerin çoğunda verim arzulanan düzeyde değildir. Isıtma sistemlerinin verimi % 60'larda seyrederken fotovoltaik panellerde %19-20'lere ulaşmaktadır. Güneş ışınımı sürekli olmadığı için depolama ihtiyacı doğmaktadır ve en önemli sorunlardan biri olarak; kış aylarında yükselen enerji talebine rağmen güneş ışınımı seviyesi en düşük değerindedir.

Güneş enerjisinin birçok farklı uygulaması mevcuttur ve halen yeni uygulamalar geliştirilmektedir. Güneş enerjisi çeşitli yöntemlerle hayatın her alanında verimli olarak kullanılabilmektedir ve kullanımı özellikle fosil yakıt kullanımından dolayı ortaya çıkan karbon emisyonunu azaltmak açısından önemli oranda fayda sağlayabilecek düzeydedir. Güneş enerjisiyle elektrik üretimi gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Bu çeşitlilik her bir uygulamayı bölgelerin coğrafi ve yerleşim koşullarına göre değerlendirmeyi mümkün kılmakta, ayrıca süreklileşen verimlilik çalışmalarıyla umut verici gelişmeler yaşanmaktadır. Güneş enerjisi kullanımı tüm uygulamalarıyla beraber yaygınlaştırıldığında bu hem enerji tasarrufu sağlayacak hem de özellikle şehir merkezlerinden uzak yerlerde enerji iletimden doğan kayıpları azaltabilecektir. Her bölgenin kendine has bir uygulama alanı, her uygulama alanının da kullanılabileceği bölgeler mevcuttur. Güneş enerjisinin bu potansiyelini değerlendirmek enerji sıkıntısına, çevre kirliliği ve küresel ısınma gibi problemlerin çözümüne önemli oranda katkı sağlayabilecektir.

4.1.1.5 Dalga ve Gelgit Enerjisi

Deniz kökenli enerji kaynakları, çevre üzerinde hemen hemen hiçbir olumsuz etkisi olmayan tükenmez ve temiz enerji kaynaklarıdır. (Gedik, 2015) Dalgalar, rüzgârın esmesiyle; gelgit, dünya ile ay arasındaki kütle çekim kuvvetiyle oluşur. Deniz kökenli enerjilerin ilk yatırım maliyeti haricinde yatırım gerektirmemektedir. Ancak fazla miktarda bir ilk yatırım maliyetine sahiptir. Bununla birlikte bölgenin coğrafi koşulları nedeniyle kesin bir ilk maliyet belirlenememektedir. Ayrıca uzun ömürlü enerji kaynaklarıdır.

Ülkemizde Arşimet Prensibi ile potansiyel enerji depolanır, dalgalardan sürekli olarak alınan enerji elde edilen enerji ile birlikte dengelenerek lineer enerji elde edilir. Şekil 1'de dalga enerjisi çeviricilerinde kullanılan sistemler görülmektedir.

Şekil 1: Dalga enerjisi için mevcut sistemler (Sağlam ve Uyar, t.y)

Üretim maliyetinin fazla olmasından dolayı ihmal edilmeye çalışılan dalga enerjisi teknolojinin geliştirilmesiyle elektrik üretimi daha az maliyetli olacaktır. Aynı problem geçmiş zamanda rüzgâr enerjisinde de yaşandığı gözlenmiştir. Buna karşılık rüzgâr enerjisinin maliyeti son 20 senede 10 kat azalmıştır.

Dalga ve gelgit enerjilerinin sağladıkları ortak faydalar şunlardır:

- Denizin üzerine yerleştirilme sebebiyle tarım alanlarında tahribatın olmamasını sağlar.
- Dışa bağımlılıkları yoktur.
- Üzerine yapı inşa edilerek farklı amaçlarla kullanılabilir.
- Balık kuşağının çoğalmasını sağlar.
- Kış mevsiminde daha fazla enerji üretimi sağlar.
- Bunlardan öte gelgit barajları dalgakıran işlevine sahiptir (Gedik, 2015).

Dalga Enerjisi ve Hidroelektrik Enerjinin Karşılaştırılması

Dalga ve gelgit enerjisinin avantajları "Dalga ve Gelgit Enerjisi" başlığı altında belirtildiği gibi olmakla birlikte hidroelektrik enerjinin avantajları şu şekildedir:

- Sulama işlevi görüp ziraati geliştirmek.
- Yağışlı geçen dönemlerde sel taşkınlarının önüne geçmek.
- Yerleşim birimlerinin su talebini muhafaza etmek.
- Hidroelektrik enerjinin dezavantajları ise şunlardır:
- Geniş sistemlerin meydana gelmesiyle çevre üzerinde istenmeyen etkiye sebep olması.
- Kurulacağı bölgede çevre tahrip edilmektedir.
- Mikroklimatik düzenekte bozulmalara sebep olur.

- Ekolojik muvazenenin bozulması ile doğadaki su kaynaklarının tahrip edilmesiyle enerji üretim verimliliğinin azalmasına yol açar.

Hidroelektrik santrallerinde her 3 saniyede bir 10 ton suyu 30 metreden düşürerek elde edilecek enerjiyi, 1 metre dalga yüksekliğine sahip deniz yüzeyinde 1 dönümden daha az alanda elde etmek mümkündür. (Gedik, 2015) Böylelikle dalga enerjisinin hidroelektrik enerjiye göre daha az girdiyle daha fazla enerji ürettiğini söyleyebiliriz.

4.1.2 Kaynaktan Trafoya Aktarım Güçlüğü

Ülkemizde TEİAŞ (Türkiye Elektrik İletim A.Ş.) tarafından belirlenen trafoların konumu, gün geçtikçe proje sahipleri tarafından bir rekabet sahası haline gelmektedir. Bu sebeple yapılan yatırımlarda artış sağlanmaktadır. Uygulanan projelerin kaynağa yakın bir bölgede, rüzgâr ve güneş ışınlarının bulunduğu noktalara bağlanması daha avantajlıdır. Kanunlar eşliğinde projelerin trafolara bağlı kalınmasına dikkat edilmiştir. Bu nedenle yatırımcılara artan maliyet problemi belirir. Bu problem tesis noktasının yakınındaki trafoların yatırımcılarına nakdi destek verilmesi bu problemi çözmeye yardımcı olabilir. (Evli, 2018)

4.1.3 Araştırma ve Geliştirme Fonu Yetersizliği

AR-GE ve teknolojiye ayrılan maliyet yetersiz olduğundan yenilenebilir enerji için gerekli olan bilgiler yeterince güncellenemez. Bu sorunu çözmek için gerekli verilerin temin edilmesine ayrılan bütçe arttırılmalı ve bu alan için teknik personel yetişmesine destek olunmalıdır. (Evli, 2018)

4.1.4 Tüketicinin Enerji Kaynağını Seçerken Zorluk Çekmesi

Tüketici kullanacağı enerji kaynağını seçerken gerek maddi zorluklar gerekse lojistiğin zorluğu gibi sebeplerden dolayı fosil yakıtları daha çok tercih etmektedir.

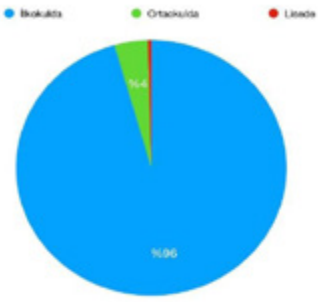
Yenilenebilir enerjiye erişimin maliyeti günden güne azalmaktadır. Bu maliyetin azalmaya devam etmesi ve halkın bu konuda bilinçlendirilmesi, yenilenebilir enerjiye ulaşımın kolaylaştırılması, fosil yakıt kullanımının olabildiğince indirgenmesi, insanların fosil yakıttan yenilenebilir enerjiye geçişin bu şekilde hızlandırılması gerekmektedir. (Evli, 2018)

4.2 Öğrencilere Enerjiyi Verimli Kullanma Bilincinin Kazandırılması

Bu konu hakkında yeni neslin okullarda bilinçlendirilmesi gerekir. Okulumuz öğrencilerine yönelik yapılan ankette (grafik 3) öğrencilere geri dönüşüm eğitiminin ilkokulda verilmeye başlanması %96 oranında tercih edilmiştir. Bu eğitimin çocuklara küçük yaştan itibaren verilmesi çok yüksek bir oranla tercih edilmiş, bu eğitimin ilkokulda verilmesi uygun bulunmuşken ortaokul ve lisede bu eğitimin verilmesi yok

denecek kadar az bir oranda tercih edilmiş, çoğunluk tarafından ortaokul ve lisenin bu eğitim için çok geç olduğu belirtilmiştir.

Grafik 3: Sizce öğrencilere geri dönüşüm eğitimi ne zaman verilmeye başlanmalıdır?



Grafik 3:
Sizce öğrencilere geri dönüşüm eğitimi verilmeye ne zaman başlanmalıdır?

ENVER (Enerji Verimliliği Derneği) tarafından yürütülen "Enerji Çocuk Projesi" kapsamında birçok okulda ''Enerji Çocuk Naz ve Arkadaşları'' adlı tiyatro oyunu sahnelenerek küçük yaştan enerji verimliliğinin önemini çocuklara aşılanması hedeflenmiştir. Oyunu izleyen yaklaşık 25.000 öğrenciye hediyeler verilmiştir. Ayrıca projenin gerçekleştiği illerde ortaokullar arasında ödüllü resim yarışması düzenlenmiştir.

Bu ve benzeri faaliyetler özellikle ilköğretim kurumlarında yaygınlaştırılmalı, çocuklar küçük yaşta enerjinin önemi hakkında bilinçlenmelidir. Devlet desteği ile yapılacak olan bu bilgilendirici ve teşvik edici etkinlikler ile gerekli bilinci edinerek yetişen yeni nesil gelecekte enerjiyi israf etmeyecek, enerjiyi verimli kullanacak ve enerjinin öneminin farkında olan yeni nesiller yetiştireceklerdir.

5. ÜLKEMİZ DIŞINDA YENİLENEBİLİR ENERJİ İLE İLGİLİ STRATEJİLER

5,1 Avrupa Birliği'nde Yenilenebilir Enerji ile İlgili Stratejiler

Sürdürülebilir enerji birlik için önemliyken aynı zamanda fazla enerji dışalımı geçmiş zamandan itibaren sorun oluşturmuştur. Yapılan araştırmalara bakılacak olursa 2016 senesinde Avrupa Birliği (AB) tükettiği enerjinin yüksek bir yüzdeliğini dışarıdan almıştır. 2004 senesinden itibaren enerji tabiiyeti %50 üzerinde olmuştur. 2008 senesinde ise en yüksek değerine ulaşmıştır. 2016 senesinde AB üyeleri içerisinde dışalıma en az bağımlı olan %6,8 oranıyla Estonya olmuşken en fazla tabiiyeti %100 oranla Malta göstermiştir. En yüksek harcamaya sahip olan üyelere baktığımız zaman Birleşik Krallık'ın en az tabiiyete sahip olduğu, İtalya'nın ise %77,5 oranı ile en fazla

tabiiyete sahip olduğunu belirtebiliriz. AB doğalgaz ve petrolde en fazla dışalımını Rusya ile gerçekleştirmektedir. Enerji gereksiniminin yükselmesi ve AB üyelerinin bu gereksinime cevap verememesinin doğurduğu ücret artışı yaşanmaktadır. Bununla birlikte Avrupa Birliği'nin arz zincirine karşı zayıflığı artmaktadır. Ancak bu durum düşünüldüğü kadar büyük bir sorun teşkil etmemektedir çünkü enerji ihracatı gerçekleştiren ülkelerden tedarikçi bulunabilir. Ancak bununla birlikte siyasal, iktisadi ve etnik tearuza sebep olabilir. Yenilenebilir enerji teknolojileri AB için uygulamada ve geliştirmede hızlı yükselişine devam etmektedir fakat hedeflenen sonuca ulaşılması için daha fazla zamana ihtiyaç olduğu görülmektedir. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin enerji güvenliğindeki yardımları ciddi rakamlara ulaşmıştır; 2015 yılında 16 milyar avroluk fosil yakıt ithalatına eş üretim yapmışlardır ve bu rakamın 2030 yılında 58 milyar avro olması beklenmektedir. Yeşil teknolojilerde alınan patentlerin %30'una sahip olan AB, yeşil teknolojileri alanında araştırma, geliştirme ve inovasyon konularını öncelikli kabul edip fosil yakıtlardan temiz ve yenilenebilir enerji değişimi sürdürmeyi amaçlamaktadır. 2015 yılında yayımlanan bir rapora göre yenilenebilir enerji sektörü 153 milyar avroluk kazanç sağlanmış ve 1139050 kişiye istihdam sağlamıştır.

5.2 Almanya'da Yenilenebilir Enerji ile İlgili Stratejiler

Almanya'nın coğrafyasına bakıldığında fosil yakıtları düşük verimli, hidrogüç potansiyeli ise ülkeyi enerji konusunda öne çıkarmaya yetmeyecek seviyede idi. Nükleer enerjiyi kullanmaya Almanya diğer ülkelerden önce başlamıştır ve nükleer santrallerin dilini KKS kodlaması ile oluşturmuştur fakat Çernobil kazası gibi facialar ve kömürle ilgili politik stratejiler sebebiyle zamanla yenilenebilir enerjilere yönelmiştir. Ancak bu karar verilirken uygulamada Almanya için kullanılabilecek seviyede bir teknoloji yoktu ve bu sebeple seçilen teknolojiler zamanla geliştirildi. Teknolojileri tanıtım ve yaygınlaştırma seviyesine geldikten sonra ise belirlenen ve başarı ile yürütülen teşvik süreçleri ile teknolojilerinin yayılmasını sağlamışlardır.

5.3 Danimarka'da Yenilenebilir Enerji ile İlgili Stratejiler

Danimarka dünyada rüzgâr alanında teknolojinin geliştirilmesinde ve kullanılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Öne çıkan diğer bir özelliği ise yenilenebilir enerji teknolojilerinin mevcut şebekeyle bütünleşmesi ve üretimdeki yenilenebilir enerji ağırlığıdır. Enerji güvenliği, enerji öz kaynakları ve çevresel sürdürülebilirlik ölçütlerinde 2016 ve 2017 yılında Dünya Enerji Konseyi'nin yayınladığı bir rapora göre birinci sırada gösterilmiştir ve bu başarısında yenilenebilir enerji için yararları olan coğrafyası da önemli bir destek sağlamaktadır. (Ülgen, 2018)

6. SONUÇ VE TARTIŞMA

Enerji verimliliğini iyileştirme stratejileri öncelikle hanede enerji verimliliğini iyileştirmek üzerine kurulmalıdır. Bir hanede meydana gelen iyileştirme bile birçok haneye örnek teşkil edecek, bu da iyileştirmenin genele yayılmasını sağlayacaktır.

Bunun yanında enerji verimliliğini arttırmak için yenilenebilir enerji kaynakları doğru kullanılmalı ve kullanımının önündeki engeller kalkmalıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının meydana getirdiği sorunlar çözülmeli, bu sorunların giderilmesini sağlayacak stratejilere önem verilmelidir.

7. ÖNERİLER

7.1. Enerji Borsasının Yaygınlaştırılması

Türkiye'nin enerji sektöründeki dışa bağımlılığını azaltmak adına Enerji Borsası kurulmuştur. Enerji borsasının kurulması ile birlikte öncelik arz-talebin karşılanması olacağı için fiyatlar öngörülebilecektir. Bu da yatırımcıları çekerek daha kolay yatırım yapmalarını sağlayacak ve yatırımcıları teşvik edecektir. Böylelikle enerji için gerekli piyasa oluşumu sağlanmış olacaktır.

Türkiye günümüz şartlarında transit ülkedir. Ülkemizin enerji üssü olması hedeflendiğinden EPİAŞ projesi ele alınmıştır. Ülkemiz EPİAŞ projesi sayesinde enerji isteği ve korunumunu sağlayacaktır. Enerji Borsası'nın oluşumunun avantajları bununla sınırlı kalmamakla birlikte elektrik piyasalarının sınırlandırılmaması, güvenilir fiyat oluşumu, fiyatların piyasadaki isteğe göre belirlenmesinin doğurduğu yatırımcıların güveninin kazanılması ve daha fazla yatırım yapmasını sağlayacaktır.

7.2. Rüzgâr Türbinlerine Hareket Sensörleri Takılması

Rüzgâr enerjisi, çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarındandır. Fakat bunun yanında rüzgâr türbinlerinin Oluşturduğu yüksek basınç kuş göçlerinin yönünü değiştirebilmekte ve türbin kanatlarının kuşlara çarpmasıyla kuş ölümlerine neden olabilmektedir. Bu sorunları çözebilmek için rüzgâr türbinlerine kuş sürülerini algılayabilecek bir hareket sensörü takılabilir, bu şekilde canlıların gördüğü zarar azaltılabilir.

7.3.Yenilenebilir Enerjiye Ulaşımın Kolaylaştırılması

Devlet tarafından sağlanan maddi kolaylıkla insanların yenilenebilir enerjiye ulaşması kolaylaştırılmalı, lojistik ve maddi destek ile halkın erişimine yardımcı olunmalıdır. Ekonomik olarak fazla zorlanmayan insanlar rahatça yenilenebilir enerji kaynaklarını tercih edebilecektir.

KAYNAKÇA

Demir, H., ÇIRACI, G., Reyhan, K., & Ünver, Ü. (2020). *Aydınlatmada Enerji Verimliliği: Yalova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Durum Değerlendirmesi*.

Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering, *25*(3), 1637-1652.

Evli, S. (2018). *Türkiye'de Sürdürülebilir Kalkınma ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları* (Yüksek lisans tezi). Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.

İlleaz, B. (2020) *Türkiye'de Biyokütle Enerjisi, Türkiye'nin Enerji Görünümü.* Ankara: Türkiye Makine Mühendisleri Odası Oda Raporu.

Ülgen, A. (2018). *Yenilenebilir Enerji Kullanımını Teşvik Yolları Üzerine Bir Değerlendirme*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi. Ankara

Tester, J. W. (2006). Environmental impacts, attributes, and feasibility criteria. *The future of geothermal energy*.

Torunoğlu Gedik, Ö. (2015). *Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları ve çevresel etkileri* (Yayımlanmamış doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul

Türe, S. (2001). "Biyokütle Enerjisi", Temiz Enerji Vakfı, Sayfa: 1-5. Ankara.

https://www.setav.org/turkiyede-enerji-borsasi/ Erişim tarihi: 14.02.2022

https://www.enver.org.tr/enerji-cocuk Erişim tarihi: 18.02.2022

https://www.myenerjisolar.com/gunes-enerjisi-enerji-tasarrufu-ve-enerji-verimliligi-nedir/ Erişim tarihi: 08.02.2022

YENİLENEBİLİR ENERJİ HAKKINDA ARAŞTIRMALAR, GELİŞTİRMELER VE YATIRIMLAR

Beyza AYVAZ | **Rana SEVİGEN** |

ÖZET

Dünyanın enerji rezervleri gün geçtikçe tükenmeye yaklaşmaktadır. Bu bağlamda enerji savaşları şiddetlenmekte, mevcut enerji yöntemleri ise zararlı etkilerini artırmaktadır. Bu nedenle dünyadaki enerji gereksiniminin karşılanmasında yeni arayışlar artarak devam etmektedir. Bu arayışlar yenilenebilir ve temiz enerji kavramlarını meydana getirmiştir. Bu çalışma yenilenebilir ve temiz enerji kaynaklarından olan dalga, güneş, rüzgâr, biyokütle, hidrolik ve jeotermal enerjinin kullanım alanlarından, avantaj ve dezavantajlarından, dünyada ve Türkiye de bu yenilenebilir enerji çeşitlerine yapılan yatırımlardan oluşmaktadır.

***Anahtar kelimeler**: Enerji, Tasarruf, Yenilenebilir Enerji*

ABSTRACT

The world's energy reserves are approaching to depletion day by day. In this context, energy wars are becoming intensified while current energy managements increase their harmful effects. For this reason, to meet the energy needs of the world new searches continue increasingly. These searches have created the concepts of renewable and clean energy. This study consists of the usage areas, advantages and disadvantages of wave, solar, wind, biomass, hydraulic and geothermal energy, which are renewable and clean energy sources, and the investments made in these renewable energy types in the world and in Turkey.

***Keywords**: Energy, Saving, Renewable Energy*

1. YENİLENEBİLİR ENERJİ HAKKINDA ARAŞTIRMALAR, GELİŞTİRMELER VE YATIRIMLAR

1.1. Güneş Enerjisi

1.1.1 Giriş

Dünyaya etki eden en mühim enerji kaynaklarından olan Güneş, ışınım enerjisiyle bazı oluşmalara etki eder. Dünyada ancak güneş enerjisi dolayısıyla enerji ve madde işleyişi sağlanırken yel, denizlerde oluşan dalgalar, okyanuslarda soğukluk farkları ve biyolojik enerji güneş enerjisinin farklı biçimlerdeki durumlarıdır. Bu enerji tabiattaki hidrolojik döngüyü temin ederek akarsu kuvvetini meydana getirmektedir. Yenilenemez enerji kaynakların da biyokütle özelliğindeki gereçlerinde birikmiş güneş enerjisi olması onaylanmaktadır. Doğada bulunan enerji kaynaklarının fazlasının temeli olan güneş enerjisinden ısıtma, elektrik sağlamak vb. gayelerle direkt faydalanılmaktadır.

1.1.2 Güneş Enerjisi Nedir?

Güneşin merkezi füzyon olayının gerçekleşmesi için elverişlidir. Bir tepkimenin kolayca açıklanışı; proton ile birleşime giren Hidrojen, alt hallerinden biri olan Döteryuma evrilir. Düzensiz olan iki döteryum çekirdeği bütünleşerek yoğun haldeki helyuma döner. Geriye kalan protonlar tepkime zincirinin bu anlatıma uyumluca sürdürülmesinde rol oynar. Tepkime sonrasında oluşan enerji oldukça büyüktür. Bu enerjiye ulaşabilmesi için Güneşin saniyede 10 ile 38 füzyon tepkimesine ihtiyacı vardır. Bu ise bir saniyede neredeyse 657 milyon ton Hidrojenin 653 ton Helyuma evrilmesi anlamına gelir. Bahsedilen tepkimeler sonucunda yitirilen kütle enerji halini alır (Karamanav, 2007). Tahminlere göre hemen hemen 10 milyar yılın ardından Güneşte bulunan Hidrojen enerjisinin tükenip tepkimelerin sona ermesi sonucunda Güneş, çekim kuvveti etkeni sebebiyle büzülüp ölü bir yıldız olabilir. Güneş'te ortaya çıkan enerjinin oldukça az bir bölümü Dünya'ya gelmektedir. Atmosferin dış bölümüne varan enerji 173.104 kW büyüklüğündeyken yeryüzüne gelen enerji 1.395 kW a kadar inmektedir. Bunun sebebi atmosferdeki çeşitli gazlar tarafından ışınların çoğunun engellenmesinin yanında Güneş ile Dünya arasındaki mesafenin büyüklüğüdür. Güneş tarafından yayılan ışınımların yeryüzüne varabilme oranı %70 civarıdır. Bahsedilen engellerin dışında, atmosferin ötesinde kalan ışınım büyüklüğü 1367 W/m2'dir ve bu değer güneş sabiti olarak 2 alınır. Pratikçe Dünya'ya gelen ışınım 1000 W/m2 büyüklüğünde kabul görür (Karamanav, 2007). Güneş enerjisinden faydalanmak üzere uygulanan ısıl işlemler, yüksek, orta ve düşük sıcaklık işlemleri şeklinde 3 kısımdır. Düşük işlemler genellikle güneş enerjisini dönüştürerek ısıtma amaçlı kul-

lanılmaktadır. Orta sıcaklık işlemlerinde, güneş ışınları mercekli toplayıcı yardımıyla toplanır ve sanayi alanında ihtiyaç gidermek için faydalanılır. 300°C'nin üstünde olan güneş ışınları ise belirli bir yere yönlendirilerek büyük fırınları çalıştırabilmektedir (Karamanav, 2007). Diğer bir eylem şekliyse güneş pili ile oluşturulan fotovoltaik işlemlerdir. Güneş ışınımını doğruca elektrik enerjisine dönüştüren güneş pili doğru akım yapar ayrıca seri ya da paralel bağlama şekliyle gerilimlerini ve akımlarını arttırabilirler. Oluşturulan akımı saklayabilmek için akım toplayıcılara ihtiyaç duyulur (Karamanav, 2007). Asıl geliştirilme amacı uzay araştırmaları olan güneş pilleri belli şekillerle elektriğe ulaşımın güç olduğu mekânlarda da varlığını göstermiştir.

1.1.3 Kullanım Alanları

1.1.3.1 Elektrik ve Isı Üretimi

Yenilenebilir güneş enerjisi ile elektrik enerjisi meydana getirmek gelişmiş ülkelerde büyük önem kazanmıştır. Global çapta yapılan araştırmalar ile gereksinim duyulan elektriğin muayyen bir oranının yenilenebilir güneş enerjisi ile sağlanması ile başta ekonomik açıdan olmak üzere birçok yarar sağlar. Elektrikten yoksun olan hanelerde, elektriğe erişilemeyen bölgelerde güneş panelleri gibi kolay mekanizmalardan yararlanarak elektrik ve ısı gereksinimi karşılanabilir.

1.1.3.2 Kışlık Tüketim Ürünlerinin Saklanması

Yazın tüketilen sebze ve meyvelerin kış aylarında kullanılması için kurutulması ile uygulanan bir yöntem kullanılmaktadır. Ülkemizin güneş gören bölgelerinde sık kullanılan bir yöntemdir. Güneş enerjisi bu alanda ürünlerin uzun vadede saklanması için büyük kolaylık sağlar.

1.1.3.3 Ürün Yetiştiriciliği

Bilhassa tarımın gelişmiş olduğu bölgelerde güneş enerjisi birçok şekilde kullanıma elverişlidir. Enerjinin bize sunduğu bir diğer alan ise tarımsal alanda yapılan etkinliklerde yetiştiricilik olarak ifade edilebilir. Bu bağlamda güneş enerjisi tarımsal faaliyetlerin devamlılığını temin etmektedir.

1.1.3.4 Cep Telefon Bataryası

Günlük yaşamımızda komünikasyonun devamlı olarak sağlandığı mobil telefonlarımızda karşılaştığımız önemli sorunlardan birisi pil gücünün seri bir şekilde tükenmesi ve batarya sağlığını düşürmesidir. Bu şekilde telefonlarımızdan sürekli olarak yararlandığımız bir dönemde yenilenebilir güneş enerjisi sayesinde cep telefon bataryalarının şarj edilebilmesi artık muhtemel. Henüz yaygınlaşmamış olsa da ileri dönemlerde bu alandaki faydaları da küçümsenemeyecek boyutlarda olacak.

1.1.3.5 Trafik Işıkları

Günümüzde sinyal ışıkları, trafik ışıkları sokak ışıklandırmaları, park aydınlatmaları, gibi birçok mekanizmada güneş enerji düzeneklerinden faydalanılır. Genellikle güneş paneli, akü ve şarj kontrol ünitesi ile bu sistemleri oluşturmak oldukça yaygınlaşmıştır ve basit şekilde de uygulanabilmektedir.

1.1.3.6 Uzay ve Uydu

Gelecek için uzay, uzayda yaşam ve daha fazla konuda araştırmalar yapma, yatırımlar ve projeler geliştirme dönemindeyiz. Artık yaşam galaksilere uzanan bir yola girdi, bu yolda da güneş enerjisinden faydalanılarak farklı sistemler iyileştirilmektedir. Bu çalışmalar 1950'li yıllarda başlamasıyla birlikte her geçen gün ile daha çok gelişerek ve iyileştirilerek karşımıza çıkmaktadır.

1.1.3.7 Hesap Makineleri

Hayatımız boyunca en az bir kez hesap makinesinden yararlandığımızı söylemek mümkün. Hesap makinelerinde güneş enerjisinin kullanılması, epey eski yıllardan gelmektedir. Bu basit makineler devamlılığın en etkili örnekleri arasındadır.

1.1.3.8 Sıcak ve Soğuk Su üretimi

Geçmiş zamanlarda icat edilmiş günümüzde ise bazı hanelerin çatılarında faaliyet gösteren paneller, güneş enerjisini toplayarak farklı kullanım alanlarında yararlanma olanakları sunmaktadır. Evlerimizde kullanmış olduğumuz sıcak ve soğuk su sistemleri de bunlardan bazılarıdır.

1.1.3.9 Güneş Ocakları

Özellikle Hindistan, Çin gibi bölgelerde güneşin bariz bir şekilde yansıması sonucunda yansıtıcı maddelerin kullanıldığı kaplarda yemek pişirilebilmektedir. Ancak bu yöntemler çok kullanılmamak ve bilinmemekle birlikte belirli bölgelerde kullanılmaktadır.

Aynı zamanda yenilenebilir güneş enerjisi; sulama düzeneklerinde, saf su sentezinde, güneş enerjisi ile çalışan ulaşım araçlarında, sokaktaki lambalarda, seracılık alanında oldukça sürdürülebilir şekilde faaliyete geçmektedir. Özetle güneş enerjisini birçok alanda görmek önüne geçilemez olmuştur.

1.2. Rüzgâr Enerjisi

1.2.1 Giriş

Her gün gelişen ve yenilenen dünya ile tüketim miktarı hızla artmaktadır. Üretim için

en çok kullanılan petrol, kömür ve doğalgaz gibi fosil yakıtların rezervlerinin gün geçtikçe azalması, Dünya'daki gibi Türkiye'de de enerji açığı ortaya çıkarmaktadır. 2021 yılının Ocak-Ekim döneminde Türkiye'nin enerjide dışarıdan alım miktarı %56,36 oranında artışla 37 milyar dolara ulaşmış durumdadır. Fosil yakıtların kullanımına duyulan ihtiyaç sebebi ile oluşan ekonomik krizler ve yüksek enflasyon ülkenin refah seviyesini ve alım gücünü düşürmektedir. Fosil yakıtların kullanımı sonucu oluşan küresel ısınma ve ozon tabakasının seyrelmesi de günümüz dünyasını yeni ve sürdürülebilir enerji kaynakları üzerine daha fazla düşünülmesini ve alternatiflerinin oluşturulmasını gerekli hale getirmiştir.

1.2.2 Rüzgâr Enerjisi

Uluslararası Enerji Ajansı'nın yaptığı tanımlamaya göre yenilenebilir enerji; "tamamen doğal yollar ile elde edilebilen ve tükenme olmaksızın sürdürülebilir kaynaklar" olarak açıklanmaktadır. Rüzgâr enerjisi doğal şekillerle elde edilebilen, sürdürülebilirliği olmayan geçici enerjiler yerine geçebilecek bir enerji olup, yerli ve Türkiye'nin de jeopolitik konum olarak oldukça elverişli bir bölgede olduğu doğal bir enerji kaynağıdır. Küresel ısınmaya, asit yağmurlarına ve doğa tahribatına sebep olmayan rüzgâr enerjisi çevre kirliliğine sebep olmamaktadır. Rüzgâr enerjisi ile elektrik üretimi rüzgâr tribünleri ve rüzgâr enerji santralleri ile sağlanır. Rüzgâr enerjisinin kullanım alanı oldukça geniştir fakat Türkiye'de kullanımı henüz gelişmiş değildir. Türkiye'de tarım alanında tahıl üretme ve su pompalama sistemleri rüzgâr enerjisi ile çalışır. Bazı enerji kurumları enerjisini rüzgârdan sağlamaktadır. Su şebekelerinde ve arıtma tesislerinde de rüzgâr enerjisinden faydalanılmaktadır. Günümüzde kullanım alanları sadece bunlarla kısıtlı olsa da ilerleyen zamanla hayatımızda oldukça geniş bir kullanım alanına sahip olma potansiyeli yüksektir.

1.2.3 Rüzgâr Enerjisinin Tarihçesi

Rüzgâr enerjisi bilinen en eski çağlarda başta Nil nehrinde olmak üzere dünyanın dört bir yanında kayıkları hareket ettirmek için kullanılmıştır. Bunu kullanan başlıca ülkeler arasında Asya medeniyetlerinden Tibet, İran ve Çin bilinmektedir. Rüzgâr türbinleri kullanımına ait ilk yazıtlara bakıldığında Büyük İskender tarafından MÖ 200-300 yıllarında yapılmış basit düzeneklerden türbinlerden bahsedilmektedir (Kırım, 2002).

Yel değirmenleri elde edilen yazıtların da incelenmesi ile 10. yüzyıla kadar İran ve Afganistan'da ilk model değirmenlerinin kullanılması ve tahıl öğütme gibi işler için kullanıldığı öğrenilmiştir. Değirmenler konusundaki yazılı belgelere 12. yüzyılda sıkça rastlanmaya başlanmıştır. Daha yakın zamana geldiğimizdeki net bilgilere göre yel değirmeni üreten ilk fabrikaların 1889 yılında ABD'de kurulduğunu söyleyebili-

riz. Çok kanatlı yel değirmenleri de yine Amerika'da üretim yapılmaya başlandıktan yapılmaya başlanmıştır (Frandsen,1992). Türkiye'de ilk rüzgâr enerji santrali 1998 de kurulmuş fakat bu girişimin devamı 2005 yılında gerçekleşmiştir. Daha sonra 2010 yılında yatırımcıların rüzgâr enerjisine yönlendirilmesini öngören YEK "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun" yasası çıkarılmıştır. Rüzgâr santrallerinin artışı 2010 yılı ardından gerçekleşmiştir.

1.2.4 Dünyanın Rüzgâr Enerjisi Durumu

Rüzgâr enerjisine önem veren ve bu konuda yatırımların en çok olduğu ülkeler: Almanya, İspanya ve Amerika'dır (Güler, 2005). İşlemde olan rüzgâr güçlerinin dünyadaki oranları kıtalar üzerinden incelendiğinde Avrupa'daki kurulu güç oranının %73 ile rekorda olduğu söylenebilir. Ardından %15 ile Amerika, birbirine yakın oranlar ile Asya ve %1'lik parçalarda ise Avustralya ve Afrika kıtaları izlemektedir. 2015 yılının son verilerine göre dünyada işletimde olan rüzgâr enerji santrallerinin toplam gücü 432.883,00 MW olarak belirlenmiştir (greenpeace.org, 2016). Kurulu olan bu güçle dünya elektrik arzının %10 oranında karşılanabileceği düşünülmektedir. Dünya çapında rüzgâr enerjisi ile elektrik üretiminin büyük oranda olmasının sebebi ucuz ve doğada kolayca bulunabilen bir faktör olmasıdır. Dünyada yenilenebilir enerji kullanımının yüksek olmasının başka bir sebeplerinden biri de Avrupa Birliği ülkelerinin uyguladıkları politikalar ve teşvik çalışmalarıdır (Ergür, 2006). Bu politikalara göre:

-Yenilenebilir enerji kaynaklarının araştırılması ve geliştirilmesi için yapılan çalışmalara devlet yardımı

-Devletin yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması için topluma yaptığı teşvik çalışmaları

-Kredilerde ve vergilerde indirim

-Hükümetin devlet arazilerinin araştırılmalar için kullanılmasını sağlaması

Avrupa Birliğinin oluşturduğu bu politikalar sonucunda yenilenebilir enerjinin kullanılması bölgesel ve yerel ekonomiye yarar sağlamıştır.

1.2.5 Yenilenebilir Rüzgâr Enerjisi ve Türkiye

Türkiye'nin toplam enerji potansiyeli 40.000 ile 80.000 MW arasındadır (Ergür, 2006). Türkiye Rüzgâr Santralleri haritasına göre; Marmara Bölgesi içerisinde başta Balıkesir, İstanbul, Çanakkale; Ege'de İzmir, Manisa; üçüncü sırada olarak ise Doğu Akdeniz çevresinden Hatay rüzgâr santrallerinin genel orandan daha fazla yer aldığı illerdir. Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından yapılan araştırmalara göre sürekli rüzgâr enerjisinin sağlandığı bölgeler: Bandırma, Antakya, Kumköy, Mardin, Sinop, Gök-

çeada, Çorlu ve Çanakkale'dir. Çeşme'de kurulmuş olan 1.5MW kurulu gücündeki santral, yılda yaklaşık 5.000.00kWh enerji üreterek bölgedeki 5 bin kişinin elektrik ihtiyacını karşılamaktadır. Bu santrallerin sayılı örnekleri Bozcaada ve İstanbul'da da bulunmaktadır (Ergür, 2006). Yapılan birçok araştırma Türkiye'deki potansiyel rüzgâr enerjisinin daha fazla olduğu ve işletime geçilmesi için daha çok yatırım ve teşvik yapılması gerektiğini vurguluyor.2015 yılı Türkiye elektrik tüketim miktarı 264.000 GWh iken 2015 yılında rüzgâr enerjisi ile üretilen elektrik miktarı 11.500 GWh bu sayı %4.4'lük ihtiyacı karşılıyor. Türkiye'nin tüm potansiyelinin kullanılması sonucu toplam elektrik ihtiyacının %44'ünün rüzgâr santrallerinden karşılanabileceği düşünülmektedir. Yaşanan ekonomik krizler ve enflasyon ile Türkiye için maliyetler gün geçtikçe artmakta, bundan ötürü istenen yatırımlar yapılamamaktadır. Tüm bunların sonucu Türkiye'nin potansiyel rüzgâr enerjisinin tamamını kullanamamasına sebep olmaktadır. Bunlara yönelik çözüm önerileri ise fosil yakıtlardan önce yenilenebilir enerjiye önem verilmesi ve yatırımcıları bu konuda teşvik edecek politikalar uygulamaktır. Aynı zamanda bireylerin bilinçlendirilmesi, tasarrufun ülke çapında artması ile fosil yakıtların kullanımı azalarak ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

1.3. Jeotermal Enerji

1.3.1 Jeotermal Enerji Nedir?

Jeotermal, yer anlamında olan "geo" ve ısı anlamına gelen "thermal" kelimelerinin birleşiminden oluşmuştur. Jeotermal enerji, şu anda belirsiz ama muhtemelen kabaca eşit oranlarda gezegenin oluşumundan ve malzemelerin radyoaktif bozunmasından kaynaklanan, yerkabuğundaki termal enerjidir. Bu enerji, elektrik üretiminde ve termal uygulamaların gerektirdiği endüstriyel süreçler de dahil konutlarda, sera ısıtmasında, tarım ve endüstri gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Jeotermal enerji yenilenebilir, sürdürülebilir ve tükenmez bir enerji kaynağı olduğundan birçok açıdan oldukça önem taşımaktadır. Jeotermal enerji sürdürülebilirliğin yanında aynı zamanda çevre dostu, güvenilir bir öz kaynak teşkil eder. Sıfıra yakın emisyon sağlaması çevreye duyarlı bir uygulama olduğunun kanıtıdır. Aynı zamanda diğer enerji kaynaklarına göre çok daha ekonomiktir. Yangın, patlama ve zehirlenme olasılığının düşük olmasından dolayı üretim açısından güvenli bir enerji kaynağıdır. Savaş gibi uluslararası dış etkilerden etkilenmediğinden üretiminin sağlanması kolaydır.

1.3.2 Jeotermal Enerjinin Dezavantajları

Jeotermal enerjinin avantajları olduğu kadar dezavantajları da bulunmaktadır. Jeotermal enerjinin en büyük dezavantajı konuma özgü olmasıdır. Ayrıca kazma işlemleri sırasında zararlı olabilecek bazı gazlar atmosfere salınır. Diğer kaynaklara göre her

ne kadar ekonomik olsa da kayacın sert olması ve kazılacak yerin yüksek sıcaklıkta olması gibi bazı durumlarda güçlü sondaj makinelerine ihtiyaç duyulur. Bu da normalde harcanacak maliyetin artmasına sebep olur.

1.3.3 Jeotermal Enerjinin Bileşenleri

Jeotermal enerjinin oluşumunda etkili üç bileşen vardır. Bunlar; ısı kaynağı, ısıyı yer altından yüzeye taşıyan akışkan ve suyun dolaşımını sağlamaya yeterli kayaç geçirgenliğidir.

1.3.4 Jeotermal Enerji Alanında Araştırma ve Gelişmeler

Jeotermal enerji ile ilgili araştırma ve geliştirmeler gittikçe önem kazanmakla birlikte gün geçtikçe artan enerji gereksinimleri ve artan çevre sorunları sonucunda jeotermal enerji ile ilgili araştırma ve geliştirme faaliyetlerinde artış meydana gelmiştir. Bu araştırmalara bir örnek olarak UNESCO tarafından hazırlanan "Sürdürülebilir Gelecek İçin Eğitim" adlı programda ilköğretimde yer alan kazanımların çoğunlukla bilgiye yönelik olduğunu, beceri ve anlayış geliştirilmesinde yetersiz olduğu saptanmıştır. Bu projeyle üretimin hayata geçirilmesi sadece bilgiyle kalmaması gerektiği konusuna başvurulmuştur.

1.3.5 Türkiye'de Jeotermal Enerji

Türkiye'deki jeotermal enerji potansiyeli oldukça yüksektir. Ülkemiz bulunduğu coğrafi konum dolayısıyla aktif tektonik kuşakta yer aldığından bu bakımdan zengin bir konuma sahiptir. Yaklaşık 1.000 tane değişik sıcaklıklarda jeotermal kaynaklar bulundurmaktadır. Ülkemizde jeotermal potansiyelin en yüksek olduğu bölge %78 oranında Batı Anadolu Bölgesi'nde bulunmakla birlikte %9 oranında İç Anadolu Bölgesi, %7 oranında Marmara Bölgesi ve kalan %1'lik kısım da diğer bölgelerden karşılanmaktadır. Jeotermal enerji uygulamasıyla ilk enerji üreten santral 1975 yılında 0,5 MW güce sahip Kızıldere Santrali ile yapılmıştır.

1.3.6 Dünya'da Jeotermal Enerji

Dünya'da jeotermal ile ilgili yatırımlarda ilk beşe giren ülkeler; ABD, Filipinler, Endonezya, Türkiye ve Yeni Zelanda'dır. Elektrik dışı doğrudan kullanım uygulayan ilk beş ülke ise; ABD, Çin, İsveç, Belarus ve Norveç ülkeleridir. Dünyanın en büyük jeotermal enerji sentralleri; ABD'nin Kaliforniya eyaletinde bulunan The Geysers ve CalEnergy Generation'sSalton Sea santralleri, İtalya Tuscana'daki Larderello, Meksika' dakiCerro Prieto ve Filipinler'deki Makban santrali olarak sıralanabilir.

1.4. Dalga Enerjisi

1.4.1 Dalga Enerjisi Nedir?

Dalga enerjisi henüz geliştirilme aşamasındadır. Dalga enerjisi, çok masrafı olmayan, çevreye duyarlı, temiz ve büyük potansiyele sahip bir enerji kaynağıdır.

1.4.2 Dalga Enerjisinin Kullanım Alanları

Dalga enerjisinden; cisim hareketini veya cisimdeki şekil değiştirmeyi kullanan sistemler, su basıncını kullanan sistemler ve hava basıncını kullanan sistemler olmak üzere üç şekilde elektrik üretimi sağlanır.

1.4.3 Dalga Enerjisinin Olumlu Yönleri

Dalga enerjisinin pek çok olumlu yönü vardır. Kaynağının sınırsız ve fazla olması, fosil yakıtlara alternatif bir enerji olması, küresel ısınmayı, her türlü kirliliği en aza indirmesi. Elektriğin ulaşamadığı yerlere elektrik sağlaması, tuzlu su kaynaklarının tatlı su kaynaklarına dönüştürülerek gereksinim duyulan bölgelere aktarılması, su altındaki zenginliklerin yüzeye çıkarılması ve kıyıların korunması gibi birçok alana etki eden olumlu yönleri vardır.

1.4.4 Dünyada Dalga Enerjisi Kullanımı

Okyanusa kıyısı olan birçok ülke dalga enerjisinden yararlanmaktadır. Avustralya, Yeni Zelanda, Güney Amerika'nın batısı ve doğusu, Avrupa'nın kuzeyi ve batısı, Asya'nın güney doğusu, Malenezya ve Kuzey Amerika'nın batısı dalga enerjisi açısından zengin bazı bölgelerdir. Dalga enerjisi açısından zengin bölgelerde yapılar daha çok okyanusa kıyısı olan yerlerde çoğunluk göstermektedir. İç denizlerin potansiyeli düşük olduğundan bu konu üzerinde fazla bir çalışma yapılmamaktadır. Var olan sistemlerin çoğunluğu yüksek dalga boylarında verimli çalışırken iç denizlerde ise bunun tam tersi olduğu gözlemlenir.

1.4.5 Türkiye ve Dalga Enerjisi

Üç tarafı denizlerle kaplı Türkiye'de dalga enerjisi, enerji kaynaklarının tükenmeye başladığı bu günlerde ve gelecek yıllarda alternatif bir kaynak olabilir. Ülkemiz dalga enerjisi bakımından yüksek verime sahip başta Batı Karadeniz Bölgesi olmak üzere kıyı bölgelerine sahiptir. Zonguldak, Karabük ve Bartın'da bölgesel kalkınma çalışmalarında bulunan Batı Karadeniz Kalkınma Ajansı'nın (BAKKA) liderlik ettiği Pilot Dalga Enerji Santrali, Milli Egemenlik Caddesi'nde Karakum bölgesindeki sahil bandı üzerinde kurulacak santral ile dalga enerjisinden üretilecek elektrik, Zonguldak Valiliği'nin aynı yerde 27 dönümlük alanda yaptıracağı Manolya Park'ta kullanılacak.

1.5. Hidrolik Enerji

Dünyanın her geçen gün artan nüfusundan ve her gün gelişen teknolojisi yüzünden üretim ihtiyacı artmakta ve artan ihtiyaca yönelik enerji talebi de artmaktadır. Ülkeler bu ihtiyaçlarını en verimli ve en düşük maliyetlerle karşılamayı hedeflemektedir.

2011 verilerine göre Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılık oranı %72,4'tür. Bu oranda fosil enerji kaynağı olan doğalgazın payı çok fazladır. Türkiye'nin yerli doğalgaz üretim miktarı tüketim miktarının %3'ünü karşılamaktadır (Adaçay,2014).

Dışa bağımlılığı azaltmak ve bunu gerçekleştirirken çevre dostu kaynaklar kullanılmak isteniyorsa fosil yakıtların yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı artmalıdır.

1.5.1 Hidrolik Enerji Nedir?

Hidrolik enerji; suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesiyle oluşan bir enerji biçimidir. Hidrolik enerjiden genellikle, nehirler üzerine barajlar inşa ederek, suyun enerjisini elektrik enerjisine dönüştürme yoluyla enerji üretilmesidir. ABD'de enerji ihtiyacının %10'nu hidrolik enerji vasıtasıyla sağlamaktadır (Çukurçayır ve Sağır, 2007: 267) (Seydioğulları, 2013).

Günümüz dünyasının enerji üretiminde suyun gücünden yararlanan 150'nin üzerinde ülke bulunmaktadır. Bahsi geçen ülkelerce üretilmiş enerji miktarı yaklaşık olarak 3100 TWh/yıl'a ulaşmıştır (WEC, 2010: 287-336) (Kaya, 2011).

Hidro enerji gücünün %60'ını iyileştiren Kuzey Amerika ve Avrupa'nın aksine hâlihazırdaki gücün Güney Amerika, Afrika ve Asya'da yeterince verimli kullanılmamaktadır (Şekkeli ve Keçecioğlu, 2011).

1.5.2 Türkiye ve Hidro Enerji

2009 yılından beri hidroelektrik santrallerinde üretilen toplam enerji yılda 47.871 GW.h olarak hesaplanmıştır. Bu sayı, ülke enerji gereksiniminin % 21'ine tekabül etmektedir. Türkiye'deki mevcut hidro enerji potansiyelinin ise 140.000 GWh/yıl civarında tahmin edilmektedir. (WEC, 2010: 332-333) (Kaya,2011).

1902 yılında Türkiye'de işletime giren ilk santral Tarsus beldesinde yapılmıştır. Bu tesis 60 KW'lık güçte olup Türkiye'nin geçmiş zamandaki enerji gereksiniminin ortalama %0,2'lik bir oranına karşılık gelmektedir.

1940 yılında toplam ihtiyacın %3,2'sini karşılayabilecek kadar elektrik hidroelektrik santrallerinden üretilmiştir.1954 yılında DSİ kurulmuştur. Bununla birlikte baraj yapımları da sürat kazanmıştır. 1990'lı senelerde mevcut gereksiniminin %40'ını karşılayabilecek durumu gelse de 90'lı yıllardan sonra termal santrallerin kurulmasıyla bu oran %24,5'e düşmüştür.

Oluşturulan yasal düzenlemelerle birlikte özel sektörün enerji sektöründe maliyetli yatırımlar yapması sağlanmıştır. Mart 2008 tarihine kadar geçen zamanda özel sektör bu alanda 1064 faaliyet gerçekleştirmiştir (Kaya, 2011).

1.5.3 Hidro Enerjinin Dezavantajları

Yapılan çalışmalarda Türkiye'de; hidroelektrik sektörünün çevre dostu olmadığı ve maliyetli olduğu tespit edilmiştir.

Hidroelektrik santraller için suya ihtiyaç duyulmaktadır. Normal şartların yaşandığı, bir senede ihtiyacı karşılayabilecek miktarda su sağlanabilir fakat yağışsız zamanlarda elektrik istihali ciddi oranda etkiye maruz kalır. Yeryüzünde 1000€/Kw'a tekabül eden HES arke gideri, ülkemizde yaklaşık 650€/Kw kadardır (Altınbilek, 2002) (Kaya, 2011).

1.6. Biyokütle Enerjisi

Fosil yakıtların tükenmesi ve tükenirken doğada onarılamaz hasarlara sebep olarak ileriki nesillerin yaşamında risk teşkil etmesi yenilenebilir enerjiye duyulan ihtiyacı arttırmıştır.

Gelişmemiş yurtların enerji tüketiminin çoğunluğunu kaplayan, genellikle direkt yakarak ulaşılan biyokütle enerjisi, bugün enerji tüketiminde kullanımı çoğaltılmaya çalışılan ve modern teknolojiyle elde edilen kolay depolanabilme avantajına sahip süreklilik sağlayan alternatif bir enerji kaynağıdır.

Biyokütleden elde edilen yıllık enerji; orman ve hayvan atıkları, odunsu bitkiler, saman, çöpler gibi enerji kaynakları başta olmak üzere yaklaşık 23,100,000MW gibi bir potansiyele sahiptir.

Sürdürülebilir gelecek endişelerinin baş gösterdiği günümüz dünyasında 21.yüzyılın en önemli enerji kaynaklarından biri olan ve geleceğin temel enerji kaynağı olarak görülen, yüksek potansiyelinin yanında çevre dostu, ekonomik ve bölgesel olan biyokütle enerjisine ilgi her geçen gün çoğalmaktadır. Biyokütle kaynaklarına karada suda kısacası çoğu yerde ulaşmak mümkündür. Doğada zaten var olan kaynakların dışında son zamanlarda bu kaynağa ulaşma odaklı çalışmalara başlanmıştır.

1.6.1 Biyokütle Çevrim Teknolojileri

Biyokütle materyalleri işlem görerek çeşitli yakıtlara dönüştürülür. Bu dönüşümün ardından çeşitli maddeler oluşur.

Biyokütle	Çevrim Teknolojileri	Ürünler	Kullanım sahaları
Ağaçlık fazlalığı	Oksijensiz parçalanma	Biyogaz	Elektrik istihsali
Ziraat artıkları	Termal ayrıştırma	C_2H_6O	Isınma
Erke nebatleri	Direkt yakmak	H	Isınma
Hayvanî artıklar	Oksijensiz parçalanma	Bataklık gazı	Ulaşım araçları
Doğal atıklar	Termokimyasal dönüşüm	CH3OH	Uçaklar
Algler	Hidroliz		Sentetik yağ roketler
Enerji ormanları	Biyofotoliz	Motorin	Ürün kurutma
Bitkisel yağlar	Esterleşme reaksiyonu	Motorin	Seracılık

Tablo 1: Biyokütle kaynakları, uygulanan çevrim teknikleri, bu teknikler uygulanarak elde edilen yakıtlar ve uygulama alanları özetlenmiştir.

1.6.2 Biyokütle Üreticiliği

Biyokütle üreticiliğinin gayesi çağcıl yakacak hammaddesi sağlamaktır.

1.6.2.1 Enerji Ormanları

Günümüzde kavak ağaçları, okaliptüs, söğüt gibi çabuk yetişen bitkiler enerji gayesiyle büyütülmektedir.

Bahsedilen bitkiler farklı hava şartlarında yetişebildikleri gibi diğer ağaçlara oranla büyüme hızları da 20 ila 10 kat arasıdır. Bu ağaçların belli aralıklarla budanarak tekrar büyümesi kolaylaştırılır ve elde edilen dal parçalarından enerji sağlanır. Yapılan hesaplamalarca 10 milyon dönüm alan kullanarak enerji ağaçlıklarından bir yıl içerisinde neredeyse 30 milyon işlenmemiş petrol variline denk enerji kaynağı sağlanabilir.

1.6.2.2 Enerji Tarımı

Son yıllarda hızla yetişen ve verimsiz topraklardan da sağlanabilen enerji bitkileri ile ilgili yapılan araştırmalar artmıştır. Bu bitkilerle enerji tarımı olarak adlandırılan bir tarım çeşidi geliştirilmektedir.

Enerji bitkileri C4 türü bitki (mısır, şekerkamışı ve pancarı miscanthus, tatlı darı)

grubu olarak tanımlanmıştır. Bu bitkilerin genel özellikleri şu şekildedir:

- Düşük CO2 derişimlerinde de varlıklarını gösterebilirler.
- Yüksek derecede sıcaklığa ihtiyaç duyarlar.
- Su ihtiyaçları fazla değildir.
- Dönemsel yağışsızlığa dayanabilirler.
- Işık şiddetini lehlerine kullanabilirler

C4 bitkileri etanol, mangal, pirolotik yağ, sentetik gaz gibi fazla sayıda enerji ürününün ana hammaddesidir. Farklı alanlarda kullanımı nedeniyle gelişmiş ülkelerin alakasını toplamaktadır.

1.7. AB Ülkeleri ve Yenilenebilir Enerji

AB dünyada enerji tüketiminin yoğun olduğu bölgedir. Enerji konusunda dışa bağımlılıkta artış yaşamaktadır. Bunun sebebi ise enerji açısından benzer kaynaklara sahip ülkelerden oluşmasıdır.

Diğer birçok ülke gibi Rusya'ya doğalgaz açısından bağımlılığı söz konusudur. Avrupa Enerji Güvenliği Stratejileri raporunda Birlik ülkelerinin saf petrolde yüzde 90 olmak üzere, doğal gazda, yakıtlarda ve nükleer yakıtta da dışa bağımlı olduğu belirtilmektedir. (Sabah gazetesi, 28.05.2014) (Adaçay, 2014).

AB'nin petrol üretiminde bir düşüş görülmektedir. AB'nin petrol rezervleri kendi çapındaki ülkelere oranla yetersiz kalmaktadır. Bugünkü tüketim miktarı göz önünde bulundurulduğunda Avrupa Birliği'nin tahmini olarak 8 yıl yetecek kadar petrol rezervi kalmıştır (Adaçay, 2014). Doğalgaz üretimi üzerinde de azalış görülmektedir. AB mevcut üretiminin % 12'sini 233.2M ton ile karşılamaktadır.

Diğer enerji kaynaklarına kıyasla yenilenebilir enerji üretiminde AB'de artış görülmektedir. Avrupa ekonomisinde küçük role sahip su ve odun gibi kaynakların hem üretim hem tüketim açısından arttığı gözlenmektedir.

AB ülkelerinin çoğunluğunda, özellikle hidroelektrik enerji kapasitesinin artırılmasına yönelik yatırımlar hızla artırılmaktadır (Şekkeli ve Keçecioğlu, 2011).

1.8. Türkiye ve Enerji

1970'ten bugüne ülkemizin enerji temini amacıyla kullanmakta bulunduğu kaynaklara bakıldığında fazlaca değişiklik gözlemlenmektedir. 1970'lerde üstün durumdaki petrol ve su gücü konumunu fosil yakacaklara teslim etmiştir. %2'lik kısma hâkim tükenmez kaynaklar %0,30'lara düşmüştür (Kaya, 2011).

Türkiye totalde enerji üretiminin neredeyse %25'ini sahip olduğu kaynaklar ile sağlamaktadır. Buna karşın yaklaşık dörtte üçlük kısmını da ithal yollarla karşılamakta.

Türkiye'nin 2009 yılı verilerine göre toplam enerji tüketimimiz enerji üretimimiz olan 30,3Mtep'in 3 katından fazla olup106,1Mtep'tir. (Anadolu Ajansı, https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/turkiyede-gecen-yil-yenilenebilir-enerjiye-yaklasik-7-milyar-dolar-yatirim-yapildi/2117740). Bu veriler Türkiye'nin enerjide dışa ne kadar bağımlı olduğunu göstermektedir. Dönemde Türkiye derin bir ekonomik dönüşüm geçirmiş ve ekonomisi kayda değer bir kalkınma yaşamıştır. Türkiye 2013 yılındaki cari fiyatlarla 1,6 trilyon TL GSYH'si ile Dünyanın 17., Avrupa'nın ise 6. büyük ekonomisi konumundadır.2003 ile 2013 yılları arasında ortalama yıllık Gayrisafi Yurtiçi Hasıla (GSYH) artış oranı yüzde 4,96 olmuş, 2013 yılında GSYH artışı 122,5 milyar TL olarak gerçekleşmiştir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2014).

Bu durumlar sonucunda Türkiye'nin yaptığı planlara gelecek olursak; 2013-2023 seneleri arasında yenilenebilir enerji eylemi başlatmıştır. Ayrıca Türkiye'de 2020 yılı yaklaşık 4 bin 800 megavat yenilenebilir enerji kapasitesi ele alınırken, bu alana yapılan yatırım miktarı yaklaşık 7 milyar doları buldu. Yatırımların yüzde 52'sini hidroelektrik santralleri oluşturuyordu. (Tek, 2021). Günümüz planlarına daha da yaklaştığımızda, Elektrik dağıtım şirketlerinin 2021-2025 döneminde yapacağı yatırım planlarını belirlendiğini biliyoruz ancak Deloitte Türkiye Enerji ve Doğal Kaynaklar Endüstrisi planları henüz paylaşmış sayılmaz.

1.9. Yenilenebilir Enerji ve Depolama Önemi

Bu günlerde, yükselen popülasyon ve sanayileşmeden ötürü ortaya çıkan enerji gereksinimi Türkiye'nin kısıtlı kaynaklarıyla karşılanamamakta, enerji sentezi ve tüketimi arasındaki fark günden güne büyümektedir. Bu durumda, var olan enerji kaynaklarımızdan daha faydalı bir biçimde yararlanmak giderek artan bir önem kazanmaktadır. Enerji arzındaki seri artışın karşılanması için, yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerjinin faydalı ve verimli bir şekilde depolanması ve gereksinimi karşılayacak en uygun dönüşümlerin şekillendirilmesi yararlı olacaktır. Enerji sentezi için kullanılan yakıtların doğaya verdiği hasarın önüne geçilmesinde önemli rol oynar. Daha az fosil yakıt kullanılmasına bağlı olarak doğaya yayılan sera gazı oranının azalması sağlanacak ve daha temiz bir hava solunmuş olacaktır. Isıtılma ihtiyacı elektrik ile sağlanan hanelerde gece boyunca tüketilen enerjinin fazlasının depolanarak gündüz saatlerinde ısıtma sistemlerinin daha düşük oranda kullanılması, gündüz kullanılan enerjinin gece kullanılandan daha pahalı olmasından dolayı bireysel ekonomiye de katkı sağlayabilir. Türkiye'nin fosil yakıtlar açısından dışa bağımlılığı da düşünüldüğünde, enerji depolama ile sağlanacak enerji tasarrufunun ülke ekonomisine de önemli katkılar sağlayacağı açıktır. Enerji depolama konusundaki yapılan çalışmalar sadece Türkiye gibi enerji ihtiyacında dışa bağımlı ülkelerde değil, çok sayıda gelişmiş ülkelerde de istek görmektedir (Sarı, 2011).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Tüm bu araştırmalar sonucunda yenilenebilir enerji gelişmiş ülkelerin fosil yakıtlara karşı tercih ettiği bir kaynaktır. Çünkü günümüzde enerjinin çok değer kazanması nedeniyle daha kullanışlı, uzun ömürlü özellikle de yenilenebilir olması ve bu sayede de doğaya daha az zarar vermesi en büyük etkenlerdir. Gittikçe gelişen bir dünyada fosil yakıtların bir gün tükeneceği gerçeği ile güneş, rüzgâr, dalga, hidrolik, biyokütle ve jeotermal enerji gibi sürekliliği bulunan enerji kaynaklarına yapılan yatırımlar gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Günümüzün artan enerji talebini karşılamak ve bunu yaparken dışa bağımlılığı azaltmak, doğa dostu kaynaklar kullanmak bizler için öncelikli olmalıdır. Enerji günümüz dünyasında endüstri, tarım, ulaşım ısıtma ve günlük hayattaki neredeyse her alanda büyük bir yer kaplamakta olduğundan bu ihtiyacımızı minimalize etmemiz gerekmektedir. Türkiye coğrafi konumu sebebi ile sahip olduğu doğal kaynaklar sayesinde enerji kullanımına oldukça elverişli bir ülkedir. Elimizdeki kaynakları bize maksimum fayda sağlayacak şekilde kullanmak ve bu alanda yapılan yatırımlara önem vermek gerekmektedir. Türkiye'nin hedeflediği iyileştirme planlarından bazıları:

-Elektrik kaçak oranının ortalama %5'e kadar indirilebilmesi için akıllı şebeke kullanımının yaygınlaşması.

-Dünya çapında kullanılan ancak henüz ülkemizde yaygınlaşmamış biyo-yakıt sektörünün geliştirilmesi.

-Yenilenebilir enerji konusunda yapılan ar-ge çalışmalarının devlet tarafından desteklenmesi ve buna uygun politikaların yaptırıma geçmesi.

-Fosil yakıtlara harcanan bütçenin yenilebilir enerjiye ayrılmaya başlanması ve sürdürülebilir kalınmanın başlaması.

Her geçen gün dünyada değeri yükselen doğalgaz ve petrol yakıtlarına bağımlı bir ülke olarak bu yakıtların alım maliyetleri gün geçtikçe ülke ekonomimizi ve enflasyonumuzu zayıflatmaktadır. Ülkemizin daha sürdürülebilir, yenilenebilir, enerjiye geçiş yapması ileriki dönemler için büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

Adaçay, F. R. (2014). Türkiye için enerji ve kalkınmada perspektifler. Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 6(2), 87-103.

Arslan, S., Darıcı, M., ve Karahan, Ç. (2001). Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyeli. Jeotermal Enerji Semineri, 21-27.

Erdal, L. (2012). Türkiye'de yenilenebilir enerji yatırımları ve istihdam yaratma potansiyeli. Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi, 4(1), 171-181.

Ergür, Ö. (2006). Rüzgâr türbinleri ile enerji üretimi (Master'sthesis, Sakarya Üniversitesi).

Güler, Ö. (2005). Dünyada ve Türkiye'de rüzgâr enerjisi. V. Enerji Sempozyumu, 161-167.

İlkılıç, Z. (2016). Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi ve Rüzgâr Enerji Sistemlerinin Gelişimi. Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi, 6(2/2), 1-13.

Karamanav, M. (2007). Güneş enerjisi ve güneş pilleri (Master'sthesis, Sakarya Üniversitesi

Kaya, T. (2011). Türkiye'de su gücü ve küçük hidroelektrik santraller. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi, 1(1), 207-238.

Kozak, M., ve Kozak, Ş. (2012). Enerji depolama yöntemleri. Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi, 4(2), 17-29.

Özger, M. (2011). Dalga Enerjisi Tahmini ve Stokastik Modelleme (Doctoraldissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

"Resmi Gazete, YEK Kanunu, 17 Mayıs 2005"

Seydioğulları, H. S. (2013). Sürdürülebilir Kalkınma İçin Yenilenebilir Enerji. Planlama Dergisi, 23(1), 19-25.

Şekkeli, M., ve Fatih KEÇECİOĞLU, Ö. (2011). Hidroelektrik santrallerin Türkiye'deki gelişimi ve Kahramanmaraş bölgesi örnek çalışması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14(2), 19-26.

Topçu, F. H. (2011). Hidroelektrik Santralarında Kamu ve Özel Sektörün Rolünün Değişimi ve Yarattığı Sorunlar. Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 3(1).

Uygur, İ., Demirci, R., Saruhan, H., Özkan, A., ve Belenli, İ. (2006). Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki Dalga Enerjisi Potansiyelinin Araştırılması. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 12(1), 7-13.

Varınca, K. B., ve Gönüllü, M. T. (2006). Türkiye'de güneş enerjisi potansiyeli ve bu potansiyelin kullanım derecesi, yöntemi ve yaygınlığı üzerine bir araştırma. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi, 21, 23.

Yerebakan, Metin. Mikro Enerji Santralleri, İstanbul Ticaret Odası (İTO) Yayınları, İstanbul, 2008; s.23

http://www.wwindea.org Erişim tarihi: 07.02.2022

https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/turkiyede-gecen-yil-yenilenebilir-enerjiye-yaklasik-7-milyar-dolar-yatirim-yapildi/2117740 Erişim tarihi: 15.02.2022

https://www.sozcu.com.tr/2017/ekonomi/turkiyede-bir-ilk-dalga-enerjisinden-elektrik-1888155/ Erişim tarihi: 12.02.2022

https://cevreonline.com/dalga-enerjisi/#:~:text=Dalga%20enerjisi%20elbette%20genellikle%20deniz,%C3%BCretimi%20%C3%A7al%C4%B1%C5%9Fmalar%C4%B1%20ge%C3%A7ti%C4%9Fimiz%20y%C4%B1llarda%20ba%C5%9Flam%C4%B1%C5%9Ft%C4%B1r Erişim tarihi: 13.02.2022

TENZİLE ERDOĞAN KIZ ANADOLU İMAM HATİP LİSESİ

PROJE DANIŞMAN ÖĞRETMEN

Sümeyye HALİME GÜL / İLKNUR GÜNAY / Derya AYBAKARI

ENERJİ TASARRUFU VE GERİ DÖNÜŞÜM

Elif ŞENTÜRK | **Nimet ÇANDİK**
Elif GEMİCİ

ÖZET

İklim krizi ve sera gazı salınımı sorunu her geçen gün artmaktadır. Küresel ısınma gerçeğini ortadan kaldırmanın en önemli yöntemleri doğayı tahrip etmemek ve ona sahip çıkmaktır. Bunun da yolu geri dönüşümden geçmektedir. İnsanın karşılıksız bir şey yapınca kendisini huzursuz hissetme dürtüsünden dolayı ve biraz da tembellikten kaynaklanan bir sebeple olsa gerek Türkiye'de geri dönüşüm yüzdesinin düşük olduğu bir gerçektir. Önümüzdeki yıllarda bu yüzdeyi arttırmak için halkı teşvik çalışmaları yapılmalıdır. Bu yüzden bu makalede geri dönüşümün hem ülke ekonomisi hem de Türk halkı için nasıl daha kârlı bir şekilde yapılabileceği ve halkı geri dönüşüme teşvik etme konuları ele alınmıştır. Makale boyunca bu konularda birtakım fikir önerileri ortaya konmuştur. Ülkemizde bu fikir önerileri bağlamında adımlar atıldığında geri dönüşüm ve enerji tasarrufu konularında önemli faydalar edinileceği düşüncesi savunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *İklim Değişikliği, Enerji Tasarrufu, Küresel Isınma, Geri Dönüşüm.*

ABSTRACT

The problem of climate change and the release of greenhouse gases is increasing every day. There is only one way to change the reality of global warming. That is to take care of nature and avoid its destruction. The percentage of recycling rate is very low due to the low urge of peoples to do good things without compensation and laziness in Turkey. Peoples should be encouraged in order to increase the percentage of recycling rate in the coming years. This artcle focuses mostly on how we can encourage peoples to actively involve in recycling activities and produce an effective recycling system so that it would be useful for both the community and country's economy. Different ideal recommendations in this matter are forwarded in this article. Thus in this article the idea that if some steps are taken depending on these ideal re-

commendations in our country important benefits are gained in recyling system and energy conservation is justified.

Keywords: *Climate Change, Energy Saving, Global Warming, Recycling.*

1.GİRİŞ

Enerji hayatımızın bir çok yerinde kullanılmaktadır. Enerjinin bu yaygın kullanımı tasarrufla ilgili birtakım problemleri de beraberinde getirmektedir. Çünkü günümüz insanları enerjiyi düşünmeden, tasarruf etmeden işlerine geldiği gibi kullanmaktadırlar. Enerji insanoğlunun yaşamını sürdürebilmesi için gerekli olan en önemli ihtiyaçlardan biri olduğu için bu makalede enerjinin verimli kullanılması için alınması gereken önlemler konu alınmıştır. Enerjinin tasarruflu bir biçimde kullanılması için günlük yaşantımızda ne gibi değişikliklerin yapılabileceği düşünülmüş ve bu konuda birtakım çözüm önerilerinde bulunulmuştur.

İnsanoğlu sanayileşmeyle beraber doğa üzerinde baskın olmaya başladığından beri hep daha kolaya kaçmış ve hep daha kolayı bulmaya çalışmıştır. Sanayi devrimi öncesi üretim, insan ihtiyaçlarını gidermenin yanı sıra ticaret yapabilmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Zaman içerisinde nüfusun artması ile ihtiyaçların miktarı ve çeşitliliği artmıştır. Buna bağlı olarak doğaya zarar verebilecek katı ve sıvı atıklar da artmıştır. Zamanla rahata alışmış insanoğlu rahatı için çevresinde bulunan doğal hayatı tahrip etmeye başlamıştır. Tahrip edilen doğa tepkisini kısa sürede göstermiş küresel ısınma tehlikesini önümüze sunmuştur. Bu da bizleri iklim değişikliği gibi bir olayla karşı karşıya getirmiştir. Küresel ısınma ve iklim değişikliğine sebep olan faktörler arasında insan eliyle gerçekleştirilen yanlış eylemler kadar doğal birtakım nedenler de olduğunu söyleyebiliriz. Yapılan araştırmalar bu doğal nedenlerin yüzyıllar sürdüğünü ortaya koymaktadır (Aksay, Ketenoğlu, Kurt, 2005, 30). Doğal nedenlerin bir anlamda kaçınılmaz olduğunu söyleyebiliriz. Fakat insan davranışlarının doğa üzerindeki olumsuz etkileri bir nebze de olsa azaltılabilir. Doğaya insan eliyle verilen zarar en aza indirilebilirse eğer küresel ısınma karşısında önemli ölçüde önlem alınmış olabilir.

Doğaya daha az zarar vererek azaltabileceğimiz küresel ısınma gerçeğini, çevremizde her gün kullandığımız plastik, kâğıt, cam vb. gibi geri dönüştürülebilir olan katı atıkları ayırıp geri dönüşüm kutularına koyarak ufak gibi görünse de doğa için önemli adımlar atabiliriz. “Geri dönüşüm, birçok ülkede sıradan bir davranış olarak görülmesine karşın, ülkemizde hala yeterince yaygın değildir.” (Göçmez, Yıldız, 2021, 213-220)

Sürdürülebilir bir dünya için bireyleri geri dönüşüm davranışlarına yönelten faktörlerin araştırılması çok önemlidir. Bu araştırmalar sonucunda amaç, ‘Türkiye’nin geri

dönüşüm yüzdesini nasıl daha fazla arttırabiliriz?' sorusunun yanıtlanmasıdır. Bu sorunun yanıtlanması için geri dönüşüm sistemleri konusunda kendi kültürümüzün temel özelliklerini göz önünde bulundurmak kadar gelişmiş ülkelerin uyguladıkları yöntemlerin de dikkate alınması faydalı sonuçların elde edilmesine katkıda bulunabilir.

Her kültürün kendine özgü özellikleri vardır. Fakat bazı özellikler de vardır ki bunlar evrenseldirler. Örneğin maddi bir kazanç hemen hemen bütün kültürlerde oldukça ön plandadır. İnsanların büyük bir çoğunluğu maddi kazanca büyük bir önem verirler. Fakat çevre ve doğa konusunda bütün kültürlerde aynı hassasiyetin yer aldığını ne yazık ki söyleyemeyiz. Bu yüzden yeryüzündeki bazı toplumlar doğayı ve çevreyi hoyratça kullanırken bazı toplumlar ise doğayı korumak ve çevreyi kirletmemek adına hem yasal ve anayasal düzlemde hem de pratik anlamda önlemler alabilmektedir. Bu durumu bizler kendi ülkemiz adına düşündüğümüzde doğaya ve çevreye karşı tutumumuzda duyarsız ve rastgele bir davranış içerisinde olmamakla birlikte ideal düzeyde de olmadığımız görüldü. Doğa ve çevre üzerindeki tahribatın arka planında geri dönüşüm konusunda bilinçsiz davranışlarımızın ve enerji tasarrufu konusunda dikkatsiz tavır ve eylemlerimizin yer aldığı gözlemlendi. Söz konusu tahribatı en aza indirgemek amacıyla özellikle kendi ülkemiz adına birtakım önlemler alınması gerektiği sonucuna ulaşıldı. Bunun üzerine geri dönüşüme ve enerji tasarrufuna yönelik attığı adımlarla Türkiye'ye model olabilecek ülkelerin neler yaptıkları araştırıldı.

Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere nazaran Avrupa'nın küresel ısınmayla mücadele kapsamında daha önemli adımlar attığına pek çok akademik makale içerisinde sıklıkla değinilmektedir (Şanlı, Bayrakdar, İncekara, 2017, 201). Hal böyle olunca Avrupa'daki çalışmaların ülkemize nasıl bir model olabileceğini ortaya koyabilmek adına Avrupa'da yapılan çalışmalar göz atmak faydalı olabilir.

Bugün dünya genelinde ortaya çıkan çevre problemlerinin birbiriyle ilişkili birden fazla sorunun iç içe geçmesiyle oluştuğu gözlemlenmektedir. Sözgelimi küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi bir sorunun geri dönüşüm konusundaki aksaklıklarla ilişkili olduğu sıklıkla gündeme gelmektedir. İnsanlar ne kadar tasarrufa ve geri dönüşüme yönelirse dünyanın bir o kadar daha az sanayi dumanıyla karşı karşıya kalacağını göz önünde bulundurursak eğer geri dönüşüme ne kadar önem verilmesi gerektiğini daha iyi anlamış oluruz.

Türkiye'nin AB'ye üyelik süreci 1959 yılında Avrupa Ekonomisi Topluluğuna başvurusu ile başlamış ve bu süreçle birlikte kaynakların ve çevrenin korunumu adına yapılan tüm eylemler AB uyum süreci dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. 1970'li yıllara kadar her bakanlığın kendi kanun ve yönetmelikleri ile yürütülen çevrenin korunması ve geri dönüşüm konusu 1973 yılının şubat ayında 7/5836 sayılı Bakanlar

Kurulu Kararı ile kurulan Çevre sorunları kordinasyon Kurulu tarafından ele alınmaya başlanmıştır. 1978 yılında ise kurulan Başkanlık Çevre Örgütünün ardından, konunun tek elden daha kapsamlı yürütülmesi adına yerini 1983 yılında yürürlüğe konulan "Çevre Kanunu "ve kanunu işbirliğinin sağlanması için açılan Çevre Genel Müdürlüğüne bırakmıştır. Çevre kanunundan hareketle de 1991 yılında yayınlanan "Katı Atıkların Kontrollü Yönetmenliği" ile geri dönüşüm ve çevre konusunda çalışmalara devam edilmiştir. Bu tarihlerden beri Türkiye geri dönüşümle ilgili pek çok atılımda ve projede bulunmuştur. Özellikle 2004 yılından itibaren Türkiye kendini geçmiş yıllara göre daha da geliştirmiştir. 2014 de günlük kişi başına düşen ortam atık miktarı 1,31 kg iken 2014 senesine kadar 1,08 kg'a kadar düşmüş daha sonra 2016'da bu oran tekrar yükselerek 1,17 kg; 2018 yılında ise 1,16 kg olmuştur (Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK),2018). Atık hizmeti veren belediyelerde ise toplanan atıklarla ilgili veriler incelendiğinde; 32 milyon 209 bin ton atığın %67,2'sinin düzenli depolama tesislerine,%20,2'sinin belediye çöplüklerine ve %12,3'ünün geri kazanım tesislerine, %0,2'si gömülerek, açıkta yakılarak, araziye veya dereye dökülerek bertaraf edildiği görülmektedir. (Göçmez, Yıldız, Hayat, 2021, s. 213-220)

Türkiye'de radikal şekilde uygulamaya alınan farklı projeler bulunmaktadır örneğin ÇSB tarafından 2018 yılında başlatılan plastik poşetlerin ücretli hale gelmesi ya da bir başka örnek ise 2017 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca uygulanmaya başlayan "Sıfır Atık Projesi" ile özellikle hastane, okul ve diğer kamu kurumlarında Atıkların ayrıştırılması zorunlu tutularak; 2018-2023 yılları arası için "Sıfır Atık Yönetimi Eylem Planı" doğrultusunda hazırlanan kamu spotları, seminerler, broşürler gibi faaliyetler ile de halk biliçlendirilmiştir (Sıfır Atık Projesi, 2021 Şubat, par.1) Bu proje ile 31 milyon ton atık sayesinde yılda 13 milyar TL katma değer kazanılmış; 42 milyon ağaç kurtarılmış, 69 milyon metreküp su tasarrufu sağlanmıştır (Sıfır Atık Peojesi, 2021 Şubat, par. 2). Ancak bunların hiçbiri yeterli değildir. 2013 yılında Almanya'da geri dönüşüm yüzdesi %65, Belçika'da %55, İsviçre'de %51, Hollanda'da %50, İtalya'da %41 dir bu oran Türkiye'de ise sadece %1'dir. (Göçmez, Yıldız, Hayat, 2021, s. 223)

Geri dönüşüm konusunun enerji tasarrufuna ve ülke ekonomisine çok büyük bir katkısının olduğunu göz önünde bulundurduğumuzda ülkemizin bu konuda acilen harekete geçmesi ve daha önce almış olduğu önlemleri arttırması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Bunun için evlerde ve okullarda erken yaşta başlatılacak bilinçlendirme programlarının çok faydalı olacağını düşünmekteyiz. Hane içinde anne ve babalar, çocuklarıyla çok daha uzun vakit geçiren bilhassa anneler geri dönüşüm konusunda bilinçlendirildikleri vakit bu bilinçlenmenin doğrudan çocuklara geçeceği çok açıktır. Devlet eliyle gerçekleştirilmesi gereken bir farkındalık programının topluma çok

çabuk sirayet edeceğini düşünüyoruz. Önce bir eğitim, sonrasında ise bir teşvik paketiyle toplumumuzun geri dönüşüm uygulamalarına çok kısa sürede adapte olabileceğini bekleyebiliriz.

2. AMAÇ

Bu makalenin amacı geri dönüşüme, enerji tasarrufuna ve iklim değişikliğine dikkat çekmektir. Bugün bütün dünyayı yakından ilgilendiren bu üç temel mesele hakkında kendi ülkemizde bir bilinç ve farkındalık uyandırmak makalemizin ana gayesi olarak vurgulanmak istenmektedir. İnsanlığın gelecekte daha yeşil ve daha sağlıklı bir dünyaya sahip olabilmesi için böyle bir farkındalığın oluşturulması gerekmektedir. Dolayısıyla bu makalede bahsi geçen farkındalık uyarınca söz konusu geri dönüşüm, enerji tasarrufu ve küresel ısınmayla mücadele alanlarında ülke ve vatandaş olarak hangi önlemlerin alınabileceği ve ne gibi çözümlerin üretilebileceği tek tek sıralanmıştır.

3. YÖNTEM

"Enerji Tasarrufu ve Geri Dönüşüm" başlıklı makalemizde temel aldığımız yöntem günlük hayatımızdaki gözlemlere dayanmaktadır. "Geri dönüşüme ve enerji tasarrufuna nereden başlamalıyız?" sorusu karşısında öncelikle günlük yaşantımızdaki sorunların tespit edilmesi ve bu sorunlara yönelik çözüm önerilerinin üretilmesi bu makalenin temel yöntemini belirlemiştir. İnsanoğlu doğduğu günden itibaren gözlem yapan bir varlıktır (Ayhan, 2009, 32). Bilinçli veya bilinçsiz olarak yapılan gözlemler üzerinde doğru analizler yapıldığı vakit buradan insan hayatını geliştiren bir takım sonuçlar elde edilebilir.

Eğitim ve farkındalığın toplumların belli konularda değişimi ve dönüşümü bağlamında çok büyük bir önemi olduğu herkes tarafından iyi bilinmektedir. Fakat burada önemli olan husus eğitim ve farkındalık çalışmalarının nasıl yürütülmesi gerektiğidir. Biz bu durumu kendi kültürümüz açısından düşündüğümüzde devletin yetkili organları tarafından görevlendirilmiş bir veya birkaç ekibin, büyükşehir belediyeleri ile koordineli bir şekilde ev ev gezerek geri dönüşümün ne olduğu ve nasıl yapılması gerektiği konusunda bilgilendirme faaliyetlerinin öncelikle atılması gereken adımlar arasında olduğu düşüncesine ulaştık.

Sözünü ettiğimiz bu ekip, son derece güler yüzlü ve sempatik bir biçimde, belki de yanlarında getirecekleri küçük hediyelerle karşılaştıkları ev ahalisi ile hem resmi hem de sıcak bir ilişki kurarak insanların dikkatini geri dönüşüm konusuna çekebilirler. Bu bilgilendirme etkinliği sırasında karşılıklı diyaloğa dayalı bir yöntemle insanların kendi evlerinde geri dönüşüm konusunda hangi yanlışları yaptıklarını tespit edip

ortaya koyabilirler. Yaptıkları tespitler sonrasında evlerde geri dönüşüm konusunda uygulanması gereken politikalar ve yöntemler tek tek anlatılmalıdır.

Eğer ailelere geri dönüşümün hem dünya hem de ülkemiz açısından neden çok önemli olduğu ikna edici bir dille anlatılabilirse bu konuya artık kimsenin kolay kolay kayıtsız kalabilmesi zor olur. Geri dönüşüm uygulamalarına katılmadığı takdirde öncelikle kendisi, sonrasında da ülkesi için ne gibi kayıpların ortaya çıkabileceğine iyi bir şekilde ikna edilmiş bir birey geri dönüşüm konusunda ister istemez daha ciddi bir tavır takınacaktır.

Evlerden sonra bilinçlendirme faaliyeti kapsamında gezilmesi gereken yerlerden birisi de okullardır. Okul yönetimleri ile yapılacak toplantıların ardından her okulda, başlarında sorumlu bir öğretmen olmak kaydıyla tamamen öğrencilerden oluşan "geri dönüşüm görevlileri" oluşturulabilir. Her biri ayrı sınıf düzeylerine göre oluşturulmuş bu öğrenci grupları sınıf sınıf gezerek özellikle kendi akranlarına geri dönüşümün önemini anlatabilirler. Bu anlatım şekilleri son derece ilginç yöntemlerle gerçekleştirilebilir. Örneğin okulda sergilenecek bir tiyatro oyunu ile geri dönüşüm konusunda etkili bir farkındalık oluşturulabilir. Bunun dışında gençlerin ilgi ve sempati gösterdiği yazar, oyuncu ve sanatçılar bu konuda farkındalık yaratıcı konuşmalar yapmak üzere okullara davet edilebilir. Geri dönüşüme dikkat çekmek amacıyla konserler düzenlenebilir, okullar arasında spor müsabakaları yapılabilir.

Geri dönüşüm ve enerji tasarrufu konularında tek tek her bireyin bilinçli bir yaşam sürdürebilmesi için toplumsal düzeyde yürütülebilecek farkındalık çalışmaları karşılıklı iletişimi ve diyaloğu seven Türk kültürü açısından olumlu sonuçlar doğurabilir. Dolayısıyla bu makalede toplumsal bir bilinçlenme ve bilinçlendirme faaliyetleri temel bir yöntem olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Geri dönüşüm ve enerji tasarrufuyla ilgili olarak Türkiye'nin ülke olarak gösterdiği performansa göz atmak ülke çapında bu iki konuda alınan önlemlerin neden arttırılması gerektiğini gösterir niteliktedir.

Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tam da bu bağlamda olmak üzere enerji verimliliği noktasında bir eylem planı hazırlamıştır. Bu eylem planını Avrupa birliği ile koordineli bir şekilde yürüten Türkiye 2020 yılında Enerji Verimliliği ve Stratejik İletişim Planı yayınlamıştır. Bu raporda ortaya konan tespitlere göre ülkemiz, enerjinin verimli kullanımı noktasında bilgisel düzeyde iyi bir durumda olmakla beraber bilinçli davranış noktasında zayıf bir durumdadır (Ünaldı ve diğerleri, 2020, 4). Raporda ortaya konan bu sonuç insanların enerji tasarrufu konusunda sahip oldukları bilgileri ideal düzeyde pratiğe ve davranışa dökmediklerini göstermektedir.

Fakat bu durum Türk toplumunun enerji tasarrufu konusuna hazır olmadığı anlamına da gelmemektedir. Tutum, davranış ve farkındalık noktasında Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanlığı'nın yayınladığı araştırmaya ve ankete dayalı veriler şu şekildedir:

- Yüzde 78 'hanede tasarruf sağlayarak bütçeye katkı sağlar', yüzde 74,8 'Türkiye için enerji verimliliği önemlidir' derken; yüzde 61,8 enerji verimliliğinde çok şey yapabileceğine inanmakta, ancak yüzde 59,5'u ise enerji verimliliğine yönelik yeterli çalışmalar yapılmadığını düşünmektedir. 'Enerji Verimliliğine Yönelik Tutum Boyutu' ortalaması yüzde 57,6 olarak tespit edilmiş olup, bundan hareketle kamuoyunun enerji verimliliği ile ilgili üzerine düşeni yapma konusunda hazır olduğu görülmektedir.
- Bütçenin elvermesi halinde hanede ilk yapılması düşünülen enerji verimliliği faaliyetleri arasında sırasıyla bina cephe yalıtımı ve pencerelerin daha yalıtımlısı (yalıtım özelliği gösteren pencereler) ile değiştirilmesi konuları yer almaktadır.
- Kamuoyunun yüzde 42,6'sı binalarda enerji kimlik belgesi uygulamasından haberdar değildir. Binalardaki enerji kimlik belgesine sahip olmayan ve aynı zamanda almayı da düşünmeyenlerin yüzde 62,2'si bu konuda yeterince bilgi sahibi olmadıklarını belirtmektedir. Dolayısıyla; binalarda enerji kimlik belgesi konusunda kamuoyu bilgilendirme ihtiyacı bulunmaktadır.
- Hanelerin yüzde 28,3'inde LED aydınlatma kullanırken, yüzde 29,9'unun flüoresan aydınlatma kullandığı belirtilmektedir.
- Buzdolabı, televizyon ve çamaşır makinesi hanede en çok elektrik tüketen elektrikli aletler olarak değerlendirilmektedir. Dört kişilik, 100 m2 bir hane için bu sıralama buzdolabı, çamaşır makinesi, aydınlatma ve televizyondur.
- Enerji verimliliği ile ilgili ilk akla gelen kurum ve kuruluşlar ile ilgili olarak şık verilmeden sorulan soruya verilen cevaplar arasında yüzde 63,5 ile ETKB, yüzde 21,3 ile ÇŞB, yüzde 13,5 ile STB, yüzde 10,4 ile TB yer almaktadır. 3000 kişiden yüzde 21,8 akla gelen kurum ve kuruluş yok demiştir.
- Enerji verimliliği ile ilgili yüzde 34,3 ile en çok bilinen aydınlatma için lüzumsuzsa söndür' sloganı iken ikinci bilinen ise yüzde 25,2 ile Enerji Verimliliği Haftası olmuştur. Enerji Hanım ve Enerji Çocuk sırasıyla yüzde 9,5 ve yüzde 8,2 oranında bilinmektedir.
- Yüzde 46,6'lık bir kesim fatura üzerinden enerji tüketimlerini geçmiş dönem enerji tüketimleriyle veya komşularının enerji tüketimiyle kıyaslamaktadır. Yüzde 84,4'lük bir kesim faturalarda kıyaslama bilgisi sunulmasının bilinçli tüketime katkı sağlayacağına düşünmektedir.

- ‘Enerji verimliliği konusunda toplumun bilgi, ilgi ve bilinç düzeyini arttırmak üzere sizce neler yapılmalıdır?’ sorusuna yüzde 22 kamu spotları, yüzde 14,8 konferans ve seminerler, yüzde 6,6 TV ve radyo programları olarak cevap vermiştir (Ünaldı ve diğerleri, 2020, 4).

Bütün bu verilerden anlaşıldığı üzere enerjiyi verimli kullanma noktasında toplumumuzda bir ihtiyaç ve eksiklik söz konusudur. Bu eksikliği gidermek adına ülkemiz enerji tasarrufu konusunda bir hedef belirlemiştir. Bu hedef, yıllara göre grafik şeklinde şu şekilde sunulmuştur:

Tablo 1 - Yatırımların ve Elde Edilmesi Öngörülen Tasarrufların Yıllara Göre Değişimi.

İhtiyaç Duyulan Toplam Yatırım Tutarı (Milyon ABD Doları)															
2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023		TOPLAM	
958		1.279		1.593		1.681		1.748		1.824		1.846		10.928	
Enerji Tasarrufu															
2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023		Kümülatif	
(kTEP)	(M$)	(kTEP)	(M$)	(kTEP)	(M$)	(kTEP)	(M$)	(kTEP)	(M$)	(kTEP)	(M$)	(kTEP)	(M$)	(kTEP)	(M$)
577	202	1.630	571	2.493	872	3.378	1.182	4.298	1.504	5.264	1.842	6.261	2.191	23.901	8.365

Enerji Tasarrufu																			
2024		2025		2026		2027		2028		2029		2030		2031		2032		2033		Kümülatif 2017-2033	
(kTEP)	(M$)	(kTEP)	(M$)	(kTEP)	(M$)	(kTEP)	(M$)	(kTEP)	(M$)	(kTEP)	(M$)	(kTEP)	(M$)	(kTEP)	(M$)	(kTEP)	(M$)	(kTEP)	(M$)	(kTEP)	(M$)
6.261	2.191	6.261	2.191	6.261	2.191	6.261	2.191	6.261	2.187	6.261	2.187	6.261	2.187	6.261	2.187	6.261	2.178	6.261	2.178	84.369	30.228

Tablo 2: Kaynak Resmi Gazete
https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/01/20180102M1-1-1.pdf

Tablo 2’den anlaşıldığı gibi Türkiye 2017-2023 yılları arasında icra edilmesi hedeflenen bir tasarruf planı hazırlamıştır. Bu plana göre ulaşım, sanayi ve teknoloji gibi farklı alanlarda yürütülecek tasarruf programı ile 2033 yılına kadar edilmesi ön görülen enerji tasarruf miktarı Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2’deki hedeflere ulaşabilmek amacıyla toplumumuzun her kesiminin yerine getirmesi gereken vazifeler söz konusudur. Nitekim bu makale söz konusu vazifelerin neler olduğu ve ne gibi çözümlerin üretilebileceği konularına odaklanmıştır.

5. SONUÇ

Geri dönüşüm, küresel ısınma ve enerji önümüzdeki yıllarda gündemden düşmeyecek konular olarak karşımızda durmaktadır. Bu yüzden bu makalede geri dönüşüme, enerji israfına ve küresel ısınmaya yönelik bazı çareler üretilmeye çalışılmıştır. Dünyamızı ilgilendiren bu temel sorunlar karşısında toplumumuzda bir bilinç ve farkındalık yaratmak hedeflenmiştir. Bu sorunlara çözümler üretilirken üretilen çözümlerin hayata geçirilebilir olmasına dikkat edilmiştir.

Ne kadar bilinçli bir toplum olursak o kadar gelişmiş bir ülke oluruz. Sadece gelişmekle kalmayıp doğaya olan vefa borcumuzu da yerine getirmiş oluruz. Doğa bize göre Allah'ın bütün insanlığa sunmuş olduğu büyük bir nimettir. Biz insanoğluna, Kuran-ı Kerim'de "Yiyiniz, içiniz fakat israf etmeyiniz!" diye seslenen ayetler böylelikle çok önemli bir ilkeyi de hayatımıza yerleştirmiş olmaktadır. Bu ayetten de anlaşıldığı üzere israf İslâm dininde yasaklanmıştır. Dolayısıyla bu makalede ele aldığımız üç temel sorun Müslümanların asla kayıtsız kalmaması gereken konulardır. Her ne kadar bugün, Müslüman toplumlar çevresel önlemler konusunda iyi bir örneklik teşkil etmese de bu durum İslâm dininin temel ilkeleriyle çelişmektedir. O halde gerek kendi dinimizle ve bu vesileyle de kendi çevremizle de olan ilişkilerimizi doğru bir biçimde kurabilirsek bütün dünyaya ve insanlığa yönelik faydalı bir eylemde bulunmuş oluruz. Bu yüzden çevresel konularda bizleri doğru davranışa sevk edebilecek en büyük motivasyonun kendi dinimiz olabileceğini düşünüyoruz. Eğer bu motivasyonla hareket edersek doğayı tahrip eden davranışlardan kaçınmanın aynı zamanda dinî bir yükümlülük de olduğunu fark edebiliriz.

Herhangi bir konuda bilinç ve farkındalık oluşturmak için her toplumun kendine has özellikleri olduğu hatırda tutulmalı ve göz önünde bulundurulmalıdır. Kültürel yapı ve özelliklerin insan davranışları üzerinde belirleyici bir etkisi olduğunu ortaya koyan bilimsel araştırmalar göz önünde bulundurulduğunda hangi toplumda hangi problemlere nasıl çözümler üretilmesi gerektiği konusunda daha faydalı çalışmalar ortaya konabilir. İnsanları bir arada tutan ve insanların birlikte hareket etmesini sağlayan temel özellikler olduğuna dikkat çeken çalışmalar bulunmaktadır (Coşkun, Cankatar, 2018, 87). Bu çalışmalarda ortaya konan verilerden hareketle Türkiye'deki geri dönüşüm ve enerji meselelerinde daha etkili çözümler üretilebilir.

Nitekim bu makalede ortaya konan çözüm önerilerinin Türk toplumunun temel özelliklerine uygun olmasına dikkat edildi. Her toplumun kendi has bir takım özellikleri olduğunu bilerek hareket edersek eğer ortaya koyduğumuz çözüm önerilerinin hayata geçirilmesi de kolay olur. Atık ve geri dönüşüm konularında bilinçli davranışlar edinebilirsek hayatımızda çok büyük değişiklikler olabileceğini söyleyebiliriz. Her şeyden önce temiz bir çevre ve boşa gitmeyen bir enerji ülke kalkınmasına olumlu bir katkıda bulunacaktır. Yine bu çerçevede hava kirliliği problemini çözebilirsek küresel ısınmaya karşı da bir önlem almış olacağız. Bütün bu konularda vatandaş ve devlet ele ele hareket ettiği vakit çözüme kavuşturulamayacak hiçbir meselenin olmadığını düşünüyoruz.

6. ÖNERİLER

6.1. Akıllı Konteynırlar/Dikkat Çekici Atık Kutuları

Geri dönüşüm gerçekten de 21. yy. ın en büyük sorunlarından birisi olarak göze çarpmaktadır. Biz de bu sorunu nasıl aşacağımızı düşünürken aklımıza yurt dışında olan ve gerçekten devamlılık sağlayan bir projeyi/sistemi Türkiye'ye getirmek nasıl olur acaba diye düşündük. Bu sistemin tabii ki bizim halkımıza ve bize uygun olması gerekiyordu o yüzden bu projeyi/sistemi biraz daha kendi kültürümüze uyarlayarak sizlere aktaracağım. İlk önce projenin/sistemin ne olduğundan bahsedelim: olay şu şekilde ilerliyor; siz evde geri dönüştürülebilir atıklarınızı biriktiriyorsunuz ve ardından akıllı geri dönüşüm konteynerlerine atıyorsunuz. Size verdiğiniz geri dönüştürülebilir atık karşılığında market fişi para vb. ödüller veriyor makine. Gelgelelim Türkiye'ye uyarlamaya: bizim insanımız etkileşimi sever. Eğer verdiklerimizin karşılığında teşekkür ederse makine veya herhangi bir ses çıkarırsa bu bizim insanımızın hoşuna gider. Motive eder. Bu akıllı atık toplama kutularının benzer sistemi tr de zaten var: depozito yöntemi ama halk motive olmuyor ve bu sistem çok önemsenmiyor. Bizim yapacağımız şey kutuları da geri dönüştürülmüş metallerden yaparak bir yapay zekâ eklemek ve bu sayede insanları motive etmektir. Çünkü yaptığı eylem karşılığında bir ödül alacağını bilen bir insan o eylemi daha gayretli bir şekilde gerçekleştirmek ister. Ödül olarak insanlara toplu taşıma imkânı veya market fişi veya fırından ücretsiz ekmek gibi temel gıdalar verilebilir. İnsanlara doğrudan para verme fikri ülkemizin ekonomik şartlarına uymayabilir. Hatta belki bir 3 boyutlu çizimini de yapabiliriz bu sistemin ülkemize uyarlanmış halinin ayrıca sistemin iyi çalışması için yaygın ve kolay ulaşılabilir olması gerekiyor diye düşünüyoruz. Bu nedenle her semte konulabilir. Son olarak bir algı oluşturmamız gerekiyor. Bunu yapmak için sosyal medya kullanılabilir. Sanki çöpe atacakları şeylerden ödül alıyormuş gibi düşünmeliler. Bu sayede yapmaları gereken şeye daha da motive olurlar.

İnsanlar genellikle gerçekleştirdikleri davranışlar sonucunda o anda maddi bir karşılık alamadıkları için yaptıkları faaliyetin boşa gittiğini düşündü için zamanla bu hareketi yapmayı bırakırlar. İşte geri dönüşüm konusu böyledir. İnsanlar geri dönüşüm konusunda herhangi bir karşılık alamadıklarını düşündüklerinden atıklarını ayrıştırmaya ve ya saklamaya çalışmadan direk çöp kutularına atarlar. Bu soruna bir çare olarak çevremizi biraz incelediğimizde gördüğümüz ilk şey, ilgi çekmeyen ve insanlara zahmetli gelen geri dönüşüm kutularıydı. Bu geri dönüşüm kutuları nasıl daha ilgi çekici hale getirilebilir, halk buna nasıl teşvik edebilir diye düşündük. Günümüzde sosyal medyanın da etkisiyle herkesin ve her şeyin göze güzel gözükme çabası içinde bulunduğu bu çağda ilgi çekmeyen ve göze hitap etmeyen geri dönü-

şüm kutuları yerine basit teknolojili, göze hitap edebilecek geri dönüşüm kutuları tasarlanabilir.

Çöplük yığınlarında ya da inşaat enkazlarında kullanılmayan demir, çelik parçaları eritilip basit teknolojili geri dönüşüm kutuları yapılmalıdır. Bu geri dönüşüm kutuları belirli sayıda pil, pet şişe, cam şişe gibi şeyler karşılığında bizlere jeton tarzı paralar verebilir. Bu jeton paralar karşılığında ise bedava otobüse binme, belirli müzelere bu jeton paralar ile girebilme, marketlerde indirim hakkı, bazı vergilerden muaf olma, şehir tiyatrolarına ücretsiz girebilme vb. gibi haklar edilinilinebilir.

Bir şeyler karşılığında geri dönüşüm yapmaya başlanırsa daha çok ilgi ve talep artacaktır. İnsanlara tıpkı depozito sistemi gibi karşılığı olan bir sistem kurulursa bütün atıkları ayırmış şekilde toplama kutularına getirmiş olacaktır. Evlerinde her bir atık için farklı renkte belirlenmiş olan çöp poşetlerine koydukları atıkların mahallelerde ya da sokaklarda bulunan ve insanlara getirdikleri atıkların değerine göre jetonlar verebilen bir teknolojik atık kutusu herkesin ilgisini çekecektir. Bu kutu sizin getirmiş olduğunuz atığın değerini belirleyerek size jetonlar verebilir ve bu jetonlar ise bizlere günlük hayatta bazı kolaylıklar sağlayabilir.

6.2. Muhtarlık Atık Merkezleri

Aynı konu üzerinde bir başka fikir ise her mahallede bulunan muhtarlıklara geri dönüştürülebilir atıklarımızı götürüp muhtarlardan alacağımız elektrik, su, doğalgaz faturalarında indirim kuponu olabilir. Böylece insanlar alacakları indirimi düşünerek evlerinde atıklarını biriktireceklerdir.

6.3. Okul Ders Müfredatına Enerji Dersi Konulması

Enerji verimliliği ve enerji tasarrufu konularında toplumda bir bilinç uyandırmak adına atılabilecek en önemli adımlardan birisinin de genel olarak "Enerji" başlığı altında okul ders müfredatlarımıza bir ders koymak olduğunu düşünüyoruz. Yani Öğrencileri bilinçlendirmek amacıyla okullarımıza "enerji" başlığı altında ayrıca bir ders eklenmesini öne sürüyoruz. Bu dersi okulumuzdaki fizik öğretmenleri veya doktora yapmış fizik öğretmenleri verebilir. Fakat ders deyince her öğrencinin aklına sınav, sözlü not kısmı geliyor. Buna bağlı olarak da öğrencilerin tek amaçları dersi geçmek oluyor. Böyle bir durumla karşı karşıya kalmamak karşı karşıya kalmak istemediğimiz adına "Enerji" dersinde öğrencilere eğlenceli ve dikkat çeken bir eğitim verilmesini öneriyoruz. Bu ders kapsamında her hafta veya her ay enerji ile ilgili gezilmesi gereken gezilebilir. Ayrıca atıkların geri dönüştürüldüğü yerlere gidilip geri dönüşümün nasıl sağlandığı öğrencilere canlı bir şekilde gösterilebilir. Bu geziler sonucunda ise öğrencilerin not tutması istenebilir. Gezilen yerler hakkında toplanan bilgiler ders esnasında öğretmenler ve öğrenciler ile paylaşılabilir. Bunu dışında okullarda enerjiye

dayalı etkinlikler ve deneyler yapılabilir. Bir başka fikir ise okulun içine öğretmenler tarafından enerji ile ilgili notlar saklanabilir, öğrenciler bir grup halinde bu notları buldukça birleştirip sonuca gidebilirler. Bunun gibi oyunlar da geliştirebiliriz. Böylelikle sınav ve stres dolu bir ders değil de eğlenceli aktivitelerle dolu bir enerji dersini öğrencilerin akıllarına kolaylıkla yerleştirebiliriz

6.4. Küresel Isınma ve Hava Kirliliğine Karşı Bir Filtreleme Sistemi

Enerji tasarrufu, geri dönüşüm ve hava kirliliği bugün bütün dünyada birbirleriyle yakından ilişkili üç temel mesele olarak kabul edilmektedir. Biz de bu makalede Türkiye'yi ve dünyayı yakından ilgilendiren bu üç mesele hakkında kafa yormaya, çözümler üretmeye çalıştık. Fikirlerimizin kabul görüp görmeyeceğinden emin olamasak da bu üç temel mesele hakkında sürekli olarak düşünmeyi bir görev ve ödev olarak kabul etmekteyiz. Çünkü şunu biliyoruz ki içinde yaşadığımız çağda sanayileşen dünya ile gelişen teknoloji insanların ne kadar işlerini kolaylaştırsa da aynı zamanda insanlığın kuyusunu da kazmaktadır. Teknoloji geliştikçe tembelleşen, kolaya kaçan insan, atıklarıyla doğayı pisletmektedir. Doğayı tahrip ettikçe ortaya çıkan sorunlar günbegün büyümeye başladığı için Türkiye olarak geri dönüşüme gereken önemi vermemiz gerektiğini düşünüyoruz. Bu yüzden bu makalede karşılıklı iletişimi seven Türk halkına yönelik olarak karşılıklı iletişim kurabilen atık kutuları yapılarak kazanılan jetonlar sayesinde alınan ödüller ile insanların motive edilebileceklerinden bahsettik.

Küresel ısınmayı ve yaptığımız hiçbir şeyi küçümsememek gerekir çünkü attığımız minik atıklar birikerek bir ada oluşturabilecek büyüklüktedirler. Güney Pasifik Okyanusunda bulunan çöp adası buna örnektir. Küresel ısınma gerçeğini bir an önce ciddiye alarak geri dönüşümün bilinciyle atıklarımızı ayırmalı ve dönüştürmeliyiz. Fakat küresel ısınma problemine yönelik çözüm önerileri bağlamında ürettiğimiz çözümler sadece geri dönüşüm ile ilgili değildir. Yeryüzünde ciddi bir hava kirliliği yaratan sera gazı salınımı üzerinde de kafa yormak gerektiğini düşünmekteyiz. Çünkü bugün dünyanın karşı karşıya olduğu küresel ısınma problemi ülkemiz adına da büyük bir tehlike oluşturmaktadır. Hemen hemen bütün bilimsel çevrelerde ve medya kuruluşlarında, Dünya'nın giderek ısındığı konusunda ortak bir görüş söz konusudur. Küresel ortalama sıcaklık istatistiklerini incelediğimizde 1860 yılında sıcaklık derecesi 13.5 iken 2000 yılında bu değer 14.4' e kadar yükselmiştir. Küresel ısınma ile doğrudan ilişkili olan karbondioksit miktarındaki artış ise 1750 yılında 280 iken 2000 yılında 350' ye kadar yükselmiştir. Bu noktada gözlemlediğimiz, her iki alanda da gözle görülür bir artış olduğu yönündedir (Meteoroloji.org). 2030 yılı dolaylarında yaz ve kış sıcaklıklarının artış göstereceği ve kuraklığın artacağı öngörülmektedir. (Bolat, 2018) Bu bağlamda sürdürülebilir bir dünya için küresel çapta özelinde de

Türkiye'de çabaların her düzeyde arttırılması gerekmektedir.

Bildiğimiz gibi küresel ısınma probleminin etkenlerinden biri de sera gazıdır. Sera Gazları, Karbon dioksit (CO2), Metan (CH4), Nitröz Oksit (N2O), Hidroflorür karbonlar (HFCs), Perfloro karbonlar (PFCs), Sülfürhekza florid (SF6) gibi atmosferde kızıl ötesi ışınları tutarak (adsorbe ederek) atmosferin ısınmasına neden olan gazlar ya da bileşikleridir. Sera Gazları çoğunlukla insanoğlunun aktiviteleri nedeni ile atmosfere salınan gazlardır. Sera gazları, insanoğlunun her türlü kaynak tüketen aktiviteleri sonucunda enerji veya kaynak tüketimi sırasında doğrudan veya dolaylı olarak ortaya çıkarlar. "Öte yandan ulaştırma başlığında öncelik taşıyan bir diğer alan, sera gazı emisyonlarında en fazla paya sahip olan karayolu ulaşımında emisyonlarının azaltılmasıdır" (Yeşil Mutabakat Eylem Planı 2021).

Yeşil Mutabakat Eylem Planına (2021) göre:

Sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik politikaların odağında yer alması gereken bir diğer alan sürdürülebilir akıllı ulaşım politikalarıdır. Nitekim tüm dünyada artan hareketlilik ile birlikte ulaştırma sektöründen kaynaklanan emisyonların küresel sera gazı emisyonları içerisindeki payı giderek artmaktadır. Bu durum dünya genelinde pek çok ülkenin temel gündem maddelerinden biri olan ulaşım araçlarının küreselleşme ve teknolojik gelişmelere paralel olarak geliştirilmesine, sürdürülebilirlik ve çevre boyutları da dikkate alınarak yeniden ele alınmasına yol açmıştır. (Yeşil Mutabakat Eylem Planı 2021)

Bu gündem maddesini bizler de merkeze aldık ve çareler düşünmeye başladık. Küresel ısınma ve sera gazı konularında aklımıza gelen bazı fikirler oldu. Bu fikirlerin küresel ısınma ve sera gazı etkisi adına önemli rol üstlenebileceğini düşündük. Bunun üzerine bir proje geliştirmeye çalıştık. Amacımız; çevre dostu, sürdürülebilir ve erişilebilir bir sistem oluşturmaktı. Asıl hedefimiz ise karbon emisyonunu olabildiğince düşürmek ve küresel ısınmanın beraberinde getirdiği zararlı sonuçların önüne geçebilmek oldu.

Geliştirmeyi amaçladığımız projede laboratuvar ortamında üretilen bakterileri filtreleme sistemi içerisinde kullanarak karbon emisyonunu en aza indirmeyi hedefledik. Burada karbon salınımını önemli ölçüde etkileyen arabaların egzoz bacaları temel aldığımız sorun olarak ortaya kondu. Önemli miktarda karbon ve azot çıkışı olan bu tehlikeli egzoz bacaları maalesef günlük kullanımda vazgeçemeyeceğimiz bir noktada. Çünkü ulaşım, insan yaşamının en temel ihtiyaçlarından birisidir. Bu durumda egzoz bacalarını yaşantımızdan çıkarmak pek de mümkün gözükmemektedir. Fakat bununla birlikte egzozlardan çıkan zararlı gazları bir nebze de azaltabilmek adına birtakım fikirler üretmek bizim elimizde. Bu sorun karşısında geliştirmek istediğimiz projenin ulaşım sektöründe olumsuz sonuçlar doğuran küresel ısınma, sera gazı

etkisi, karbon emisyonu gibi sorunlara olumlu yönde netice kazandırabileceğini düşündük.

Bahsettiğimiz filtreleme sistemi arabaların egzozlarına ulaşan zararlı gazların öncülerinden olan karbon, E. Koli bakterisine ulaştığında bu gazla beslenen bakteriler karbonu yiyecek ve arabaların egzoz borularından çıkmasını engelleyerek dünyada küresel ısınmayı ve özelinde de karbon salınımını çok büyük ölçüde azaltarak fark oluşturabilir diye düşündük. En büyük getirisi elbette karbon emiliminin azalmasıdır lakin bunun yanında; ekonomik ve pratik bir sistem ile yaygın kullanıma ulaşılacaktır.

E. Coli bakterisini tanıtacak olursak; Genelde E. Coli kısaltması ile veya koli basili olarak bilinen Escherichia coli (okunuşu Eşerihiya koli), memeli hayvanların kalın bağırsağında yaşayan bakteri türlerinden biridir. Normalde bağırsakta yaşadığı için, E. Coli'nin çevresel sularda varlığı dışkı kirlenmesinin bir belirtisidir. Seçmeli anaerobik E. Coli hücrelerinin sayısı diğer bakteri türlerinin binde biri dolayındadır. Başka hayvanlarda etkisiz olan bazı E. coli tipleri insana bulaştıklarında hastalık yapabilirler. Bunların en ünlüsü sayılan O157:H7 adlı serotip kanlı ishale ve ölüme yol açabilir.

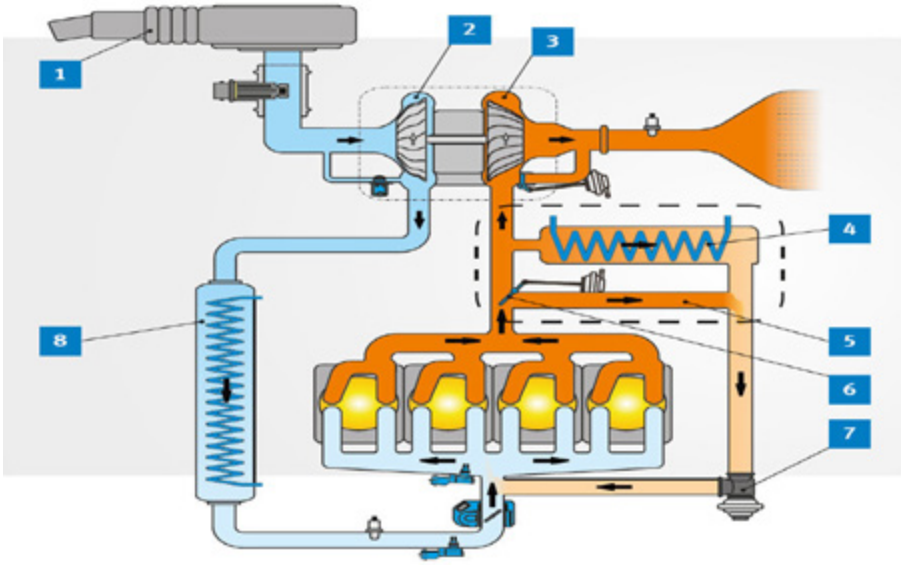
E. Coli, normal bağırsak florasına aittir, biyolojik sınıflandırmada da bağırsaklarda yaşayan bakterilerden oluşan enterik bakteriler ailesinde yer alır. Bakteri çubuk şeklinde olup, boyutları 1-2 µm uzunluğunda ve 0.1-0.5 µm çapındadır. Su arıtım sahasında E. Coli yeni teknolojilerin gelişiminin en başından itibaren su kirliliğinin bir «göstergeci» olarak kullanılmıştır. Sudaki dışkı miktarı koliform endeks aracılığıyla ölçülmüştür. E. Coli genelde zararsız olmasına rağmen kirlenmenin ölçütü olarak kullanılmasının nedeni, seçmeli (fakültatif) anaerob olmasından dolayı E. Colinin kolay kültürlenebilmesidir.

Güncel bilim çalışmalarında E. Coli bakterisinin adını sık duyuyoruz. Çoğu deneyde kullanılan bu bakterinin bu kadar rağbet görmesinin asıl sebepleri hususunda ise genetik değişikliğinin güç olmadığını, mühendisliğinin deneylerde çok zorlamadığını ve hızlı büyüme gösterdiğini gözlemleyebiliyoruz. Makalemizde bahsettiğimiz maddi açıdan pratiklik konforunu da bu noktada bakterinin özelliklerindeki kolaylıklardan tahmin etmek mümkün.

E. Coli bakterisi üzerinde, yakın zamanda İsrailli araştırmacılar, birkaç aylık zaman diliminde genetik manipülasyon yoluyla enerji için organik bileşikler yerine CO_2 tüketen bir E. Coli cinsi yarattı. E. Coli 'nin beslenme alışkanlığını değiştirerek bitkilere benzer şekilde CO_2 tüketmesini sağlamak için ekip «metabolik yeniden düzenleme» kullandı. Bu düzenlemeyle CO_2 metabolize eden genler eklendi ve genelde şeker bileşiklerini işlemeye yarayan genler çıkarıldı. Ekip, sonuçların sentetik biyo-

loji alanında önemli bir adım olduğunu, "bakteriyel metabolizmanın şaşırtıcı esnekliğini" gösterdiğini ve gelecekte karbonsuz biyoüretim için çerçeve sağlayabileceğini söyledi.

Biz de bu araştırma sonuçlarından ilham alarak yukarıda bahsettiğimiz filtreleme sistemini geliştirmek istedik. Tasarladığımız filtreleme sisteminin avantajları elbette çok fazla ama bunun yanında bir de ne yazık ki dezavantajları da yok değil. Egzoz bacalarının sıcaklık oranı çok yüksek rakamlara ulaşabiliyor. E. Coli bakterisi her ne kadar dirençli bir bakteri olsa da söz konusu yüksek sıcaklıklar altında yaşama garantisi yoktur. Fakat bizler bu durumu da hesaba kattık. Sanayi alanında yeni yeni kullanımı yaygınlaşan EGR soğutucu sistemi ile egzoz bacalarındaki sıcaklığı önemli ölçüde azaltabileceğimizi düşündük. EGR soğutucu mekanizmasının çalışma prensibi ise Tablo 1'de yer almaktadır.



Tablo 2: EGR Soğutucu Sistemi
(https://www.ms-motorservice.com/tr/technipedia/post/sogutulmus-egzoz-gazi-resirkuelasyonu/)

EGR soğutucu sisteminin tek getirisi sıcaklığı düşürmek değildir, aynı zamanda araca da katkısı bulunmaktadır. Gazlar soğutuldukça hacimleri azalır, hacimce azalma da beraberinde daha fazla gaz doldurabilmeyi getirir. Silindir yükünde ne kadar fazla egzoz gazı varsa, oksijen oranı da o kadar düşer. Egzoz gazının kendisi yanma sürecine katılmaz, ancak yüksek "ısı kapasitesi" sayesinde büyük ısı miktarları alabilir. Her iki etki de yanma esnasında sıcaklık eşiklerinin düşmesine ve yanma hızının azalmasına neden olarak azot oksit emisyonunu da azaltır. Böylelikle egzoz filtrelerine yerleştir-

meyi düşündüğümüz bu filtrelere ilave edilecek bu soğutucu, yüksek sıcaklıkta ölen E. coli bakterilerinin daha uzun süre yaşamalarına imkân tanıyabilir. Bu da bizim tasarlamak istediğimiz filtreleme sisteminin hayata geçirilebilmesini olanaklı kılabilir.

Bizler söz konusu filtreleme sisteminin maliyet hesabı henüz yapılmamıştır. Egzoz bacalarından çıkan dumanların yol açtığı hava kirliliğini bir nebze de olsa azaltabilmek amacıyla düşünülen bu tasarımın ucuz ve ekonomik olup olmadığı ile ilgili herhangi bir araştırma yapmadık. Bundan sonraki ilk işimiz bu araştırmayı da ortaya koymaktır. Ayrıca üretmiş olduğumuz bu fikir herhangi bir testten geçmemiştir. Bununla ilgili de bir takım çalışmaların yapılması gerektiğinin farkındayız. İlerleyen zamanlarda böyle bir araştırma yapmayı ve bu araştırmanın sonuçlarını çalışmamıza eklemeyi planlamaktayız.

KAYNAKÇA

Ayhan, İ. (2009). "Bilinçli ve Bilinçsiz Deneyimin Doğası". *Bilim ve Teknik,* 29-33.

Aksay, C.,S., Ketenoğlu, O., Kurt, L. (2005). "Küresel Isınma ve İklim Değişikliği", *S.Ü. Fen Ed. Fak. Dergisi, 25,* 29-41.

https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/214946

Bolat, İ. (2018). "Küresel Isınma ve İklim Değişikliği: Bartin, Zonguldak ve Düzce Yöresine Ait Örnek Bir Çalışma", *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, *20 (1),* 116-127 .https://dergipark.org.tr/tr/pub/barofd/issue/34776/374840

Coşkun, A., Cankatar, M. A. (2018). "Mukaddime'de İnsan, Toplum ve Toplumsal Yaşam Üzerine İnceleme". *Medeniyet Araştırmaları Dergisi, 3 (6)*, 85-101.

Ecer, *K*., *Güner*,*O. & Çetin*, *M*.. (2021). Avrupa yeşil mutabakatı ve Türkiye ekonomisinin uyum politikaları. İşletme ve İktisat Çalışmaları, 9(2), 125-144.

Göçmez, S., Yıldız, S. N., Hayat, L. (2021). "Geri Dönüşümde Atılan Adımlar: Avrupanın Önde Gelen Ülkeleri ve Türkiye*", Tasaruf ve Verimlilik E-Sempozyumu Bildiri Kitabı.*

Şanlı, B., Bayrakdar, S., İncekara, B. (2017). "Küresel İklim Değişikliğinin Etkileri ve Bu Etkileri Önlemeye Yönelik Uluslararası Girişimler". *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 22(1)*, 201-212.

Ünaldı, H., Aydoğdu, M., Aydoğdu, B., Sılkım, A. İ., Aslan, B., Hakyemez, C., Şen, B., Şen, E., Borça, G., ve diğerleri. (2020). *Enerji Verimliliği Stratejik İletişim Planı.*

https://enerji.enerji.gov.tr/media/Dizin/BHIM/tr/duyurular/c80dadb0-cdd3-4eef-87aa-92165558a1e2_Enerji_Verimliligi_Stratejik_Iletisim_Plani_Avrupa_Birligi_Logolu.pdf

https://doi.org/10.21324/dacd.570141

https://doi.org/10.18026/cbusos.68623

https://doi.org/10.18037/ausbd.417457

https://doi.org/10.51290/dpusbe.782974

Sıfır Atık Projesi (2021, Şubat). *Sıfır Atık Nedir?* içinde. Erişim adresi://sifiratik.gov.tr/sifir-atik/sifir-atik-nedir

Avrupa Çevre Ajansı (AÇA). (2020) *Biz Kimiz?* içinde. Erişim adresi:https:// www.eea.europa.eu/tr/about-us/who/who-we-are

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB).(2016). *Tarihçemiz* içinde. Erişim adresi: https://csb.gov.tr/tarihcemiz-i-7012

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2018). İstatistiklerle Çevre. Erişim adresi: https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Istatistiklerle-Cevre-2018-33675

https://tr.wikipedia.org/wiki/Escherichia_coli

https://www.independent.co.uk/news/science/

https://www.ms-motorservice.com/tr/technipedia/post/sogutulmus-egzoz-gazi-resirkuelasyonu/

NÜKLEER ENERJİ

Ela TAŞIR

ÖZET

Bu makalede nükleer enerjinin ne olduğundan ve çalışma ilkelerinden söz edilmektedir. Ülkemizde bu zamana kadar nükleer enerji elde edilmesinde yaşanan gecikmenin sebeplerinden bahsedilmektedir. Dünyada hızla artan nüfus beraberinde enerji ihtiyacını da getirmektedir. Yaptığımız araştırmada alternatif enerji kaynakları ile birlikte nükleer enerjinin gerekliliğinden bahsedilmektedir ve Türkiye'nin enerji hakkındaki gelişmeleri, attığı adımları, nükleer santrallerin nasıl kurulduğu ve nükleer enerjinin nasıl elde edildiği de anlatılmaktadır.

***Anahtar Kelimeler**: Nükleer, Nükleer Enerji, Türkiye, Nükleer Santraller.*

ABSTRACT

In this article, it is mentioned what nuclear energy is and why it was so late in its establishment in our country. The rapidly increasing population in the world brings with it the need for electrical energy. Along with alternative energy sources, the necessity of nuclear energy and Turkey's developments in energy, the steps taken, how nuclear power plants are established and how nuclear energy is obtained are also explained.

***Keywords**: Nuclear, Nuclear Energy, Turkey, Nuclear Power Plants.*

1. GİRİŞ

Gelişmekte olan bir ülke olan Türkiye, muasır bir medeniyet olma yolunda ilerleyen bir ülkedir. Enerji gelişmiş bir medeniyetin vazgeçilmez bir parçasıdır. Fakat Türkiye, "yerli enerji kaynaklarının yetersiz olmasından dolayı dışa bağımlıdır" (MERCAN,2011,3). Nükleer enerji Türkiye'nin enerji ihtiyacını çok büyük ölçüde karşılayabilecek ve dışa bağımlılığını azaltabilecek önemli bir potansiyele sahiptir. Bu yüzden bu makalede nükleer enerji konusunu yeniden gündeme getirilmek istenmiştir. Nükleer enerjinin neden bir ihtiyaç olduğu, Türkiye'nin nükleer enerji alanın-

da hangi çalışmaları yaptığı ve nükleer enerjinin önemi merkeze alınan temel konular olarak önümüzde durmaktadır. Amacımız olumlu ve olumsuz yanları ile nükleer enerji meselesini yeniden tartışmaya açmaktır.

Yakıt olarak radyoaktif (Uranyum, Plütonyum vb.) maddeleri kullanıp elektrik enerjisi üretilmesine nükleer enerji denir. Nükleer enerji nükleer santraller aracılığıyla üretilir. Nükleer santraller nükleer enerji üretmek ve enerji ihtiyacını karşılamak için inşa edilir. "Bir atom, elektronlarla çevrelenmiş proton ve nötronları içeren bir çekirdeğe sahiptir. Protonlar pozitif, elektronlar da negatif elektrik yükü taşır. Nötronların elektriksel bir yükü olmazken çekirdeği bir arada tutan bağlarda muazzam bir enerji vardır. Nükleer enerji, bu bağlar kırıldığında serbest bırakılabilir. Bu bağlar, nükleer fisyon yoluyla kırılabilir ve açığa çıkan enerji, elektrik üretmek için kullanılabilir. Nükleer fisyonda, atomlar birbirinden ayrılır, bu da enerjiyi serbest bırakır. Tüm nükleer santraller, nükleer fisyon kullanır ve nükleer santrallerin çoğunun yakıtı, uranyum atomlarıdır. Nükleer fisyon sırasında bir nötron bir Uranyum atomu ile çarpışır ve onu böler, ısı ve radyasyon şeklinde yüksek miktarda enerji açığa çıkarır. Bunun beraberinde bir Uranyum atomu bölündüğünde daha fazla nötron da açığa çıkmaktadır. Bu nötronlar diğer Uranyum atomları ile çarpışmayı sürdürür ve süreç kendini tekrar ederek ilerler. İşte bu sürece, nükleer zincir reaksiyonu denir. Bu reaksiyon da istenilen miktarda ısı üretmek için nükleer santral reaktörlerinde kontrol edilir" (Dinçer, 2019, 16).

Nükleer santraller uranyum gibi radyoaktif maddeleri elektrik enerjisine dönüştürerek kullanmamızı sağlayan reaktör biçimindeki tesislerdir. Ülkemizin Mersin/Akkuyu ilinde de bir nükleer tesis inşası devam etmektedir. 2023 yılında açılması beklenmekte olan bu nükleer tesis ülkemiz Türkiye için çok faydalı olacaktır. Dünya'nın birçok yerinde nükleer santral bulunmaktadır. Öyle ki tüm Dünya'nın yaklaşık %17'lik enerji ihtiyacını nükleer santraller karşılamaktadır. Bu nükleer enerji oranı Fransa'da %75'tir. Bu konuda Amerika Birleşik Devletleri de çok büyük bir paya sahiptir. Öyle ki tüm dünyada sayısı neredeyse 400'ü aşkın nükleer santrallerden 100 tanesi Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunmaktadır.

Nükleer enerji santralinin kurulabilmesi için zenginleşmiş hale olan fazlaca Uranyum(U) elementine ihtiyaç vardır. Gerekli olan zenginleşmiş Uranyum(U) elementinin türleri U-235, U-238 ve U-233'tür. Aynı zamanda bir miktar Plütonyuma("Pu" Plütonyum aynı zamanda yapay yollarla elde edilmiş bir element olmakla beraber dünyadaki bilinen en toksik elementtir.) da ihtiyaç vardır ve gerekli olan Plütonyumun çeşitleri ise P-241 ve P-239'dur. Uranyum elementi bir tür füzyon tepkimesine girer ve bölünerek oldukça yüksek bir enerjinin açığa çıkmasını sağlar. Bölünmenin gerçekleşebilmesi için nötronların oldukça yüksek bir hız ile Uranyum elementinin

çekirdeğine çarpması gerekir ve bu çarpmanın ardından çekirdek kararsız hale gelir. Bunun sonucunda büyük bir enerji açığa çıkaran bir başka fisyon tepkimesi gerçekleşir. Bu fisyon tepkimesinin sonucunda ise nötronlar ortama yayılırlar ve Uranyumlara çarpan nötronlar tepkimede bulunan tüm elementlerin çekirdeklerinde bu işlem gerçekleşene kadar devam eder. Ortaya çıkan bu aşırı büyük enerjinin kontrol edilememesi tehlikeli felaketler ve ölümcül sonuçlar doğurur. Bu sebeple nükleer santraller bazı enerji bloklarından oluşmuşlardır. Bu bloklar işlem için dayanıklı nükleer santral kazanları, işlem için dayanıklı borular ve yine işlem için dayanıklı beton bloklardan oluşturulmuş yapılardır.

Nükleer santraller, deprem ve tektonik yapı alanında uzman jeologlar tarafından denetlenmeli, deprem riski düşük yerlere kurulmalıdır. Tsunami ihtimalinin yüksek olduğu yerlere bu santrallerin kurulması sakıncalıdır. Ayrıca yerleşik hayatın olumsuz etkilememesi için nüfus yoğunluğu düşük yerler tercih edilmelidir. Nükleer santrallerin soğutulması işlemi için bu santrallerin suya yakın bir yere kurulması ya da su temini önem arz etmektedir. Karayolu ve ulaşım vasıtaları da bu bağlamda önem arz etmektedir. İnşaat işi ve malzeme temini noktasında sıkıntı çıkarmayacak bölgelerin seçilmesi de önemli bir hususdur. (Dinçer, 2019, 20)

2. AMAÇ

Geçmişten günümüze insanlığın vazgeçemediği enerji ihtiyacının giderilmesi gerekiyor ki bunun için öncelikli olarak yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmaktadır. Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de enerjiye olan ihtiyacın giderebilmesi, enerjinin sürekli aralıksız olarak elde edilmesi, daha uzun ömürlü olması, verimi yüksek alternatif enerji kaynaklarından nükleer enerjinin gerekliliği konuları gündeme gelmektedir. Bu bağlamda nükleer enerji, artan nüfus ve yaşam kalitesinin artması, gelecek nesillerin düşünülmesi açısından gerekli ve ihtiyaç olan enerji potansiyelini karşılayabilecektir. Nükleer enerjinin bu öneminden ötürü bu makalede nükleer enerji hakkında farkındalık sağlamak ve nükleer enerjinin gerekliliği vurgulanmaktadır. Nükleer enerjinin ne olduğundan, nasıl kurulduğundan ve dikkat edilmesi gereken hususlardan bahsedilmektedir.

3. YÖNTEM

Elinizdeki bu çalışma yapılırken öncelikle konu başlıklarından yola çıkılarak enerjiyi nasıl sürekli, uzun ömürlü ve verimi yüksek olarak elde edebiliriz diye düşünülmüştür.

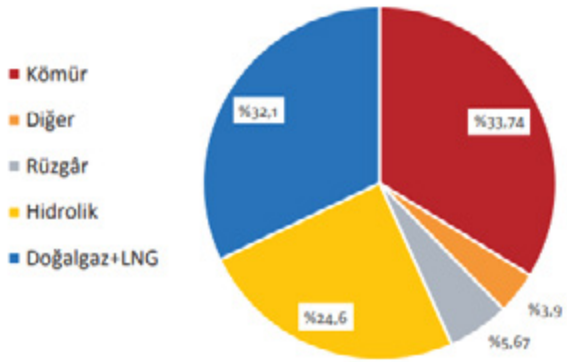
Küçük gruplar halinde enerji hakkında düşünmeye, hayatımızdaki yeri ve önemi ile alakalı tartışma konusu açarak beyin fırtınası yapılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynak-

ları ve yenilenemez enerji kaynaklarının olumlu ve olumsuz yönleri ele alınarak en çok verimi nasıl elde edebiliriz sorusuna cevap verilmesi istenmiştir.

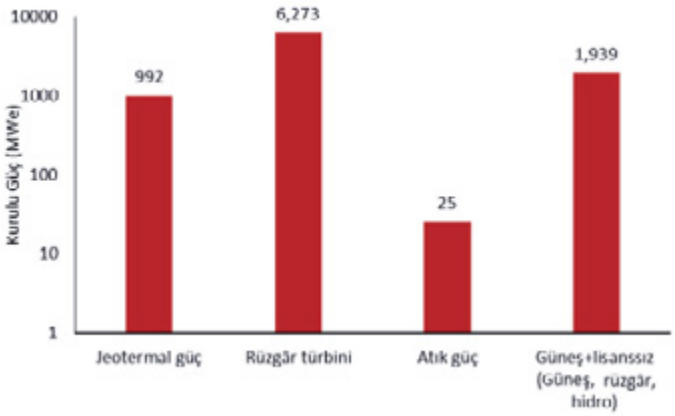
Prof. Dr. Uğur ÇEVİK (Cumhurbaşkanlığı Külliyesi Cumhurbaşkanı Yardımcısı Bilim Danışmanı) tarafından enerji konusu ile alakalı zoom üzerinden eğitim alınmıştır. Alınan eğitimden ve enerji hakkında okunan makalelerden nükleer enerjinin gereken enerji ihtiyacını karşılayabilecek potansiyelde olduğu açıkça görülmüştür.

4. BULGULAR

Türkiye enerji üretimi için gerekli olan maden kaynakları bakımından kendine yetmeyen bir ülkedir. Buna rağmen Türkiye az olmakla birlikte çok çeşitlilikte enerji kaynaklarına sahiptir. Bu kaynaklar kömür, petrol, doğalgaz, elektrik, hidrolik, rüzgar, güneş ve biyolojik yakıttır. Bu kaynakların enerji piyasası içindeki kullanımı şekil 1'deki gibidir (Mercan, 2011, 7).



Şekil 1: Türkiye'nin enerji kaynak dağılımı (Mercan, 2011, 7)



Şekil 2: Enerji Kaynakları Oranı

Ülkemizde elektrik enerjisi üretim verilerine bakıldığı zaman 2016 yılı sonu itibarıyla üretimimizin 273,4 milyar kWh, tüketimimizin ise 278,3 milyar kWh olduğu gözlenmektedir. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın verilerine göre son on beş yılın ortalamasına bakıldığı zaman Türkiye'nin yıllık elektrik enerjisi tüketim artış hızının %5,4 seviyelerinde gerçekleşmiş olduğu görülecektir. 2002 yılında 132,6 milyar kWh olan yıllık elektrik tüketim değerleri 2016 yılında yaklaşık 2 katına çıkarak 278,3 milyar kWh'e ulaşmıştır. Elektrik enerjisi talebindeki yükselme 2014 yılında %4,4, 2015 yılında %3,3 iken 2016 yılında %4,7 olarak gerçekleşmiştir. (TÜBA,2019,17) .

Türkiye enerji üretiminde çeşitliliğe sahiptir. Bu nedenle en iyi ve emin yol, çeşitli enerji kaynaklarını beraberce kullanmak ve nükleer güç santrallerini, çok geç olmasına rağmen devreye sokmak, doğalgazın elektrik enerjisi üretimine katkısını azaltmaktır. Her şeyden önce ülkemize yeni bir teknolojinin girmesi önem arz etmektedir. (TÜBA ,2019)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu makalede nükleer enerji konusunun ele alınmasının sebebi ülkemizin enerji ihtiyacıdır. Bu nedenle ele alınan bu çalışmada birtakım öneriler sunulmaktadır;

İleride nükleer enerjinin aktif rol oynayacağı kaçınılmazdır. Bu nedenle oluşturulmak istenen amaç nükleer enerjinin verimli bir şekilde kullanılabilmesi üzerine düşünmektir. Bunun için yapılabilecek şeylerden bir tanesi daha verimli daha az maliyetli ve daha kolay kurulan nükleer santrallerdir. Tabi ki bu nükleer santraller ne kadar doğaya duyarlı olursa bir o kadar da doğaya verilen zarar azaltılmış olur. Buna ek olarak bu az maliyetli nükleer santralleri daha çok inşa etmek ülke ekonomisine yüksek katkı sağlar. Nükleer enerji her türlü kaçınılmaz olduğundan daha az maliyetli ve daha verimli bunun yanı sıra doğaya daha az tahribat bırakan santraller verimli ve iyi olacaktır. Artan enerji ihtiyacı ister istemez nükleer enerji konusu da gündeme getirmektedir. Artan nüfustan dolayı yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarının yakın gelecekte bütün dünya için olduğu gibi Türkiye için de yeterli olmayacağını düşünülmektedir. Bu kaynaklara örnek olarak güneş panelleri verebilir. Eğer her yeri bir güneş paneli tarlasına çevirmiş olarak düşünürsek hem çok maliyetli olur hem de aşırı ısıdan dolayı küresel ısınma artırılmış olur. Ayrıca güneş panellerinin her yerde görünmesi estetik açıdan çirkin durabilir. Bunun dışında ülkemizde her yerin, güneşi eşit miktarda alması mümkün olamayacağı için güneş panellerinde her yerde aynı verimi elde etmek söz konusu olamayabilir. Rüzgar enerjisi de yenilenebilir enerjilere örnek verilebilir lakin onun da dezavantajlarından söz edilmektedir. Bunlardan birincisi çok büyük bir alana ihtiyaç duyarlar, ikincisi yaydıkları elektromanyetik

dalgalar radyo ve televizyon alıcılarında parazitlenme yapar, bir diğer sebep ise şehir merkezinden uzak olmaları gerekir fakat artan nüfus buna müsaade etmemektedir.

Bu sebeplerden ötürü az, verimli ve sürdürülebilir bir enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun en kolay ve verimli yollarından birisi nükleer enerji kullanımıdır. Nükleer enerjinin, enerji ihtiyacımızı karşılayabilmek adına dış ülkelere olan bağlılığı da azaltması beklenmektedir. Ülkemizde bize neredeyse 1000 yıl yetecek kadar toryum rezervi bulunmaktadır. Eğer nükleer enerjileri aktif halde kullanabilirse hiç şüphesiz enerji konusunda dışa bağlılığın büyük ölçüde azalmasından söz edebiliriz. En somut haliyle ülkemizin enerji üretimi tüketilen enerjiyi karşılamadığından nükleer enerji kullanımı bir ihtiyaç olarak karşımızda durmaktadır.Bu ihtiyaca binaen Türkiye'nin de attığı birtakım adımlar olmuştur. 1961 yılında ilk nükleer eğitimler İstanbul Teknik Üniversitesi'nde verilmiştir. Bu eğitim İTÜ Nükleer Enerji Enstitüsü kurulmasından itibaren lisansüstü eğitim bağlamında verilmeye başlanmıştır. Kurulan bu enstitüde 1970'li yıllardan itibaren staj ve eğitim amaçlı bir eğitim-araştırma reaktörü işletilmektedir. Bu enstitü 2003 yılında yapılandırılmıştır. 15.07.1970 tarih ve 1311 sayılı kanunla elektrik piyasası yeniden düzenlenmiş ve TEK (Türkiye Elektrik Kurumu) Nükleer Enerji Dairesinin kurulması atılan ilk adımdır. TEK kurulduktan sonra Elektrik İşleri Etüt İdaresi, Devlet Su işleri Genel Müdürlüğü ve Etibank tarafından yürütülen işler tek elde toplanarak bir bütünlük sağlanmıştır. TEK Nükleer Enerji Dairesince yapılan bazı çalışmalar ise şu şekildedir:

Nükleer santral kurmak ve o santrali işletmek gibi mühim hususlar için dikkatli ve disiplinli çalışmayı zorunlu kılmıştır. Kurumun kuruluşunun hemen ardından çıkan anayasa şu şekildedir:

- Görev, sadece dış uzman ve firmaların katkı ve yardımlarıyla bir santral kurmak ve işletmek olarak ele alınmamalıdır. Uzun vadeli bir nükleer programı hayata geçirmek ve başarıyla uygulayabilmek için ilk nükleer reaktör kurulurken ve takip eden adımlarda işi kendi başına yürütebilecek bir kadro ve altyapı oluşturmak hedeflenmelidir.
- Nükleer uygulamalarda başarının ön şartı olan birikim ve disiplini sağlayabilmek için yönetici kadro oluşturulurken, olabildiğince daha önce gelişmiş ülkelerdeki üniversitelerde veya nükleer projelerde tecrübe kazanmış uzmanlara öncelik verilmelidir. Nitekim TEK Nükleer Enerji Dairesi yönetici kadrolarının büyük bir bölümü öğrenimlerini yurtdışında yapmış ve/veya yurtdışı deneyimi olan elemanlardan oluşturulmuştur.
- Üniversitelerle iş birliği yapılarak, yeni mezun elemanlara çalışacakları konularla ilgili alanlarda araştırma yapmak ve tez yazmak imkânları verilmek suretiyle eğitilmeleri sağlanmalıdır.

- Yurtdışında nükleer tesis kurmuş ve işletmekte olan firma ve kuruluşlarla iş birliği yapılarak, teknik elemanların yaklaşık bir yıl veya daha uzun bir süre iş başında eğitim görmeleri ve uygulama deneyimi kazanmaları sağlanmalıdır.
- Kuruluş yeriyle ilgili çalışmalar elektrik sistemine bağlantı, kurulu güç seçimi gibi konularda, başlangıçta yabancı uzmanlardan yardım almak gerekse de olabildiğince ülkedeki üniversite ve kuruluşlarla iş birliği yapılarak bu çalışmaların Türkiye'de ve kendi elemanlarımız tarafından yapılmaları ve deneyim kazanılması sağlanmalıdır." (Tüba Nükleer Enerji Raporu, s. 18) Burada nükleer tehditlere de değinilmesi gerekmektedir. Nükleer tehditler; nükleer elementlerin (uranyum, plütonyum, toryum vb.) parçalanması (fisyon tepkimesi) veya iki atomun birleşmesi (füsyon tepkimesi) halinde ortaya çıkan enerjiden yararlanılarak gerçekleştirilen, yıkıcı ve çok şiddetli basınç dalgalarının, öldürücü düzeyde açığa çıkan radyasyonun ve yine öldürücü düzeyde yüksek ısının açığa çıktığı durumları belirtir. Nükleer bir patlama, gözleri anında kör edebilecek kadar şiddetli bir ışık, bir insanı birkaç saniye içinde buharlaştıracak kadar yüksek bir ısı ve aşırı yüksek bir basınç dalgasının açığa çıktığı ve havayı, suyu ve tüm yüzeyleri kirletecek radyoaktif (radyasyon yayan) maddelerin kilometrelerce etrafa yayıldığı bir tür patlamadır. Bunun yanı sıra bu mükemmel gücü kötüye yoracak insanlardan veya devletlerden ötürü oluşturulacak bir nükleer silah, düşman bir devlet ya da terörist bir örgüt tarafından fırlatılan bir füze olabileceği gibi sadece bir bireyin taşıyabileceği kadar küçük, seyyar bir silah da olabilir. Bu durumda eğer nükleer enerji fazla ise tüm dünyanın yok olmasına kadar ilerleyebilecek korkunç sonuçları olabilir. Kalan insanlar da çoğunlukla açığa çıkacak radyasyondan dolayı zehirlenecek ve acı çekerek öleceklerdir. Aralarından hamile olanların çocukları mutasyona uğrayacak ve sağlıksız bireyler dünyaya gelecektir. Bir devletin bir devlete attığı bir nükleer silahı neredeyse hepimiz biliyoruz. Bu silah Amerika Birleşik Devletleri'nin Japonya'nın Hiroşima ve Nagazaki Şehirlerine 6 Ağustos 1945 Pazartesi sabah saat 08.15'te attığı Uranyum-235 tipi atom bombası "Little Boy" (Hiroşima) ve 9 Ağustos 1945, Plütonyum-239 tipi atom bombası "Fat Man"(Nagazaki) atom bombalarıdır. Ne yazık ki insanlık bu güzel enerji kaynağını bu şekilde kötü işler için kullanabilmektedir.

Eğer nükleer santrallerin kontrolü insan elinden çıkarsa neler olabilir sorusuna cevap vermek gerekirse ortaya tıpkı 26 Nisan 1986'da ki Çernobil felaketi gibi bir felaket çıkması olasıdır. Çernobil'de olanlar bir elektrik kesme deneyinin ardından reaktörün acil kapatılması sırasında çekirdeğin kaza ile patlamasıdır. Bu ufak dikkatsizlik o dönemde ülkemizin özellikle Karadeniz Bölgesi dâhil birçok ülkenin özellikle de Ukrayna'da yaşayan insanların çok yoğun radyasyon altında kalmasına sebep olmuştur. Bu radyasyon sonucunda o dönemdeki birçok insan kanser ve enteresan mutasyon-

lara uğramış, kimisi tek kollu kimisi tek parmaklı vb. doğmuştur. Bu yüzden nükleer enerji kullanılırken son derece dikkatli olmak kaçınılmaz bir zorunluluktur.

Santral ülkemizde nerelere kurulabilir, yer seçmek için yapılan çalışmalar nasıl olmalıdır sorusuna da göz atılması gerekmektedir. Bu alanda öncelikle Kuzeybatı Anadolu'daki üç bölgede araştırmalar yürütülmüştür. Bu bölgeler şunlardır: Trakya, Kocaeli ve Batı Karadeniz, Marmara Denizi güney sahilleri. Lakin sonradan Marmara denizi fay hattı üzerinde olduğundan ve yüksek derecede deprem riski olduğundan seçilen 6 yerden 4'ü elenmiştir. Geriye kalan iki yer ise elektrik şebekesi bakımından verimsiz olduğu için elenmiştir. Bu sebeple yeni yerler aranmıştır. Bu bağlamda nükleer santrallerin kurulması için gerekli olan 300-400 tonluk parçaların taşınmasının kolaylaşması için deniz kıyısında bir yer seçilmesi uygun görülmüştür. Bu bağlamda deprem riskinin daha az olduğu Orta Karadeniz ve Akdeniz bölgesini kapsayacak bir biçimde yer araştırılmalarına devam edilmiştir.

Günümüzde nükleer enerjinin kullanıldığı alanlara dair örneklendirmeler yapacak olursak, uzay teknolojileri, uçak sanayi, deniz altı sanayi buzkıran gemileri örnek gösterilebilmektedir. Dünyada yaklaşık olarak 160 farklı izotop (izotop; fiziksel ve kimyasal özellik olarak benzer, ancak farklı atomik kütlesi olan aynı elementin atomu demektir) farklı alanlarda kullanılmaktadır

Uzayda nükleer enerji kullanımı, uzay çalışmalarının önünü açmış ve Güneş panellerinden alınan güneş enerjisinin verimsiz kaldığı durumlarda dahi uzun süreler görev yapılmasını mümkün hale getirmiştir. Örneğin Voyager-1 ismindeki yapay uzay uydu, sahip olduğu RTG biçimindeki güç kaynağının kalbindeki Plütonyum elementinin P-238 türü sayesinde 2025 yılına kadar çalışır durumda kalabilecektir.

Türkiye'nin bütün bu hususlarda birtakım araştırma ve çalışmaları olmuştur. Santralin ülkemizde nerelere kurulabileceği, bu yerlerin taşıması gereken özellikler, hangi malzeme ve araçlara ihtiyaç duyulabileceği gibi konularda birtakım raporlar hazırlanmıştır. Bu makalede yapılan çalışma da nükleer enerji meselesini gündeme alarak dikkat çekmeyi hedeflemiştir.

KAYNAKÇA

Dinçer, İ. (2019). Tüba Nükleer Enerji Raporu. Türkiye Bilimler Akademisi. Bağlantı linki:

https://www.tuba.gov.tr/files/yayinlar/raporlar/T%C3%9CBA%20N%C3%BCkleer%20Enerji%20Raporu.pdf

Kaya, İ. S. (2012). "Nükleer Enerji Dünyasında Çevre ve İnsan". Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 24, 71-90

Mercan, K. (2011). "Türkiye için Nükleer Enerjinin Gerekliliği". Yayımlanmamış Yüksek LisansTezi.https://academicrepository.khas.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/20.500.12469/2304/0055616KadirMercan.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Özdemir, N., Çobanoğlu, O. E. (2008). "Türkiye'de Nükleer Santrallerin Kurulması ve Nükleer Enerji Kullanımı Konusundaki Öğretmen Adaylarının Tutumları". Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,. 34, 218-232.

https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/223528

https://www.afad.gov.tr/kbrn/nukleer-tehditler

https://www.hurriyet.com.tr/gundem/nukleer-santral-nedir-nukleer-enerji-santrali-nasil-kurulur-nukleer-santral-turleri-zararlari-ve-faydalari-41530056

VALİDEBAĞ FEN LİSESİ

PROJE DANIŞMAN ÖĞRETMEN

Evrim Macide KÖZ / Pınar KÜÇÜKTURAN

ALTERNATİF ENERJİ KAYNAKLARININ İNCELENMESİ

Kerem ÇALIŞKAN | **Tuğçe ÇAKMAK**
Duru KALAFAT

ÖZET

Fosil yakıtların çevreye birçok olumsuz etkisi bulunmaktadır. Özellikle Türkiye gibi gelişmiş ülkeler çevre dostu, yenilenebilir ve temiz enerji kaynaklarına gereksinim duymaktadır. Enerji üretiminin artmasıyla birlikte sanayi, endüstri ve insan gücünde de doğrudan bir artış beklenmektedir. Türkiye'nin ihtiyacı olan enerjinin büyük bir kısmını ithalat yoluyla karşılamaktadır. Bu durum dışa bağımlılığı ve dolayısıyla ülke ekonomisinin açık vermesine neden olmaktadır. Türkiye'nin coğrafi konumunun 26° – 45° doğu meridyenleri ile 36° – 42° güney paralelleri arasında yer alması, dört mevsimi de belirgin olarak yaşaması ve güneş, hidrolik, jeotermal ve rüzgar enerjisi gibi hava durumuna bağlı olan yenilenebilir enerji kaynakları bakımından büyük bir potansiyel sağlamaktadır. Sahip olunan coğrafi konumun ve potansiyelin değerlendirilmesiyle hem iklim krizine çözüm bulunabilir hem de yeni iş kollarıyla çok yönlü destek sağlanmasına katkı sunulabilmektedir. Bu projede biyokütle enerjisi, rüzgar enerjisi ve bu enerji kaynaklarının özelleşmiş alt başlıkları olan alglerden enerji üretimi ve deniz üstü rüzgar enerjisi üzerinde durulmuştur. Özellikleri ve potansiyelleri incelenerek avantaj ve dezavantajları belirtilmiştir. Bu bağlamda bu alternatif enerji kaynakları adına Türkiye'de uygulanabilecek yöntemler hakkında halihazırda uygulamada olan örneklerden ve verilerden yararlanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Alternatif Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Fosil Yakıtlar, Biyokütle Enerjisi, Rüzgâr Enerjisi*

ABSTRACT

Fossil fuels are on the verge of depletion and the damage these sources cause to the environment are undeniable facts. Especially developed countries like Turkey need environmentally friendly, renewable and clean energy sources. With the increase in energy production, a direct increase is expected in business, industry and manpower.

Turkey meets most of its energy needs through imports. This situation causes foreign dependency and thus a deficit in the country's economy. Turkey's geographical location is located between 36° - 42° south parallels and 26° - 45° east meridians, it is a great place in terms of living all four seasons and renewable energy sources such as solar, hydraulic, geothermal and wind energy which provide a great potential. By evaluating the geographical location and potential, it can contribute to both the climate crisis and multi-faceted support with new business lines.

In this project, biomass energy, wind energy; Energy production from algae and offshore wind energy, which are specialized sub-titles, are emphasized. Advantages and disadvantages are stated by examining their properties and potential situations. In this context, examples and data currently in practice about the methods that can be applied in Turkey on behalf of these alternative energy sources have been used.

Keywords: *Renewable Energy Sources, Alternative Energy Sources, Fossil Fuels*

GİRİŞ

İnsan var olduğundan beri doğayla etkileşim içindedir ve doğadan çeşitli yollarla faydalanmaktadır. İnsanoğlu gelişimiyle birlikte doğada büyük oranda değişime sebebiyet vermiştir. 19. yy'da meydana gelen devrim ile insanlık fosil yakıt kullanımına yönelmiştir. Bu yönelim başta hava ve su kirliliği olmak üzere birçok probleme sebebiyet vermiştir. Bu temel enerji kaynaklarının yeterli olmaması nedeniyle 1900'lü yılların son çeyreği ile birlikte farklı kaynaklara yönelim başlamıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları kendini sürekli yenileyebilen ve doğal kaynaklardan elde edilebilen yani tükenmeyen enerji kaynakları olarak tanımlanabilmektedir. Bu enerji türünü farklı enerji kaynaklarından ayıran en temel özellikler doğal yollarla kendisini yenileyebiliyor olması ve tükenmemesidir. Hidroelektrik, biyokütle, rüzgâr, güneş ve jeotermal enerji ülkemizde bulunan yenilenebilir enerji kaynaklarını oluşturmaktadır. Türkiye, elektrik üretiminde fosil enerji kaynaklarından, yenilenebilir enerji kaynaklarına nazaran daha fazla yararlanmaktadır. Kullandığımız enerji büyük oranda fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Ülkemizde doğalgaz, kömür ve petrol olarak sıralanan enerji kaynaklarının üçü de büyük oranlarda dışa bağımlıdır. Buna bağlı olarak, fazla döviz çıkışı olmakta ve bu durum bütçenin açık vermesine sebep olmaktadır. Ancak enerji konusundaki dışa bağımlılık ülke ekonomisinin daha büyük açıklar vermesine sebep olabilmektedir. Diğer gelişmiş ülkelerde de olduğu gibi, Türkiye'de alternatif enerji kaynaklarına daha fazla yatırım yapılmalıdır. Ülkemiz coğrafi konumu sayesinde yenilenebilir enerji kaynaklarının aktif olarak rol oynamasına imkân sunmaktadır. Bu projede alternatif enerji kaynakları olan biyokütle ve rüzgar enerjisi üzerinde araştırmalar yapılmıştır. Temiz, yüksek verimli, uzun ömürlü ve dışa bağımlılığı

olmayan bu enerji kaynaklarının ülkemizde ve dünya genelinde potansiyellerinin ve kullanım oranlarının üzerinde durulmuştur. (Satman, 2006).

1. İklim Değişikliği

Akademisyenler, sanayi devriminden itibaren karbondioksit salımlarının %80'ini oluşturan doğalgaz, kömür ve petrolün iklim değişikliğine en fazla etkiyi yaptığını kabul etmektedir. Ayrıca, "2018'de dünya çapındaki her 5 ölümden 1'inin, fosil yakıtların sebep olduğu hava kirliliğinden dolayı olduğunu" belirtmektedir. Eğer fosil yakıt kullanımını ve dolayısıyla sera gazı yayınımları azaltılmazsa, 2100 yılına kadar küresel çaptaki ortalama yüzey sıcaklıklarında yaklaşık 3°C' lik bir artış beklenmektedir.(UN Environment Programme, 2020) Bu durumda yaşanacak problemlerin başında; biyolojik çeşitliliğin yok olması, su ve gıda erişiminde yaşanacak sıkıntılar ve buna bağlı olarak oluşacak salgın hastalıkların oranlarının artması, iklim krizi sebebiyle meydana gelecek afetler dolasıyla mal ve can kaybı yaşanması, kuraklık nedeniyle tarımsal üretimin durma noktasına gelmesi öngörülmektedir.(Global Carbon Project 2020,2020) Bu iklim krizinden Dünya genelinde 410 milyon insan etkilenecektir ve 49 milyon insanın yaşam alanları ise sular altında kalacaktır. Ayrıca günümüzde 500 milyon'a yakın insanın gelir ve gıda kaynağı olan mercan resiflerinin büyük bir çoğunluğu yok olacaktır. 2100 yılına kadar Türkiyede'de; küresel ısınma sebebiyle deniz seviyesinde 74 cm artış beklenmektedir. İstanbul ve İzmir'de deniz seviyesindeki 50 cm'lik artış 252.000 kişinin taşkınlara maruz kalmasına sebep olacaktır. Kıyı ekosistemlerindeki doğal dengenin bozulması, toprağın ve suyun tuzlanması sonucunda deniz canlılarının %17 azalacaktır. Sıcaklık ve asitlenmenin artması Kuzey Ege Denizindeki balık stoklarının %18 oranında azaltacaktır.(Turkey 2020 National Inventory Report, 2020)

2. Biyokütle

Biyokütle enerjisi, 100 yıldan daha kısa bir sürede yenilenebilen, fosil olmayan ,biyolojik kökenli organik maddeler olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir deyişle biyokütle; yaşayan veya yaşamış canlılardan elde edilen fosilleşmemiş bütün biyolojik maddelerin genel adlandırmasıdır. Bu kapsamda biyokütle enerjisinin kaynağının asıl bileşenleri, karbonhidrat içerikli bileşikleri olan hayvansal ve bitkisel kaynaklı bütün organik maddelerdir. Bu kaynaklardan başlıca olanlar: Ot, ağaç, yosun, hayvan dışkıları, buğday ve mısır gibi özel bir şekilde yetiştirilen bitkiler, gübre, denizlerde bulunan algler, sanayi atıkları ve evlerden çıkan tüm organik atıklar şeklinde belirtilebilmektedir.(Anonim) Bu kaynaklardan bazı metotlar ile elde edilen enerji biyokütle enerjisidir.(İlleez)Biyokütle enerjisinin, bölgesel olarak değerlendirilmesi sebebiyle enerji güvenliğinin sağlanması ve net karbon salımının azaltılmasında etkili bir yön-

tem olduğundan gelecekte enerji ihtiyacının karşılanması açısından en umut verici kaynaklardan biridir.(Baştabak,2019)

2.2. Avantajlar

- Elde edilmesi sürecinde diğer enerji kaynaklarına göre daha çevre dostudur ve atmosfere daha az NX,CO2,SOX benzeri yayınımlar salınmaktadır. Bu durum hava kirliliğine sebep olmadan enerji üretmede alternatif yöntemlerden biridir.(Kapluhan, 2014)

- Atık biyokütle enerji kaynakları kullanılarak biyogaz üretilmesi veya doğrudan yakma yöntemleri kullanılarak çevre sorunlarının önüne geçilmesine katkı sağlamaktadır. Hem enerji üretirken hem de çevre kirliliğini önlemede başarılı olacağı öngörülen bir yöntemdir.

(Kapluhan, 2014)

- Ülkeler için milli ve yerli bir enerji türü olarak kullanılabilmektedir. Bu sayede döviz çıkışı önlenmekte ve ülke ekonomisinde katkı sağlanmaktadır. .(Tolay,2017)

- Biyokütle üretim santralleri diğer birçok enerji üretim santrallerine nazaran daha az bütçe gerektirir. .(Tolay,2017)

2.3. Dezavantajlar

-Biyokütle enerji kaynağı olarak kullanılan ürünlerin gıda sorunu yaratmayacak biçimde seçilmesi gerekmektedir. Çünkü kaynakların fazla tüketilmesi besin bulma konusunda sıkıntılara yol açabilmektedir. Bu konuda tüm araştırmalar ve öngörüler raporlandıktan sonra besinler seçilmeli , gıda ulaşımına sıkıntı oluşturmaması planlanmalıdır. (Kapluhan, 2014)

-Biyokütle enerji kaynağı olarak kullanılacak ürünlerin tarımsal anlamda verimli topraklardan gelmekte ise öncelikle bu ürünlerin gıda olarak kullanılması değerlendirmelidir.Özellikle küresel ısınma sonucu besine ulaşım bu kadar zorlaşmış bir durumdayken verimli besinlerin kullanımı öncelikle beslenmeden yana olmalıdır. (Kapluhan, 2014)

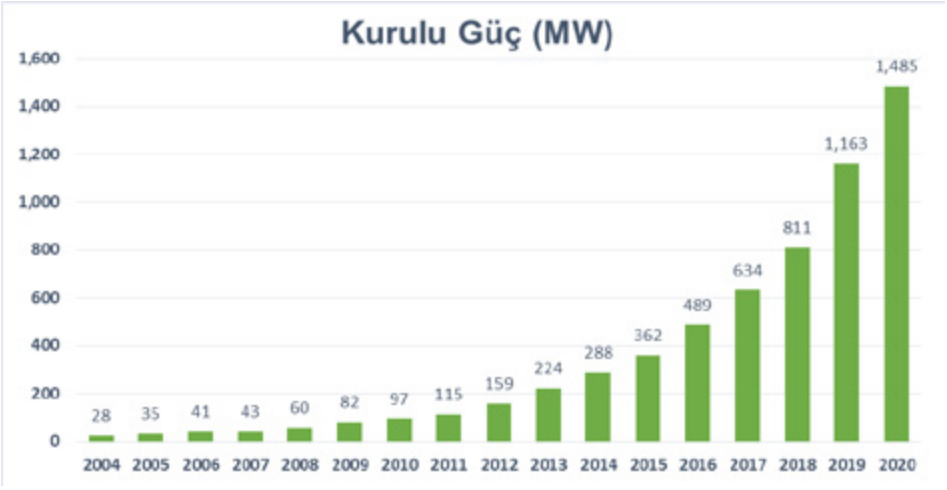
2.4. Dünyada Biyokütle Enerjisi

Biyokütlenin evrensel çapta kullanılması yönünden dünya çapındaki en başarılı örneklerden biri Brezilya'dır. Brezilya'da 5 milyona yakın taşıt, 1989'dan bu yana yakıt olarak benzin yerine şeker kamışı veya benzer ürünlerden elde edilen saf biyoetanol kullanmaktadır. Ayrıca diğer araçların büyük bir kısmı da benzin/etanol karışımı bir madde kullanmaktadır. Ülke ekonomisine büyük bir katkıda bulunan bu program için yatırım sadece 6.97 milyar dolardır. Üretim maliyeti 1979'dan bu yana her yıl yak-

laşık olarak %4 azalış göstermektedir. Şeker üretiminden sonra arda kalan biyokütle atığı da enerji üretim kaynağı olarak kullanılabilmektedir. Hindistan'da günümüzde farklı büyüklükte bir milyondan daha çok faaliyette olan biyogaz üretim tesisi bulunmaktadır. Çin'de 1 milyarın üstündeki nüfusun birçoğu yakıt olarak biyokütle kullanmaktadır. Biyogaz enerji üretimi için 5 milyondan fazla tesis 25 milyon civarındaki insan tarafından işletilmektedir. Bu durum ülke istihdamına ve ekonomisine katkı sağlamaktadır. Sayıları yaklaşık 10.000 olan büyük ve orta ölçekli tesislerden elde edilen biyogaz ise büyük fabrikaların enerji ihtiyacını karşılamak ve elektrik üretimi için kullanılmaktadır. Çin'de yüzlerce biyogaz üretim tesisi bulunmaktadır. Biyokütle enerjisi İsveç'in enerji ihtiyacının yaklaşık %16'sını karşılamaktadır. Avusturya'da 11.000'den fazla biyokütle ile işleyen enerji üretim tesisinin toplam gücü 1200 MW'a yükselmiştir. Bu durum, ülkede enerjinin %13'ü biyokütleden sağlanmaktadır. ABD'de biyoenerji kaynaklı elektrik üretiminin gücü 9000 MW'ın üstüne geçmiş durumdadır.Bu durum da toplam enerjinin %4'ünün biyokütle sayesinde sağlandığını göstermektedir.(Tolay,2017)

2.5. Türkiye'de Biyokütle Enerjisi

Şekil 1 Türkiye'nin yıllara göre biyokütle kurulu gücü



Not: Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı, 25.03.2022, Enerji.gov.tr

Türkiye, biyokütle ürünü üretimi bakımından; , tarımsal alan kullanılabilirliği ,elverişli güneş, iklim koşullarına ve su kaynakları sahip olup biyokütle enerjisi için birçok kaynak sunabilecek kapasiteye sahiptir. Özetle, Türkiye'nin biyokütle kaynak-

larının hayvan, tarım, orman, organik ve kentsel atık vb. maddelerden oluşmaktadır. Türkiye'nin yıllara göre potansiyelini kullanma Şekil 1'de gösterilmektedir. Biyokütle enerjisi potansiyeli adına Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü'nün Türkiye Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası (BEPA) adında bir uygulaması bulunmaktadır.Türkiye'de nerede, hangi biyoenerji kaynağından ne kadar biyoyakıt ve ne kadar elektrik üretme potansiyeli olduğunu ve bu tür yakıtların ülkenin hangi bölgelerinde yoğunlaştırıldığını harita üzerinde sayısal ifadelerden yararlanarak sunabilen Coğrafik Bilgi Sistemi (CBS) olarak tanımlanmaktadır. BEPA uygulaması sayesinde atık fazlalığı ve bu atıkların oluşturduğu toplam enerji miktarı vb. bilgiler de güncel bir şekilde elde edilebilmektedir. BEPA ile ilçe ve il bazında biyokütle enerjisinin potansiyeli analizi yapılabilmektedir. Bunun yanında Türkiye'de biyokütle enerjisinin potansiyeli üzerine birçok çalışma yapılmaktadır. Alman Federal Çevre, Doğa Koruma ve Nükleer Güvenlik Bakanlığı ve TC Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın işbirliği sayesinde 2010 yılında "Türk-Alman Biyogaz Projesi başlatılmıştır. Bu projenin amacı, kümes hayvanları, organik gıda ve atık endüstrisi atıkları ve bu enerji türünün Türkiye'nin enerji tüketimi için oluşturacağı üretim payı ile Türkiye'nin biyogaz potansiyelini belirlemektir.(İlleez) Bu tür projeler ve işbirliklerinde görüldüğü üzere ülkemiz biyoenerjinin kullanımı ve sağlayacağı katkılar açısından uygun coğrafi konuma ve imkanlara sahiptir. Bu tür projelere daha fazla yönelmek ve alternatif projeler üretmek ülkemizde hem fosil yakıt kullanımını azaltarak çevre kirliliğini minimuma indirecek hem de ülkemizde açılması öngörülen biyogaz enerji santralleriyle ülke ekonomisine büyük katkı sağlayacaktır.(Tolay,2017)

2.6. Biyokütlenin Yenilenebilir Enerji Kaynakları İçindeki Yeri

Sürdürülebilir enerji kaynakları içerisindeki biyokütle enerjisi payında Afrika %96'lık oranla en başta yer alırken ; Asya %65, Amerika ve Avrupa %59'ar kullanım oranlarıyla Afrika kıtasının takip etmektedir.Küresel çapta biyokütlenin sürdürebilir enerji kaynakları içerisindeki yeri 1990 yılında %80,4 gibi büyük bir orandayken, 2000 yılında %78 gibi bir orana gerilemiş ve daha sonra 2018 yılındada %67,5'e düşmüştür.Bu oranlara rağmen Biyokütle enerjisi diğer yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde önemli bir yere sahiptir. 2000'li yılların sonunda biyokütlenin küresel olarak kullanımının azalmasının en önemli sebepleri pişirme ve ısıtma için gereken biyokütle kullanımının azalmasıdır. Gelecekte; odun peletleri, biyogaz, sıvı biyoyakıtlar vb modern biyoenerji kaynaklarının kullanımının artması sebebiyle biyokütle enerjisi yenilebnebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yer tutacaktır. (Kapluhan, 2014)

2.7. Alternatif Enerji Kaynağı : Algler

Günümüzde artan nüfus ve sanayileşme sebebiyle enerjiye olan ihtiyaç ve buna bağlı olarak tüketim her yıl yaklaşık %4 artmaktadır. (The Global Risk Report, 2020) Enerji ihtiyacına cevap olarak olarak kullanılan petrol, kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtlar yaşanılan bu gelişmelerle birlikte giderek azalmaktadır. Yapılan araştırmalar, yaklaşık olarak bin yıllık fosil yakıt oluşumunun bir günde harcandığı yönündedir. Bu durum, küresel çapta ülkeleri harekete geçirmiş ve alternatif kaynaklar aramaya yönlendirmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını arttırmıştır. (The Global Risk Report, 2020) Bu enerji kaynaklarının en önemli özelliklerinden biri çevre dostu ve doğal yollarla elde edilebilir olmasıdır. Alternatif enerji kaynaklarından olan biyokütle enerjisi: Hayvansal ve bitkisel atıkların dönüştürülmesi ile elde edilen yenilenebilir bir enerji türüdür. Biyokütle enerjisine örnek olarak ; hayvan gübreleri, mısır sapları, arpa samanı, çimen, keten, sebze atıkları, kenevir, ziraat atıkları, dökülmüş ağaç yaprakları ve algler örnek verilebilmektedir.(Anonim) Bu sürdürülebilir enerji kaynaklarından biri olan algler halk arasında bilindiği adıyla deniz yosunları bilim insanları tarafından bulunup enerji veya yakıt üretiminde alternatif olarak ortaya konmuşlardır.

Algler; hızlı büyüyebilen, hem tatlı hem tuzlu suda yaşayabilen, 60 metre boya ulaşabilen canlılardır. Algler, kıyı bölgelerindeki taşlı zemine veya kayalara yapışık şekilde yaşamaktadırlar. Tüketici organizmalar alglerden besin olarak faydalanır. Aynı zamanda sucul canlılara üreme ve barınma ortamı oluşturmaktadırlar. Alglerin %50 – 80'ini sakkarit, %8 – 24'ünü yağ, %7 – 27'sini protein ve %33-50'sini lignin bileşiklerinin oluşturduğu belirlenmiştir. İçerdikleri bu bileşikler sebebiyle termokimyasal ve biyokimyasal dönüşümlerinden dolayı biyodizel, biyoetanol, biyoyağ, biyogaz ve biyohidrojen maddelerine dönüşebilmektedirler. (Su Ürünleri Dergisi,2007)

Algler, ton başına yaklaşık 420-500 m3 biyogaz üretimini anaerobik koşullar altında sağlamaktadır. Ortaya çıkan biyogazın %63'ünü metan oluşturmaktadır. Biyogazın ısıl değeri 24 MJ/m3 olarak hesaplanmıştır. Yaklaşık 2500-3000 kWh enerji 1 ton algden üretilebilmektedir. (Dünya Gıda Dergisi,2015)

Algler, atık sularda özellikle fosfor ve azot olmak üzere organik ve inorganik kirleticiler, nutrientler, pestisitler, ağır metaller, radyoaktif maddeler gibi su ekosisteminde tehlike oluşturan kirletici maddeleri hücrelerinde biriktirerek çözünmüş fazdan arındırma özelliğine sahiptirler. Bu yüzden karşımıza yaygın olarak atık su arıtımında kullanılan organizmalar olarak çıkmaktadırlar. Alglerin; atık suların biyolojik arıtımında kullanımı, radyoaktif materyalleri vücutlarında depolamaları dolayısıyla artmıştır. Fitoplanktonların içerisinde bulunan radyoaktif fosfor konsantrasyonunun sudakinden 200.000 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu alglerin arıtım özelliği

açıkça göstermektedir (Vohra K, 2021).

Alglerin gerçekleştirdiği arıtımın verimi pahalı ve karmaşık kimyasal işlemlerin kullanıldığı su arıtma yöntemiyle eşdeğerdir. Alglerin bakım masrafı daha azdır. Algler üzerinden gelir elde edilebilmektedir. Bu sebeplerle algsel atık su arıtma sistemleri kentsel ve endüstriyel atık su arıtımı için oldukça önemli bir alternatif durumundadır. (Su Ürünleri Dergisi,2007) Alglerin kirli suların arıtımında kullanılmasının avantajları; atık su havuzlarında yetiştirilmekte olan alglerin fermantasyonu sırasında elde edilen metanı kullanarak enerji üretilebilmesi, arıtılmış suyun sulamada kullanılabilmesi ve sudaki yaşam için oldukça büyük bir tehlikeye sebebiyet veren selenyum gibi toksinlerin ayrıştırılabilmesi, şeklinde gösterilebilmektedir (Vohra K, 2021).

2.8. Dünya Genelinde Alglerin Yeri

Günümüzde yapılan hesaplamalara göre 50 yıl içinde tükenmesi beklenen fosil yakıtların yerini alacağı düşünülen yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan alg, enerji kaynağı olarak kullanımı dışında yakıt olarak kullanım özelliğine de sahiptir. Texas A&M AgriLife araştırmacılarından ekip lideri olan Dr. Tim Devarenne, alg türlerinden biri olan Botryococcusların üreme hızlarının 6 saate indirilmesiyle bu alglerin genetik yapısının daha hızlı gelişebilen bir alg genetiği ile değiştirilmesiyle sağlanabileceğini açıklamıştır. Bu sayede daha hızlı gelişme sağlanarak biyoyakıt üretimi gerçekleştirilebilecektir. (Burke M and Stephens J,2018)

2.9. Türkiye Genelinde Alglerin Yeri

Türkiye'de diğer yenilenebilir enerjilere göre daha az kullanılmaktadır. Doğal kaynaklarda bulunan karbon ile azot dengesini kullanarak biyodizel ve biyogaz benzeri yakıtlar üretilmektedir. Türkiye'de ayçiçekleri kullanılarak biyodizel üretilmektedir. Bu bitki haricinde buğday, mısır ve gübre de kullanılabilir. Tarımsal atıklar ve çöpler gibi diğer atıkların yakılması sonucunda da biyokütle enerjisi üretilebilmektedir. Biyokütle enerjisinin elde edilebilme sürecinde biyolojik ve kimyasal araştırma geliştirme çalışmaları yürütülmektedir. Türkiye bu alanda henüz yeterli oranda gelişim gösterememiştir.(AKTAR, S & CEBE, G. E.,2010)

3.1. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisi Türkiye'de geniş bir kullanım alanına sahiptir. Özellikle rüzgar hızının fazla olduğu Marmara ve Ege Bölgesi'nde rüzgar enerjisi santrallerine sıklıkla rastlanılmaktadır.(Gençoğlu& Cebeci, 2001) Rüzgâr enerjisinden elektrik üretilebilmesi için açık alanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkemizde rüzgar enerjisi üretiminin her geçen gün artması kullanım alanlarının çeşitlendirilmesine zemin hazırlamış ve bununla birlikte sanayiden sosyal hayata, birçok alanda rüzgar enerjisi kullanılmaya

başlanmıştır. Rüzgar enerjisi sokak ,cadde, park ve bahçe aydınlatma sistemleri; kamusal kurum ve kuruluşları ;sanayi sektöründe yer alan işletmeler ;ofis ve evler; sinyalizasyon ve sulama sistemleri gibi alanlarda kullanılmaktadır. Rüzgar enerjisinin enerjiye ihtiyaç duyulan her alanda kullanılabilmesi, yakıt maliyetlerini minimuma indirmesi ve çevre dostu olması önümüzdeki yıllarda Rüzgar enerjisi üretiminin Türkiye'de rövaşta olacağı düşünülmektedir.(Güler, 2005)

3.2. Rüzgâr Enerjisi Kullanılarak Elektrik Üretimi

Rüzgâr, havanın yüksek basının olduğu bölgeden alçak basınç bölgesine doğru hareketi sonucunda oluşmaktadır. Sıcaklık ve basınç farkına bağlı olarak rüzgâr hızı değişmektedir. Rüzgârın kinetik enerjisinden elektrik enerjisi üreten türbinler ise dönme eksenine bağlı olarak eğik eksenli, yatay eksenli ve dikey eksenli olarak üçe ayrılır. (Terzioğlu& Arslan,2019) Rüzgarın türbin pervanelerini döndürmesi ile kinetik enerji öncelikle mekanik enerjiye sonrasında ise jeneratör desteğiyle elektrik enerjisine dönüşmekte ve bu sayede rüzgar enerjisi hayatın birçok noktasında kullanılabilir hale gelmektedir. (Erol, 1993)

3.3. Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi

Ülkemizin 2019 yılındaki enerji ithalatı 41 milyar 184 milyon 533 bin dolar tutarındadır. Enerjinin ülke içi kaynaklarından karşılanabilmesi amacıyla rüzgar enerjisinin varlığı ve önemi fark edilmiş ve T.C Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı tarafından Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği (TÜREB) kurulmuştur.Rüzgar enerjisi alanında Türkiye'nin en güçlü sivil toplum kuruluşlarından olan TÜREB, Küresel Rüzgar Enerji Konseyi (GWEC) ve Avrupa Rüzgar Enerjisi Birliği (Wind Europe) üyesidir. Rüzgar enerjisi konusundaki gelişmeleri yakından takip ederek enerjide elde edilebilecek maksimum kar amacına yönelik çalışmaları organize etmektedir.

Ülkemizde Temmuz 2019 ile birlikte aktif rüzgar enerjisi santrali (RES) sayısı 183, kurulu türbin sayısı 3155'e ve halen inşası devam eden RES sayısı da 17'e ulaşmıştır. Ayrıca aktif santrallerden üretilen 7615 MW ülkemizin toplam elektrik ihtiyacının %7.40'ını karşılamaktadır.

RES'lerden üretilen enerjinin bölgesel dağılımına bakıldığında ise Ege %37,74 ile zirvede yer alırken Marmara %34,04 ile Ege'yi takip etmektedir. Diğer bölgelerimizin rüzgar enerjisi üretimindeki payları ise: Akdeniz %13.11, İç Anadolu %10.05, Karadeniz%3.68, Güneydoğu Anadolu %1,22 ve son olarak Doğu Anadolu bölgesi %0.15 şeklinde sıralanabilmektedir.

Türkiye'de rüzgâr enerjisi yardımıyla üretilen enerjinin şehir bazlı dağılımına bakıldığında ilk 10 sıradaki şehirlerin üretim miktarları aşağıdaki tablodaki gibi sıralan-

maktadır.

Tablo 1: Rüzgâr enerjisi ile üretilen enerjisinin şehir bazındaki dağılımı.

İzmir	1462,20 MWm
Balıkesir	1135 MWm
Çanakkale	505,60 MWm
Hatay	364,50 MWm
Kayseri	275,10 MWm
Afyon	268,45 MWm
Osmaniye	265,30 MWm
İstanbul	256,90 MWm
Aydın	237,20 MWm
Manisa	669,95 MWm

Not: Şenel, M. C., & Erdem, K. O. Ç. (2015). Dünyada ve Türkiye'de rüzgar enerjisi durumu-Genel değerlendirme. Mühendis ve Makina, 56(663), 46-56.

2008 yılında 364 MWm olan kurulu rüzgar gücünün, rüzgar enerjisi adına yapılan yatırımlarla 2019 yılı ile birlikte 7615 MWm'a kadar artması enerjide dışa bağımlılığın azaltılması amacıyla temel gereklilik olan enerji noktasında maliyetlerin kontrol edilebilmesi adına atılan önemli adımlardan biridir.

3.4. Deniz Üstü Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisi havanın sahip olduğu hareket enerjisinin rüzgar türbinleri sayesinde elektrik enerjisine çevrilmesi mantığı ile çalışan yenilenebilir bir enerji türüdür. Almanya ve Danimarka gibi ülkelerde 1980'lerde yaşanan teknolojik gelişmelerden sonra rüzgar türbinleri gelişmeye başlamış ve günümüze kadar gelmiştir.(Güler,2005) İlk deniz üstü rüzgar türbini santrali (off-shore) Danimarka'da 1991 yılında kurulmuştur. Dünya'da artan enerji ihtiyacı ve kullanılan enerji kaynaklarının kısıtlı olması ülkeleri alternatif enerji kaynaklarına yönlendirmiştir ve bu durum rüzgar türbini sistemlerinin gelişmesini sağlamıştır. Rüzgar enerjisi 2020 yılının sonunda 35 GW kurulu güce ulaşmıştır. Ayrıca Küresel Rüzgâr Enerjisi Konseyi (GWEC) verilerine bakıldığında 2030 yılında 200 GW kurulu güce ulaşılacağı öngörülmektedir.(Global wind report, 2020) Deniz üstü RES'in temel elemanları 7 ana sistemden oluşmaktadır. DRES temel elemanları deniz altı enerji nakil hattı , deniz üstü şalt sahası su altı kablolama, DRT, ünite trafosu, kara üstü trafo merkezi ve kara üstü enerji nakil hattı olarak adlandırılabilmektedir. Deniz üstü rüzgar türbinleri karadakilere oranla daha büyük boyuttadır.(Durak 2022) Deniz üstü Rüzgâr türbinleri karadakilere oranla daha fazla enerji üretim sağlar bunun temel sebebi deniz üstü rüzgâr türbinlerinin

karadakilere oranla daha büyük boyutlu olmasıdır.

3.5. Avantajlar:

-Deniz üstü rüzgâr enerji santrallerinin yapımı sırasında çevreye zarar vermemektedir. (ağaçlar ve ziraat alanları)

-Deniz üstü türbinler yaşam alanlarına uzak olduğundan görsel ve gürültü anlamında problem oluşturmamatadır.

-Denizdeki rüzgar hızının karadaki hıza oranla daha fazladır. (üretilen güç, rüzgar hızının küpü ile üssel orantılı olduğundan rüzgar hızlarındaki ufak artışlar bile önemlidir.) (Durak,2022)

-Deniz rüzgarlarının kara rüzgarlarından daha pürüzsüz ve kesintisizdir. (Karada bulunan yerüstü pürüzlülük unsurları[dağ, tepe, vadi, ormanlar] rüzgar hızını ve dolayısıyla üretilen enerjiyi düşürmektedir.)(Durak,2022)

-Enerji üretimi sırasında fosil yakıt kullanmadığından hava kirliliğine sebep olmamaktadır.

3.6. Dezavantajlar:

-Su derinliği ve çevresel etmenler dolayısıyla tasarımının uzun süreçlerde tamamlanmaktadır.(Durak,2022)

-Kurulacak yerin kıyıya uzaklığına göre maliyetlerin (taşıma-montaj) artmaktadır.

-Deniz ekosisteminde oluşturabileceği olumsuz etkiler bulunmaktadır.

-Yenilenemez enerji kaynaklarına göre daha yüksek maliyetlidir.(Bayraç,2011)

-Bölgedeki balıkçılık, askeri, turizim ve ulaşım yollarının kısıtlanmaktadır.

3.7. Bölgeye Uyarlanması

Öncelikle rüzgar atlası veri haritalarından yararlanarak kara türbinlerindede olduğu gibi ortalama 7 m/s üzeri rüzgar hızına sahip bölgeler belirlenir.(Altuntaşoğlu,2003) Batimetri haritaları su derinliğini ölçmek üzere kullanılır. Daha sonra bazı özel alanlar belirlenerek (deniz canlıları, kuş göç yolları, askeri atış ve manevra alanları, turistik sahil yerlerine olan uzaklık ve deniz taşımacılığı) değerlendirme yapılır. Türbin tipleri bölgenin rüzgar rejimine uygun olarak belirlenir. Temel tip deniz derinliği ve deniz tabanının özelliklerine bakılarak belirlenir. Belirlenen türbin tipi için güç üretimi; hava koşulları, bakım süreleri ve çalışma sürelerine bakılarak hesaplanır. Son adımda maliyet hesaplanır.(Görman,2021)

3.8. Dünyada Ve Türkiyede Gelişimi

İngiltere, Almanya, Belçika, Danimarka, Hollanda gibi Avrupa ülkelerinin yanı sıra Asya ve ABD'de de DRES projelerine önem verilmektedir. Son dönemde Çin, Tayvan ve ABD'de DRES proje geliştirme faaliyetleri artış göstermiştir. (Ahmet, Şaşmaz, & Bahtiyar, 2015)

2021 yıl sonu ile Dünyada bulunan DRES kurulu gücüne ait ülkelere göre kurulu güç değerleri aşağıdaki tablo2 de gösterilmiştir.

Tablo 2: Dünyada 2021 yılı sonu DRES kurulu gücü.

Ülke	2021 Yılı Sonu Toplam Kurulu Güç (MW)
Çin	19 747
İngiltere	12 739
Almanya	7700
Hollanda	3010
Danimarka	2345
Belçika	2263
Avrupa Diğer	310
Tayvan	237
Güney Kore	194
Amerika	42
Asya Diğer	25
Toplam	48612

Not :Durak, M. (2022). Mavi vatanın enerjisi: Denizüstü rüzgar elektrik santralleri, Enerji Panoroma.44-49

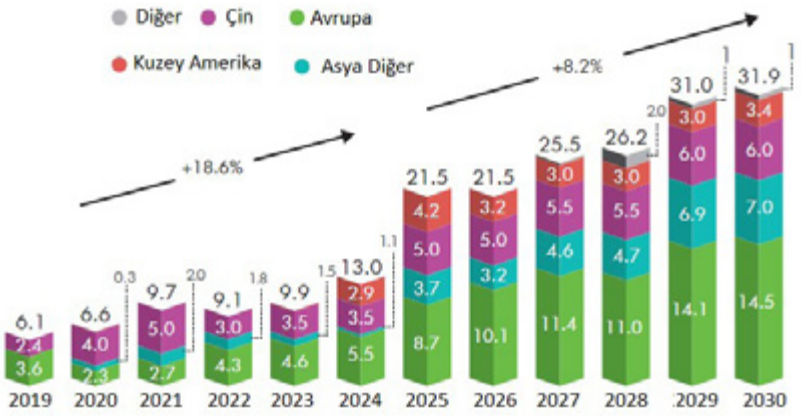
Dünyada 2021 yılı sonu ile DRES durumunda Çin 19.747 MW kurulu güç ile lider konumundadır. Rüzgar enerjisine büyük önem veren İngiltere, Almanya ve Hollanda gibi Avrupa ülkeleri ise yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgar enerjisine diğer ülkelere kıyasla daha sonra önem vermeye başlayan Çin'i takip etmektedir. Sıralamada son sırada ise diğer Asya ülkeleri bulunmaktadır.(Offshore wind power in europe,2019)

3.9. Tüm Dünya Ülkelerindeki Dres 2030 Kapasite Raporu

GWEC, 2020 yılı DRES Kapasite Projeksiyon raporuna göre, 2030 yılına kadar Dünya'daki ülkeler potansiyellerine göre hedef belirlemişlerdir. Dünyada 2030 yılına kadar 205 GW DRES kapasitesi olacağı düşünülmektedir.2019 yılında Dünyada işletmede bulunan toplam rüzgar enerji santralleri kapasitesinin %10'unu deniz üstü

rüzgar enerjisi (DRES) oluşturmaktayken; 2025 yılından itibaren bu oranın %20'ye çıkması öngörülmektedir.(Durak,2022)

Şekil 2: Dünya DRES 2030 yılına kadar olan kapasitesi



Not :Durak, M. (2022). Mavi vatanın enerjisi: Denizüstü rüzgar elektrik santralleri, Enerji Panoroma.44-49

Deniz üstü rüzgar enerji santralleri (DRES) için hazırlanan ülkelerden bazıları Türkiye, Hindistan ,Sri Lanka, Brezilya, Meksika ve Avusturalya gibi ülkelerdir. DRES kapasite projeksiyonları karşılaştırılıp, incelendiğinde 2030 yılına kadar ülkelerin toplam 275 GW DRES projesinin işletmeye katılacağı düşünülmektedir.(Durak,2022)

Avrupa'da DRES 2030 Kapasitesi:102.5 GW

ABD DRES 2030 Kapasitesi:38.5 GW

Çin DRES 2030 Kapasitesi:98 GW

GWEC Dünya 2030 DRES Kapasitesi :275 GW

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bilim insanları sıcaklık artışlarını durdurmak ve makalede bahsedilen olumsuzlukların yaşanmasını önlemek için fosil yakıtların kullanımını 2030 yılı gelene kadar yarıya indirmesi gerektiğini ayrıca da 2050'ye kadar "net sıfıra" ulaşılması gerektiğini söylemektedir.Bu durum insanlığı temiz, az maliyetli, çevre dostu ve sürdürebilir enerjilere yönlendirmektedir. Alternatif enerji kaynakları temelde rüzgar, güneş, biyokütle, hidroelektrik, jeotermal ve hidrojen enerjisi olarak sınıflandırılabilir.(Baştabak,2019) Bu projede Biyokütle ve Rüzgar enerjisinin sağlayacağı avantajlar ve potansiyellerine değinilmiştir. Biyokütle enerjisi, yenilenebilir enerji kaynakları arasında enerji santrali kurulum maliyeti az olmasıyla öne çıkan bir enerji türüdür. Bu durumdan

faydalanarak ülkemizde daha fazla biyokütle enerji santrali kurmak ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır. Ülkemizin biyokütle potansiyelinden yararlanarak Alglerden enerji üretimine yönelim sağlanarak yenilenebilir enerji kaynakları arasında kullanımı arttırılabilir. Ayrıca Concordia Üniversitesi'ndeki profesörlerden Muthukumaran Packirisamy Botryococcus alglerinin ve siyanobakterilerin fosil yakıtların kullanımının azalması yönünde yararlı olacağı düşüncesindedir. Siyanobakterilerin dünyada var olan en uygun mikroorganizma olmasını, rüzgar ve güneş enerjisinde olduğu gibi hava durumuna bağlı kalmamasıyla, enerji verimliliğinin etkilenmemesine bağlamaktadır.(Atçı,2019)ABD enerji bakanlığı yaptığı araştırmalarda ABD'de bulunan mısır tarlalarının 1/7'inde alg bitkisi ekili olsaydı, hasattan elde edilecek biyoyakıt sayesinde ülkenin bir senelik yakıt ihtiyacının kolaylıkla karşılanabileceği sonucuna varmıştır. Tüm bu veriler incelendiğinde Dünya genelinde alglerden enerji ve yakıt üretiminin daha verimli hale nasıl getirileceği konusunda çalışmalar ve araştırmalar yapıldığı sonucuna varılmaktadır. Gelecekte alglerin çevre dostu enerji kaynağı olarak kullanılmasının önemi üzerinde durulmaktadır. İSTAÇ(2015) verilerine göre Türkiye'de 4.574.160 kg algin atıldığı düşünülürse ülkemizde yararlanılabilecek önemli bir yenilenebilir enerji kaynağı olduğu unutulmamalıdır. Ülkemizin alternatif enerji kaynaklarından alglere önem verme konusunda geri planda kaldığı göz önünde bulundurulursa; alglerin biyolojik, fizyolojik ve moleküler karakterizasyonunun yapıldığı, enerjiye dönüştürebileceği ön görülen projelerin ve araştımaların arttırılması öncelikli hedeflerden olmalıdır. Rüzgâr enerjisi kullanılarak elektrik üretilebilmesi için denize yakın olan geniş düzlüklere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tür alanlarda kurulan rüzgâr santralleri sayesinde elektrik üretimi sağlanmaktadır. Türkiye'nin her yönden rüzgâr alma potansiyelinin fazla olması bu enerji türünden yüksek verim alınması sağlanmaktadır. Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği (TÜREB) tarafından hazırlanan Türkiye rüzgar enerjisi istatislik Ocak 2020 raporuna göre;ülkemizde, halen işlemekte olan rüzgar enerjisi santrali sayısı toplam 198'a ulaşmıştır ve santrallerin toplam kurucu gücü 8.288 MW'dır(TÜREB,2020).İzmir bölgesi 1.549.50 MW ile rüzgar santrallerinin en çok bulunduğu ilimizdir. Güney Marmara ve Ege bölgesinde coğrafi konumundan yararlanılarak kurulan santrallerin sayısı arttırılmalıdır.(Şenel,2015) Milli Rüzgâr Enerji Sistemleri Geliştirilmesi ve Prototip Türbin Üretimi Projesi (MİLRES), TÜBİTAK Kamu Araştırmaları Destek Grubu (KAMAG) ile Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından desteklenmekte olan bir Kamusal ARGE projesidir. Bu projede de olduğu gibi tamamıyla yerli ve özgün teknoloji ile geliştirilmesi ve prototipinin üretilmesiyle yeni enerji santrallerinin kurulması hedeflenmektedir.

KAYNAKÇA

Ahmet, Ö. Z. E. N., Şaşmaz, M. Ü., & Bahtiyar, E. (2015). Türkiye'de Yeşil Ekonomi Açısından Yenilenebilir Bir Enerji Kaynağı: Rüzgar Enerjisi. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, *2015*(1), 85-93.(15.03.2022)

Altınay, G. ve Karagöl, E. (2005). Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Turkey, *Energy Economics*, 27:846-856.

Altuntaşoğlu, Z. T. (2003).Sürdürülebilir Kalkınma - Yenilenebilir Enerji ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kanun Tasarısı Taslağı, *TMMOB Türkiye IV. Enerji Sempozyumu Bildirileri*, 10-12 Aralık, ss. "345-354".

Atçı, E. B. (2019) Yosunların Enerji Kaynağı Olduğunu Biliyor Muydunuz*? Artemis Arıtım.* https://www.artemisarıtım.com.

Baştabak, B., & Koçar, G. (2019). Yenilenebilir enerji kaynakları sempozyumu. Antalya.

Bayraç, H. N. (2011). Küresel rüzgâr enerjisi politikaları ve uygulamaları. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *30*(1), 37-57.(18.03.2022)

Burke M and Stephens J (2018) Political power and renewable energy futures: a critical review. *Energy Research & Social Science*, 35: 78-93;

Congar (2021) ''Fosil yakıtların sonu geliyor mu? Dünyada sondaj ve kuyu açmayı yasaklayan ülkeler hangileri?''(17.03.2022)

Durak, M. (2022). Mavi vatanın enerjisi: Denizüstü rüzgar elektrik santrallari, *Enerji Panorama.*44-49

Erol, O.(1993). *Genel Klimatoloji*, Ankara.14.03.2022

Fergus Green and Richard Denniss (2018) 'Cutting with both arms of the scissors: the economic and political case for restrictive supply-side climate policies'. Climate Policy, 150: 73-87.

Global Carbon Budget 2020 (2020),(18.03.2022)

Global Wind Energy Council.(2020). Global Wind Report 2020, (13.03.2022) https://gwec.net/.

Global Wind Energy Council.(2021). Global Wind Report 2021, (14.03.2022)

https://cevredostuenerji.com/biyokutle-nedir-faydalari-ve-dezavantajlari-nelerdir/

https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-ruzgar

https://tureb.com.tr//lib/uploads/4e77501b714739a9.pdf.

https://www.aa.com.tr/tr/cevre/turkiyenin-2022-elektrik-uretim-kapasitesi-artisinda-basrol-temiz-enerji-kaynaklarinda-olacak/2404313.

https://www.artemisaritim.com/yosunlarin-enerji-kaynagi-oldugunu-biliyor-muydunuz.

https://www.isbank.com.tr/blog/alternatif-enerji-kaynaklari

H. Terzioğlu,M. Arslan, H. Demirok (2019) *Rüzgar Enerjisi ile Elektrik Üretimi* (14.03.2022)

İlleez, B. 13. Türkiyede biyokütle enerjisi

Kapluhan, E. (2014). Enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Biyokütle Enerjisinin Dünyadaki Ve Türkiye'deki Kullaım Durumu. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (30), 97-125,16.03.2022.

Kaya, N. E. (2019) Türkiye'nin 2022 elektrik üretim kapasitesi artışında başrol temiz enerji kaynaklarında olacak. Anadolu Ajansı.(16.03.2022). https://www.aa.com.tr.

LDC Renewable Energy and Energy Efficiency Initiative (2017) Framework.

http://ldcreeei.org/arei_publications/ldc-reeei-framework/.

M. Gençoğlu,Mehmet Cebeci(2001) *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*,İzmir, (17.03.2022)

OECD. (2019). OECD Çevresel Performans İncelemeleri: Türkiye 2019. (12.03.2022) . https://www.oecd.org.

Olhoff A and Christensen JM (Eds.) (2019) 'Emissions Gap Report 2019'. United Nations Environment Programme,(17.03.2022)

Önder Güler (2005) *5. Enerji Sempozyumu 161-167,* (15.03.2022)

Satman, A., (2006). "Dünyada Enerji Kaynakları", Türkiye'de 1. Enerji ve Kalkınma Sempozyumu, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul,(17.03.2022).

Şenel, M. C., & Erdem, K. O. Ç. (2015). Dünyada ve Türkiye'de rüzgar enerjisi durumu-Genel değerlendirme. *Mühendis ve Makina*, *56*(663), 46-56.

The Global Risk Report (2020)

Tolay, M. (2017) Ülkemizin Orman ve Tarımsal Biyokütle Potansiyeli.TMMOB, MMO Yayınları,668:147-157.

Turkey 2020 National Inventory Report (2020) (18.03.2022)

TÜİK, (2020). Turkish Greenhouse Gas Inventory report. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK rapor) (14.03.2022) https://www.tuik.gov.tr/

Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı,25.03.2022, Enerji.gov.tr

8. Türkiye Rüzgâr Enerjisi Kongresi (2019)

UN Environment Programme (2019) Emissions Gap Report 2019(18.03.2022)

Vohra, K., Vodonos, A., Schwartz, J., Marais, E. A., Sulprizio, M. P., &Mickley, L. (2021).Global mortality from outdoor fine particle pollution generated by fossil fuel combustion: Results from GEOS-Chem. *Environmental Research*, 195, 110754.

Wind Europe.(2019). Offshore Wind Power in Europe. Key Trends and Statistics 2019, (13.03.2022) https://windeurope.org/.

Wind Europe. (2020). Offshore Wind Power in Europe. Key Trends and Statistics 2020,(14.03.2022) https://windeurope.org/.

Wind Europe. (2021). Offshore Wind Power in Europe. Key Trends and Statistics 2021, (15.03.2022)https://windeurope.org/.

ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ İYİLEŞTİRME STRATEJİLERİ TÜRKİYE'DE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Ayşenur OKUMUŞ | **Melike Eslem AKSU**
Vildan Begüm TUNALI

ÖZET

Sahip olduğumuz enerji kaynaklarını doğru bir biçimde kullanılamaması ve bu konuda yeterli bilinç oluşturulmamış olması gezegenimizdeki sınırlı enerji kaynaklarının her geçen gün azalmasına neden olmaktadır. Gelecek nesillere güzel ve yaşanılabilir bir dünya bırakmak, büyüklerimizden aldığımız bu emaneti bizden sonraki nesillere en doğru şekilde teslim etmek, sahip olduklarımızı verimli kullanmaktan geçer.

Bu çalışmada enerji verimliliğinin ne olduğu ve ilgili kavramların açıklaması yapılmış, dünyadaki ve Türkiye'deki enerji durumundan ve her geçen yıl artan enerji talebinden bahsedilmiştir. Bu talebin en ekonomik ve çevreye zararsız şekilde karşılamak için neler yapıldığından ve yapabileceğinden söz edilmiştir. Bu önlemler kişilerin evlerinde kendileri yapabilecekleri, sera ve sanayi alanlarında yapılması gereken gibi kategorilere ayrılarak açıklanmış ve sonrasında üretilen enerjinin nasıl daha verimli, kayıp olmadan depolanabileceğinden bahsedilmiştir. Kamunun bugüne kadar attığı adımlardan örnekler verilmiş son olarak da enerjinin nasıl daha verimli kullanılabileceği hakkında önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Enerji, Verimlilik, Enerji Verimliliği, Enerji Tasarrufu, Sürdürülebilir Kalkınma*

ABSTRACT

The inability to use the energy resources we have correctly and the lack of awareness on this issue lead the limited energy resources on our planet to decrease day by day. Leaving a beautiful and livable world to future generations, handing over this trust that we have received from our elders to the next generations in the most correct way, is to use what we have efficiently.

In this study, what energy efficiency is and the related concepts are explained, the energy situation in the world and in Turkey and the increasing energy demand every

year are mentioned. It has been mentioned what has been done and what can be done to satisfy this demand in the most economical and environmentally friendly way. These measures are explained by categorizing them as those that people can do at home, greenhouses and industrial areas, and then it is mentioned how the energy produced can be stored more efficiently and without loss. Examples of the steps taken by the public so far are given, and finally, suggestions are made about how energy can be used more efficiently.

Key Words: *Energy, Efficiency, Energy Efficiency, Energy Saving, Sustainable Development*

GİRİŞ

1. DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE ENERJİ TALEBİ

Dünyada artan nüfus, sanayi gelişimi, bölgesel değişiklikler, ekonomik ve teknolojik büyümeye paralel olarak enerji tüketimi ve ihtiyacı da artmaktadır. Aynı şekilde önümüzdeki yıllarda da artması kaçınılmazdır. Enerji talebindeki bu artışın gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde farklı seyredeceği beklenmektedir. 1990'lı yıllardan itibaren gelişmekte olan ülkelerin enerji talebinde büyük bir artış gözlemlenirken gelişmiş ülkelerde ise enerji talebindeki artışın yavaşladığı gözlemlenmiştir. Üyelerinin büyük bir çoğunluğu ekonomik olarak gelişmiş ülke olarak değerlendirilen Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD)'ne üye olan ülkelerde önümüzdeki 20 yıl içerisinde %17'ye varan bir enerji talep artışı beklenirken OECD dışı ülkelerde bu oranın %90 olması beklenmesi de bunu kanıtlar. (Aydın, 2016)

Çizelge 1. Dünyada Birincil Enerji Kaynaklarının Tüketimi **(Mtep).**(Yılmaz, 2012)

	1980		1990		2000		2011		2035	
Kaynak türü	Mtep	%	Mtep	%	Mtep	%	Mtep	%	Mtep	%
Petrol	3.107	43	3.230	37	3.649	36,4	4.130	31,5	5.053	27
Kömür	1.788	24,8	2.331	25	2.295	22,9	3.776	28,8	5.523	30
Doğalgaz	1.235	17	1.668	19	2.088	20,8	2.793	21,3	4.380	23
Nükleer	186	2,6	526	6	675	6,7	669	5,1	1.019	5
Hidrolik	148	2,1	184	2	225	2,3	301	2,3	460	2
Biyokütle	748	10,4	903	10	1.045	10,4	1.313	10	1.741	9
Diğer yenilenebilir	12	0,1	36	0,4	55	0,5	131	1	501	3
Toplam	7.224	100	8.779	100	10.034	100	13.113	100	18.676	100

Dünya genelinde mevcut olan bu enerji talebi Türkiye'de de oldukça yüksektir. 1990

yılında Türkiye'nin enerji talebinin 52,5 milyon TEP (Ton eşdeğer petrol) olduğu görülürken 2018 yılında bu oran 143,7 milyon TEP olmuştur. Yerli üretimin ise bu ihtiyacı karşılayamayacak kadar az olduğu görülmüştür. Buna kanıt olarak 1990 yılında yerli üretim 25,1 milyon TEP ile talebin %47,9'unu karşılayabiliyor iken 2018 yılında 39,7 milyon TEP ile talebin sadece %27,6'sını karşılayabildiği görülmüştür.

Çizelge 2. Türkiye'nin Genel Enerji Dengesi (TMMOB Makina Mühendisleri Odası, 2020).

					Değişim	Değişim	
	1990	2002	2017	2018	1990-2018	2002-2018	
Toplam Enerji Talebi (Milyon TEP)	52,5	77,1	145,3	143,7	%173,8	%86,4	↑
Toplam Yerli Üretim (Milyon Tep)	25,1	24,4	35,4	39,7	%57,8	%62,4	↑
Toplam Enerji İthalatı	30,7	57,2	124,4	115,8	%277,6	%102,6	↑
Yerli Üretimin Talebi Karşılama Oranı (%)	%47,9	%31,7	%24,3	%27,6	-%42,4	-%12,9	↓

Yukarıdaki istatistiklerden de anlaşılacağı gibi Türkiye enerjide büyük oranda dışa bağımlıdır. Geçtiğimiz yıllarda enerji üretimi artmış fakat enerji talebinin hızlı yükselişini yakalayamamıştır. Türkiye; yenilenemez enerji kaynaklarının eksikliği ve sahip olduğu yenilenebilir enerji kaynaklarını da iyi kullanılamamasından kaynaklı olarak büyük ölçüde ithalat ile enerji ihtiyacını karşılar durumdadır ve bu durum ülke ekonomisine büyük ölçüde zarar vermektedir. Bu olumsuz durumun değişmesi de enerji verimliliğinin sağlanmasından, sahip olduğu kaynakları daha verimli kullanılmasından geçmektedir.

Bu çalışmada Türkiye'nin enerji verimliliğini iyileştirmek için yaptığı çalışmalar derlenmiş, enerji verimliliğini artırmak için başka neler yapabileceğinden bahsedilmiştir.

2. TÜRKİYE'DE ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ İYİLEŞTİRME STRATEJİLERİ

Gelişmekte olan ülkemizde teknolojik dönüşüm, sanayileşme, yaşam standartlarının yükselmesi ve artan nüfusla birlikte her yıl daha fazla enerji kullanmak zorunda kalınmaktadır.

Enerji kaynakları açısından dışa bağımlı ve kısıtlı imkanlara sahip olan ülkemizde enerjinin uygun fiyata, güvenilir ve çevreye zararsız bir şekilde kullanılmasının temel hedef olması gerekmektedir. Enerjinin verimli kullanılması bu hedefi gerçekleştirmek için uygulanması gereken en etkili önlemdir.

Enerji verimliliği stratejileri planlanırken ve uygulanırken ülkemiz tarafından Mayıs 2008'de kabul edilen Kyoto Protokolü de göz önüne alınmalıdır. Yapılan çalışmalarda asıl amaç en temiz ve verimli enerjiyi üretmek ve insanlara ulaştırmak olmalıdır.

Enerjinin verimli kullanılmasının sağlanması, enerji verimliliğini artıracak programların ve sistemlerin geliştirilmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünü hafifletmesi ve enerji verimliliği hakkında toplumda bilinç oluşturulması açısından 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu, Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. (İşler, 2009)

2.1. Enerji Verimliliğinde Kamuoyunun Bilincinin Oluşturulması

Her zaman olduğu gibi enerji verimliliğinin sağlanmasında da halkın bilinçlendirilmesi büyük önem arz etmektedir. Özellikle de öğrencileri ve mesleki eğitim öğrencilerini bilinçlendirmek, daha sonraki nesillerin bir iş yaparken verimliliğe daha çok dikkat etmesini sağlayacaktır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve Enerji Verimliliği Derneğinin 2019'da ortak yürüttüğü anket çalışmasına göre kamuoyunun "Enerji Verimliliği Bilinç Endeksi"nde değer 0-200 arasından 157,7 olduğu ve bunun orta üst seviyede bilinç düzeyine tekabul ettiği tespit edilmiştir. Yapılan Enerji Verimliliği Davranış Endeksinde ise 137,5 ile orta alt seviyede bilinç oranı tespit edilirken, Enerji Verimliliği Bilgi Endeksinde 177,9 ile yüksek-alt seviyede olduğu tespit edilmektedir. Sahip olunan bilginin davranışa dönüş oranı ise %54,3 olarak hesaplamıştır. (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2022)

02/12/2021 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanan 26510 Sayılı Enerji Verimliliği kanunu ile her yılın ocak ayının ikinci haftası enerji verimliliği haftası ilan edilmiştir. Enerji Verimliliği Haftasında Tüik Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, Milli Eğitim Bakanlığı, Meslek Odaları ve Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği'nin çalışmaları ile toplumu enerjiyi daha verimli kullanması yönünde bilinçlendirmek için çeşitli etkinlikler düzenlenmektedir. (Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, 2022)

Ayrıca Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve Milli Eğitim Bakanlığı her sene ilkokul, ortaokul ve lise öğrencileri arasında resim öykü yarışmaları düzenlemektedir. Bunun yanında Enerji Verimli Endüstriyel Tesis (EVET) Yarışmaları ve Lise Öğrencileri Arasında Enerji Verimliliği Proje Yarışması düzenlenmektedir. Her sene yarışmalarda dereceye giren öğrencilerin ödülleri Enerji Verimliliği Forum ve Fuarında verilmektedir. (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2022)

2.2. Enerji Verimliliğini Sağlamak İçin Evlerde Alınması Gereken Önlemler

Enerji verimliliğinin en iyi şekilde sağlanması için devletlerin alması gereken önlemler olduğu gibi bireylerin de kendi yaşantılarında alması gereken önlemler vardır. Bireyin kendi evinde alabileceği basit önlemlerle enerji verimliliği sağlanabilir, konfor kısıtlanmadan daha az enerji kullanılması sağlanabilir. Bu önlemlerin alınması aynı zamanda daha az enerji kullanımından kaynaklı olarak fatura tutarlarını düşürecek ve aile ekonomisine katkı sağlayacaktır.

Evlerde tüketilen enerjinin büyük bir kısmını ısınma ihtiyaçları kapsamaktadır. Öyle ki normal bir evin bir aylık toplam faturasının %45'ini ısınma ve soğutma işlemlerinde harcanan enerji kapsamaktadır. Binalarda enerji verimliliğinin sağlanması için içeride var olan ısının en iyi şekilde muhafaza edilmesi gerekmektedir ki bu da ısı yalıtımından geçer. Tipik bir binada %6'sı döşemelerden, %7'si çatıdan, %17'si kapılardan ve %40'ı dış duvarlardan kaynaklı olmak üzere büyük oranda ısı kaybı yaşanmaktadır. Doğru yalıtım yapılmasıyla %50'ye varan enerji tasarrufu sağlanabilir ve yaşanan bu kayıp büyük oranda azaltılabilir. (Türkiye Cumhuriyeti Yıldırım Kaymakamlığı, 2022)Evlerimizde basit ve ekonomik yöntemlerle önlemler alarak yaşanan bu kaybı azaltmak ve aile bütçemize katkı sağlayabileceğimiz bazı uygulamalar şunlardır:

- Binalarınıza ısı yalıtımı yapın.
- Bu konuda yetkin kişilerden yardım alın.
- Ev seçiminde enerji verimliliği sağlayan binalar tercih edilmelidir. Başta pahalı gelecek olsa bile daha sonra tasarruf sağlanacağı için aslında karlı bir yatırımdır.
- Isı yalıtımı sağlayan camlar kullanın. 12 mm çift katlı camlar kullanılması enerji kaybını %50'ye kadar azaltabilir. Low-e camların kullanılması ise bu kayıp oranını daha da azaltacaktır. Camlar yoluyla yaşanan ısı kayıpları pencere boşluklarının yalıtım bantlarıyla kapatılması, kuzey yönüne bakan pencerelerin kış aylarında perde ya da panjurla kapatılması, radyatörlerin önlerinin herhangi bir şekilde kapatılıp ısı akışının engellenmemesi gibi önlemlerle de engellenebilir.
- Radyatör sıcaklığını kontrol etmeye yarayan termostatik vanaların kullanılması yılda %15-20 oranında tasarruf sağlayacaktır.
- Su ısıtıcılar ve kaloriferler gibi ısıtma araçlarının boru, kazan vb. bölümlerinde gerekli yalıtımın yapılması enerji kullanımını azaltacaktır.
- Mekanlardaki ortalama sıcaklığın 1 derece azaltılması enerji tüketiminin %6 oranında azalmasını sağlayacaktır. Uygun olan sıcaklık oturma odalarının sıcaklığının 19-21 derece, yatak odalarının ise 16-18 derece arasında tutulmasıdır. (T.C. Yıldırım Kaymakamlığı, 2022)

Mekân aydınlatılması da enerji verimliliğinin sağlanmasında önem arz etmektedir. Aydınlatmada dikkat edilmesi gereken birkaç husus vardır. Öncelikle aydınlatılacak alanın mimari ve işlevsel özelliklerinin incelenmesi, ışığın en etkili şekilde kullanılacağı şekilde binanın tasarlanması gerekir. Aydınlatma malzemesi olarak klasik ampuller yerine LED lambalar kullanılması gerekmektedir. Bir 20W 'lık MR16 halojen ampul yerine, üç beyaz LED şerit yerleştirerek hemen hemen aynı ışık yoğunluğunu elde etmek mümkündür. Bu sebepten ötürü aydınlatmada enerji verimliliğini sağlamak açısından klasik ampuller yerine yaşam alanlarımızda LED ışıklar ve floresan lambalara yer vermemiz gerekmektedir. (Gençoğlu ve Özbay, 2007)

- Buzdolabının 5 derece derin dondurucunun ise -18 derecede tutulması, buzdolabı ile fırın ve ocak gibi ısı yayan mutfak eşyalarının birbirinden uzak tutulması ve buzdolabının çevresinde yaklaşık 10 cm boşluk bırakılması ile havanın çevresinde bulunup ortamın ısınmasını sağlamak gibi önlemler de mutfakta enerji verimliliğini arttıracaktır.
- Çamaşır ve bulaşık makinelerinin tam kapasitede çalıştırılması ve ailedeki bulaşık ve çamaşır yıkama ihtiyacına göre seçilmesi gerekmektedir. Ütü ile işimiz bitmeden bir süre önce fişini çekerek mevcut olan ısı ile daha fazla enerji kullanmadan işimizi bitirebiliriz. (T.C. Yıldırım Kaymakamlığı, 2022)

2.2.1. Bina Yönetim Sistemi (BYS)

Bina Yönetim Sistemi (BYS), bina çapında otomasyon, HVAC (Heating Ventilating and Air Conditioning) izleme ve kontrolü, aydınlatma ve bir ve aydınlatma zamanlayıcı ile açılıp kapanabilmektedir.

Bina yönetim sistemi; havalandırma, aydınlatma, güvenlik, yangın algılama ve söndürme, soğutma, ısıtma, enerji dağıtımı ve izleme vs. gibi sistemleri tek merkezde izleyebilen, yönetme ve kumanda işlemlerini binaya göre gerçekleştirebilen bir sistemdir. Günümüzdeki binalarda Bina Yönetim Sistemi; binanın işletmesi, yönetilmesi ve bakımındaki kolaylıkları enerji tasarrufu potansiyeli ile son derece elverişli bir sistemdir. BYS'nin amacı; en rahat koşulları en az maliyetle gerçekleştirilmektedir. (Hepbaşlı, 2009)

2.3. Farklı Sektörlerde Enerji Verimliliğinin Önemi ve İyileştirme Stratejileri

Enerjiyi hayatımızın her alanında kullanmaktayız. Yaşamımızın merkezine bulunan beslenme, elektrik, ulaşım vb. pek çok alanda hizmeti sağlamak için enerjiye ihtiyaç duyuluyor. İhtiyaç duyulan bu enerjiyi daha ekonomik, güvenilir ve çevreye zararsız bir şekilde kullanmak için farklı sektörlerde ihtiyaç duyulan enerjiyi verimli hale

getirecek çalışmalar, yöntemler geliştirmeliyiz.

Halihazırda ülkemizde enerji verimliliğini artırmak için kullanılan birtakım yöntemleri daha yaygın hale getirmek konusunda kararlı davranmak gerekmektedir. Günlük hayatımızda büyük önem teşkil eden bazı sektörlerde yapılan ve yapılması halinde enerji verimliliğini artırmaya yardımcı olacak uygulama ve önlemlerin bazıları aşağıda örneklendirilmiştir. (İşler, 2009)

2.3.1. Seralarda Enerji Verimliliğinin Artırılması

Ülkemizde nüfusun hızla artması ve tarım arazilerinin son sınıra ulaşması verimi artırıcı önlemlerin alınmasını gerektirmektedir. Bu önlemler içinde sebze ve meyvelerin kontrollü ortamlarda (seralarda) ve maliyeti düşük olarak yetiştirilmesi de bulunmaktadır. Seralarda enerji verimliliğini artırma yönünde dikkat edilmesi gereken faktörler şöyle sıralanabilir:

- Örtü malzemesi seçimi ve yalıtımı
- Isı perdeleri
- Isıtma sistemi
- Isıtma kazanının seçimi
- İklimlendirme (Otomasyon)
- Uygun ölçüm algılayıcılarının kullanılması olarak sıralanmaktadır.
- Bu etkenler göz önünde bulundurulduğu zaman seralarda enerji verimliliğini artırma konusunda olumlu adımlar atılmış olunur. (Baytorun ve Gügercin, 2015)

2.3.2 Ulaşımda Enerji Verimliliğinin Artırılması

Ülkemizde ulaşım için harcanan enerji toplam harcamanın neredeyse %20'sini kaplamaktadır. Ulaştırma sektöründe harcanan enerjinin neredeyse %90-95'inin petrol olduğu ve petrol sektöründe ağırlıklı olarak dışa bağımlı olduğumuz için bu ulaşımda enerji verimliliği ülke ekonomisi için büyük önem arz etmektedir.

Ulaştırma sektöründe yaşanan enerji kaybı ulaşımda toplu taşımanın yaygınlaştırılması ve şehir planlamacılığı ile uzun vadeli olarak çözülebilir. Ulaşımda enerji verimliliğinin sağlanması için herhangi bir vatandaşın günlük hayata geçirebileceği bazı davranış ve alışkanlıklar şu şekilde sıralanabilir:

- Aracın motor hava filtresinin düzenli aralıklarla değiştirilmesi. Aracın egzoz gazı ölçümlerinin düzenli aralıklarla yapılmalıdır.
- Lastik basıncının kontrol edilip, her zaman yeterli seviyede tutulmalıdır. Aracın lastik basıncının düşük olması yakıt tüketiminin artmasına neden olmaktadır. Ek olarak lastik seçiminde radyal lastik kullanılması özellikle otobanlarda olmak

üzere şehir içi kullanımda enerji verimliliği sağlamaya yardım edecektir.

- Yolculuklarda genel olarak toplu taşıma kullanılmalıdır. Bu önlem tek bir taşıtın kullandığı enerjiyle daha çok kişinin taşınmasına neden olmaktadır. İş yerine giderken iş arkadaşlarıyla toplu olarak gitmek de benzer bir önlem sayılabilir.
- Aracın hızının genel olarak 35-95 km/saat olarak minimize edilmesi gerekmektedir. Bu sayede hem yakıt tüketimi hem de çevreye salınan kir azaltılmış olunur.
- Motorunuzu uzun beklemelerde durdurun. Camları yalnızca hava akımının sağlanabileceği seviyede açın.
- Aracın yakıt seçiminde firmanın önerilerini dikkate alın. Deponuzu çok fazla doldurmayın aksi halde yakıtın sızması ya da buharlaşması gibi durumlar ortaya çıkabilir.
- Mevsime uygun motor yağı kullanın. Yağ filtresinin de motor yağı değişimi sırasında değiştirilmesi gerektiğini unutmayın.
- Aracınızın bakımlarını düzenli olarak yaptırın. Ulaşımda yaşı genç araçları tercih edin. Aynı model ve sıfır kilometre olan bir araç, beş yıldır kullanılana göre daha az yakıt tüketecektir. (Türkiye Cumhuriyeti Yıldırım Kaymakamlığı, 2022)

2.3.3. Sanayide Enerji Verimliliğinin Artırılması

Uluslararası rekabette büyük bir önem teşkil eden sanayide enerji verimliliğini sağlamak için; kapasite kullanımı, endüstriyel süreçler, yeni teknolojiler, iklim şartları ve çevresel etkiler, yalıtım gibi alanlarda çalışmalar yapılmaktadır. Sanayide enerji verimliliğini artırmak için alınabilecek önlemlerden bazıları şunlardır:

- Floresan ve cıva buharlı lambalar yerine yüksek basınçlı sodyum lambalar kullanılmalı.
- Kullanım dışında fırınları, motorları, egzoz fanlarını vb. Kapatılmalı.
- Tankların yalıtımını ve proses hatların kullanımı sağlanmalı
- Yalıtım yapılmalı
- Pompa ve fanlar frekans kontrolü ile işletilmeli
- Aydınlatma ve doğal havalandırma uygulamaları geliştirilmelidir. (Türkiye Cumhuriyeti Yıldırım Kaymakamlığı, 2022)

2.3.4. Elektrik Santrallerinde Enerji Verimliliğinin Artırılması

Bir ülke için elektrik enerjisi oldukça önem arz etmektedir. Elektrik hayatımızın her alanında kullandığımız çok önemli bir kaynaktır. Hassas cihazların yaygınlaşması ve ekonomik şartlar nedeniyle; elektrik enerjisinin güvenilir, kesintisiz, az maliyetli ve güç kalitesi konusunda oluşabilecek problemlerden arındırılmış olmalıdır.

"Türkiye'de elektrik enerjisine olan talebin dağılımı hizmet kuruluşlarında %47, sanayide %49 ve diğer sektörlerde %4 şeklindedir." Bu enerji talebinin olabilecek en verimli şekilde gerçekleştirilebilmesi için;

- Enerji verimliliği çalışmalarının artırılması ve bunun daha iyi ilerlemesi için teşviklerin yapılması
- Kaynak çeşitliliğine sahip yeni enerji üretim santrallerin kurulması veya olan santrallerin geliştirilmesi
- Ülkemizin ekonomik koşullarına, coğrafi ve jeopolitik olmak üzere konumuna ve enerji sektörünün mevcut yapısına ve enerji kaynaklarına en uygun yasal düzenlemelerin, standartların ve enerji politikasının hayata geçirilmesi gibi önlemler ve düzenlemeler önem arz etmektedir. Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE) tarafından gerçekleştirilen, enerjinin daha verimli kullanımıyla ilgili çalışmalar sonucunda, ülkemizde, sanayi, ticari işletme, ulaştırma ve bina sektörlerinde %20-50 oranında enerji tasarrufu potansiyeli tespit edilmiştir. Aşağıdaki tablo (Tablo-3) çeşitli tüketici gruplarının ve sektörlerin tasarruf potansiyellerini göstermektedir.

Tablo 3. Çeşitli Tüketici Grupların Tasarruf Potansiyelleri (Meral ve ark. 2009).

Tüketici	Tasarruf Potansiyeli
Ulaştırma sektörü	%15-20
Büro binası	%30-40
Otel ve restaurantlar	%20-25
Alışveriş merkezleri	%20-25
Çimento sanayi	%30-35
Demir çelik sanayi	%35-40
Ağaç işleme sanayi	%25-35
Gıda sanayi	%20-25
Deri sanayi	%20-25
Tekstil sanayi	%30-35
Küçük atölyeler	%15-25
Konutlar	%15-20

Elektrik enerjisi dağıtımında kayıp ve kaçaklar oldukça fazladır ve her geçen gün daha da artmaktadır. Bunun sebebi ise bu alanda yatırım yapılmaması ya da yeterli kadar yapılmaması ve bakım-onarım çalışmalarının belirli bir sistematik içerisinde olmamasıdır.

Elektrik dağıtım şebekeleri yenilenerek kayıpların azaltılması konuları öncelikle ele

alınmalı, enerji tasarrufu ve verimliliği politikaları geliştirilerek uygulanmalıdır olan uygulamalar ise hızla devam ettirilmelidir.

Uygulanacak olan ulusal verimlilik programları ve 18.04.2007 tarihli Enerji Verimliliği Kanununun önerdiği enerji verimliliği politikaları göz önünde bulundurularak, ülkemiz kayıp ve kaçak enerji miktarının gelişmiş ülkeler seviyesine düşürülmesi gerekmektedir. "Bu amaçla gerçekleştirilmekte olan en önemli projelerden biri Güç Kalitesi Milli Projesidir (Güç Kalitesi, 2008)." Bu projeyle;

- Türkiye Elektrik İletim Sistemi'nde IEC 61000-4-30 'Electromagnetic Compatibility (EMC); Testing and Measurement Techniques - Power Quality Measurement Methods' standardında tanımlanan Güç Kalitesi bileşenlerini sürdürülebilir bir biçimde izlemeyi mümkün kılacak ilke, yaklaşım, donanım ve yazılım gereksinimlerini belirleyip buna uygun geliştirme çalışmalarının yapılması,
- 31.12.2003 tarihli Elektrik Piyasası Şebeke Yönetmeliği ve 10.11.2004 tarihli Elektrik İletim Sistemi Arz Güvenilirliği ve Kalitesi Yönetmeliği (EPDK) hükümlerinin TEİAŞ tarafından aşamalı bir biçimde uygulanabilirlik düzeyinin arttırılması,
- Türkiye'nin ileriki dönemlerde ihtiyaç duyacağı nitelikli eleman potansiyelinin artmasına önemli bir ölçüde katkıda bulunması hedeflenmiştir.
- İletim ve dağıtım hatlarında meydana gelen hat kopması, kesici açması, faz-toprak kısa devre ve faz-faz kısa devre hatalarından dolayı oluşan gerilim düşümleri, yükselimleri ve dengesizlikleri son kullanıcılara maddi kayba ve işgücü kaybına yol açmaktadır. Dağıtım şebekelerinin yenilenmesi ve rutin bakımlarının düzenli yapılması zaruri bir hal almıştır.
- Ülkemizde elektrik kalitesi ile ilgili kapsamlı bir ulusal standart oluşturulmalı ve bu sektörde cihazlar buna göre denetlenmelidir. Bununla beraber yerinde üretim ile %7–8 olan iletim ve dağıtım kayıplarının da önüne geçilebilir.
- "Elektrik enerjisinin yerel olarak üretilip dağıtılması (Dağıtılmış Üretim) son yıllarda ABD'de yaşanan ve dünyanın Türkiye dahil başka bölgelerinde yaşanması olası çok büyük bölgeleri etkileyen sistem çökmelerini azaltıcı yönde olacaktır." Bu yüzden Dağıtılmış Üretimin gelecek üretim sistemleri içerisinde önemli bir noktada yer alması beklenmektedir. Bazı araştırma merkezlerinin beklentileri, 2010 yılında elektrik enerjisi üretiminin %25-30'unun Dağıtılmış Üretim olacağı yönündeydi. Enerji kaynaklarının daha etkin kullanılması ile enerji yatırım maliyetlerinin düşürülmesi sağlanacağı gibi, üretimin çevreye olan olumsuz etkilerinin de azaltılması mümkün olacağı yönündedir. (Meral, Teke ve Tümay, 2009)

2.4. Enerjinin Depolanması

Hayatımızın her alanında ihtiyaç duyduğumuz enerjiyi istediğimiz yerde ve zamanda kullanmak isteriz. Bu isteği gerçekleştirmek kullandığımız enerji kaynaklarını depolamaktan geçer. Artan nüfus ve sanayileşmeden dolayı yükselen enerji talebini elimizdeki kısıtlı kaynaklarla karşılamaya çalışmaktayız. Bu durum bizlere elimizdeki kaynaklardan daha verimli bir şekilde yararlanmamız gerektiğini hatırlatmaktadır. Enerjinin üretildikten sonra insanlara ulaştırılması için depolama yapılması şarttır. Enerji serüveninin önemli bir bölümü olan depolamada ise en verimli yöntemleri tercih etmek şüphesiz ülke ekonomimizi ve dünyanın ekosistemini olumlu etkileyecektir. (Kozak, M., ve Kozak, Ş., 2012)

Ülkemizin fosil yakıtlar bakımından dışa bağımlılığı da düşünüldüğünde, enerji depolama ile sağlanacak enerji tasarrufunun ülke ekonomisine de ciddi katkılar sağlayacağı aşikârdır. Enerji depolama konusundaki çalışmalar yalnızca bizim gibi enerji ihtiyacında dışa bağımlı ülkelerde değil, çok sayıda gelişmiş ülkelerde de rağbet görmektedir (Sarı, 2011).

Enerjiyi depolayabileceğimiz birçok tür bulunmaktadır. Bu türlere: kimyasal depolama, yerçekimi potansiyel enerjisi, potansiyel enerji, kinetik enerji, biyolojik depolama örnek verilebilir. (Boztepe, 2006)

2.4.1. Enerjinin Depolanmasında Hidrojen Enerjisi

Hidrojen evrende en çok bulunan gaz olup yakıt hücreleri üzerinde çalışan bir elementtir. Kokusu ve rengi yoktur. Doğal bir enerji kaynağı olmamakla birlikte birincil enerji kaynaklarından üretilebilmektedir. Hidrojen gelecekte temiz enerji sistemlerinde kullanmamız için uygun bir gazdır. Hidrojen gazının kullanılmaya başlanması ile fosil yakıtların kullanımı azalacak ve gelecek kuşaklara daha temiz bir dünya bırakmamıza yardımcı olacaktır.

Hidrojen yanıcı bir gaz olduğu için depolanmasında titiz davranmak gerekmektedir. Ayrıca taşıtlarda yakıt olarak kullanılması için depolamanın hafif olması gerektiği de göz önüne alınmalıdır.

Hidrojen, gaz ve sıvı olarak tanklarda depo olabilmektedir. Bunun yanı sıra kimyasal olarak hidrür (Hidrojen ile başka bir elementin meydana getirdiği bileşik) şekilde fiziksel olarak ise nanotüplerde depo olabilmektedir. Hidrojen gazı birçok avantaja sahip bir gazdır. Bu avantajlar şu şekilde sıralanabilir:

Hidrojen fosil yakıtlardan %29 daha verimlidir. Son kullanımında kullanılacak enerji şekline dönüştüğünde en yüksek verime sahip olmaktadır. Bunun sonucunda hidrojenin birincil enerji kaynaklarını koruduğu yorumunu yapabiliriz.

Hidrojen diğer gazlara göre depolanma sırasında güvenlik önlemleri alınmasını ge-

rektirmesine rağmen diğer enerji kaynaklarına göre daha güvenlidir.

Hidrojen elektrik kullanarak üretebilir ve yüksek verimle elektriğe dönüştürülebilir

Hidrojen solar enerjiden ya da elektrikten üretildiğinde depolanırken veya taşınırken son durumda kirletici üretmez ve çevreye zararlı herhangi bir maddesi yoktur.(Ün, 2003; Veziroğlu & Noyan 2006)

Bu olumlu yönleri neticesinde enerjiyi depolarken, hidrojen enerjisine de yer vermemiz gerektiği kanısına varıyoruz.

2.5. Kamunun Enerjide Verimliliği Sağlayabilmek Adına Attığı Adımlar

Enerji verimliliğini sağlamayı sadece kişilerin bireysel önlemler almasında beklemek doğru olmaz. Kişilerin bireysel aldıkları küçük önlemler olduğu devletlerin de alması gereken daha büyük çaplı kararlar ve önlemler olmalıdır. Devletin aldığı bu önlemler tasarruf arttırmada, kayıp ve kaçakları azaltmada, işletmelerin enerji alanındaki maliyetlerini azaltma, bireylerin enerjiyi en verimli şekilde nasıl kullanacakları konusunda bilinçlendirmede, ülkenin enerji giderlerini düşürüp ithal enerjiden yerli enerjiye geçme konusunda etkili olmalıdır. Hükümetler kendi ülkelerinin kalkınması için bu saydığımız sonuçları ortaya çıkaracak nedenler oluşturması, bu konuda kanunlar, yasaklar, yatırımlar ve bilinçlendirme aktiviteleri kısaca ellerinden ne geliyorsa yapmaları gerekmektedir.

Son dönemde enerji verimliliği kavramı ülkelerin sürdürülebilir kalkınma politikalarında büyük öneme sahiptir. Hatta enerji verimliliği ve onun takiben enerji tasarrufu kavramları ulusal hedeflerden çıkıp uluslararası, ortak stratejilere dönmüştür.

Aşağıda Türkiye'nin ulusal olarak hazırladığı enerji verimliliği ve enerji tasarrufu konulu başlıca düzenlemeler, plan, belge, yönetmelik ve kanunlardan birkaçına yer verilmiştir:

5627 sayılı "Enerji Verimliliği Kanunu" 2 Mayıs 2007 tarihinde Resmi Gazete'de yayınlanmıştır. Türkiye'nin enerji verimliliği konusunda daha önce büyük bir strateji ve plan eksikliği ne sahip olduğu göz önüne alınarak bakıldığında atılan bu adım ülkemiz için çok olumlu bir girişimdir. Enerjinin üretiminden hanelere ulaştırılmasına kadarki aşamalarda enerji verimliliğini arttırılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına teşvik edilmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi, enerjinin nasıl daha verimli kullanılabileceği konusunda toplumda bilinç oluşturulması gibi amaçları vardır. (Koçaslan, 2014).

Enerji Verimliliği Kanunu ile birlikte Enerji Verimliliği Koordinasyon Kurulu (E.V.K.K.) tüm ilgili kuruluşların katılımıyla kurulmuştur.

Binalarda Performans Yönetmeliği ve Enerji Verimliliği Kanunu ile birlikte yeni ya-

pılan binaların ruhsat işlemlerinde "Enerji Kimlik Belgesi" istenmeye başlanmıştır. Bu uygulama ile %40 oranında enerji tüketim azalışı ve enerjide yaşanan kaybın da %16 oranında azalması beklenmektedir. Bu uygulamanın yürürlüğe girmesiyle birlikte binaların enerji sınıfı binanın değerinin belirlenmesinde göz önüne alınacak ve yine binaların enerji sınıflarına göre vergi işlemleri yapılacaktır.

"Türkiye Enerji Verimliliği Strateji Belgesi" şu ana kadar ülkemizin enerji verimliliği yol haritasının hazırlanmış en kapsamlı özet çalışması olarak kabul edilebilir. 25 Şubat 2012'de Resmi Gazete'de yayınlanan 'enerji verimliliği strateji belgesi' 2012 ila 2023 yıllarını kapsamaktadır. Bu çalışma karbon salınımını azaltmak, enerjinin üretim ve tüketimindeki tüm evrelerde enerjiyi en verimli şekilde kullanabilmek, çevre dostu ve sürdürülebilir kaynaklardan enerji üreten binaları yaygınlaştırmak gibi amaçlara sahiptir. Bu amaçları hayata geçirecek sivil toplum kuruluşları ve kamu kuruluşlarını ise Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı yerine Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (EVGM) denetleyecektir. (Doğan ve Yılankırkan, 2015) (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2010) (T.C Yıldırım Kaymakamlığı) (Resmi Gazete)

ÖNERİLER

Enerji verimliliği konusunda toplum bilinçlendirmeli, ev ve iş alanlarında verimlilik artırıcı stratejileri uygulamalıdır.

Enerji depolama faaliyetlerinin etkinliğini artırarak ve enerjiyi güvenilir ve çevreye zararsız bir şekilde nasıl depolanabileceği konusundaki araştırmalara destek sağlanmalıdır.

Enerjiyi verimli kullanmak için geliştirilen sistemlerde ya da gereçlerde kullanılan maddelerde verimlilik ve çevreye zarar vermemesi yönünde değerlendirilmelidir.

Enerji kullanarak çalışan araç ve gereçlerin enerjiyi verimli kullanıp kullanmaması hakkında belgelendirilip piyasa sunulmadan önce enerji sınıfı daha çok dikkate alınmalı ve bu konuda daha dikkatli davranmalıdır.

Evlerde enerji verimliliği konusunda daha fazla önlem alması sağlaması için televizyonda ve internette kamu spotu ve benzeri yollarla hane halkı bilinçlendirilebilir.

İlkokul seviyesinde öğrencilere ilgili derste enerji verimliliği konusunda bilinç aşılanması adına dersler verilmeli; gelecek nesillere erken yaşta bu konuda neler yapabilecekleri, yaşlarına uygun şekilde anlatılmalıdır.

KAYNAKÇA

AKGÜL, U. (2010). Sürdürülebilir kalkınma: Uygulamalı antropolojinin eylem alanı. Antropoloji, (24), 133-164.

AYDIN, M. (2016). Enerji verimliliğinin sürdürülebilir kalkınmadaki rolü: Türkiye örneği.

BAYTORUN, A. N., & Gügercin, Ö. (2015). Seralarda enerji verimliliğinin artırılması. Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 30(2), 125-136.

DOĞAN, H., & YILANIRKAN, N. (2015). Türkiye'nin enerji verimliliği potansiyeli ve projeksiyonu. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji, 3(1), 375-384.

EDAM İklim Eylem Kağıtları Serisi 2015/3Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı "2010–2014 Stratejik Planı", Ankara, 2010

HEPBAŞLI, (2009), "Sanayide Enerji Yönetim Programına Sistematik Yaklaşım", Tesisat Mühendisliği Dergisi.

https://enerji.mmo.org.tr/wp-content/uploads/2020/05/TurkiyeEnerjiSorunumuSunumu2020.pdf

https://www.enerji.gov.tr/

www.surdurulebilirkalkinma.gov

https://www.enver.org.tr

https://www.resmigazete.gov.tr/

http://www.solar-academy.com/menuis/Dunyada-ve-Turkiye-de-Enerji-Verimliligi.004951.pdf

https://www.tobb.org.tr/

http://www.yildirim.gov.tr/

İŞLER, T. (2009). Dünyada ve Türkiye'de Enerji Verimliliği. Ege Bölgesi Enerji Forumu, 12-13.

KOÇ, Erdem, & KAYA Kadir (2015). Enerji Kaynakları–Yenilenebilir Enerji Durumu. Mühendis ve Makina, 56(668), 36-47.

KOZAK, M., & KOZAK, Ş. (2012). Enerji depolama yöntemleri. Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi, 4(2), 17-29.

Meral, M. E., Ahmet, T., & Tümay, M. (2009). Elektrik tesislerinde enerji verimliliği. Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering, 14(1).

SARI, A., 2011, "Faz Değişimi Yoluyla Isıl Enerjinin Depolanması ve Bu Alanda Yapılan Çalışmalar", Kimya Lisans Öğrencileri Araştırma Projesi Çalıştayı, 20-28 Temmuz, Çanakkale.

SAHİN, VEDAT; Enerji Sektöründe Geleceğe Bakış (Arz, Talep ve Politikalar), TÜSİAD Yayınları, Yayın No:TÜSİAD-T/94, 11-168, İstanbul 1994, s.15.

ÜN, Ü. T., (2003), 21. Yüzyılın Enerjisi: Hidrojen. II. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu.

VEZİROĞLU, T. N., & NOYAN, Ö. F. 21. Yüzyılın Enerjisi: Hidrojen Enerji Sistemi. Türkiye 10. Enerji Kongresi. 26-30 Kasım 2006. İstanbul.

YILMAZ, M. (2012). Türkiye'nin enerji potansiyeli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi açısından önemi. Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi, 4(2), 33-54.

ÜSKÜDAR BELEDİYESİ

T.C. MİLLİ EĞİTİM BAKANLIĞI
ÜSKÜDAR İLÇE MİLLİ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ

GLS

GELECEK İÇİN SÖZ BİZDE