

Sürdürülebilir Gelecekte Yenilenebilir Enerjinin Rolü

*Ahsen SAÇLI**

Öz: Dünyadaki yaşamın sürdürülebilirliği söz konusu olunca çevresel değerler ve özellikle de enerji kaynakları gündeme gelmektedir. Dünya genelinde her alanda yaşanan değişimler, bilim ve teknolojiye gerçekleştirilen olağanüstü ilerlemeler ve hızlı nüfus artışı beraberinde enerji ihtiyacında da büyük artışları getirmektedir. Bu çerçevede küresel enerji ihtiyacı önemli oranda fosil yakıtların tüketilmesi ile karşılanmakta, doğal olarak bu da çevre sorunlarının devasa boyutlara ulaşmasına neden olmaktadır. Enerji talebinin çok fazla artmış olması, enerji arzının boyutlarını ve enerji kaynakları ile tüm bunların sürdürülebilirliğini gündeme getirmektedir. Doğal olarak burada da yenilenebilir enerji kaynakları kadar bu kaynakların üretimi, taşınması, tüketimi ve sürdürülebilirliği önem kazanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları olarak güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji, biyogaz enerjisi, hidrojen enerjisi, deniz orijinli enerji kaynakları gibi birçok kaynak sayılabilir. Sonuçta bu kaynakların sürdürülebilirliği ya da sürdürülebilirliğini sağlayacak teknolojiler, kaynakların var olmaları kadar büyük önem arz etmektedir. Sürdürülebilirlik hem bugünün ihtiyaçlarını hem de gelecek kuşakların ihtiyaçlarını karşılamak açısından önemli olduğu kadar, yaratılan ve yaratılacak olan çevre sorunlarının büyüklüğü açısından da önemlidir. Dolayısıyla bu kaynakların çeşitlendirilmesi, verimliliğinin artırılması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması, dünyadaki yaşamın da sürdürülebilirliği açısından gerek ve yeter şarttır. Bu çalışmada yaşamın en önemli kısmını kapsayan, aynı zamanda yaşamın sürdürülebilirliğini sağlayacak olan enerji kaynaklarından söz edilecektir.

* Doç. Dr., Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, ahsen.sacli@hbv.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5665-2855.

Makale Geliş Tarihi: 10.12.2024

Makale Kabul Tarihi: 06.01.2025

Burada asıl önem verilmesi gereken konunun enerjinin sürdürülebilirliği olması gerektiği vurgulanacaktır. Yenilenebilir enerji kaynakları ve bu kaynakların sürdürülebilirliğinden söz edilerek, enerji ve çevre kavramları arasındaki ilişki ile tüm bunların enerjinin sürdürülebilirliğinin üzerindeki etkileri incelenecektir. Çalışmada bu konunun literatür kaynakları ile çeşitli uluslararası enerji kuruluşlarının verilerinden yararlanılarak açıklanması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çevre, Enerji, Sürdürülebilirlik, Yenilenebilir Enerji, Sürdürülebilir Enerji.

The Role of Renewable Energy in a Sustainable Future

Abstract: *In considering the sustainability of life on Earth, the question of environmental values and, in particular, the availability of energy resources inevitably arises. The advent of transformative changes in every field across the globe, coupled with the remarkable advancements in science and technology and the rapid growth of the global population, has led to a significant surge in the demand for energy. In this context, fossil fuels play a significant role in meeting the global energy demand, which has resulted in the exacerbation of environmental issues. The increase in energy demand has brought the dimensions of energy supply and energy resources and their sustainability to the fore. It is evident that the production, transportation, consumption and sustainability of these resources assume greater significance alongside that of renewable energy resources. Renewable energy sources encompass a multitude of resources, including solar, wind, geothermal, biogas, hydrogen and marine-origin energy sources. Consequently, the technologies that will ensure the sustainability of these resources are as crucial as the very existence of the resources themselves. The concept of sustainability is of paramount importance in order to meet the needs of the present generation and those of future generations, as well as to address the magnitude of environmental problems that have been created and those that are yet to be created. It is therefore evident that diversification of these resources, increased efficiency and guaranteed sustainability are the fundamental prerequisites for the continued sustainability of life on Earth. This study will address the topic of energy resources, which play a pivotal role in sustaining life on Earth. It will emphasise that the main issue to be considered here is the sustainability of energy. Renewable energy sources and the sustainability of these sources will be mentioned and the relationship between the concepts of energy and the environment and the impact of all this on the sustainability of energy will be examined. It will also draw on literature sources and data from international energy organisations to explain this issue.*

Keywords: Environment, Energy, Sustainability, Renewable Energy, Sustainable Energy.

Giriş

Uygarlık tarihinin en önemli sorunu çevre ve enerjidir. Çevre doğayı, doğal kaynakları ve dünyada yaşamın sürdürülebilirliği konusundaki her şeyi kapsarken, aynı zamanda yaşamın sürdürülebilirliği de enerjinin varlığına bağlıdır. Yanı sıra çevre ile enerji arasındaki ilişki hem bağımlılık hem de zıtlıklar içermektedir. Örneğin su çevre için olmazsa olmaz önemde bir yaşam kaynağı olduğu kadar, ilk değirmenlerin keşfi ile birlikte enerji için de önemli bir kaynak olmuştur. Ancak konu hidroelektrik santrallere geldiğinde suyun kimyasal yapısı, akış alanı ve hızı ile etrafındaki flora-faunanın da değişmesine ve zarar görmesine yol açmaya başlayınca bu durum, çevre için de olumsuz bir yapıya dönüşmektedir.

21. yüzyıla gelindiğinde çevreye en az zarar verdiği bilinen enerji kaynaklarının dahi çok çeşitli zararları ortaya çıkabilmektedir. Mevcut durumda doğanın bir kaynağı olan fosil yakıtların enerji için öneminin karşısına doğaya ya da çevreye verdiği geri döndürülemez zararlar konulduğunda, fosil yakıtların yarattığı sorunların sonucunda yaşamın sürdürülebilirliğinin tehlikeye girdiğini belirtmek abartılı olmayacaktır. Dolayısıyla dünyadaki yaşamın sürdürülebilirliği için yeni enerji kaynaklarının bulunması zorunluluk arz etmektedir. Bununla birlikte fosil yakıtlar aynı zamanda yenilenemez enerji kaynaklarından oldukları için alternatif enerji kaynaklarının hem çevreye zarar vermemesi hem de en az fosil yakıtlar kadar güçlü bir enerji kaynağı olması gerekmektedir. Üstelik ekonomik anlamda da yaygın bir şekilde kullanılabilir olması önemlidir. Bu şekilde düşünüldüğünde oldukça yeni çalışmalar bulunmakla birlikte yaygın olarak kullanılan ve hala geliştirilmeye çalışılan güneş ve rüzgâr enerji sistemlerinden söz edilebilir. Hidroelektrik santraller yaygın olarak kullanılmakla birlikte hem kurulurken hem çalışırken hem de ömürleri bittiğinde ortaya çıkan durum o bölge için olumsuz şartlar doğurmaktadır. Jeotermal enerji kaynakları çok yaygın bulunmamakla birlikte kullanılabilir kaynaklardandır. Ancak bunun da aşırı kullanımı sonucunda yeraltı su kaynaklarına ve daha birçok şeye zarar verdiği açıktır. Biyokütle enerjisi organik maddelere dayalı bir kaynaktır. Atık organik maddeler, ağaç kaynaklı atıklar, tarımsal atıklar, biyoyakıtlar gibi malzemelerden üretilen biyokütle enerjisi, aynı zamanda biyoyakıt üretimini de sağlamaktadır. Bu konularda yürütülen birçok çalışma devam etmektedir. Ancak halen fosil yakıtlara gerçekten alternatif oluşturacak bir enerji kaynağı bulunmuş

değildir. Yanı sıra yaşamın sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla çevresel değerlerin korunması ve olabildiğince iyileştirilmesi de gerekmektedir. Asıl önemlisi dengeli ve gelecek kuşakları düşünerek kaynakların kullanılmasında, aşırı kullanımdan ve sonucunda gelen atık üretiminden vazgeçilmesidir. Ve bu konuda esas odaklanılması gereken nokta, fosil yakıtların kullanımını ortadan kaldırmaya bile en azından kullanımını minimize edebilecek yenilenebilir enerji kaynakları bulmak ve bununla ilgili teknolojileri geliştirmek, ayrıca bu kaynakların sürdürülebilirliğini sağlamak olmalıdır.

Bu çalışmanın oldukça geniş bir çerçevesi bulunan enerji konusunda olması bazı sınırlamaları zorunlu kılmaktadır. Yaklaşık olarak bütün enerji kaynaklarının doğadan elde edildiği bilinmektedir. Fakat nükleer enerjinin burada ayrıksı bir konumu vardır. Hammaddesi yine doğada bulunan radyoaktif elementlerin zenginleştirilmesi ile elde edilmekte olan bu enerji, üretilme aşamasından tüketilme aşamasına kadar çevresel ve yaşamsal olarak büyük risk taşıması nedeniyle sürdürülebilirlik açısından çok fazla tercih edilmemektedir. Zaten ekonomik açıdan da diğer enerji yatırımlarına göre oldukça yüksek maliyetlidir. Dolayısıyla burada nükleer enerji konusuna yer verilmemiştir. Çalışmada geçen kavramların açıklaması kısaca yapıldıktan sonra dünyadaki yenilenebilir enerji kaynaklarının birkaçı hakkında bilgi verilecektir. Özellikle dünyada en çok kullanılan güneş, rüzgâr, su enerjisi kaynaklarından kısaca söz edilecektir. Ek olarak Küresel Yenilenebilir Enerji Merkezinin de umut var kabul ettiği biyokütle (biyogaz, biyoyakıt) enerjisine de yer verilecektir. Daha sonra uluslararası kuruluşlar nezdinde yenilenebilir enerji ve enerjinin sürdürülebilirliği konusunda dünyadaki gelişmelerden söz edilecektir. Çalışmada fosil enerji kaynakları, ülkelerin enerji arzları ya da taleplerine yer verilmemiştir. Bu konulardan her birinin oldukça geniş bir çerçevede incelenmesi gerektiği için ayrı ayrı başka makalelerde ele alınmalıdır.

Kavramsal Çerçeve

Bu başlık altında çalışmada kullanılan ana kavramlar olan çevre, sürdürülebilirlik ve enerji konularından söz edilecektir. Ayrıca çevre sorunlarına da kısaca değinilecektir. Enerji kavramının çeşitleri hakkında bilgi verilecek, özellikle de çalışmanın başat konusu olan yenilenebilir enerji kaynaklarından bahsedilecektir.

Çevre Kavramı ve Çevre Sorunları

Çevre kavramının dünyanın gündemine gelmesi 1960'lı yılları bulmuştur. Bu yıllardan itibaren çevre kavramının kapsamı giderek genişlemiştir. Aynı zamanda alanlarına göre, tanımlar da çeşitlenmiştir. Dolayısıyla birçok çevre tanımı bulunmaktadır. Türk Dil Kurumu Sözlüğünde (TDK) çevre, “hayatın gelişmesinde etkili olan doğal, toplumsal, kültürel dış faktörlerin tümü” şeklinde açıklanmıştır. Kentbilim Terimleri Sözlüğünde ise çevre, “kişiyi etkileyen, özdeksel (maddi) ve tinsel (ruhsal, manevi) gelişmesini, biçimlenmesini ve yaşamını belirleyen, dirimbilimsel (biyolojik), iklimle ilgili ve toplumsal etkenlerin tümü” olarak tanımlanmaktadır (Keleş, 1998:33). Ayrıca belirtmek gerekir ki çevre kavramının tanımının içeriğinde artık, salt doğanın kirlenmesi ya da kaynakların yok edilmesi anlamındaki çevre sorunları değil, aynı zamanda her türlü konut, beslenme, yerleşim merkezleri, eğitim, çalışma hayatı, sosyal hayat gibi yaşama dair tüm problemlerle alakalı “yaşanabilirlik” (habitability) kavramı tercih edilmektedir (Keleş, Hamamcı, 1998:141). Bu çerçevede çevrenin en geniş anlamda tanımı 2872 sayılı T.C. Çevre Kanunu’nda görülmektedir. Kanunun 2. maddesinde çevre, “canlıların yaşamları boyunca ilişkilerini sürdürdükleri ve karşılıklı olarak etkileşim içinde buldukları biyolojik, fiziksel, sosyal, ekonomik ve kültürel ortam” şeklinde tanımlanmaktadır (Resmî Gazete, 1983). Bu tanıma göre canlı ve cansız varlıklar ile canlı varlıkların bütün yaşamsal sürecini etkileyen her türlü faktör çevre kavramının içeriğinde yer almaktadır (Keleş, 2013:23). Özetle 21. yüzyılda çevre kavramı, canlı ya da cansız yaşama dair her şeyi kapsar hale gelmiştir.

Çevre kavramının çevre sorunları ile dünyanın gündemine geldiği de belirtilmelidir. Küresel anlamda çevre sorunlarının başlangıcı olarak 1970’li yıllar kabul edilse de ortaya çıkan bu sorunlar çok daha eski tarihlere uzanmaktadır. Susuzluk ve hijyen eksikliği nedeniyle salgın hastalıklar, hava kirliliği nedeniyle toplu ölümler, makineleri çalıştırmak amacıyla buhar elde etmek için ormanların yok edilmesi, kimyasalların aşırı kullanımı nedeniyle doğal yaşamın yok olma tehlikesi ya da türlerin yok olması gibi birçok problemle başlayan çevre sorunları, bilim ve teknolojiye ulaşılan olağanüstü gelişmelerle birlikte devasa büyüklüğe ulaşarak küresel gündemde yer almaya başlamıştır. Çevre sorunları büyüdükçe çeşitliliği ve derinliği giderek artmakta, yaygınlaşmakta ve gittikçe de çözülemeyecek boyutlara ulaşmaktadır. Yerel, ulusal, bölgesel,

küresel olmak üzere çeşitli düzeylerde görülen çevre sorunlarının başladığı değil, küresel anlamda dikkat çektiği zaman olarak 1970’li yılları göstermek daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Dolayısıyla çevre sorunları aniden ortaya çıkmış sorunlar değildir. Birikerek büyüyen ve derinleşen bu sorunların, nedenlerinden biri ve en önemlisi enerjidir. Yanı sıra bu problemlerin nüfus artışı, kentleşme, teknolojik gelişmeler, kimyasallar, tüketimin artması gibi farklı farklı pek çok nedeni bulunmaktadır. Çevre sorunları olarak da hava, su, toprak kirliliği başta olmak üzere ormansızlaşma, türlerin yok olması, biyolojik çeşitliliğin zarar görmesi, deniz kirliliğinin artması, kuraklık, çölleşme, iklim değişikliği, küresel ısınma, işsizlik, açlık, susuzluk, tüketim ve daha pek çok sorun sayılabilir. Sonuçta burada vurgulanması gereken nokta, çevre sorunlarının hem nitelik hem de nicelik olarak büyüklüğünün devasa boyutlara ulaşması neticesinde dünyadaki yaşamın sürdürülebilirliğinin tehlike altında olduğudur.

Sürdürülebilirlik Kavramı

Sürdürülebilirlik kavramı yalnızca çevre ve ekonomi alanında değil sosyal, kültürel, politik birçok alanda kullanılmaktadır. Bu çerçevede sürdürülebilirlik kavramının pek çok tanımı bulunmaktadır. Ancak ilk ve öncelikli olarak çevre ile ekonomi ilişkisinden doğan sürdürülebilirlik tanımı ile kavram küresel olarak bilinir hale gelmiştir. Kavramın ilk kullanıldığı yer hakkında çeşitli kaynaklarda farklı bilgiler bulunmaktadır. Özetle sürdürülebilirlik kavramı ekosistemlerin yaşam süreçlerini, işlevlerini, üretkenliğini devam ettirebilmek şeklinde tanımlanmaktadır (Chapin vd., 1996:1016-1037).

Dennis Pirages’in 1977 yılında yayınladığı “Sürdürülebilir Toplum” adlı eseri ile ilk defa gündeme gelen sürdürülebilirlik kavramı TDK Sözlüğünde “aynı düzey ve şekilde devam edebilme durumu” olarak tanımlanmaktadır. Bunun ardından Dennis Hayes’in 1978 yılında yayınladığı “Sürdürülebilir Topluma Doğru İlk Adımlar – Onarımlar, Yeniden Kullanım, Geri Kazanımlar” adlı eseri gelmiştir. Daha sonra çeşitli uluslararası bilim toplantılarında gündeme gelen kavramın çevre kavramı ile birlikte anılması ve çevre biliminde önemli bir konu haline gelmesi “Ortak Geleceğimiz” raporuyla olmuştur. Bu rapordan önce çevre kavramının bir hareket halini almasında önemli katkıları olan Roma Kulübü tarafından 1972 yılında yayınlanan “Büyümenin Sınırları” adlı raporda ekonomi, büyüme, kaynakların kıtlığı konularına yer verilmiştir. Büyümenin Sınırları raporu çok fazla tepki çekerken aynı zamanda bu konular üzerindeki tartışmaları

başlatması açısından da önemlidir. Bununla birlikte 1972 yılında gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler (BM) İnsan Çevresi Konferansı da (Stockholm Konferansı) çevre konusunun uluslararası alanda gündeme gelmesi ve pek çok ülkenin bilimsel ve kurumsal düzeyde bu konuları gündemine almasının başlangıcı olmuştur denilebilir. Çevre kavramı, ulusal ve uluslararası alanda tartışılır hale gelmesine rağmen kapitalist ekonomi açısından ortaya atılan bütün çevre sorunlarının ve çözüm önerilerinin geçerliliği bulunmaktadır. Daha sonra Ortak Geleceğimiz raporuyla gündeme gelen sürdürülebilirlik kavramı, ağırlıklı olarak sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde ele alınmaya başlanmıştır. Bu kavramı en başta çevreciler, sonra da muğlak bir kavram olarak görülmesi nedeniyle ekonomistlerin itirazları olmuştur. Sonrasında kavramın tartışılan yönleriyle birlikte, 1992 yılında Rio’da gerçekleştirilen BM Çevre ve Kalkınma Konferansında (Rio Konferansı) sürdürülebilirlik kavramı küresel olarak kabul edilmiş ve çevre ile ekonominin ilişkisi sürdürülebilir kalkınma bağlamında bir daha düşmemek üzere küresel gündeme gelmiştir. Bu Konferansın önemli çıktılarında biri olan “Gündem 21” bir çevre eylem planıdır ve kavramsal olarak dayandığı nokta da “sürdürülebilirlik” kavramıdır. Yine bu Konferanstan sonra “BM Sürdürülebilir Kalkınma Komisyonu” oluşturulmuştur (Tekeli, 2001:729-730). Ayrıca belirtmek gerekir ki “sürdürülebilir kalkınma” kavramı ilk defa Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği (IUNC) tarafından yayınlanan “Dünya Koruma Stratejisi” adlı raporda kullanılmıştır. Sürdürülebilir kalkınma kavramının tanımı ise yukarıda sözü edilen “Ortak Geleceğimiz” raporunda açıklanmıştır. Özetle 1983 yılında kurulan Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından hazırlanarak 1987 yılında yayınlanan Ortak Geleceğimiz raporu özellikle sürdürülebilirlik kavramı açısından önem arz etmektedir denilebilir. Burada ekonomi ve çevre bağlamında kullanılan sürdürülebilir kalkınma, kavram olarak açıklanmaktadır. Kısaca sürdürülebilir kalkınma, bugünün ihtiyaçlarını gelecek kuşakların ihtiyaçlarını karşılama imkanlarını ellerinden almadan karşılamak şeklinde tanımlanmaktadır (Keleş, Hamamcı, 1998:157). Çalışmanın konusu sürdürülebilir kalkınma olmadığı için burada sürdürülebilirlik kavramının küresel anlamda gündeme geldiği kavramı açıklamak bakımından kısaca yer verilmiştir.

Sürdürülebilirlik kavramı mevcutta bulunan kaynakların gelecek kuşaklara da kalacak ve yeterli olacak şekilde kullanılması anlamına gelmektedir. Dolayısıyla sürdürülebilirlik gelecek nesiller için bugünün insanlarına önemli

oranda sorumluluk yüklemektedir. Bu çerçevede sürdürülebilirlik kavramı iki ana ögeye dayanmaktadır. Bunlardan birincisi dünyada bulunan yenilenemeyen kaynakların optimum kullanılmasının sağlanması ya da yerine geçecek kaynakların bulunarak kullanılabilir hale getirilmesidir. İkincisi ise kaynakların doğanın kendini yenileme hızına uygun kullanılması ya da çevreye verdiği zararı minimize edecek şekilde kullanımının sağlanmasıdır (Peattie, 1999:133). Sonuç olarak her şeyin sürdürülebilirliğinden söz edilebilirken, burada öncelikle kaynakların optimum kullanımı ile zaman boyutu önem kazanmaktadır. Çalışmanın konusu gereği yenilenemeyen enerji kaynaklarının optimum kullanılmasından daha önemli olan, yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilirliğinin sağlanmasıdır. Özetle sürdürülebilir enerjinin geliştirilerek kullanılması, zamanla daha fazla önem arz eder hale gelmiştir.

Enerji

Enerji dünyadaki yaşamın sürdürülebilirliği açısından olmazsa olmaz bir olgudur. TDK Sözlüğünde enerji kavramı, “maddede var olan ve ısı, ışık biçiminde ortaya çıkan güç” olarak tanımlanmaktadır. Bu çerçevede dünya tarihi boyunca yalnızca insan için değil doğada bulunan her varlık için yaşamsal önemde olan enerji, çok çeşitli kaynaklardan elde edilmektedir. Enerji kaynaklarının varlığı ve yeterliliği aynı zamanda dünyadaki bilinen anlamda yaşamın sürdürülebilirliği ile de birebir ilgilidir. Ayrıca enerji, ulusal ve uluslararası politikanın en ciddi ve stratejik konularından biridir. Devletler ulusal enerji kaynaklarına sahipse ayrı, sahip değilse ayrı politikalar geliştirmek zorundadırlar. Aynı zamanda küresel enerji politikalarına uygun hareket ederek ve enerji güvenliğine dikkat ederek belli politikalar uygulamak zorunda kalmaktadırlar. Ancak bu bölümde enerji politikalarından çok kaynaklar ve bunların yaşamın sürdürülebilirliği konusundaki rolü üzerinde durulacaktır.

Yaşamla bu kadar ilgili olan enerji kaynakları aynı zamanda çevre sorunlarının da en önemli nedenidir. Enerjinin kaynağında bulunarak üretilmesi, kullanılabilir hale getirilmesi, taşınması ve tüketime sunulması sırasında uygulanan tüm işlemlerin her birinin başlı başına çevre kirliliğinin en önemli sebebi olduğu bilinmektedir. Burada enerjiden kaynaklanan çevre sorunlarının ortaya çıkması karşısında enerjinin kaynağının ne olduğu sorusu çok büyük önem arz etmektedir. Enerji kaynaklarının genel anlamda ayrımı aşağıda Tablo.1.de verilmiştir:

Tablo.1.Enerji Kaynaklarının Genel Sınıflandırılması

Kullanışlarına Göre Enerji Kaynakları	Dönüştürülebilirliklerine Göre Enerji Kaynakları
Yenilenemez	A) Birincil (Primer) - Kömür - Petrol - Doğal Gaz - Nükleer - Biyokütle - Hidrolik - Güneş - Rüzgâr -Dalga, Gel-Git (Deniz Orijinli Enerji Kaynakları)
Fosil Kaynaklı - Kömür - Petrol - Doğal Gaz b) Çekirdek Kaynaklı (Nükleer enerji) - Uranyum - Toryum	
B) Yenilenebilir	B) İkincil (Sekonder)
-Hidrolik -Güneş -Biyokütle -Rüzgâr -Jeotermal -Dalga, Gel-Git (Deniz Orijinli Enerji Kaynakları) -Hidrojen	-Elektrik, Benzin, Mazot, Motorin -İkincil kömür -Kok, Petrokok -Hava gazı -Sıvılaştırılmış petrol gazı

Kaynak: Koç ve Kaya, 2015:37.

Tablo 1. de görülen enerji kaynaklarının sınıflandırmasına göre aşağıda kısa açıklamalarına yer verilecektir.

-Sürdürülebilirlik çerçevesinde dünyadaki enerji kaynakları elde edildiği kaynaklara göre yenilenemez ve yenilenebilir enerji kaynakları olarak ikiye ayrılmaktadır (<https://www.eia.gov/energyexplained/renewable-sources/types-and-usage.php>, 2024):

Yenilenemez Enerji Kaynakları

Fosil enerji kaynakları olan petrol, kömür, doğal gaz, geleneksel nükleer enerji yenilemez enerji kaynaklarını oluşturmaktadır. Bunlar doğada bulunan rezervlerin miktarıyla ilgilidir (Keleş, Hamamcı, 1998:81). Teknolojinin gelişmesi, aşırı nüfus artışı, mevcut ekonomik sistem ve daha pek çok nedenle bu kaynakların tükenme tehlikesi ve yarattıkları kirliliğin dünyadaki yaşamsal süreçler üzerine olan giderek daha da artan olumsuz etkileri farklı enerji kaynakları arayışını artırmaktadır. Çalışmanın konusu gereği yenilemez enerji kaynaklarını kısaca açıklamak yeterli olacaktır. Dünyada yaklaşık olarak %80'i fosil enerji kaynaklarına dayanan bugünün enerji kullanımından dolayı yaşanan problemlere kısaca değinmek gerekirse:

- Fosil enerji kaynaklarının yenilenemez olması ve dünyanın bunlara olan bağımlılığı,
- Hızlı nüfus artışı, teknolojideki gelişmeler, ekonomik kalkınma ve tüketim toplumunun ortaya çıkışı nedeniyle enerji ihtiyacının aşırı artması,
- Enerji arzı ve güvenliğinde yaşanan uluslararası alandaki gerilim ve anlaşmazlıklar,
- Tüketime aşırı artması sonucunda enerji arzının düşmesi ve uluslararası politikada yaşanan gerginlikler dolayısıyla fosil yakıtların fiyatlarındaki düzensiz artışlar,
- İklim değişikliğinin dünyadaki yaşamı tehdit eder düzeye ulaşması,
- Yerel, ulusal, bölgesel, uluslararası alanda her düzeyde toprak, su ve hava kirliliğinin yarattığı dünyadaki yaşamı tehdit eder düzeyde sorunlar (Yılancı, 2010:12).

Bu şekilde sıralanan problemler yaşamın en önemli parçalarından biri olan enerjinin hem yenilenebilir olması hem de çevreye en zararsız ve sürdürülebilir olması gerektiğinin önemini göstermektedir.

Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Bu enerji kaynakları doğası gereği yenilenen fakat akışı sınırlı olan kaynaklardır. Bu kaynakların önemli oranda tükenmesi söz konusu değildir. Sadece kaynakların bulunup ulaşılabilirliği ile sınırlıdır. Günümüzde üretilerek tüketim aşamasına gelen 5 ana yenilenebilir enerji kaynağı mevcuttur (<https://www.eia.gov/energyexplained/renewable-sources/>, 2024):

1. Biyokütle

- Ahşap ve ahşap atıkları
- Belediye katı atıkları
- Çöp gazı ve biyogaz
- Biyoyakıtlar

2. Hidroelektrik

3. Jeotermal

4. Rüzgâr

5. Güneş (<https://www.eia.gov/energyexplained/renewable-sources/types-and-usage.php>, 2024).

- Yenilenebilir enerji kaynaklarından en bilinenleri ve en çok kullanılanları güneş, su ve rüzgâr enerjisi santralleri ile Küresel Yenilenebilir Enerji Merkezi tarafından benimsenen biyokütle enerjisi aşağıda kısaca açıklanacaktır:

Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranlarına göre, bu kaynaklar küresel enerji talebinin çok az bir miktarını karşılamaktadır. Yeni teknolojilerden karbon yakalama teknolojileri giderek daha fazla ilgi çekmektedir. Karbon

yakalama yoluyla 2050 yılına kadar karbon salımlarının en fazla %10 azaltılabileceği öngörülmektedir. Ayrıca 2050 yılında küresel olarak elektrik üretimindeki nükleer enerjinin %10 gibi görece küçük bir payının olması da beklenmektedir (Jelly, 2023:30).

Güneş: Bu enerji dünyada var olan en geniş kapsamlı yenilenebilir enerji kaynağıdır. 19. yüzyılın sonunda Amerika Birleşik Devletleri'nde güneş enerjisi ile su ısıtılması teknolojisi ticari hale dönüştükten sonra yaygınlaşmıştır. Zaman içerisinde ilerleyen teknoloji ile birlikte çok daha verimli güneş enerjisi ısı toplayıcıları geliştirilmiştir. Güneş enerjisi teknolojileri konusunda dünya piyasasının yaklaşık olarak üçte ikisi Çin Halk Cumhuriyeti'nde bulunmaktadır (Jelly, 2023:38). Resmi rakamlara göre Çin 78 GW'yi (gigawatt) aşan kurulu gücü ile lider konumdadır. Çin'i Japonya, Almanya, ABD, İtalya, Birleşik Krallık (İngiltere ile Krallığa bağlı diğer ülkeler) ve Hindistan takip etmektedir (<https://www.enerjiatlası.com/ulkelere-gore-gunes-enerjisi.html>, 2024). Güneş enerjisinin konutlarda ısınma için kullanılması 2050 yılı itibarıyla yaklaşık olarak 2000 TWh (terawatt-saat) olması beklenmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) tahminlerine göre 2050 yılında yaklaşık olarak 5000 TWh olması beklenmekte, bu da beklenen küresel enerji talebinin %10'unu karşılamaktadır (Jelly, 2023:43; <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024>). Teknolojideki gelişmelerle güneş fotovoltaik enerji teknolojileri, güneş enerjisinden beklentileri artırmaktadır. Güneş pillerinin %95'i silikon, geri kalanı galyum arsenik, kadmiyum tellür gibi pil malzemelerinden oluşmaktadır. Son 60 yılda silikon pillerin verimliliği %20 artmış durumdadır (Jelly, 2023:84). Güneş pillerinin çevreye bilinen herhangi bir zararı yoktur. Sonuç olarak güneş enerjisi yapısı itibarıyla sürdürülebilir enerji talebini karşılayabilecek potansiyele sahiptir.

Su Gücü: Belirli bir yükseklikten akan suyun enerjisini türbinler yardımıyla elektrik enerjisine çeviren hidroelektrik santrallerin güç miktarını, suyun aktığı yükseklik ile akan suyun hacmi belirlemektedir. 2018 yılında 4200 TWh elektrik üretilmiş, bu da küresel enerji talebinin %16'sını karşılamıştır (Jelly, 2023:43). Dünya Enerji Konseyi'ne göre hidroelektrik enerji sektörü 2019 yılında 4306 TWh'lik üretimle önemli bir rekor kırmıştır. 2020 yılında 4370 TWh üretim ile rekorunu yenilemiştir. Bu miktar Amerika Birleşik Devletleri'nin yıllık tüm elektrik tüketimine denk gelmektedir. Dünyadaki hidroelektrik santrallerinin

kurulu kapasitesi 2020 yılında 1330 GW'tır. Bu miktar 2019 yılından bu yana %1.6'lık bir artışı göstermekle birlikte, iklim değişikliğiyle mücadele konusunda su gücünden beklenen katkı olan %2'lik düzeye ulaşamamıştır (<https://dunyaenerji.org.tr/2021-hidroelektrik-durum-raporu-ozeti>, 2024). Halihazırda iklim değişikliğinden dolayı suların azalması ve daha birçok çevresel nedenle su konusu üzerinde düşünülmesi gereken önemli bir konu olarak gündemde olmaya devam etmektedir.

Ayrıca hidroelektrik santrallerin inşa edilip edilmeyeceğine karar vermek konusu bu santrallerin çevresel açıdan bazı sorunları olduğu için önem arz etmektedir. Öncelikle hidroelektrik santrallerinin belli bir kullanım süresi bulunmaktadır. İlaveten bu santraller kurulurken de üretim yaparken de kullanım ömürleri tamamlanınca da önemli çevre sorunlarına sebep olmaktadır. Suyun kalitesindeki bozulma, bulunduğu bölgenin flora ve faunasına ciddi oranda zarar verme, barajlarda tutulan su nedeniyle hava kalitesinin bozulması ya da bulunduğu bölgenin nem oranındaki değişimler nedeniyle bakterilerden başlayarak tüm canlı ve cansız yaşamın olumsuz etkilenmesi gibi hem doğa hem de insan varlığı açısından pek çok sakıncası bulunmaktadır.

Rüzgâr: Yenilenebilir enerji kaynaklarının en bilinenlerinden biri olan rüzgâr enerjisi son sekiz yılda toplam küresel enerji üretiminin içindeki payını iki kat artırmıştır (Erol, 2024:54). Aslında elektrik üretmek için rüzgârın kullanılması işi, 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizi sonrasında gerçek anlamda hızlanmıştır. İşletilmesi sırasında kullanılan fosil yakıt dışında çevresel herhangi bir zararı olmayan bir enerjidir. Karada rüzgâr çiftlikleri ile açık deniz rüzgâr çiftlikleri şeklinde kurulumları bulunmaktadır. Teknolojilerinden kaynaklanan gürültü kirliliği ve kuşlara zarar veren kanat tipleri zaman içerisinde gerçekleştirilen teknolojik ilerlemelerle daha zararsız hale getirilmiştir. 2018 yılı itibarıyla rüzgâr santrallerinden küresel enerji üretim miktarı 591 GW olmuş, bu da küresel elektrik enerjisi talebinin %4.6'sını karşılamıştır (Jelly, 2023:61).

2023 yılında küresel anlamda 105,6 GW kara rüzgârı ve 10,8 GW açık deniz rüzgârı kapasitesinin entegrasyonunun ardından küresel olarak yeni rüzgâr enerjisi kurulumlarının ilk kez 100 GW'ı aştığı görülmüştür. Bu rekor kurulumlar sayesinde, küresel kümülatif rüzgâr enerjisi kapasitesi 2023 yılında 1 TW'ı (terawatt) geçerek yıllık %13 büyümeye göstermiştir. Küresel Rüzgâr Enerjisi Konsey'ine (GWEC) göre, yıllık rüzgâr kapasitesi eklemelerinin 2024'te 131

GW'tan 2028'e kadar 182 GW'a kadar önemli ölçüde artacağı düşünülmektedir. 2028 yılı sonuna kadar toplam küresel operasyonel rüzgâr kapasitesinin 1.800 GW'ı aşması beklenmektedir (<https://gwec.net/global-wind-workforce-outlook-2024-2028-report-released/>, 2024). Özetle GWEC 2024 yıllık raporuna göre;

-2023 yılında küresel olarak 117GW'lık toplam kurulum yapılmıştır. 2022 yılına göre %50'lik yıllık artış olmuştur.

-2023 yılı, küresel olarak rüzgâr enerjisinde büyümenin devam ettiği bir yıl olmuştur. Tüm kıtalarda 54 ülkenin yeni rüzgâr enerjisi santralleri inşa ettiği tespit edilmiştir.

-GWEC, büyük ekonomilerde ulusal endüstriyel politikaların oluşturulması, açık deniz rüzgâr enerjisi santrallerinin ivme kazanması ve gelişmekte olan pazarlar ile gelişmekte olan ekonomiler arasında umut vadeden büyümeye yanıt olarak 2024-2030 büyüme tahminini (1210GW) %10 yukarı yönlü revize etmiştir (<https://gwec.net/global-wind-report-2024/>).

Biyokütle: Özellikle az gelişmiş ülkelerde yaklaşık iki buçuk milyar kişi halen enerji ihtiyacını geleneksel biyokütleden karşılamaktadır. Biyoyakıt programında en başarılı olan ülkelerin başında Brezilya bulunmaktadır. Brezilya'da şeker kamışı üretimi ve etanol üretimi 1920'li yıllara dayanmaktadır. Mısırdan etanol üretimi çok fazla enerji gerektirdiğinden enerji verimliliği de düşüktür. Yeterli şeker pancarı yetiştirilmesi geniş araziler gerektirmekte, bu da tropik ormanların yok edilmesi tehlikesini içinde barındırmaktadır. Ayrıca Endonezya ve Malezya'da biyodizel için palm yağı üretimi talebinden kaynaklı ağaç kesimleri çok büyük boyutlarda artmış ve geniş turbalıklar kurulmuştur. İlaveten soya ekimi ve hayvancılık nedeniyle de tropikal ormanların yok olması sonucunda bu konunun küresel sera gazı salınımlarına katkısı yaklaşık %10 civarında gerçekleşmiştir. Tüm bunlara ek olarak ciddi oranda biyolojik çeşitlilik kaybı da yaşanmıştır (Jelly, 2023:32-35). Dünya Enerji Konseyine (WEC) göre, modern ve geleneksel toplam biyoenerji kullanımının en büyük payını %26 ile pişirme ve ısınma faaliyetleri almaktadır. İkinci büyük pay %7 ile sanayi sektöründe bulunmaktadır. Daha sonrasında %3 ile mısır ve şeker kamışından üretilen biyoyakıtların kullanıldığı ulaşım sektörü bulunmaktadır. Ardından %2'lik kısmını kullanan enerji sektörü gelmektedir. Yine Dünya Enerji Konseyine göre biyoyakıtlar, ulaşım sektöründe fosil yakıtlara alternatif olabilir.

Ek olarak elektrik enerjisi sistemlerine de önemli katkılar sağlayabilir. Bu çerçevede Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı'nın (IRENA) analizlerine göre, sıvı biyoyakıt kullanımında "2017 yılında 153 milyar litreden, 2050 yılında 652 milyar litreye" kadar beş kat artarak, talep edilen küresel yakıt miktarının önemli bir paydaşı olabilir (<https://dunyaenerji.org.tr/geri-donusum-biyoenerji-raporu/>). Aynı zamanda COP 29 Bakü Konferansında da biyoyakıtların desteklenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Ancak bunun tarımsal ve çevresel açıdan önemli sakıncaları bulunmaktadır. Bu nedenle de biyoyakıt konusuna özel dikkat gösterilmesi gerekmektedir.

Dünyada Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Durumu

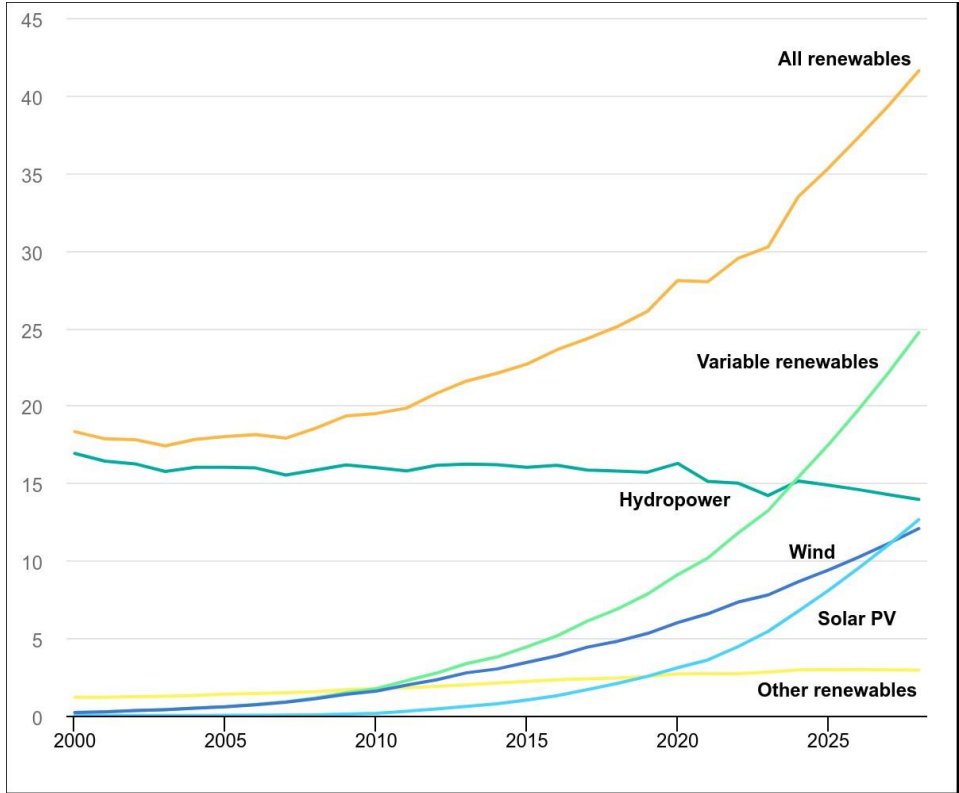
Dünyanın insanlığa sunduğu enerji kaynaklarının %80'inden fazlasını petrol, kömür ve doğal gaz oluşturmaktadır. Ancak şimdiki kaynakların varlığının 25 yıl sonra yeterli düzeyde olacağı bile tartışmalıdır. Ayrıca teknolojinin gelişme hızı arttıkça doğal olarak modern yaşamın getirdiklerinden kaynaklanan bir şekilde giderek daha fazla enerji ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Üstelik enerji kaynaklarına sahip olma ayrıcalıklı bir konu olup, uluslararası politikanın oldukça sert bir alanıdır. Bu nedenle devletler açısından enerji güvenliği en önemli konulardan biridir. Tüm bunlara ek olarak küresel enerji tüketimi geri döndürülemez sorunlara yol açmaktadır. Özellikle de fosil yakıtlardan kaynaklı olarak dünyadaki yaşamın sürdürülebilirliğinin tehlike altında olduğu bilinmektedir. Bu konuda çözüm üretmek için oldukça yoğun çalışmalar sürdürülmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları hem çevresel açıdan hem de ekonomik açıdan kısacası yaşamsal açıdan büyük önem arz etmektedir. Ancak tüm bunlara karşılık enerji ihtiyacının, bütün olumsuzluklarına rağmen fosil yakıtlardan sağlanmaya devam edilmesi dikkat çekici düzeyin çok üstündedir. Uluslararası Enerji Ajansının (IEA) verilerine göre tüm dünyada enerji tüketiminin %80'i fosil yakıt kaynaklıdır. Buna karşın yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji elde etme ve kullanma prosedürlerinin maliyetlerinin giderek düşmesiyle birlikte bu kaynakların tercih edilmesi zaman içerisinde yaygınlaşmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının en bilineni olan güneş ve rüzgâr enerjisinin kesintisiz enerji sağlayamama sorunu bulunmaktadır. Bu kaynaklardan elde edilen enerjinin tüketiminden artan enerjinin depolanması gerekmektedir. İhtiyaçtan fazla enerji şebeke sistemlerinde sorunlara yol açmaktadır. İhtiyaç fazlası enerjinin

depolanması için geliştirilecek teknolojiler güneş enerjisinden gece ya da rüzgâr enerjisinden rüzgârsız zamanlarda da yararlanabilmenin önünü açacaktır (Sarıgül, 2024:46). Bu konuda geliştirilen teknolojilerde önemli ilerlemeler sağlanmasına rağmen halen yeterli düzeye ulaşamamıştır.

Bu çerçevede 2000-2028 enerji üretimi Uluslararası Enerji Ajansı'na göre;

Şekil.1.Gelişen Teknolojiye Göre Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının 2000-2028 Yılları Arasındaki Enerji Üretimindeki İçindeki Payı,



Kaynak: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-sets> , 2024.

Şekil 1.de görüldüğü gibi yıllar içinde enerji üretiminde yenilenebilir enerjinin payı giderek artmaktadır. Ancak su gücünden yararlanılan enerji kaynaklarında gözle görülür bir azalma söz konusudur. Bu azalmada su kaynaklarındaki tüketim kaynaklı azalma ile yine tüketim kaynaklı kirlenme önemli bir etkidir. Ancak özellikle iklim değişikliği dolayısıyla küresel ısınma nedeniyle su kaynaklarındaki belirgin düzeyde gerçekleşen azalmanın da son derece etkili olduğu belirtilmektedir.

Ayrıca hem biyogaz hem de biyometan gazının küresel anlamda toplam üretimi yaklaşık olarak 400 TWh civarındadır. Yani doğalgaz üretiminin neredeyse %1'i kadardır. Bunun %25'i Çin'de, yarısından fazlası ise Avrupa ülkelerinde bulunmaktadır. Sürdürülebilir biyogaz potansiyeli konusunda yapılan öngörülere göre yaklaşık olarak %20'lik bir artış beklenmektedir. Bu da küresel doğal gaz talebinin yaklaşık olarak %20'sine denk gelmektedir. Ek olarak düşük karbonlu hidrojenin de üretim seviyesi oldukça düşüktür. Mevcut hidrojenin sadece %0.5'lik kısmı düşük karbonlu kaynaklardan gelmektedir. Bu konuda beklenti son beş yılda önemli ölçüde karşılanamamıştır (<https://dunyaenerji.org.tr/kuresel-yenilenebilir-ve-dusuk-karbonlu-gaz-raporu-ozeti/>, 2024).

Burada vurgulanması gereken önemli bir konu daha vardır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını kısıtlayan durum olan depolama sorunu uluslararası örgütlerin en önemli konularından biridir. Bu çerçevede geliştirilen çeşitli enerji depolama teknolojileri bulunmaktadır. Suyun aşağıdaki rezervuardan yukarıdakine pompalanması ile potansiyel enerji olarak depolanan hidroenerji sistemleri ile ısı enerjisi olarak depolandığı termal depolama gibi örnekler bulunmaktadır. Termal depolama sistemleri maliyet ve kullanım kolaylığı açısından tercih edilmektedir. Bu çerçevede en bilinen enerji depolama yollarından bir diğeri olan piller konusunda pek çok çalışma mevcuttur. Son zamanlarda çok hızlı gelişim gösteren termofotovoltaik sistemler termal depolama araçlarının kullanımını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca termofotovoltaik teknolojiler ısı enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesinde de kullanılabilir (Sarıgül, 2024:48). Ancak halen bu tür enerji depolama teknolojileri, henüz ekonomik açıdan maliyet konusu çözülemediğinden ve bilimsel açıdan talebe yeterli cevap veremediğinden dolayı tam anlamıyla yaygınlaşmış değildir.

Sonuç olarak dünyada bulunan enerji sistemlerinin fosil enerji kaynaklarına dayanan kısmı ile nükleer enerjiye bağlı olan kısmı dünyaya, insanlığa, doğaya son derece zararlı etkileri içermektedir. Yanı sıra su gücüne dayanan enerji kaynaklarının da önemli zararları olduğu zaman içerisinde görülmüştür. Dolayısıyla yenilenebilir enerji kaynakları önemlidir, fakat bu kaynakların sürdürülebilirliği dünyadaki yaşamın sürdürülebilirliği açısından çok daha önemlidir.

Sürdürülebilir Enerji

2015 yılında Birleşmiş Milletler tarafından dünyayı korumak, yoksulluğa son vermek ve 2030 yılına kadar tüm insanların barış ve refah içinde yaşamasını sağlamak amacıyla küresel bir eylem çağrısı olarak Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH'ler) (Küresel Hedefler) kabul edildi. Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin yedinci maddesinde; “2030’a kadar uygun fiyatlı, güvenilir ve modern enerji hizmetlerine küresel erişimin sağlanmasının” amaçlandığı belirtilmiştir. Buna göre 2030’a kadar;

- Yenilenebilir enerjinin küresel enerji kaynakları içindeki payının önemli ölçüde artırılması,
- Küresel enerji verimliliğinde ilerleme oranının iki katına çıkarılması,
- Özellikle en az gelişmiş ülkeler ile gelişmekte olan ülkelere destek programları çerçevesinde, modern ve sürdürülebilir enerji hizmetlerini herkese ulaştırabilmek için altyapının genişletilmesi ve teknolojinin geliştirilmesi amacıyla çeşitli düzeylerde yardım edileceği belirtilmiştir.
- Teknoloji transferi ve altyapıya finansman aktarımı şeklinde yapılan doğrudan yabancı yatırımlarının ve gayri safi yurtiçi hasılanın yüzdesi olarak enerji verimliliğindeki yatırımların destekleneceği de vurgulanmıştır (<https://www.kureselamaclar.org/amaclar/erisilebilir-ve-temiz-enerji/>, 2024).

Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin en önemlilerinden biri olan enerji konusundaki hedefin ayrıntılandırılması ile beklenen enerji türünün hem yenilenebilir hem de sürdürülebilir olması gerektiği belirtilmiştir. Bu çerçevede

sürdürülebilir enerji, sürdürülebilir kalkınma kavramının klasik tanımına, çevreye zarar vermeyen ya da en az zararı veren veya tolere edilebilir düzeyde zararlı olan enerji kaynaklarının tercih edilmesi eklenerek tanımlanabilir. Sürdürülebilir enerji kavramının içeriğinde bulunması gereken, mevcut enerji kaynaklarını verimli kullanmak, çevreye zarar vermeyen ya da tolere edilebilir miktarda zararı olan teknolojiler ile kolaylıkla geri dönüştürülebilir üretim ve tüketim teknolojilerini kullanmak, yerel enerjileri tercih etmek ve enerji konusunda bilinçlendirilmiş bir toplum yaratmak ve daha pek çok kriter sayılabilir (Yılancı, 2010:10).

Yenilenebilir enerji sistemlerini geliştirmenin ve kullanmanın önemi gereği kurulan Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA), sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak amacıyla artan enerji ihtiyacını karşılamak için fosil yakıtlara olan bağımlılığı minimize etmek, düşük karbon ekonomisine geçişi kolaylaştırmak için çalışmaktadır. Özellikle COP 28 kararlarında, küresel anlamda ülkelerin 2030 yılına kadar yenilenebilir enerji kullanımını üç katına çıkarması şeklinde iddialı bir hedef belirlenmişti. Bu çerçevede IRENA'nın Dünya Enerji Dönüşümleri Görünümü'nde hedef olarak ortaya koyduğu küresel sıcaklık artışının 1.5 °C olması hakkında geliştirilen senaryoya göre, 2050 yılına kadar bir yol haritası önerisinde bulunulmuştur. Buna göre, burada yenilenebilir enerji temiz hidrojen ve sürdürülebilir biyokütle ile mümkün olan enerji ve enerji verimliliği temel dönüşümün itici güçleri olarak konumlandırılmıştır (<https://www.irena.org/Publications/2024/Nov/World-Energy-Transitions-Outlook-2024>). Burada ön plana çıkan yenilenebilir enerji kaynakları olarak, hidrojen kaynaklı enerji teknolojileri ile sürdürülebilir biyokütle enerjisidir. Ayrıca 11-22 Kasım 2024 tarihli COP 29 Bakü Konferansında da alınan kararlar arasında enerji konusunda fosil yakıtlara olan bağımlılığın hemen bitirilmesi ya da Azerbaycan gibi petrol ve doğal gaz üreticisi olan ülkelerin, enerji güvenliği için daha dengeli bir geçişin sağlanması gerektiğini savunanlar arasında tartışmalar devam etmiş, metan emisyonlarının azaltılması konusunda yeni bir küresel metan girişimi başlatılmıştır. Ayrıca karbon piyasalarının etkinliğini artırmak için yeni düzenlemeler getirilmesi konusunda da uzlaşa sağlanmıştır. Bu konuda karbon ticareti kurallarının açık ve net bir şekilde standartların yükseltilerek güçlendirilmesi konusu tartışılmıştır. Yenilenebilir enerji hususunda ise, kapasitenin artırılması konusunda birçok ülke daha etkin hedefler ortaya koymuştur. Örneğin petrol ve doğalgaz üreticisi Azerbaycan, yenilenebilir

enerjinin payını 2030 yılına kadar %30'a çıkarma sözü vermiştir. COP29'da ayrıca yenilenebilir enerji konusunda enerji depolama teknolojileri ve düşük karbonlu enerji sistemlerine yapılan yatırımları hızlandırma çağrısı yapılmıştır (<https://www.ecobuild.com.tr/post/cop29-bak%C3%BC-konferans%C4%B1-detayl%C4%B1-sonu%C3%A7-raporu.,2024>).

Sonuç olarak dünyada geleneksel olarak kabul edilen ve olağanüstü bağımlılık geliştirilen fosil enerji kaynaklarına olan bağımlılığa son vermek yaşamsal önemdedir. Bu açıdan bakıldığında uluslararası örgütlerin önemli çalışmaları bulunmakla birlikte halen fosil enerji kaynaklarına sahip olan ülkelerin bu konuda önemli çekinceleri vardır. Ayrıca enerji konusu her zaman uluslararası politikanın en sert konuları arasında yer almaktadır. Bu nedenle de çözümü oldukça zordur. Ancak enerjinin her açıdan yaşamsal önem arz etmesi nedeniyle sürdürülebilir enerji sistemlerini geliştirip, yaygınlaştırarak kullanımı sağlanmadığı sürece geleceğin sürdürülebilirliğinden de söz etmek mümkün olmayacaktır.

Sonuç ve Değerlendirme

İnsanlığın varoluşundan bu yana ihtiyaç duyduğu her şey çevre ve enerji kavramlarıyla ilgilidir. Yaşamın sürdürülebilirliği demek aynı zamanda çevre sorunlarının oldukça minimize edilmesi demektir. Bu çerçevede en önemli çevre sorunu yaratıcısının, yaşamsal açıdan en ihtiyaç duyulan olgu olan enerji olması son derece dikkat çekicidir. Enerji konusu küresel olarak her açıdan oldukça ciddi bir konudur. Enerji kaynaklarına sahip olmak her ne kadar ayrıcalık gibi görünse de her zaman böyle olmamaktadır. Özellikle görünüşte öyle olmayan ama temelinde enerjinin bulunduğu dünya üzerinde pek çok savaş olmuş ve olacaktır.

Endüstri Devrimi öncesi üretimde kullanılan ağaçların kesilmesiyle birlikte o dönem Avrupa'sında önemli oranda ormansızlaşma yaşanmıştır. Sonra üretimde odunun yerini ısı değeri yüksek olan kömür almıştır. Ancak kömür nedeniyle Endüstri Devriminin ilk yaşandığı ülke olan İngiltere'de önemli hava kirliliği olayları yaşanmış toplu ölümler gerçekleşmiştir. Kömür yalnızca hava kirliliği yaratmakla kalmamış, aşırı kullanım dolayısıyla su ve toprak kirliliğine de sebep olmuştur. Sonrasında geliştirilen teknolojilerin tamamı fosil yakıtlara göre düzenlendiği için fosil enerji kaynaklarına olağanüstü bir bağımlılık

gelişmiştir. Fabrika sistemlerinden otomobil, uçak, tren gibi ulaşım sektörlerine kadar insanın günlük yaşamında kullandığı her şeyin enerjisi, fosil enerji kaynaklarından karşılanmaktadır. Aynı şekilde su ve rüzgâr gücünden ilkel düzeyde yararlanılırken, artık enerji ihtiyacındaki artışlar karşısında bu teknolojilerin geliştirilmesinin de önü açılmıştır. Bilim ve teknolojideki gelişmeler neticesinde insan ömrü uzamış, nüfus hızla artmış ve ihtiyaç her anlamda büyük boyutlara ulaşmıştır. Bunun sonucunda doğal olarak enerji ihtiyacının da artmasıyla fosil enerji kaynaklarına olan bağımlılık daha da kuvvetlenmiştir. Üstüne bir de mevcut ekonomik sistemden kaynaklanan tüketim toplumu olgusu ortaya çıkınca enerji ihtiyacı devasa bir sorun haline gelmiştir. Aynı zamanda çevre sorunları giderek artmış dünyadaki canlı ve cansız yaşamı tehdit eder noktaya gelmiştir. Bu duruma gelmesinin en önemli sebeplerinden biri elbette fosil enerji kaynaklarına olan bağımlılıktır. Örneğin, elektrikli araçların ihtiyacı olan enerjinin termik santralde üretilen elektrik enerjisiyle karşılanması çevreyi koruma açısından hiçbir şey ifade etmemektedir.

Küresel ısınma, atmosferdeki sera gazı konsantrasyonlarının artmasından kaynaklanmaktadır. Sera gazının atmosferdeki tabakalaşması yeryüzüne gelen güneş ışınlarının yüzeye çarptıktan sonra geri dönememesine neden olarak küresel ısınmayı yaratmaktadır. Sera gazı emisyonlarının artması da ağırlıklı olarak fosil enerji kaynaklarının aşırı kullanımına dayanmaktadır. Bu durum yeryüzünün ve denizlerin aşırı ısınmasına, iklim değişikliklerine, asit yağmurlarına, kuraklığa, sellere ve daha birçok insanlık açısından felaketlere neden olmaktadır. Dünyada her şey birbirine bağlıdır. Küresel ısınma kaynaklı kutuplardaki buzulların erimesinden yalnızca okyanuslardaki deniz canlıları etkilenmemektedir. Öncelikle içilebilir su kaynakları yok olmakta, deniz seviyesi yükselmekte özellikle de ada devletlerinin varlığını tehdit etmektedir. Dolayısıyla fosil enerji kaynaklarına olan bağımlılığın bitirilerek, yenilenebilir enerji sistemlerinin sürdürülebilirliği hem çevresel değerlere önem veren hem de gelecek kuşakların ihtiyaçlarını göz önünde bulunduran bir sistemin dünyanın geleceğinin sürdürülebilirliğini sağlayacağı düşünülmektedir.

Burada üzerinde önemle durulması gereken konu;

- Yenilenebilir enerji teknolojilerini çeşitlendirerek artırmak,

- Özellikle güneş enerjisi ve rüzgâr enerjisi için depolama sorununu ortadan kaldıracak teknolojileri geliştirmek
- Ve asıl önemli olan bu enerji kaynaklarının sürdürülebilirliğini sağlamaktır.

Sonuç olarak sürdürülebilir enerji konusu dünyadaki yaşamın sürdürülebilirliği açısından çok önemli bir konudur. Bu hususta uluslararası kuruluşların dikkat çekici çalışmaları bulunmaktadır. Bu çalışmada da kısaca yer verilen raporlara, çalışmalara, sonuç kararlarına bakıldığında güneş ve rüzgâr enerjisine önem verildiği, bunların küresel kapasitesinin artırılması için gerekli çalışmaların yapılması yönünde kararlar alındığı görülmektedir. Ayrıca biyokütle ile jeotermal enerji çalışmalarının da artırılması, bu enerjilerin küresel talep içerisinde yer almaları gerektiği vurgulanmaktadır. Bunlara ek olarak karbon yakalama teknolojilerini de umut var gören çalışmalar mevcuttur. Ancak yakalanan karbonun okyanusların altında tutulması gibi uygulamaların çevre güvenliği açısından ne gibi sonuçlar doğuracağı belirsizliğini korumaktadır. Nihayetinde uluslararası alanda kabul gören her metinde kuvvetle vurgulanan sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesi için sürdürülebilir enerji olmazsa olmaz şarttır.

Kaynakça

Chapin, F.S., Torn, M.S., Tateno, M. (1996). *Principles of Ecosystem Sustainability*. American Naturalist, 148(6), 1016-1037.

COP 29 Bakü Konferansının Sonuçları. <https://www.ecobuild.com.tr/post/cop29-bak%C3%BC-konferans%C4%B1-detay%C4%B1-sonu%C3%A7-raporu> (02.12.2024).

Çevre Kanunu (1983), Resmî Gazete. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=2872&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5>. (29.08.2024).

Dünya Enerji Konseyi (WEC). <https://dunyaenerji.org.tr/geri-donusum-biyoenenerji-raporu/>. (18.11.2024).

Dünya Enerji Konseyi (WEC). <https://dunyaenerji.org.tr/kuresel-yenilenebilir-ve-dusuk-karbonlu-gaz-raporu-ozeti/>. (18.11.2024).

Enerji Atlası (2024). <https://www.enerjiatlası.com/ulkelere-gore-gunes-enerjisi.html>. (18.11.2024).

Erol, M. (2024). “Rüzgâr Türbinleri, Rüzgârın En Sert Estiği Yerlere mi Kurulur?”. *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*, Yıl:57, Sayı: 681, 54

Yenilenebilir Enerji İstatistikleri, (2024). <https://www.iea.org/data-and-statistics/datasets>, (13.07.2024).

Jelly, N. (2023). *Yenilenebilir Enerji Kısa Bir Giriş*. (Çev. M. Arık). İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

Keleş, R. (1998). *Kentbilim Terimleri Sözlüğü*. Ankara: İmge Kitabevi.

Keleş, R. (2013). *100 Soruda Çevre, Çevre Sorunları ve Çevre Politikası*. İzmir: Yakın Kitabevi.

Keleş, R. ve Hamamcı, C. (1998). *Çevrebilim*. Ankara: İmge Kitabevi.

Koç, E., Kaya K. (2015). “Enerji Kaynakları–Yenilenebilir Enerji Durumu,” *Mühendis ve Makina*, Cilt 56, Sayı 668, 36-47. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1099827>. (27.06.2024).

Küresel Rüzgâr Enerjisi Konseyi (2024). <https://gwec.net/global-wind-report-2024/> (28.11.2024).

Küresel Rüzgâr Enerjisi İşgücü Raporu (2024). <https://gwec.net/global-wind-workforce-outlook-2024-2028-report-released/> (28.11.2024).

Peattie, K. (1999). Trappings Versus Substance in the Greening of Marketing Planing. *Journal of Strategic Marketing*, Volume 7, Issue 2, s.131-148.

Sarıgül, T. (2024). “Yenilenebilir Enerjinin Depolanması Problemine Çevreci Çözüm: Termofotovoltaik Sistemler”. *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*, Yıl:57, Sayı: 681, 46-53.

Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (2024). <https://www.kureselamaclar.org/> (22.11.2024).

Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Erişilebilir Temiz Enerji (2024).
<https://www.kureselamaclar.org/amaclar/erisilebilir-ve-temiz-enerji/> (22.11.2024).

Tekeli, İ. (2001). “Sürdürülebilirlik Kavramı üzerine İrdemeler”. *Cevat Geray’a Armağan*. Ankara: Mülkiyeliler Birliği Yayınları:25.

Uluslararası Enerji Ajansı (2024). <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024>. (18.11.2024).

Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA).
<https://www.irena.org/Publications/2024/Nov/World-Energy-Transitions-Outlook-2024>, (02.12.2024).

Yenilenebilir Enerji (2024). <https://www.eia.gov/energyexplained/renewable-sources/>. (10.09.2024).

Yenilenebilir Enerji Kaynakları (2024).
<https://www.eia.gov/energyexplained/renewable-sources/types-and-usage.php>. (10.09.2024).

Yılcı, A. (2010). Denizli’de Sürdürülebilir Enerji Uygulamaları. *Pamukkale Üniversitesi, Enerji Araştırma ve Uygulama Merkezi*. www.solar-bazaar.com/menus/Denizli-de-Surdurulebilir-Enerji-Uygulamalari..pdf. (17.11.2024).

Extended Summary

The Role of Renewable Energy in a Sustainable Future

The Objective of This Study: The concepts of the environment and energy are of paramount importance to the sustainability of life on Earth. These concepts serve as exemplars of life on Earth. However, the relationship between these concepts is both supportive and damaging. Firstly, the prevalence of environmental issues is on the rise as a consequence of advancements in scientific and technological fields. In particular, the increasing need for energy in the world, coupled with the fact that this need is mainly met from fossil fuels, has led to a significant increase in environmental problems. Consequently, energy represents the most significant challenge to the sustainability of life on Earth. This study

aims to examine renewable energy resources, assess their sustainability, and evaluate their impact on the sustainability of life by elucidating the interconnections between the concepts of life, environment, and energy.

The Problem and Method of the Study: The initial problem of the study is the stage reached in the world with regard to energy, which is perceived to be the most significant and expansive phenomenon contributing to climate change in all dimensions of life in the 21st century. Furthermore, the study will address the impact of scientific and technological advancements on the discovery, acquisition, production, consumption, and sustainability of energy resources. It will also examine which non-renewable energy resources pose a threat to global life, and which resources can help end the reliance on fossil energy sources in addressing environmental concerns.

The present study will primarily employ a literature review. Furthermore, data will be drawn from reports prepared by international energy organisations and conference outputs. Furthermore, it is important to acknowledge that the subject of energy is inherently vast and multifaceted. It is essential to define the scope of this study in order to ensure its coherence and to facilitate the analysis of the selected subject. The study does not address ratios of energy resources in the world, supply and demand ratios, or non-renewable energy resources. Furthermore, the topic of nuclear energy has been excluded from this study due to its environmental risks and classification as a non-renewable energy source. This study places particular emphasis on the issue of renewable energy resources and the sustainability of energy.

The Findings of the Study are as Follows: The exponential growth of industrialisation since the Industrial Revolution has been accompanied by a parallel increase in the use of resources, driven by the expansion of the global population. It is established that energy resources are derived from natural sources to a considerable extent. It is also widely acknowledged that the extraction, production, distribution and consumption of fossil fuels have a markedly detrimental impact on the environment. Furthermore, it is widely acknowledged that the primary driver of environmental degradation is the reliance on fossil energy sources. Furthermore, these energy sources are non-renewable, which exacerbates the environmental issues they cause. In light of the aforementioned information, the development of renewable, environmentally

friendly and sustainable energy sources is of paramount importance for the sustainability of life on Earth. Here, when international energy organisations and renewable energy organisations, sustainable development goals and the energy goals of COP 28 and COP 29 are considered, it is emphasised that the most important point emphasised in all of them is that the development of technologies related to renewable energy resources should be supported for sustainable development and the dependence on fossil energy resources should be phased out gradually. As a result of the progress in renewable energy sources, it is seen that their share in global energy demand has increased considerably. It is seen that technological developments have not yet reached a sufficient level, especially in the storage of energy obtained from renewable energy technologies.

Conclusions: The development of countries, which is the most important issue of the current economic system in the world, depends on energy supply both directly and indirectly. Therefore, the energy issue is the dominant subject of international relations from its production to its consumption. This dominant position in international relations makes the energy issue one of the harsh and conflicting areas of international politics.

The natural world has a rate of self-renewal, and environmental issues arise when this rate is exceeded to a significant degree. Human activity has exceeded the natural rate of renewal at an exceptional level, resulting in significant disruption to the natural balance. It is evident that environmental issues have not emerged suddenly, but have gradually accumulated and grown to a point where they now pose a significant risk to the sustainability of life on Earth. The current state of environmental crisis is largely attributable to our overreliance on non-renewable energy resources, particularly fossil fuels. It has become increasingly clear since the 1970s that environmental problems are escalating rapidly and that the global ecosystem is facing an increasingly urgent risk of collapse. In this context, new technologies are continually being developed. In particular, the search for new solutions in the energy sector is ongoing. The reports of international energy organisations on renewable energy include studies on the types of renewable energy that need to be developed, the types of renewable energy to be evaluated gradually and the types of renewable energy that are currently used and should be expanded. At COP28, the decision was taken to triple the use of renewable energy by 2030, with individual states making commitments in line with this goal.

At the Baku Conference of COP 29, following discussions between those who advocate an immediate end to dependence on fossil energy resources and those who advocate a gradual exit from fossil energy resources, countries have committed to the rate at which they will reach renewable energy resources, in line with their own capabilities. By way of illustration, Azerbaijan, a country with significant oil and gas production, has committed to achieving 30% of its energy from renewable sources by 2030. Some countries have set more ambitious targets. At both COP 28 and COP 29, there was a clear emphasis on the need to support and disseminate renewable energy sources such as solar and wind, while also driving developments in biomass and geothermal energy to meet global demand. Furthermore, the necessary support will be provided for technological developments to overcome the lack of storage technologies, which represents the most significant challenge facing renewable energy technologies. New technologies such as carbon capture and low-carbon hydrogen are also seen as promising and should therefore be given careful consideration. In light of the current economic system, it is evident that the efforts to find solutions to all environmental problems, especially climate change, are insufficient. In this system, economic policies have consistently been given top priority at the state level. As a result, studies and decisions aimed at addressing environmental issues are frequently delayed in favour of economic considerations. Furthermore, in order for renewable energy sources to gain widespread adoption, they must first become economically viable. All international organisations that have prepared or adopted documents on this subject emphasise the importance of sustainable development. Furthermore, the significance of energy sustainability is highlighted. However, the solution to environmental problems is contingent upon the economic production, consumption and sustainability of renewable energy resources. In light of the above, it is crucial to underscore that sustainable energy is a vital and indispensable prerequisite for sustainable development.

