

COVID-19 Küresel Salgını: Akıllı Enerji Çözümleri ve Hidrojen Çağına Geçiş

Prof. Dr. İbrahim Dincer

Prof. Dr. İbrahim Dinçer

Türkiye Bilimler Akademisi (TÜBA) üyesi olan Prof. Dr. İbrahim Dinçer, Ontario Teknik Üniversitesinde profesör olarak görev yapmaktadır ve aynı zamanda Yıldız Teknik Üniversitesinde öğretim üyesidir. İçlerinde Kanada'nın en önemli ödülllerinden biri olan "the Premier's Research Excellence Award" araştırma ödülünün de bulunduğu 18 uluslararası prestijli ödülün sahibi olan Dr. Dinçer, birçok uluslararası derginin baş editörü, yine otuzun üzerinde teknik derginin yayın kurulu üyesidir. Sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji teknolojileri, yeni enerji depolama yöntemleri, ileri soğutma teknolojileri, alternatif enerji stratejileri ve politikaları üzerine pek çok basılı dergi makalesi ve uluslararası konferans bildirisi mevcuttur. Dr. Dinçer, dünyada çeşitli üniversitelerde ders kitabı olarak kullanılan basılmış 20'nin üzerinde teknik kitabın yazarıdır ve 250'nin üzerinde doktora ve yüksek lisans öğrencisi yetiştirmiştir. Çok sayıda atf alan Prof. Dinçer, son beş yıldır Thomson Reuters tarafından alanında bütün bilim adamları içinde dünyada %1'lik dilimde gösterilmiş ve "The Most Influential Scientific Minds in Engineering" olarak seçilen kişilerden biri olarak tanınmıştır.

Prof. İbrahim Dinçer

Prof. İbrahim Dinçer, who is member of Turkish Academy of Sciences, is a tenured professor in Ontario Tech. University and serves as an adjunct professor in Yıldız Technical University. He is a recipient of several research, teaching and service awards, including the Premier's research excellence award in Ontario, Canada. He is an active member of various international scientific organizations and societies, and serves as editor-in-chief, associate editor, regional editor, and editorial board member on various prestigious international journals. Renowned for his pioneering works in the area of sustainable energy technologies he has authored/co-authored numerous books and book chapters, and many refereed journal and conference papers. Dr. Dinçer is the author of over 20 printed technical books books/textbooks used in various universities around the world. He has trained and graduated over 250 doctoral and masters students. During the past five years he has been recognized by Thomson Reuters as one of the Most Influential Scientific Minds in Engineering and one of the Most Highly Cited Researchers.

COVID-19 Küresel Salgını: Akıllı Enerji Çözümleri ve Hidrojen Çağına Geçiş

Prof. Dr. İbrahim Dinçer

TÜBA-Enerji Çalışma Grubu Yürütücüsü

Özet

Enerji, tarih boyunca insanlığın daima en çok ihtiyaç duyduğu olgulardan birisi olmuştur. Geçmişini şekillendirmiş, günümüzü şekillendirmeye devam eden ve geleceği de şekillendirmesi beklenen bir kaynaktır. Tarih boyunca savaşların, korkuların ve barışların oluşmasında kritik rol oynamıştır. Enerjinin önemi ve ihtiyacı herkes tarafından bilinen bir gerçektir. Diğer yandan, enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılan fosil yakıtların (kömür, petrol ve doğal gaz) artan kullanımı ile dünyada hava, su ve gıda ile ilgili birçok sorun ortaya çıkmıştır ve bu sorunlar insan sağlığını önemli ölçüde etkilemiştir. 2020 yılında karşılaştığımız COVID-19 küresel salgını, insanların daha önce hiç olmadığı kadar daha temiz havaya, daha temiz suya, daha temiz gıdaya ve daha temiz enerjiye ihtiyacı olduğunu göstermiştir. Bu ihtiyaçlar, hidrokarbon yakıt kullanımının devam ettiği karbon çağından, hidrojen enerjisi kullanımının artacağı hidrojen çağına geçişi gerekli kılmıştır. Bu bölümün amacı, akıllı enerji çözümlerini tanımlamak ve COVID-19 salgınının enerji durumunu nasıl değiştirdiği ve ne gibi fırsatları da beraberinde getirdiği konularında eşsiz bir bakış açısı sağlamaktır.

Anahtar Kelimeler

enerji, çevre, koronavirüs, COVID-19, emisyonlar, yeşilleştirme, hidrojen, salgın, sürdürülebilirlik

COVID-19 Pandemic: Smart Energy Solutions and A Transition to the Hydrogen Age

Abstract

Energy has always received the highest attention by humankind throughout the history. It did shape the past, is shaping the present and will shape the future. Throughout the history, it has played a critical role in the formation of wars, fears and peace. The importance and need for energy are known by every individual. On the other hand, with the increasing utilization of fossil fuels (coal, oil and natural gas) used to meet the energy needs, many problems related to air, water and food have arisen in the world, and these problems have significantly affected both human health and human welfare. The COVID-19 coronavirus outbreak we encountered in 2020 has shown that people need cleaner air, cleaner water, cleaner food and cleaner energy than ever before. These needs are making the transition from the carbon age, in which hydrocarbon fuel use has been primary, to the hydrogen age, where the use of hydrogen energy will increase. The purpose of this article is to define smart energy solutions and to provide a unique viewpoint related to how the COVID-19 coronavirus has changed the energy situation and what opportunities it has brought in.

Keywords

energy, environment, coronavirus, COVID-19, emissions, greenization, hydrogen, pandemic, sustainability

Giriş

Günümüzde her şeyin akıllı olması istenen bir çağda bulunmaktayız. Örnek olarak; akıllı malzemeler, akıllı cihazlar, akıllı telefonlar, akıllı şebeke, akıllı ölçüm, vb. verilebilir. Enerji portföyüne istinaden, akıllılaştırma sürecini akıllı enerji çözümleri altında yapmamız gerekmektedir. Gelişmiş ileri teknolojiler ve yapay zekâ uygulamaları ile, enerji temelleri ve kavramları, enerji malzemeleri, enerji üretimi, enerji dönüşümü ve enerji yönetimi olarak beş kategoride ele alabileceğimiz tüm enerji spektrumunu kapsayan bu konular ile ilgili yol haritasını değiştirmemiz gerekmektedir.

Geçmişte, enerji yoğunluğu (bir ulus ya da toplum tarafından tüketilen enerjinin o ülke ya da topluluğun gayri safi yurtiçi hasılasına oranı, örneğin Joule/ ABD \$ olarak ölçülen), gelişim için anahtar bir gösterge olarak kullanılmıştır. Bu nedenle daha fazla enerji tüketen ülkeler, daha gelişmiş olduklarını iddia etmişlerdir. Daha sonra bu ifade, enerji verimliliğinin (veya verimli enerji kullanımının) daha anlamlı hale gelmesi nedeniyle, bir ölçüde anlamsız bir hal almıştır. Böylelikle, enerji verimliliği ve teknolojik olarak gelişmiş çözümler anahtar göstergeler haline gelmeye başlamıştır. Neredeyse her şey çeşitli seçeneklerle daha verimli ve daha entegre bir şekilde akıllı bir etki alanına dönüşüm sürecine girmiştir. Bu nedenle, yol haritasını değiştirerek geleneksel yöntemlerden, yaklaşımlardan, sistemlerden ve çözümlerden akıllı çözümlerin hedeflendiği akıllı enerji portföyüne geçişi gerçekleştirmeliyiz. Akıllı enerji çözümlerine geçmek, bir binanın sütunları gibi ele alınabilecek olan kavramları ve temelleri ihmal edebileceğimiz anlamına gelmemektedir. Enerji çözümleri, kavramlar ve temeller olmadan ayakta kalamayacaktır.

Akıllı enerji çözümleri olarak ekserjikleştirme, yeşilleştirme, nükleerleştirme, yenilenebilirleşme, hidrojenleştirme, entegrasyon, çoklu üretim, depolama ve akıllılaştırma sayılabilir. Bunların her biri enerji portföyünde kritik bir role sahiptir ve daha sürdürülebilir bir gelecek için anahtar olacaktır.

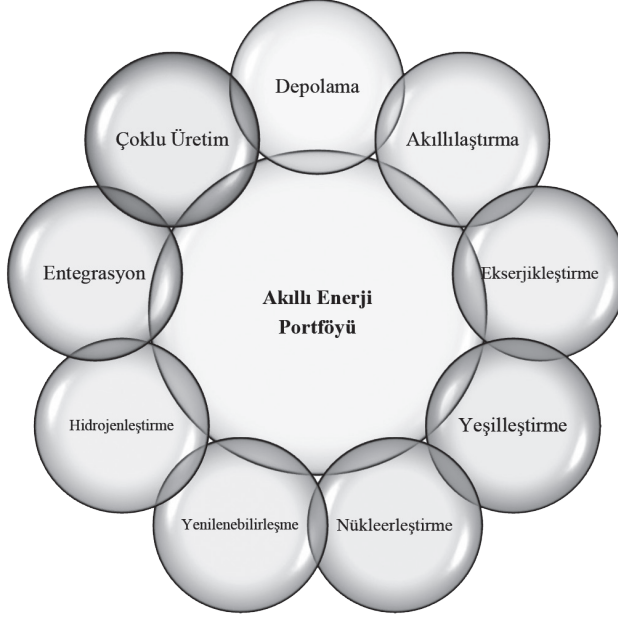
Akıllı Enerji Portföyü

Yukarıda belirtildiği gibi akıllı enerji portföyü, ekserjikleştirme, yeşilleştirme, nükleerleştirme, yenilenebilirleşme, hidrojenleştirme, entegrasyon, çoklu üretim, depolama ve akıllılaştırma gibi dokuz yeni seçenek altında hazırlanmıştır ve Şekil 1'de gösterilmiştir. Burada, bunların her biri kısaca aşağıdaki gibi tanımlanabilir (Dinçer, 2016a):

- **Ekserjikleştirme:** ekserji analizi ve araçlarını daha iyi tasarım ve analiz, daha iyi verimlilik, daha iyi maliyet etkinliği, daha iyi kaynak kullanımı, daha iyi çevre ve daha iyi enerji güvenliği için kavramsal olarak doğru bir şekilde kullanma sanatı olarak tanımlanır.
- **Yeşilleştirme:** daha iyi verimlilik, daha iyi maliyet etkinliği, daha iyi çevre ve dolayısıyla daha iyi sürdürülebilirlik elde etmeye yardımcı olmak için iki şekilde yeni bir disiplin olarak tanımlanmaktadır: (i) yüksek çevresel hasara sahip, az verimli ve fazla maliyetli geleneksel/konvansiyonel sistemlerin daha çevreci, daha verimli ve daha uygun maliyetli yeşilleştirilmiş sistemlere dönüştürülmesi (ii) 3S kriterleri altında geleneksel/konvansiyonel olanlardan daha yeşil olan yeni enerji çözümleri geliştirme süreci.
- **Nükleerleştirme:** nükleer enerji kaynaklarının kullanımına geçiş süreci olarak tanımlanır.
- **Yenilenebilirleşme:** geleneksel fosil yakıt bazlı sistemlerden yenilenebilir enerji (güneş, rüzgâr, jeotermal, hidro, okyanus ve biyokütle) bazlı sistemlere geçiş süreci olarak tanımlanır.
- **Hidrojenleştirme:** daha sürdürülebilir bir hidrojen ekonomisine ulaşmak amacıyla hidrojenin sistemler ve uygulamalar için karbonsuz bir çözüm olarak kullanıldığı süreç olarak tanımlanır.
- **Entegrasyon:** daha iyi verimlilik, maliyet etkinliği, kaynak kullanımı ve temiz bir çevre elde etmek için enerji sistemlerinin/alt sistemlerinin birleştirildiği ve/veya hibritleştirildiği bir süreç olarak tanımlanır.
- **Çoklu üretim:** aynı girdi ile, en az dört faydalı çıktı alınabilen sistemleri oluşturma işlemi olarak tanımlanır. Geleneksel olarak, kojenerasyona (aynı girdiyle iki faydalı ürünün üretildiği) ve daha yakın zamanda trijenerasyona (aynı girdiyle üç faydalı ürünün üretildiği) aşınayız.
- **Depolama:** arz ve talep arasındaki uyumsuzluğu dengelemek, sistemleri daha verimli, ekonomik ve çevreci bir şekilde çalıştırmak için enerji depolama seçeneklerinin uygulanması süreci olarak tanımlanır.
- **Akıllılaştırma:** yapay zekâ araçlarının daha iyi simüle etmek ve modellemek, uygulamak, optimize etmek, otomatikleştirmek ve kontrol etmek, yönetmek ve ölçmek için kullanıldığı süreç olarak tanımlanır. Ayrıca akıllı enerji uygulamalarında örüntü tanımayı da içerir.

Daha sürdürülebilir bir gelecek elde etmeye çalışan ülkeler, toplulukları için akıllı enerji portföyü altında, kapsamlı ve eksiksiz bir çözüm için bu dokuz hedefi akıllıca uygulamalıdır.

Şekil 1. Akıllı enerji portföyünün dokuz dalı



Yeşilleştirme Konsepti

Enerji spektrumu, sırasıyla üretimden kullanıma kadar olan tüm adımları kapsayacak genişliktedir. Enerjinin teknik boyutları şu anda iyi tanınmış, kurulmuş ve uygulanmış olmasına rağmen, politik boyutları siyasi gündem ve sonuçları nedeniyle hâlâ oldukça bulanık, belirsiz ve öngörülemez durumdadır. Bu nedenlerle genel enerji denklemi, doğrusal olmayan ve karmaşık bir hale gelmektedir ve birçok uygulama için çözümü yapılamamaktadır. Bu durumun sadece uluslararası değil yerel olarak da meydana geldiği unutulmamalıdır.

Bu bağlamda, daha iyi sürdürülebilirliğin sağlanmasına yardımcı olacak çevresel etki, verimlilik, maliyet gibi çeşitli kriterler göz önünde bulundurularak sistemlerin mümkün olan en iyi şekilde yeşilleştirilmesi gerekmektedir. Enerji sistemlerini yeşilleştirmek için yeni bir termodinamik kavramı tanıtmak, yeni bir yeşilleştirme faktörü önermek ve çeşitli yeşilleştirme kriterleri için çok sayıda vaka çalışması sunmak üzerine yeni bir çalışma Dinçer ve Zamfirescu (2012) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada her bir seçenek için yeşilleştirme faktörü ve sürdürülebilirlik endeksleri belirlenmiş ve sunulmuştur.

Enerji resmini bütünsel olarak, Şekil 2’de gösterildiği gibi Kaynak, Sistem ve Hizmete (Faydalı Çıktı’ya) atıfta bulunan 3S (*Source – System - Service*) başlığı altında tanımlayabiliriz.

Şekil 2. Kaynaktan servise enerji alanlarını çerçeveleyen 3S konsepti



Yeşilleştirme faktörü, orijinal olarak Dinçer ve Zamfirescu (2012) tarafından aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

$$GF = (EI_{bc} - EI_{gc}) / (EI_{gc})$$

Burada EI çevresel etkidir, bc yeşilleştirme işleminin uygulandığı baz/referans durumu (*base/reference case*) temsil ederken, gc ise yeşilleştirilmiş durumu (*greenized case*) temsil etmektedir.

Burada, yeşilleştirme faktörü 0 ila 1 arasındadır. Sıfır yeşilleştirme faktörü, sistemin yeşilleştirilmediğini gösterir. Sistem tamamen yeşilleştirilirse, yeşilleştirme faktörü 1 olur. Yeşilleştirme işlemi tamamen kaynak, sistem ve servis olmak üzere üç kritere bağlıdır. Tam yeşilleştirilmiş bir sistemin çevresel bir etkisi olmayacaktır. Bunun yanında, mevcut uygulamalar için kısmî yeşilleştirme de kritik bir önem taşımaktadır. Şekil 3, sistemin veya uygulamanın çevresel bir etkiye neden olmadığını belirten yeşilleştirme faktörünün sıfırdan (siyah) %25 yeşilleştirilmiş, sonrasında %50 yeşilleştirildiği ve son olarak 1 GF ile tamamen yeşilleştirildiği değişimi göstermektedir. Yukarıda verilen faktörün sadece basit bir nicelemeyle ilgili olduğu unutulmamalıdır.

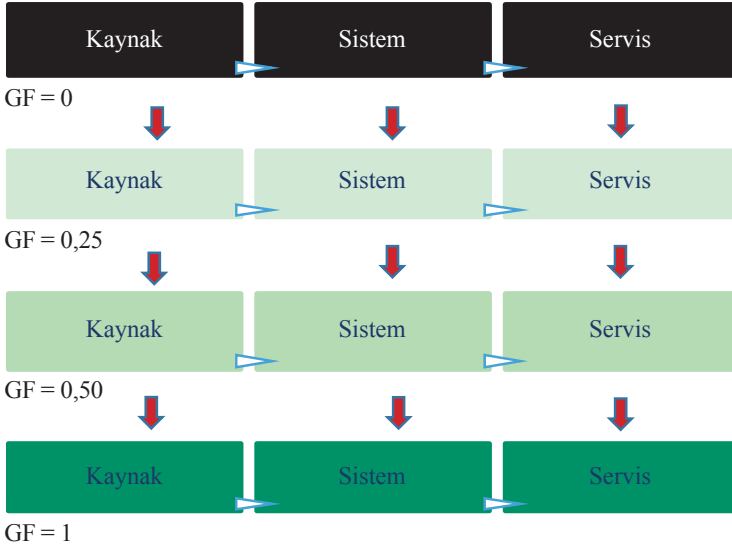
Şekil 3. 0'dan 1'e kadar yeşilleştirmenin gösterimi



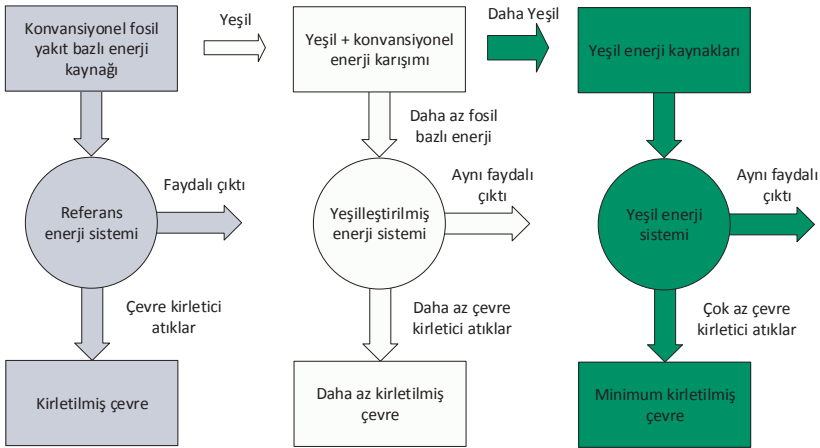
Yukarıda gösterildiği gibi, kaynak-sistem-servis kategorileri ile bütünsel olarak 3S kavramını göz önünde bulundurarak yeşilleştirme sürecini daha ayrıntılı bir şekilde ele alırsak, 3S'nin tüm alt başlıklarının fosil yakıtla çalışan, konvansiyonel ve kaynaktan sisteme ve servise kadar çevresel hasara yol açtığı bir durumu inceleyebiliriz; bu Şekil 4'te gösterildiği gibi temel durum olarak kabul edilebilir. Aşağıdaki 3 adım için başlangıçta kısmi bir formda 0,25 GF, sonrasında 0,50 GF ile daha fazla iyileştirme ve son olarak tam yeşilleştirmeye ulaşmak için gerekli iyileştirmeler yapılmıştır.

Ek bir gösterim olarak, yeşilleştirme işlemi Şekil 5'te gösterilen bir örnekle daha iyi açıklanmaktadır (Dinçer, 2016b).

Şekil 4. Kaynak, sistem ve servis altındaki enerji boyutlarına bütünsel bir yaklaşım



Şekil 5. Enerji sistemlerinin yeşilleştirme işleminin gösterimi



Sürdürülebilir enerji uygulamaları için yeşilleştirme sürecinin gerçek bir şekilde uygulanması, petrol, kömür ve doğal gaz gibi geleneksel enerji kaynaklarına dayanan mevcut sistemlerin modifikasyonunu, uyarlanmasını, güçlendirilmesini veya değiştirilmesini gerektirir. Herhangi bir enerji uygulaması çevre ile ilişkilidir ve çevresel etkinin büyüklüğünü karakterize edebilecek hava kirliliği, su kirliliği ve katı atıklar gibi çevre üzerinde doğrudan sonuçları vardır. Yeşilleştirilen sistem, ilk (orijinal veya temel) durumdan daha düşük çevresel etki faktörüne sahip olmalıdır. Bir ekserji sisteminin yeşilleştirme işlemi Şekil 5'te şematik olarak gösterilmiştir. Ne kadar iyileşme sağlanabileceğini bulmak için geleneksel sistemin (referans durum olarak) "aynı yararlı çıktı" için yeşilleştirilmiş versiyonu ile karşılaştırılması gerçekleştirilmektedir. İlk enerji sis-

temi çevresel etki faktörü EI_{bc} 'ye sahip olan "referans sistemi" olarak belirlenmiştir. Çevresel etki faktörü farklı durumlara bağlı olarak çeşitli yöntemlerle ölçülebilir. Bu ölçümün basit bir yolu özgül sera gazı emisyonlarıdır. Çevresel etki faktörleri olarak; abiyotik kaynak azalması, küresel ısınma potansiyeli, stratosferik ozon azalması, toksisite, foto-oksidan oluşumu, asitlenme, ötrofikasyon gibi diğer parametreler de sayılabilir (yaşam döngüsü için çevresel etki faktörlerinin genişletilmiş tanımı için Dinçer & Zamfirescu, 2012'ye bakınız).

Konvansiyonel olarak çalışan ve çevresel etkilere neden olan kömürle çalışan bir termik santral olduğunu varsayalım. Yeşilleştirme için aşağıdaki seçenekler uygulanabilir:

1. *Buhar jeneratörünün gelişmiş bir gazlaştırıcı ile değiştirilmesi*
2. *Biyokütle ile gazlaştırma*
3. *Entegre katı oksit yakıt hücresi (SOFC) ve gaz türbini (GT) sistemi ile ek güç üretimi*
4. *Entegre NH_3-H_2O üç yönlü, alt çevrimli kojenerasyon*
5. *Trijenerasyon*
6. *Tam yeşilleştirme için karbon yakalama*

Bu seçeneklerin her biri farklı değerler getirebilir ve değerli boyutlar sunabilir. Bu tür seçenekler aynı zamanda yeşilleştirme amacıyla çeşitli geleneksel sistemlere ve uygulamalara da uygulanabilir.

Enerji boyutları ve konuları tartışıldıktan sonra, yeşilleştirme çalışmalarının geçmişte olduğundan daha kritik olduğu açıkça görülmektedir. En son aralık ayında Paris'te düzenlenen 2015 Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı ile yeşilleştirmeyi amaçlayan, daha karbonsuz ve yenilenebilir kaynaklı çözümler ortaya konmuştur.

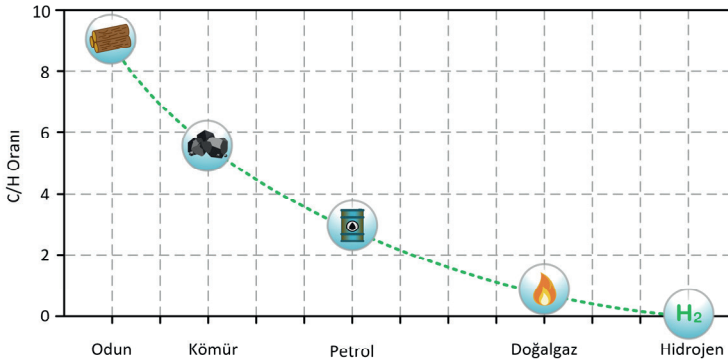
Karbon Çağından Hidrojen Çağına Geçiş

Hemen hemen herkes gibi, evde kendimi izole ederken, bu isimle bir makale yazıp yeni bir bakış açısı oluşturma fikri aklıma geldi ve bunu International Journal of Energy Research dergisinde bir perspektif makalesi (Dincer, 2020) yazarak gerçekleştirdim. Bu bölümde ise verilen kısımlar genel olarak bu makaleden çevrilerek hazırlanmıştır.

İnsanlık, günlük işlerinin birçoğu için ilk enerji kaynağı olarak odun kullanmıştır ve bu dönem yüzyıllar boyunca kömür dönemi (özellikle sanayi devrimi ile), petrol dönemi (öncelikle birinci dünya savaşından sonra) ve doğal gaz dönemine (1980'lerden sonra giderek daha fazla) dönüşmüştür. Karbon içermeyen bir yakıt ve enerji taşıyıcı olarak hidrojene doğru giden bu enerji yolculuğunda nihai bir hedef bulunmaktadır. Karbon/Hidrojen (C/H) oranının yüzyıllar boyunca azaldığı ve hidrojen ile sıfır olması beklendiği bu yolculuk Şekil 6'da açıkça gösterilmiştir. Bu yolculuk, karbon içermeyen ekonomiye veya karbon içermeyen topluma doğru açık bir değişimin göstergesidir. Odunun karbon içeriğinin kömürün karbon içeriğinden daha fazla olduğunu tartışan bazı araştırmacılar ve bilim adamları mevcuttur. Bununla birlikte, odunun selüloz ve ligninden yapılmış olması ve bileşiminin ağaç türleri arasında

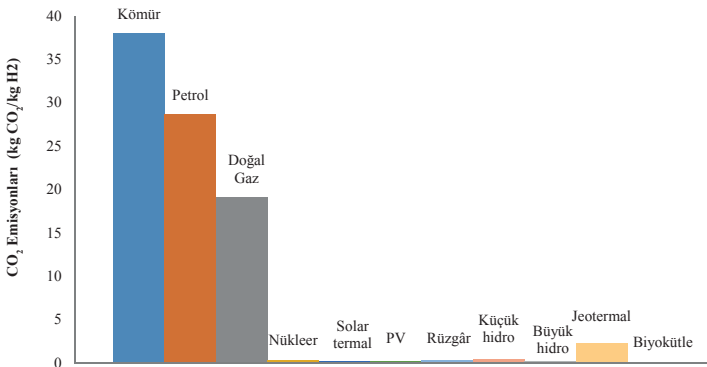
değişebilmesi nedeniyle odunun C/H oranının yaklaşık 10 (1 Hidrojenin 10 Karbona oranı) olduğunu gösteren kaynaklar da vardır. Ayrıca, çoğu ağacın selüloz olarak kabul edildiğine dikkat edilmelidir (ayrıntılar için bkz. <https://phe.rockefeller.edu/docs/WoodsHtoCratio.pdf>). Ayrıca, şu anda dünya çapında hidrojenin tamamen temiz görülemeyecek fosil yakıtlardan (doğal gazdan yaklaşık %50, petrolden %30 ve kömürden yaklaşık %15) üretildiği konusunda bir iddia öne sürülebilir. Bu iddia doğru bir temele dayanmaktadır. Üretilen her bir kilogram hidrojen başına, yaşam döngüsü emisyonları CO₂ eşdeğeri cinsinden Şekil 7’de gösterilmiştir. Burada, temiz hidrojen üretimi için suyu hidrojen ve oksijene ayırmada yenilenebilir enerji kaynakları ve nükleer enerji kullanılması gerektiği açıkça görülmektedir.

Şekil 6. Yüzyıllar boyunca yakıtların karbon ve hidrojen oranı (C/H oranı) değişimi



Şekil 7, hidrojen üretimi için fosil yakıtların yolunu izleyemeyeceğimizi ve bunun yerine elektroliz, termokimyasal ve fotonik prosesler gibi yöntemlerle hidrojen üretimi için nükleer ve yenilenebilir enerji seçeneklerinin kullanılması gerektiğini açıkça göstermektedir.

Şekil 7. Fosil yakıtlardan doğrudan ve nükleer ile yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak suyun ayrıştırılması yoluyla hidrojen üretiminin yaşam döngüsü CO₂ emisyonları



Kaynak: (Prof. Dr. Dinçer'in grubundan)

Şu anda her bireyi, her toplumu, her şehri, her ülkeyi, her bölgeyi, her sektörü ve her ekonomiyi tam anlamıyla etkileyen küresel bir koronavirüs salgını içerisindedir. Bu süreçte, herkes virtüsten doğrudan veya dolaylı olarak etkilenmektedir. Sağlık, ekonomi ve finans, işgücü, eğitim, çevre, enerji, savunma, gıda ve tarım, teknoloji, sürdürülebilirlik gibi toplumsal ihtiyaçların tüm boyutları da bu süreçten etkilenmiş durumdadır. Birçok gelişmekte olan ve/veya gelişmiş ülkenin önlemleri tanımlamak, hükümetleri yönlendirmek ve sağlıkla ilgili konularda harekete geçmek için görev kuvvetleri, uzman grupları, danışma komiteleri, bilim kurulları vb. oluşumlar kurduklarına tanık olmaktayız. Sağlıkla ilgili bu tür çabaların yeterli olduğu görülmektedir. Fakat, tüm ülkeler sağlıkla ilgili komitelerinin yanı sıra aşağıdaki konularda ancak bunlarla da sınırlı kalmamak üzere görev güçlerini hemen devreye almalıdır:

- *Ekonomi ve finans,*
- *Kamu ve belediyeler*
- *Çalışma, iş ve iş veren,*
- *Sanayi ve ticaret,*
- *Basın ve yayım,*
- *Sosyal medya ve halkla ilişkiler,*
- *Aile işleri, sosyal politikalar ve uygulamalar,*
- *İçişleri ve dış işleri,*
- *İletişim,*
- *Adalet,*
- *Kültür,*
- *Eğitim,*
- *Çevre,*
- *Enerji,*
- *Güvenlik,*
- *Savunma,*
- *Ulaşım,*
- *Gıda ve tarım,*
- *Bilim ve teknoloji,*
- *Turizm,*
- *Spor,*
- *Sürdürülebilirlik.*

COVID-19 Koronavirüs ve Hidrojen

İnsanların yaşamak için dört temel şeye ihtiyacı olduğu iyi bilinmektedir:

- *Su (hidrojen ve oksijenden oluşur)*
- *Hava (esas olarak oksijen ve azottan oluşur)*
- *Gıda (öncelikle karbon, hidrojen ve oksijenden oluşur)*
- *Enerji*

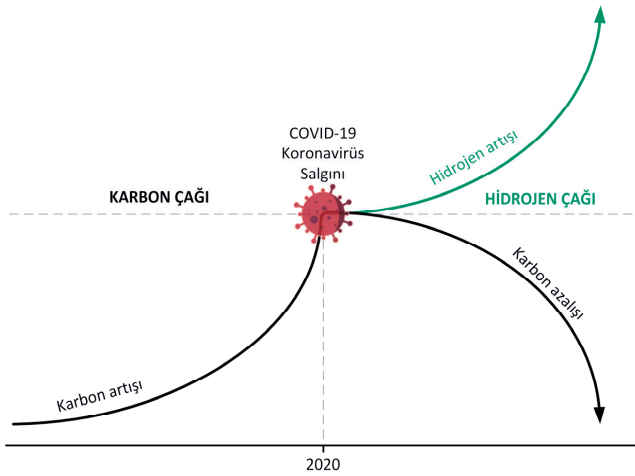
Daha iyi bir yaşam için ise ihtiyaçlar aşağıdaki gibi verilebilir:

- *Temiz su*
- *Temiz hava*
- *Temiz gıda*
- *Temiz enerji*

Burada suyun, havanın ve yiyeceğin, enerjiyi üretme, dönüştürme, taşıma, depolama ve kullanma şekillerinden büyük ölçüde etkilendiğini belirtmek önemlidir. Bu nedenle, temelde temiz enerji çözümlerine ihtiyacımız bulunmaktadır. Ayrıca, fosil yakıtların (kömür, petrol ve doğal gaz) artan kullanımının dünyada hava, su ve gıda ile ilgili birçok soruna neden olduğu ve bunların

insan sağlığı ile ilgili çeşitli problemlere yol açtığı bilinen bir gerçektir. Bu problemlere örnek olarak; solunum bozukluğu, kardiyovasküler hastalıklar, kronik akciğer hastalıkları, gastroenterit, bulantı, kas ve beyin hasarları, sinir bozuklukları, böbrek ve karaciğer hasarları, cilt tahrişi, baş ağrısı ve yorgunluk, yüksek kanser riskleri ve daha fazlası gösterilebilir. Bu bağlamda, insan vücudunun bağışıklık sistemi de büyük ölçüde etkilenmektedir. Diğer taraftan, hava kirliliği de sağlık için önemli bir çevresel risk durumundadır. Ülkeler hava kirliliği seviyelerini azaltarak, inme, kalp hastalığı, akciğer kanseri ve astım dahil olmak üzere hem kronik hem de akut solunum yolu hastalıklarından kaynaklanan hastalık yükünü azaltabilir (WHO, 2018).

Şekil 8. COVID-19 küresel salgını, hidrojen çağı için tarihsel bir dönüm noktası oluşturur



Son zamanlarda her insanı doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen COVID-19 küresel salgını özellikle yaşlıları, zayıf bağışıklık sistemine sahip olan ve çeşitli solunum ve kardiyovasküler hastalıklara yakalanan insanları daha çok etkilemiştir. Bu açıkça karbon çağına devam edemeyeceğimiz ve bu tür virüslere karşı artık kendimizi savunmasız bırakamayacağımız bir dönüm noktasıdır. Bu dönüm noktası, hidrojen ile yeni bir çağın açılması ve Şekil 8'de gösterildiği gibi karbon çağına kapatılması için belirleyici bir andır. Şekil 8'de gösterildiği gibi, 2020 yılında koronavirüs salgını oluşum noktasına kadar hidrokarbon yakıtlarla devam eden karbon çağı, yerini hidrokarbon yakıtların (fosil yakıtlar) kullanımının katlanarak azalacağı ve hidrojen enerjisi kullanımının artacağı hidrojen çağına bırakacaktır. Bu hidrojen çağında, aşağıdaki faydaların sağlanması beklenmektedir:

- *Daha iyi çevre*
- *Daha iyi ekosistem*
- *Daha iyi verimlilik*
- *Daha iyi ekonomi ve ekonomik kalkınma*
- *Yenilenebilir enerji seçenekleriyle daha iyi senkronizasyon*

- *Daha iyi sağlık ve daha sağlıklı toplumlar*
- *Daha iyi sürdürülebilir kalkınma*

Hidrojen hareketinin kurucu babası, 1974 yılında bir konferans, bir dernek (Uluslararası Hidrojen Enerjisi Derneği), bir dergi (Uluslararası Hidrojen Enerjisi Dergisi) ve birçok etkinlikle faaliyetlerine başlayan Dr. T. Nejat Veziroğlu'dur. Dr. Veziroğlu, bu hareketi hidrojen uygarlığına geçiş olarak tanımlamış ve yıllar boyunca insanlara ve toplumlara sürdürülebilir bir gelecek için yardımcı olacak kavramlar geliştirmiştir. Yaptığı tüm bu çalışmalardan dolayı onu hidrojen toplumunun fikir babası olarak gösterebiliriz.

Son yıllarda, Dünya Enerji Konseyi, Uluslararası Enerji Ajansı, Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı ve birçok ülkedeki Ulusal Hidrojen Dernekleri (Türkiye dahil) gibi çeşitli kuruluşların hidrojen ile ilgili çalışmaları artmaktadır. Dünya çapında çeşitli kişi ve kuruluşların yanı sıra hükümetler tarafından da büyük girişimler olmuştur. Örneğin; Ocak 2017'de Davos, İsviçre'de başlatılan Hidrojen Konseyi, başlangıçta 13 küresel endüstri liderini, iklim hedeflerine ulaşılmasına yardımcı olmak ve hidrojeni teşvik etmek amacıyla bir araya getirmiştir (ayrıntılar için bkz. Hydrogen Council internet sitesi) ve daha sonra Hidrojen Enerjisi Bakanlığının Ekim 2018'de Tokyo, Japonya'da düzenlenen sorumlu bakan ve yetkililerle yaptığı toplantıda, hidrojen kaynaklı toplumların anlaşılması amaçlanmıştır (bunu Eylül 2019'da Japonya'nın 10 yıl içinde 10 bin hidrojen dolun istasyonu ve 10 milyon hidrojen enerjili sistem ve araç hedeflerini içeren başka bir toplantı izlemiştir.) (ayrıntılar için bkz. Hydrogen Energy Ministerial Meeting 2019 internet sitesi).

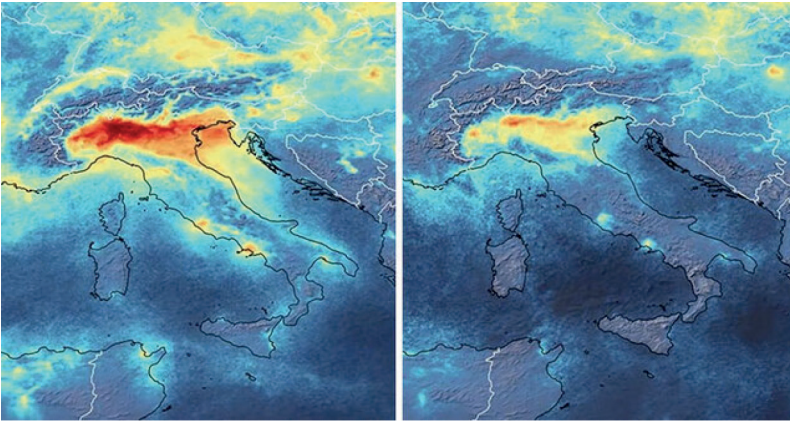
Almanya'da hidrojenle çalışan tren, Norveç'te hidrojenle çalışan yolcu gemisi, Birleşik Krallık'ta hidrojenle çalışan uçak gibi, dünyanın pek çok yerinde birçok hükümet girişimi başlatılmıştır. Ayrıca, Batı Avustralya'nın Shark Bay dünya mirası alanındaki küçük sahil kasabası Denham'da yeni bir proje ile, sıfır emisyonlu bir topluluğun oluşturulması amaçlanmaktadır. Kasabada güneş enerjisi ile çalışan bir hidrojen tesisinin tanıtımı hazırlanmaktadır (ayrıntılar için bkz. Perpitch, 2020). Buna benzer olarak, dünyada emisyon içermeyen topluluklar olarak tanımlanan daha birçok köy ve kasaba bulunmaktadır.

Diğer yandan, COVID-19 küresel salgını, bu belirsiz ve görülmemiş zamanlarda birçok soruna yol açmasına rağmen, dünyadaki hava kirliliğinin, özellikle de sera gazlarının (NO_2 'den CO_2 'ye kadar) azaltılmasına yardımcı olan ara bir süreç olarak görülmektedir. Burada, biri İtalya'da diğeri Çin'de olmak üzere iki örnek bulunmaktadır. Şekil 9, Avrupa Uzay Ajansı (ESA) ve birkaç bağımsız araştırmacının raporlarında belirtildiği gibi koronavirüs karantinası boyunca İtalya üzerindeki hava kirliliğinin büyük düşüşünü göstermektedir. İtalya üzerindeki azot dioksit (NO_2) emisyonları, ülkedeki karantina süreci ile birlikte önemli ölçüde azalmıştır. NO_2 seviyelerindeki düşüş, özellikle Kuzey İtalya'da Copernicus Sentinel-5P uydusu tarafından bile yakalanmıştır (ayrıntılar için bkz. Demilked, 2020).

Koronavirüs kısıtlamaları, daha temiz hava ve daha temiz su gibi amaçlanmayan iklim faydalarıyla da sonuçlanmıştır (Chow, 2020), hidrojen enerjisine büyük ölçekli bir geçiş, bu amaçlanmayan faydaları kalıcı başarılar haline getirebilecektir.

Son zamanlarda yapılan bir araştırmaya göre, koronavirüs Çin'in CO₂ emisyonlarını geçici olarak çeyrek oranda azaltmıştır (Myllyvirta, 2020). Çin'in toplam karbon emisyonları dört haftalık bir süre zarfında yaklaşık %25 düşerek 200 milyon ton CO₂'ye (MtCO₂) ulaşmıştır.

Şekil 9. Koronavirüs karantinası sırasında Ocak ayından (solda) Mart ayma (sağda) İtalya'nın üstündeki NO₂ kirliliğinin çarpıcı düşüşünün gösterimi



Kaynak: (Demirked, 2020)

Hidrojen enerjisine büyük ölçekli bir geçiş, enerji santrallerinin ve endüstriyel tesislerin baca gazları ve araçların egzoz gazları ile salınan partikülleri ortadan kaldıracak ve önemli sağlık yararları sağlayacaktır (Environmental Protection UK, 2020)

Sonuç

Bu bölümde, akıllı enerji çözümleri tanımlanmış ve yeşilleştirme faktörü üzerinde durulmuştur. Ayrıca, COVID-19 koronavirüsünün enerji durumunu nasıl değiştirdiği ve ne gibi fırsatları da beraberinde getirdiği tartışılmıştır. Burada aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir:

- *Fosil yakıtların artan kullanımı, kronik akciğer hastalıklarından zayıf bağışıklık sistemine kadar birçok sağlık sorununa neden olmuştur ve bu da insanları virüse karşı savunmasız bırakmıştır.*
- *Hidrojen, daha iyi çevre, daha iyi verimlilik, daha iyi ekonomi ve daha iyi sürdürülebilirlik sağladığından insan sağlığı ve refahı için eşsiz bir seçenek gibi görünmektedir.*

- *Hidrojen enerji seçenekleri, daha sağlıklı insanlara ve toplumlara, daha iyi iklim koşullarına, ekolojiye ve çevreye ulaşmamıza yardımcı olacaktır.*
- *COVID-19 koronavirüs salgınının hidrojen çağına başlangıcına ve karbon çağına kapanışına neden olan bir dönüm noktası olduğu görülmektedir.*

Kaynakça

- Chow, D. (2020). Coronavirus shutdowns have unintended climate benefits: Cleaner air, clearer water. *NBC News*. Erişim: <https://www.nbcnews.com/science/environment/coronavirus-shutdowns-have-unintended-climate-benefits-n1161921> (ET: 27.05.2020)
- Demilked. (2020). *Satellite Photos Show A Dramatic Decrease In Pollution Above Italy During The Coronavirus Quarantine*. Erişim: <https://www.demilked.com/italy-coronavirus-pollution-decrease/> (ET: 20.05.2020)
- Dinçer, İ. (2016a). Smart energy solutions. *International Journal of Energy Research*, 40(13), 1741-1742.
- Dinçer, İ. (2016b). Greenization. *International Journal of Energy Research*, 40(15), 2035-2037.
- Dinçer, İ. ve Zamfirescu, C. (2012). Potential options to greenize energy systems, *Energy* 46(1), 5-15.
- Dinçer, İ. (2020). Covid-19 coronavirus: Closing carbon age, but opening hydrogen age. *International Journal of Energy Research*, 44(8), 6093-6097.
- Environmental Protection UK. (2020). Erişim: <https://www.environmental-protection.org.uk/policy-areas/air-quality/about-air-pollution/particles/> (ET: 27.05.2020)
- Hydrogen Council. (2020). Erişim: <https://hydrogencouncil.com/en/> (ET: 27.05.2020).
- Hydrogen Energy Ministerial Meeting 2019. (2019). Erişim: <https://h2em2019.go.jp/en/> (ET: 27.05.2020)
- Myllyvirta, L. (2020). Analysis: Coronavirus temporarily reduced China's CO2 emissions by a quarter. *Carbon Brief*. Erişim: <https://www.carbonbrief.org/analysis-coronavirus-has-temporarily-reduced-chinas-co2-emissions-by-a-quarter> (ET: 20.05.2020)
- Perpitch, N. (2020). WA tourist town of Denham to become zero-emission community powered by hydrogen. *ABC News*. Erişim: <https://www.abc.net.au/news/2020-01-15/denham-near-shark-bay-first-wa-town-to-be-powered-by-hydrogen/11870472> (ET: 15.06.2020)
- Rockefeller.edu (2020). Erişim: <https://phe.rockefeller.edu/docs/WoodsHtoCratio.pdf> (ET: 27.05.2020)
- WHO (2018). *Ambient (outdoor) air pollution*. Erişim: [https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (ET: 27.05.2020)