



Sürdürülebilirlik Açısından Teknoloji, Çevre ve İnsan Etkileşimi

Nur KOYUNCU^{1*}, Oğuz AKPOLAT²

¹ Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Çevre Bilimleri Ana Bilim Dalı, Muğla, Türkiye

² Doç. Dr. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Kimya Bölümü, Muğla, Türkiye

E-Posta: nurkoyuncu48@gmail.com, oakpolat@mu.edu.tr

Gönderim 17.02.2023; Kabul 03.07.2023

Özet: İnsanlığın tarih boyunca gelişiminde, sanayi devrimine kadar, üretim biçimleri ve miktarları doğa üzerinde insanlığı endişeye düşürecek boyutlarda etkilememiştir. Ancak parasal yatırıma dayalı gerçekleşen sanayi devrimlerinin ardından sanayinin üretim ve kaynak kullanımı yaklaşımları ve buna paralel olarak gelişen tüketim biçimleri insanın doğa üzerindeki olumsuz etkilerini büyük oranda arttırmıştır. Bununla birlikte ortaya çıkan katı, sıvı ve gaz atıkların ayak izlerini takibi ile ekosistemin sürdürülebilirliği üzerinde baskı oluşturan üretim ve tüketim biçimlerinin, kullanılan teknoloji ile doğrudan ilişkisi de göz ardı edilemez. Teknolojinin evrimi ile birlikte değişen yapısı, üretim ve tüketim biçimlerimizi de değiştirmekte ve ekolojik dengenin sürdürülebilirliği üzerindeki etkisi de değişmekte ve sonuç itibarıyla analitik yaklaşımdaki sürdürülebilirliğin sağlanmasında en etkin parametre böylece teknolojinin ta kendisi olmaktadır. Endüstri 4.0 canlı cansız her nesnenin internete bağlanarak iletişim haline geçeceği, makineler arası iletişimin akıllı üretimi beraberinde getirdiği ya da getireceği, ekonomik ve sosyal dönüşümleri ile şu anda tartışmakta olduğumuz bu dönüşüm ile ilgili bir kavramdır. Bu çerçevede yapılan bu çalışmada da, ister kapitalizmin özellikleri korunarak olsun ya da ister bu özellikler korunmadan farklı bir sistem olsun, teknolojik gelişmeler açısından bakıldığında, yeni akıllı teknolojilerin ister kent, ister kırsal ya da ister endüstriyel alanlarda hem izlenme açısından hem de kontrollü tüketim açısından daha verimli sonuçlar getireceği açıktır ve bunun umut verici olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Çevre, Yönetim, Teknoloji, Etkileşim

Technology, Environment and Human Interaction in Terms of Sustainability

Received 17.02.2023; Accepted 03.07.2023

Abstract: In the development of humanity throughout its history, until the industrial revolution, the forms and quantities of production did not affect the nature in such a way as to cause concern for humanity. However, after the industrial revolutions based on monetary investment, the production and resource use approaches of the industry and the consumption patterns developed in parallel with this have greatly increased the negative effects of human on nature. In addition, the direct relationship between the production and consumption components that put pressure on the sustainability of the ecosystem and the technology used cannot be ignored by following the footprints of the solid, liquid and gaseous wastes. With the evolution of technology, its changing structure also changes our production and consumption patterns, and its effect on the sustainability of the ecological balance also changes, and as a result, the most effective parameter in ensuring the sustainability in the analytical approach is thus the technology itself. Industry 4.0 is a concept related to this transformation that we are currently discussing with its economic and social aspects, that every animate and inanimate object will be connected to the internet and all machines be in communication with each other bring or will bring smart production along with themselves. In this study carried out within this framework, whether it is a different system with or without the features of capitalism, it is clear that new smart technologies will bring more efficient results in terms of monitoring and controlled consumption in urban, rural or industrial areas and, in terms of the technological developments it can be said that this is promising.

Key Words: Sustainability, Environment, Management, Technology, Interaction

GİRİŞ

İnsanlığın gelişme tarihi içinde sanayi devrimi ve ardından sanayinin üretim, kaynak kullanımı ve buna paralel olarak gelişen tüketim kalıpları na bağlı olarak insanoğlunun yaşamıyla ilişkin doğrudan karşılaştığı çevresel tehdit son 50 yılda ilgili kişiler, kurumlar ve zaman zamanda olsa toplumu yönetenlerce araştırma sonuçları ve bunlara dayanarak üretilen politikalar üzerinden de dile getirilmektedir. 1980’li yıllardan itibaren de çevre ile uğraşan planlamacılar “toplumların” ve “çevrelerinin” sürdürülebilirliğine yönelmişlerdir. Bunun için öncelikle bu kavramın değişik tanımlarını irdelemeye ve bu tanımların pratiğe nasıl aktarılacağını araştırmaya başlamışlardır. Bu konuda

*İlgili E-posta/ Corresponding E-mail: oakpolat@mu.edu.tr. (ORCID: 0000-0002-6623-4323)

Bu makale Nur Koyuncu'nun Yüksek Lisans çalışmasından hazırlanmıştır. (ORCID: 0000-0001-8267-5631)

çalışan bir grup araştırmacının bir çalışmasında, ilk adımda sürdürülebilirlik kavramı üzerinde tartışmalara gidilirken, ikinci adımda sürdürülebilirliğe analitik yaklaşımlar üzerine odaklanılmıştır. Üçüncü adımda sürdürülebilirlik için strateji seçenekleri için öneriler oluşturulurken, dördüncü adımda paraya dayalı yatırım sisteminin değişmeyeceği varsayımıyla hazırlanan stratejilerden oluşan yelpazenin iç tutarlılıkların sorgulanmasına gidilmiştir. Beşinci adımda ise değiştirilmeden sürdürülebilirliğin başlanmayacağı bir durumda alternatif strateji yelpazesinin nasıl geliştirilebileceği üzerinde durarak düşünce farklılıklarını önemseyen yaklaşımlarla bu sisteminin değişmeyeceği varsayımıyla hazırlanan strateji yelpazesinin iç tutarlılıkların yeniden sorgulanmasına gidilmiştir. Bu çalışmanın kapsamında da yukarıda çizilen çerçevede, kısaca sürdürülebilirliğin sağlanacağı yaşam sisteminin ya da diğer bir deyişle onun oluşturduğu eko sistemin tüm unsurları incelenerek güneş ve yer küre arasında yer alan ekosistem ile onun kültürel eşleniğini oluşturan sosyal sistem içerisinde ortaya çıkan katı, sıvı ve gaz atıkların ayak izlerinin takibi ile ancak, bu ekolojik sosyal sistemlerin bileşenleri, mekânsal oluşumları ve işleyiş biçimleri üzerine analitik yaklaşımda bulunulabileceği incelenmiştir ^[1,2].

Güneş ve yer küre arasında yer alan ekosistem ile onun kültürel eşleniğini oluşturan sosyal sistem içerisinde insanlığın kültürel evrimi, kuşkusuz çevreye olan duyarlılığını artıracak ve böylece ekosistemin sürdürülebilmesinde en önemli parametreyi oluşturacaktır. Bununla birlikte ortaya çıkan katı, sıvı ve gaz atıkların ayak izlerinin takibi ile ekosistemin sürdürülebilirliği üzerinde baskı oluşturan üretim ve tüketim bileşenlerinin kullanılan teknoloji ile doğrudan ilişkisi de göz ardı edilemez. Teknolojinin evrimi ile birlikte değişen yapısı, üretim ve tüketim biçimlerimizi de değiştirmekte ve böylece ekolojik dengenin sürdürülebilirliği üzerindeki etkisi de değişmektedir, ve analitik yaklaşımdaki sürdürülebilirliğin ölçülmesinde en etkin parametre böylece teknolojinin ta kendisi olmaktadır ^[1,3]. Bu açıdan bakıldığında; teknolojinin tarihsel gelişimini izlemek, bu gelişim sırasında geçirdiği evrimi gözlemlemek ve teknolojinin bir varlık olarak yapısını anlamak, onunla ilgili beklentileri saptamak ve çevre üzerindeki etkileri açısından sınıflandırmak, eko sistemin sürdürülebilirliği ve geleceği hakkında insanlığın daha gerçekçi planlamalar yapmasını kolaylaştıracak ve böylece bu karmaşık sorunun daha kolay çözülebilmesi ya da olumsuzlukların en aza indirilebilmesini mümkün kılacaktır. Geçen endüstrileşme çağı boyunca yoğun araştırma, geliştirme ve üretim pratiğiyle oluşan bilgi birikimi sonucu ulaşılan ve hızlı değişimlerin karakterize ettiği bugünün endüstriyel, teknolojik ve bilimsel kültürünün anlaşılması ve bireyle entegrasyonu ancak bu bireylerin her alanda özellikle de teknolojinin üretilmesi, yenilenmesi ve böylelikle gerçekleştirilebilen standart ürün ve hizmetlerinin üretiminde ve tüketiminde optimum yararlı davranabilmesi için, derinlemesine düşünebilme ve kavrayabilme yeteneklerinin geliştirilmesinde alacakları eğitim onun en iyi kullanımını sağlayacaktır. Bu bağlamda teknoloji hakkında daha derin ve geniş fikir sahibi olabilmek, belki de bir varlık olarak onun üzerinde durmak, onun kökenine, evrimine ve işleyişine dair bir bilgiler örgüsüne, daha da ilerisi yapısal bir teorisine ulaşmak için çabalamanın çok büyük önem arz ettiği açıktır ^[4].

Güneş ve yer küre arasında yer alan ekosistem ile onun kültürel eşleniğini oluşturan sosyal sistem ile ilişkili olarak bir başka soru da günümüzde hızla değişen bilişim teknolojilerinin çok kısa bir sürede diğer teknolojiler üzerinde gerçekleşmesini sağladığı otomasyonun neleri değiştireceği ve bu değişim sonucunda elbette geleceği tek başına belirlemesede, ancak şimdiden yaşanan nüfus ile eko dengenin bozulmasına bağlı olarak gerçekleşen iklim ve toprak değişiklikleri ve kaynakların tükenmesi gibi diğer büyük sosyal ve çevresel zorluklar iç içe geçecektir. Endüstri 4.0 ya da diğer bir ifadeyle 4. Endüstri Devrimi, canlı cansız her nesnenin internete bağlanarak iletişim haline geçeceği, makineler arası iletişimin akıllı üretimi beraberinde getireceği, ekonomik ve sosyal dönüşümleri ile şu anda tartışmakta olduğumuz bir kavramdır. Buhar gücünün kullanılmasıyla girilen Endüstri 1.0 çağını, petrol kullanılan Endüstri 2.0'a dönüşmesiyle üretim biçimleri tepeden aşağıya değişmiş, bu değişim ile olumsuz olan çevresel etkiler iyiden iyiye kendini hissettirmeye başlamıştır, onun da ardın bilginin daha çok kullanıldığı uzman sistemlerin yavaş yavaş etkisiyle üretim ve bağlı olarak endüstriyle birlikte diğer alanlarda makinelerin daha iyi kontrol edilebilmesiyle, süreçlerin daha iyi kontrolünün mümkün olduğu Endüstri 3.0 Devrimi gerçekleşmiştir. Bugün ise artık tamamen miktarı hızla artan bilginin yapay zeka kontrolüyle üretim şeklinin ve etkinliğinin hızla değiştiği ve böylece endüstriyel ya da endüstri dışı tüm üretim ve tüketim süreçlerini etkileyen Endüstri 4.0 ile karşı karşıya bulunmaktadır. Silikon Vadisi'nde bu yeni teknolojilerden "Yıkıcı" olarak bahsedilmek de ve bu tür teknolojilerin işlerin eski yapılış şekillerini bozarak onların yerini alacağı öngörülmektedir. Belki de en zor soru bu köklü değişikliklerin tüm eko sistemi nasıl derinden etkileyeceğidir ^[5,6].

Yapılan bu çalışmalar bize endüstri devrimiyle başlayan yeni teknolojilerin icadı ile teknolojinin değişmesi ve bunun sonucunda gerçekleşen sanayi devrimlerinin tüm hayatı ve yaşam biçimlerini, üretim biçimlerini ve tüketim alışkanlıklarını beraberinde tümüyle değiştirdiğini göstermektedir. Bunun sonucunda da tüm doğanın eko sisteminin bozulduğu çevresel etkilerin yaşamı tehdit ettiği bir dünya ile karşı karşıya olduğumuz açıktır. Bu bağlamda yapılacak olan bu çalışmada, ekolojik dengenin sürdürülebilirliği için önerilen ve çevreye olan analitik yaklaşımdaki önemi çok açık olan teknolojinin, tarihsel gelişim sürecinin incelenmesi, evriminin anlaşılması, özellikle çevresel etkileri

açısından sınıflandırılarak bu etkilerin saptanması ve bu saptamalar çerçevesinde eko sistemin sürdürülebilirliği açısından neleri getirebileceğinin ya da götürebileceğinin araştırılmasıdır. Bu alanda yapılan kuramsal çalışmaların incelenmesi, bu çalışmalarla ilgili olduğu düşünülen pratiklerin araştırılması ve bu pratiklerin ortaya konulmuş kuramlar ile yeniden yorumlanarak var olan pratiklerin hangi yönde değişip evrilebileceğinin hangi beklentilerle uyumlu ya da uyumsuz olabileceğinin incelenerek ortaya çıkarılması çalışmanın temelini oluşturacaktır.

Teknolojinin Tarihsel Gelişimi

Genel Yaklaşım

Çağdaş toplumları bir arada tutan ve gelişimini sağlayan en önemli etken teknolojidir. Teknolojiye insanoğlunun en eski tanıklığı için ise Antik Yunan'da ortaya çıkan dört tema ile dikkat çekilmektedir. İlk olarak teknolojinin doğadan öğrenildiği ya da onu taklit edildiği hipotezidir. Örneğin; Demokritos'a göre, örümcekler ve yuvasını yapan kırlangıçlar taklit edilerek el dokumalar ve barınma yerleri inşa edilmiştir. İkincisi de, doğal şeyler ile sanat eserleri arasında ontolojik bakımdan bir fark olduğu hipotezidir. Aristoteles'e göre, kullanılanlar yapay oldukları sürece, dış etkenlerle insan ruhundaki amaçlara ve biçimlere dokunarak üretilirler. Doğal ürünler ise içsel nedenlerle birleşerek büyür, gelişir ve hayat bulurlar, ve ancak doğanın amaçları doğrultusunda yönlendirilerek devamlılık sağlarlar. Diğer yandan da eserler kendi kendilerini üretmezler ve insanın yeniden gözden geçirmesiyle ilk hallerini kaybederler. Orta Çağ'da İbn-i Sina (Batı kültüründe Avicenna) simyayı asla gerçek maddelerin üretilemeyeceği konusunda eleştirmiştir. Günümüzde bile hala gerçek olan doğal C vitamini ile yapay üretilenin aynı olmayacağı tartışması sürmektedir. Bu çerçevede öne sürülen üçüncü nokta da, Aristoteles'in dört sebep maddi-, biçimse-, etken- ve amaçsal-neden doktrininin teknoloji felsefesine katkı sağlamış olmasıdır. Bu doktrin sanat eserlerinin metafiziği ile ilgili noktaların içselleştirilmesine de değinmiştir. Bunu izleyen dördüncü nokta ise teknolojik imgelerin Platon ve Aristoteles tarafından kullanılmasıdır. Platon, Timaeus isimli eseriyle dünyayı bir zanaatkar olan Demirurge'un eseri şeklinde belirtmiştir. Aristoteles, doğal süreçlerin nihai nedenlerle nasıl işlendiğine dikkat çekmek için sanat ve zanaattan yararlanmıştır. Rönesans döneminde, insanların teknoloji felsefesine olan ilgileri ve yaratıcı çabaları da artmıştır. Francis Bacon böyle bir düşünceyi kabul eden ilk yazar olarak görülmektedir. Teknolojinin sosyo-kültürel bir fenomen olarak ele alınması da ancak bu zaman diliminde bir dönüm noktası olarak kabul edilmiştir. Ve daha sonrada teknoloji felsefesini, Carl Mitcham beşeri bilimler teknoloji felsefesi şeklinde tanımlamıştır. Bu düşünceyi benimseyenler de ona karşı sanki bir kara kutu, üniter, monopolitik, kaçınılmaz bir olgu (fenomen) şeklinde davranmışlardır. Mitcham ayrıca beşeri bilimler teknoloji felsefesini mühendislik teknoloji felsefesi ile kıyaslamaktadır. Mühendisler tarafından süregelen bir uygulama olarak teknolojiye odaklanırken, bilim felsefesinin bilim adamları tarafından devam ettirildiği şekliyle, bilimin pratiğe odaklanmasına benzer bir şekilde analitik teknoloji felsefesi mühendislik felsefesi olarak düşünülmektedir. Teknolojinin, araçsallık ve üretkenlik şeklinde iki ana çekirdeği olduğu savunulmaktadır. Araçsallık insanların araçlarla dünyaya müdahale ederek nesnelere amaca uygun olarak hayata geçirebilmesidir. Üretkenlik ise, belirli bir şeyleri kontrollü ve akıllıca yapabilen yeni şeyleri var ederek ortaya koymaktır. **Şekil 1**'den de görüleceği gibi bilimsel devrimin başladığı andan itibaren bilim, insan kültürünü ve düşüncesini derinden etkilemiş ve teknoloji ile sürdürülebilir olmuştur [7,8].

Tarihsel Süreç

Woodford'un keşif ve icatlara ilişkin Teknoloji Zaman Çizelgesi incelenenerek tarihsel süreç kısaca aşağıdaki gibi özetlenmiştir [2];

i: **Tarih Öncesi:** 4-5 milyar yıl önce güneş enerji üretmeye başlar, yaklaşık 3,5 milyon yıl önce de insanlar ilk aletleri taştan, tahtadan, boynuzlardan ve kemiklerden yaparlar, 1-2 milyon yıl önce ise ateş keşfedilir, M.Ö. 10.000'de en eski tekneler inşa edilir, M.Ö. 8000-9000 insan yerleşimlerinin ve tarımın başlangıcı olur ve M.Ö. 6000-7000'de el yapımı tuğlalar ilk olarak Orta Doğu'da inşaat için kullanılmaya başlanır.

ii: **Eski Çağlar:** M.Ö. 4000'de, dekoratif süslemelerde ilk kez demir kullanılmıştır, M.Ö. 3500– 5000'de cam ilk kez insanlar tarafından dökülmüş olup, M.Ö. 3500'de insanlar tekerleği icat etmişlerdir ve ardından M.Ö.3000'de ilk yazılı diller, Güney Mezopotamya'nın (modern Irak'ın bir parçası) Sümer halkı tarafından geliştirilir, M.Ö. yaklaşık 2500'de eski Mısırlılar, kağıdın ham erken bir versiyonu olan papirüsü üretirler, M.Ö.3000–600'de yaşanan Bronz Çağı: bakırın yaygın kullanımı ve önemli alışım bronzun icadını temsil etmektedir, M.Ö.2000 Eski Mısırlılar tarafından bulunan shaduf (shadoof) gibi su yükseltme ve sulama cihazları, karşı ağırlıkları kullanarak bir şeyleri kaldırma fikrini ortaya koymaktaydı. M.Ö. 1000'de ise Demir Çağı başlamaktadır: Demir, dünyanın birçok yerinde alet ve silah yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır artık, M.Ö. 600'de Milet'li Thales statik elektriği keşfeder,

M.Ö. yaklaşık 250'de de Arşimet, su ve diğer malzemeleri taşımak için vidalı pompayı icat ederken, M.Ö. yaklaşık 150– 100 aralığında dişli tahrikli, hassas saat makineleri (Antikythera mekanizması gibi) bulunmuştur bile.



Şekil 1. Elimizin altındaki teknoloji ^[9]

iii: **Orta Çağ:** 600'lü yıllara gelindiğinde Yel değirmenleri Ortadoğu'da icat edilir, 700–900'de Çinliler barutu ve havai fişekleri bulurlar, 800–1300'lerde Banū Mūsā kardeşler ve el-Jazari gibi mucitler sayesinde, İslami "Altın Çağ", modern otomatik fabrika makinelerinin ataları olan dahiyane saatler ve geri bildirim mekanizmaları dahil olmak üzere çok çeşitli teknolojilerin gelişimini görüyordu, 1000'de Çinliler, gözlük camlarını insanların yüzlerine uyan çerçevelere sabitleyerek geliştirmekteydiler, 1206'da Arap mühendis El Cezeri, modern tuvaletin atalarından biri olan sifonlu bir el yıkama makinesi icat ediyor, 1232'de yine Çinliler, ilk roketleri kullanarak Moğol istilacılarını püskürtüyorlardı.

iv: **16. Yüzyıl:** 1530'larda Gerardus Mercator, daha iyi harita yapımıyla navigasyonda devrim yaratmaya yardımcı olur, 1590'da Hollandalı bir gözlük üreticisi Zacharias Janssen ilk bileşik mikroskobu yapar ve 1596'da Sir John Harington, eserlerinde ilk modern sifonlu tuvaletlerden birini anlatmaktadır.

v: **17. Yüzyıl:** 1600'lere gelindiğinde, Galileo Galilei, temel bir termometre tasarlar, yine bu yıllarda William Gilbert, Dünya'nın nasıl dev bir mıknatıs gibi davrandığını anlatan harika kitabı De Magnete'i yayınlar, Bu, manyetizmanın bilimsel çalışmasının başlangıcıdır, 1609'da Galileo Galilei pratik bir teleskop yapar ve yeni astronomik keşiflerde bulunur. 1687'de Isaac Newton, üç hareket yasasını formüle eder ve 1700'ler Bartolomeo Cristofori'nin piyanoyu icat ettiği yıllar olur.

vi: **18. Yüzyıl:** 1701'de İngiliz çiftçi Jethro Tull, atlı tohum ekme makinesini icat ederek tarımın mekanizasyonuna başlar, 1703'de Gottfried Leibniz, şu anda neredeyse tüm bilgisayarlarda kullanılan ikili sayı sisteminin öncülüğünü, 1712'de Thomas Newcomen ilk pratik (ancak sabit) buhar motorunu yapıyordu, 1700'lerde Christiaan Huygens içten yanmalı motoru tasarlar, ancak gerçekte asla bir tane yapamaz, 1737'de ise William Champion, çinkonun büyük ölçekte çıkarılması için ticari olarak uygun bir süreç geliştirebiliyordu, 1757'de John Campbell, denizcilerin enlemi ölçmesini sağlayan gelişmiş bir navigasyon cihazı olan sekstantı buluyor,

vii: **19. Yüzyıl:** 1801'de Joseph-Marie Jacquard, otomatik kumaş dokuma tezgahını icat eder ve kalıpları saklamak için kullandığı delikli kartlar, daha sonra programlanabilir bilgisayarlara ilham vermeye yardımcı olacaktır, 1803'de Henry ve Sealy Fourdrinier kağıt yapım makinesini geliştirirler, 1806'da Humphry Davy, elektrolizi önemli bir kimyasal tekniğe dönüştürüyor ve bir dizi yeni elementi tanımlamak için kullanıyordu. Bu arada 1807'de Humphry Davy elektrik ark lambasını geliştirir, 1814'de George Stephenson ilk pratik buharlı lokomotifini yapar ve ardından 1816'da Robert Stirling, verimli Stirling motorunu icat eder. Yine bu çağda, 1900'lere kadar ilkel elektrik jeneratörleri ve motorları, elektrikli telgrafı (telefonun öncüsü), dayanıklı bir kauçuk (vulkanize kauçuk), Louis Pasteur'un pastörizasyonu, betonarme, modern daktilo ve QWERTY klavye, dizel motorlar, radyo dalgasıyla ilk mesaj, Röntgen'in X ışınlarını gibi daha nice icat gerçekleştiriyordu.

viii: **20. Yüzyıl-1930:** 1901'de Guglielmo Marconi, Atlantik Okyanusu boyunca İngiltere'den Kanada'ya radyo dalgası sinyalleri gönderirken ilk elektrikli süpürge de geliştiriliyordu, 1903'de Wilbur ve Orville Wright kardeşler ilk motorla çalışan uçağı yapıyorlar, 1930'lara kadar klima, kromatografi,

ilk popüler sentetik plastik olan Bakalit, çamaşır makinesi ile dünyanın ilk gerçekten uygun fiyatlı arabası olan Ford Model T'yi piyasaya sürülüyordu, Bunların yanında uzay roketleri inşa etme konusunda etkili fikirler ortaya atılıyor, kütle spektrometresine öncülük ediliyor ve o birçok izotopu keşfetmek için kullanıyordu, ilk mekanik televizyon geliştirilirken, 1921'de Karel Capek ve kardeşi, yapay insanlarla ilgili bir oyunda "robot" kelimesini kullanıyorlardı.

vix: **20. Yüzyıl-1960:** 1930'larda Peter Goldmark renkli televizyonun Laszlo ve Georg Biro, modern tükenmez kalemın öncüsü oluyorlar, Maria Telkes, güneş enerjisiyle çalışan ilk evi yaratıyordu, yine aynı yıllarda Wallace Carothers, ilk popüler sentetik giyim malzemesi olan neopren (wetsuitlerde kullanılan sentetik kauçuk) ve naylonu, Robert Watson Watt, radarı Arnold Beckman ise elektronik pH metreyi geliştiriyorlardı, yine 1960' lı yıllara kadar bir altın-kadmiyum alaşımında şekil hafıza etkisi manyetik indükleme anahtarı, fotokopi (xerography) ilkesi, Teflon® adlı yapışmaz plastik bir kaplama icat ediliyor, 1939'da Igor Sikorsky ilk gerçek pratik helikopteri yapıyordu. Dünya'nın bir tarafından diğerine yansıtılabilen uzay tabanlı bir sinyal "aynası" olan iletişim uydusu fikri tasarlamaktaydı, 1947'de John Bardeen, Walter Brattain ve William Shockley, elektronik ekipmanın çok daha küçük olmasını sağlayan ve modern bilgisayar devrimine yol açan transistörü buluyorlar, okuyucu barkodlar, ilk optik lazer, TV uzaktan kumandasını icat edilmekteydi, 1956'da ilk ticari nükleer güç, İngiltere, Cumbria'daki Calder Hall'da üretilirken 1957'de Sovyetler Birliği (Rusya ve müttefikleri) Sputnik uzay uydusunu fırlatıyor ve Lawrence Curtiss, Basil Hirschowitz ve Wilbur Peters ilk fiber optik gastroskopu yapıyorlardı, 1958'de Bağımsız çalışan Jack Kilby ve Robert Noyce, entegre devreyi 1959'da IBM ve General Motors, ilk bilgisayar destekli tasarım (CAD) sistemi olan Design Augmented by Computers-1'i (DAC-1) geliştiriyordu.

x: **20. Yüzyıl-2000:** 1960'larda Joseph-Armand Bombardier, Ski-Doo® kar motosikletini mükemmelleştiriyorken Theodore Maiman yakut lazeri, 1962'de Corning Glass Works'ten William Armistead ve S. Donald Stookey, ışığa duyarlı (fotokromik) camı, Nick Holonyak, General Electric'te çalışırken LED'i (ışık yayan diyot) icat ediyordu, 1963'de Ivan Sutherland, ilk bilgisayar destekli tasarım programlarından biri olan Sketchpad'i geliştiriyor, 1964'de IBM, SABRE adlı bir uçak bileti rezervasyon sistemiyle e-ticarete öncülük etmeye yardımcı olmaya başlıyordu, 1965'de Frank Pantridge, kalp durması hastalarını tedavi etmek için taşınabilir defibrilatörü geliştiriyor, Douglas Engelbart bilgisayar faresini geliştiriyor ve James Russell kompakt diskleri icat ediyordu, 1971 elektronik mürekkebin öncüsü Nick Sheridon, Xerox PARC'ta.1971'de Ted Hoff, ilk tek çipli bilgisayarı veya mikroişlemciyi yapıyor ve ardından 1973'de Martin Cooper ilk cep telefonunu geliştiriyordu, 1973'de Robert Metcalfe, ethernet adını verdiği bilgisayarları birbirine bağlamanın basit bir yolunu buluyordu. Bunlarla birlikte 1981'de Apple'ın başarısıyla sarsılan IBM, kendi uygun fiyatlı kişisel bilgisayarını (PC) piyasaya sürerken uzay mekiği ilk yolculuğuna çıkıyor, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki ilk yüksek çözünürlüklü televizyon (HDTV) sinyalini yayınlıyor ve elektronik şirketleri, Wi-Fi'yi kablosuz İnternet için dünya çapında bir standart haline getirmeyi kabul ediyorlardı.

xi: **21. Yüzyıl:** 2001'de Apple, iPod MP3 müzik çalarını piyasaya sürerek müzik dinlemede devrim yaratıyor, Richard Palmer, enerji emici D3O plastiğini geliştiriyor, Wikipedia çevrimiçi ansiklopedisi Larry Sanger ve Jimmy Wales tarafından kuruluyordu, Bram Cohen, BitTorrent dosya paylaşımını ve Scott White, Nancy Sottos ve meslektaşları kendi kendini iyileştiren materyaller geliştiriyorlardı, 2002'de iRobot Corporation, Roomba® elektrikli süpürge robotunun ilk versiyonunu piyasaya sürdü, 2004'de elektronik oylama, tartışmalı bir ABD Başkanlık Seçiminde önemli bir rol oynarken 2007'de amazon.com Kindle elektronik kitap (e-kitap) okuyucusunu piyasaya sürerken Apple, iPhone adı verilen dokunmatik ekranlı bir cep telefonunu tanıttı, 2010'da Apple, dokunmatik tablet bilgisayarı iPad'i piyasaya sürerken 3D TV daha yaygın olarak kullanılabilir hale gelmeye başlar, Elon Musk, dev bir pnömatik tüp taşıma sistemi olan "hyperloop"u duyurur, 2015'de süper bilgisayarlar (dünyanın en hızlı bilgisayarları) artık insan beyninden yalnızca 30 kat daha az güçlü olurken 2016'da üç nanoteknoloji uzmanı, moleküllerden minyatür makineler yaptıkları için Nobel Kimya Ödülü'nü kazanıyorlardı, 2019'da Google, geleneksel bir bilgisayardan daha hızlı hesaplayan bir kuantum bilgisayarla "kuantum üstünlüğüne" ulaştığını iddia ediyor ve ardından 2020'de Google/Alphabet'in yapay zeka bilgisayar programı DeepMind, klasik protein katlama problemini çözüyordu.

Bilim, Teknoloji ve Eğitim

Endüstrileşme çağı boyunca bilim ve teknolojideki gelişmelerin, yeni bilgi ve yeni araştırma alanlarının ortaya çıkmasının yanı sıra farklı kategorilerde var olan bilgilerin bileşiminden meydana geldiği anlaşılmaktadır. Nano

teknoloji, biyo teknoloji ve bilgi teknolojileri bu sentezin içinde yer alırlar ve çekirdek teknolojiler olarak sınıflandırılırlar. Bu teknolojilerin mühim özelliği ise enerji ve hammaddelerin etkili kullanımı ile kalite ve verimliliğinin artması, üretim maliyetlerinin kontrolü, atıkların ve çevre kirliliğinin azalmasına imkan vermesi ve birçok sektörle senkronize olmasıdır. Bilişim, internet, e-ekonomi, e-ticaret gibi kavramlar geçirdiğimiz süreç zarfında hayatımızda hızlı bir biçimde yer alırken hem kendi gelişimlerini sürdürmekte aynı zamanda bütün üretim alanlarında hızlı ve güvenilir sonuçlara ulaşılmasını sağlamaktadır. En önemli hipotez hangi kavramın ne zaman ve nerede nasıl fayda sağlayacağını ön görülebilmesinin her alanda fayda sağlayacak olmasıdır. Yoğun iş rekabetinde ön görülen bilgilerle bütün ekonomik, teknik ve bilimsel analizlerde en iyi olanın anlaşılacak benimsenmesine ve ortaya çıkabilecek sorunların çözümlenmesine fayda sağlayacaktır. Teknolojik ve bilimsel kültürün anlaşılması ve bireyle entegre olması, onun yenilenmesinde, hizmet ve üretiminde en verimli olanın yakalanabilmesinde, derinlemesine kavrayabilme ve düşünebilme yeteneğinin geliştirilmesini sağlayacaktır. Enformasyon, bilgi yoğunluğu, küreselleşme ve ağ bağlantıları bilgi toplumunun itici güçleri olarak ifade edilmektedir. Bunların etkisi en fazla ekonomik değerlerde kendini göstermektedir. Çağımızda yeni ekonomik sistemin verimliliği, ekonomik sisteme yönelik baskılar, üretim ve tüketim ilişkilerinin düzenlendiği ekonomik sisteminin bütününe yenilenmesi ölçülerek değerlendirilmektedir. Teknolojiyi var eden, üreten, tüketen ve tüketirken de bu pazarın merkezinde bulunan insanoğlunun bu sistem içerisinde en verimli şartlarda dönüşümünü ve devinimini sürdürenin de kendisi olduğu fikriyle insanın da en iyi yönleriyle donatılarak yetiştirilmesi ancak onun eğitimiyle mümkün olabilmektedir [10].

Başlangıç şartlarına bağlı olarak elde edilen sonuçların duyarlı olduğu bir sistem olan eğitimin de kargaşa (kaotik) kavramı içinde değerlendirilmesi, var olan durumunun anlaşılacak geleceğe yönelik olarak yeniden şekillendirilerek planlanması başarı da ona olan güveni arttıracaktır. Burada bilimin ve teknolojinin birlikte değerlendirilerek bu şekilde aktarılabilmesi büyük önem arz eder. Temel ve yükseköğrenimin tüm aşamalarında bu düşünce çerçevesinde hareket edilmesi gerektiği, teorik klasik mühendislik eğitiminin yanında teknoloji fakültelerinde uygulama ağırlıklı mühendislik eğitime geçiliyor olması dahi özellikle eğitim sistemi içerisinde uygulamaların öğrenenlere ihtiyaç doğrultusunda kazandırılması bu konudaki çabaların dünyada hızla arttığına bir göstergesidir. **Teknoloji**, “insan yapısı dünyayı” geliştirir ve açıklar; geliştirme, işleme ve yönetmeyi kapsar. **Bilim** ise doğal dünyayı” açıklar. **Bilim**, paylaşılan gerçeklik hakkında doğru bilgileri toplamak için kullanılan sistematik metodolojiye başvurur. Bilgileri toplama süreci boyunca da **teknolojik** araçları kullanır [11,12].

Orta çağın ardından özellikle “Endüstri Devrimiyle” modern teknoloji dönemi başlamıştır. Bir yandan teknolojik gelişmeler hızlanırken, diğer taraftan coğrafi sınırlar genişlemiş, politik oluşumlar teknolojik gelişmelere paralel bir yön izleyerek değişmiştir. Teknoloji geleneksel yapıları değiştirirken, hiç umulmadık sonuçlara da yol açmıştır. Bu sonuçlar göz önüne alındığında teknoloji yapıcı olarak göze çarpsa da, yıkıcı sonuçlarıyla da değerlendirilmektedir. Teknoloji, herhangi bir endüstri dalıyla ilgili tasarım ve yapım yöntemlerini, kullanılan araç, gereç ve aletleri kapsayan bilgiler bütünü olarak düşünülebilir. Teknoloji terimi sanat/beceri anlamına gelen “techne” ve çalışma alanı anlamına gelen “logia” sözcüklerinden türemiştir. Sözcüğün İngilizce’de ilk ortaya çıkışı ise 17. yüzyıla dayanmaktadır. İlk zamanlarda yalnızca sanatın uygulanması anlamında kullanılmış, ancak daha sonraları anlamı değişmiş ve 20. yüzyılın başlarında ise bazı süreç ve düşüncelerin çeşitli araçlara ve makinelere dönüşmesini kapsayacak kadar genişletilmiştir. 20. yüzyılın ortalarına gelindiğinde de, teknoloji artık insanın çevresini dönüştürmek için araştırarak yaptığı etkinlikler bütünü olarak tanımlanmaya başlanmıştır. Teknoloji tanımı yıllarca bilimle doğrudan ilişkilendirilmiş olup, günümüzde de yaygın olarak bilimsel bilginin yaşama geçirilme yöntemleri olarak kullanılmaktadır. Teknolojinin gelişimi çok eski zamanlara dayanmakta, hatta ilk basit aletlerin yapımına kadar uzanmaktadır. 20. yüzyıla gelindiğinde ise teknolojinin gösterdiği değişim hızı, insanlık tarihinin geçmiş hiçbir anında görülmemiştir. Yine bu yüzyıla bilgisayar kullanımı, tasarım programlarının ve pek çok cihazın bilgisayar kontrollü kullanımına başlanması ile ve 21. Yüzyılda D30 plastik ve grafen gibi nanomateryaların icadı, cep telefonlarını bilgisayar işlevleri ile donatılması ve günlük hayatta yoğun olarak kullanılması ile Google/Alphabet’in yapay zeka bilgisayar programı DeepMind kullanılarak klasik protein katlama probleminin çözülmesi gibi teknolojinin her alanda hızla gelişmesi ile yeni çığırar açılmıştır. Bu açıdan bakıldığında, teknolojinin tarihsel süreç içinde konumu ile icadı, yapısal özellikleri ve evriminin anlaşılmasının, her yanı teknoloji ile kuşatılan insanoğlunun eğitimindeki dolayısıyla yaşamın tüm adımlarındaki önemi göz ardı edilemez [13,10].

Teknolojinin dışında varlığımızı sürdürebilmemiz mümkün değildir. Ayrıca teknoloji bireyi doğrudan etkisi altına alarak yeniden yapılanma süreçlerini ve toplumsal süreçlerin gelişmesini sağlayacak güce de sahiptir. O halde ihtiyacımız olan kapsamlı bir teknoloji teorisinin varlığının dayanabileceği, temelde birkaç tanım üzerinde de düşünülmesi gerekmektedir ve bunun sonucu daha iyi anlaşılabilirliği için, sözcüklerin simgeledikleri (sembolleştirdikleri) şeylerle anlam kazandığı nesnelere bir aradalığını anlatan nedensel ilişkiyi birleştiren uzlaşımın ilişkinin ya da bir başka deyişle ortak özelliklerin kavramsal ve açıklayıcı olduğu unutulmamalıdır. Tanımlama ise,

kullanılan sözcüklerin gerektiğinde anlamlarını açıklama ve olabildiğince kesine yakın belirleme sürecidir. Gözlem ise bir olgu toplama işlemidir, ancak bu işlem güvenilir, ölçülebilir olduğu sürece kabul görmelidir ve deney de bir gözlem biçimidir. Olguya gelince, çok yaygın kullanılan bu terim kesin ve belirgin bir anlam dile getirmemektedir. Bazen evrende olup biten her şeyi kapsayacak kadar geniş bazen de yalnız algıları ve doğrudan gözleme konu olabilecek durumları içine alacak kadar dar bir anlamda kullanılmaktadır. Geniş anlamda güneşin parlaklığı bir olgu iken ateşin el yakması dar anlamda kullanılmaktadır. İlke ise daha farklıdır. Nesnelere, örneğin bir sarkacın belli aralıklarla salınımı bir olgu, zamanı ölçmek için bu olguyu kullanmak ise bir ilkedir ve saati meydana getirir. Akışkan sistemin enerji transferi ile basıncın artması (sıkıştırılması ile) bir olgu kompresörde kullanılması bir ilke, bu yolla taşınması ise bir etkidir. Bugüne kadar teknoloji için yapılmış tanımlamalardan üçü şöyle özetlenmektedir. Bunlardan ilki insani amacı yerine getiren bir araç, ikincisi uygulamalar ve sonucusu da bir kültürün elinde bulunan aletler ve mühendislik uygulamalarının toplamıdır. Bu üç tanım teknolojiyi farklı açılardan ve kategorilerden den işaret eder ve her kategorinin farklı bir biçimde meydana geldiği ve değişim gösterdiği fikrine karşılık verir ^[4, 14, 15, 10].

Sanayi Devrimleri ve Teknolojinin Yansımaları

Endüstri 4.0 ne demektir? Üretim teknolojilerindeki mevcut otomasyon ve veri alışverişidir. Dördüncü sanayi devrimi olarak da bilinir ^[5]:

Birinci Sanayi Devrimi: Avrupa ve Kuzey Amerika'da 1760'larda başlayıp 1820 -1840a kadar devam etmiştir. Buhar gücünün kullanımı, takım tezgahlarının gelişimi ve fabrika sisteminin yükselişi bu dönemin bir parçasıdır.

İkinci Sanayi Devrimi: Teknolojik Devrim olarak da bilinir.1870-1914 yıllarını kapsar. Mevcut endüstrilerin büyümesi (çelik, petrol) üretilmesini kapsar. Telefon ve ampul de icatların arasındadır.

Üçüncü Sanayi Devrimi: Dijital devrim olarak da adlandırılır. Bu dönem robotların ve makinelerin montaj hatlarında insanların yerini almaya başladığı bilgisayarlar, internet ve iletişim teknolojisi endüstriyel otomasyon çağını başlattı. Dijital teknoloji devrimi insanlık tarihinin en köklü, en hızlı teknolojik değişimi olmuştur. Bugün siber fiziksel sistemler, nesnelere interneti, bulut bilişim ve bilişsel bilişim içeren sistemlerin içinde yer almaktadır.

Endüstri 4.0 ayrı bir gelişmeden daha çok üçüncü sanayi devriminin çocuğudur. Siber fiziksel sistemlerin fabrika süreçlerini izlediği akıllı fabrika konseptini sunar. Nesnelere interneti aracılığıyla fiziksel varlıklar ve sistemler birbirleriyle ve insanlarla gerçek zamanlı olarak iletişim kurarlar. Endüstri 4.0'ın parçası olan diğer teknolojiler arasında büyük veri analitiği, bulut bilişim, yapay zeka, ve robotik bulunur ^[16].

Teknolojinin insanoğlunun yaşamına etkilerine bakıldığında, ilk çevrecilik dalgası koruma ve farkındalık yaratmak için ortaya çıkmıştır. Koruma çabaları, vahşi yaşamı, ormanları ve doğal kaynakları korumak amacıyla ABD'de milli parkların kurulmasını içeriyordu. İkinci dalgada; aşırı tüketim ve kirlilikten kaynaklı olumsuz etkileri hedefleyen çevresel aktivizm yer aldı. ABD'de EPA (Çevre Koruma Ajansı) 1970'de kuruldu ve 1963'de Temiz Hava Yasası ve 1972'de Temiz Su Yasası kabul edildi. Üçüncü dalgada ise Rio Deklarasyonunu oluşturan 1992 BM (Birleşmiş Milletler) Çevre ve Kalkınma Konferansı ile başladı. Bu çağ, ambalaj atıklarının azaltılması, daha fazla geri dönüşüm çabaları gibi çözümlere yöneliktir. Şimdi 4. Çevrecilik Dalgasının ortasındayız. Bu çağ sera gazı emisyonlarını kirliliği, doğal kaynak tüketimini azaltmak için dronlar, sensörler, blok zinciri, veri analitiği, yapay zeka gibi inovasyon ve gelişmekte olan teknolojilerin kullanılmasıyla karakterizedir. Ayrıca sadece sonuç odaklı değildir. çevreye fayda sağlamak için teknolojinin kullanılmasını da içerir. Environmental Defense Fund, Business and the Fourth Wave of Environmentalism (Çevre Savunma Fonu, İş Dünyası ve Çevreciliğin Dördüncü Dalgası) tarafından hazırlanan rapora göre aşağıda belirtilen yedi teknoloji çevre için sürdürülebilirliği sağlama da yardımcı olarak görülmektedir. Bunlar; veri analizi, blockchain, otomasyon teknolojileri, paylaşım teknolojileri, sensörler, kaydılaştırma, mobil yaygınlık. Bunlardan, CPS (siber fiziksel sistem), bir mekanizmanın bilgisayar tabanlı algoritmalar tarafından kontrol altına alınıp izlenebildiği bir sistem olarak tanımlanmaktadır. Bu sistemlerde, fiziksel ve yazılım bileşenleri iç içe geçmiş biçimdedir. Farklı zamansal ve mekânsal ölçeklerde çalışabilirler. Birbirleriyle etkileşime geçebilirler. Çoklu ve farklı davranış modelleri de oluşturabilirler. CPS'ye akıllı şebeke, otonom otomobil sistemleri, robotik sistemler, otomatik pilot aviyonikler örnek olarak verilebilir. CPS öncülleri hayvancılık, otomotiv, ulaşım, üretim, eğlence, sivil altyapı gibi pek çok alanda kullanılmaktadırlar. Geleneksel yöntemlerden farklı olarak siber fiziksel sistemler fiziksel giriş ve çıkışlarla etkileşimli öğelerden oluşan bir ağdır. Bilim ve mühendislikte süregelen değişim ve gelişmelerle akıllı mekanizmalar aracılığıyla hesaplama ve fiziksel unsurlar arasındaki bağ ile verimliliği, işlevselliği ve güvenilirliği arttırmaktadır. Mobil siber fiziksel sistemler bir alt kategori oluştururlar. Bu sistemlerin arasında insanlar ve hayvanlar tarafından taşınan robotik ve elektronikler yer alır. Google Play Store, 4G, EDGE, Wifi gibi uygulamalar bu sistemin en temel örnekleridir. CPS yeni nesil tasarıma bütüncül bir yaklaşım getirmektedir. Örneğin Boston bölgesinde gerçek zamanlı trafik bilgileri toplanarak bir taksi filosunun çalıştığı MIT'nin devam etmekte olan CarTel projesidir. Geçmiş verilerle beraber günün belirli saatleri için

en hızlı rotaları hesaplamak için kullanılmaktadır. ABD NSF (Ulusal Bilim Vakfı) 2006 yılının sonlarından beri çeşitli çalıştaylara sponsorluk yapmaktadır [17, 18, 19].

Teknolojik gelişmelerin birçok alanda olumlu yansımaları olsa da, tarihin geçmiş yıllarında olduğu gibi olumsuz yönleri de maalesef karşımıza çıkmaktadır ve bunlardan biri de nükleer silahların gelişmesidir. Bunlarla birlikte endüstriyel atıkların dünyanın kirlenmesine yol açmanın yanında, atmosfere dahi zarar vermeye başlamışlardır. Bu çerçevede küresel ısınma sorunu için teknolojik bir çözümün örneği olarak, karbondioksit ve metan gibi sera gazlarının ısınma etkisini dengelemek için stratosfere sülfat aerosolleri enjekte etmek tartışılan bir konudur. İnsanoğlu sürdürülebilir bir kalkınmanın kaygı ve endişesini de taşımaktadır. Yine insanoğlunun doğa ile uyumlu, sağlıklı ve üretken bir yaşam sürme hakkına sahip olması gerekliliğidir. Sürdürülebilir kalkınma için yoksulluğun ortadan kaldırılması kaçınılmaz bir gerçektir. Kalkınma ile yaşam standartlarındaki eşitsizliğin azaltılarak insanların ihtiyaçlarını iyi ve düzenli bir şekilde karşılayabildiği bir sistem sağlanmalıdır. Bu bağlamda devletler küresel bir ortaklık içinde çalışmalıdırlar. Gelişmekte olan ülkelerin özel durumları ve ihtiyaçları özellikle en savunmasız olanlarla birlik ve bütünlük sağlanarak yatırımcı ve öncelikli kılınarak devam ettirilmelidir. İnsanlar devletlerin sürdürülemez üretim kalıplarını azaltmalı, ortadan kaldırmalı ve uygun demografik politikalar bunları üretmek teşvik etmelidir. Devletler endojen kapasite geliştirmeyi güçlendirmek için işbirliği yapmalıdırlar. Bilimsel anlayışın geliştirilerek yeni teknolojilere uyarlanması, yayılması ve aktarılması sağlanmalıdır. Bu kapsamda toplumlar ve insanlar için tüm küresel ve çevre gelişiminin bütünlüğünü korumak amacıyla yeni adil bir ortaklık kurmak için devletlerarası işbirliği seviyelerinin oluşturulması yoluyla gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı 3-14 Haziran 1992 yılında Rio de Janeiro da bir araya gelmiştir. Bu konferansta alınan kararlar çerçevesinde; devletler destekleyici ve açık uluslararası ekonomik büyüme ve sürdürülebilir kalkınmaya yol açacak ekonomik bir sistem tüm ülkelerde uygulanmalıdır. Çevresel amaçlar için ticaret politikası önlemleri bir araç teşkil etmemelidir. Sınır ötesi veya küresel çevreye yönelik çevresel önlemler ve sorunların çözümünü mümkün olduğunca uzlaşmaya dayandırılmalıdır. Devletler bu kapsamda, çevresel hasar mağdurları ve çevresel kirlilik için sorumluluk ve tazminatla ilgili yasalar geliştireceklerdir. Ulusal makamlar içselleştirilmesini teşvik etmek için çaba göstermelidir. Doğal afet veya üzerinde ani zararlı etkilere neden olabilecek diğer acil durumlarda çok etkilenmiş toplumlara yardım edilmelidir. Devletler tanınmalı ve usulüne uygun olarak desteklenmelidir. Kadınları çevre yönetimi ve gelişimde hayati role sahiptirler. Bu sebeple katılımları çok önemlidir. Baskı altındaki insanların çevresel ve doğal kaynakları, hakimiyet ve işgali korunacaktır. Savaş sürdürülebilir kalkınmanın doğal yıkıcısıdır. Devletler bu nedenle koruma sağlayan uluslararası hukuka saygı göstermelidirler. Barış, kalkınma ve çevre koruma birliğine bağlıdır ve bölünemez. Devletler tüm çevresel anlaşmazlıkları barışçıl bir şekilde çözmelidirler. Yaşamsal anlamda bakıldığında insanoğlunun kendini ait hissettiği doğaya güvendiği, buna karşılık zaman zaman da olsa güvenilir bulmadığı teknolojiye ümitlerini bağladığı görülmektedir. Oysa teknoloji doğanın yeniden bir örgütlenmesi ve olguların kullanılması değil midir? Yani özünde son derece doğal değil midir? Ama doğalmış izlenimi vermez. Çünkü bu anlayışın temelinde teknolojinin kendisi değil, kendisiyle birlikte gelen insanoğlunun tutumu yatar [20, 4].

Ekolojik Gelecek Beklentisi

Endüstri 4.0 Yaklaşımı

Şekil 2'den de görüleceği gibi ekolojik bir gelecek beklentisi içinde olan insanoğlu Endüstri 4.0 ve ya Endüstri Devrimi kavramları üzerine de benzer beklentilere sahiptir. Bu alanda yaşanan olağanüstü gelişmeler tüm dünyanın dikkatini çekmektedir. Endüstri 4.0 kavramının temeli, endüstrideki tüm birimlerin birbirleriyle iletişim ve etkileşim halinde ki veri tabanları üzerinden eş anlı olarak tüm bilgilere ulaşımın sağlanabilmesine dayanır. Ancak böylelikle veri katmanlarına optimum değer kazandırılacaktır. Almanya Eğitim ve Araştırma Bakanlığı 2011'de bu alanda 10 ana proje ilan etmiştir. "Gelecek Projeleri" olarak da adlandırılan bu projeler, "Yüksek -Teknoloji -Stratejisi 2020'nin Gelecek Projeleri" olarak yayımlanmıştır. Bunlar bizim gündelik hayatımızda sık karşılaştığımız sorunlara işaret etmektedir. Çevre dostu akıllı şehirlerin kurulması, alternatif yakıt kullanılması, karbon emisyonlarının azaltılması, akıllı şebekelere geçiş sağlanması, IoT (Nesnelerin İnterneti) uygulamaları, bina ve ev otomasyonları vb. Bu projelerden biri de Almandaki "Industrie 4.0" şeklinde isimlendirilmiş olup, ilk kez 2011 Hannover Fuarında açıklanmıştır. Ardından da kaleme alınan "Endüstri 4.0 Strateji Belgesi" "2013'te yine bu fuarda duyurulmuştur ve böylece tüm dünyaya yepyeni bir endüstri kapısı aralanmış ve ekoloji açısından da yeni yaklaşımlar açığa çıkmıştır. Yine aynı yıl içerisinde, BITKOM:<https://www.bitkom.org/EN/EN>, VDMA:<https://www.vdma.org/> ve ZVEI: <https://www.zvei.org/> kuruluşlarının toplandığı "Endüstri 4.0 Platformu:www.plattform-i40.de" kapsamında ekolojik beklenti içerisindeki tüm kamu ve özel kurumları entegre etmişlerdir [21].



Şekil 2. Ekolojik gelecek beklentisi ^[22]

Endüstri 4.0'ın getireceği yeniliklerle ve sağlayacağı gücün süregelen diğer üç kuşaktan daha etkin ve daha derin olması da ön görülmektedir. Bu durum yerel yönetimlerin de teknolojiyle bağıntılı olarak devam edebilmesine yön verecek ve zorunlu kılacaktır. Bu çağ, endüstriyel dönemin yapısını, entegrasyonunu, pazarlarını, iş süreçlerini tamamen değiştirerek geliştirecek ve yepyeni akıllı bir dijital döneme taşıyacaktır. Dijital dönüşüm yerel yönetimler ve ekonomik sistemler için yenilik ve gelişimi de beraberinde getirecektir. Yerel yönetimler kamu hizmetlerindeki verimliliği artırarak devletin de itibarını devam ettirebilmesinde önemle bir role sahip olacaklardır. Teknolojilerin yapıcı etkileri ne kadar hızlı ve güçlüyse doğru kullanım ve kazanım sağlanamaması durumunda da yıkıcı etkileri bir o kadar derin ve kalıcı olacaktır. Bu sebeptendir ki; istihdam ve eşitsizliğin önlenememesi ve artışa geçmesi durumunda ciddi toplumsal sıkıntılara da sebep olabilecektir. Bilgi teknolojileri kullanımının yönetim-vatandaş ilişkilerinin yanında kurum içi ve kurum dışı ilişkilerinin de geliştirildiği saptanmıştır. Bu yönüyle e-devlet kavramı yeni bir platform olarak şeffaflık ve katılımcılık üzerinde olumlu etkiler oluşturmaktadır. Vatandaşlara yönelik hizmetlerin artırılması ve bunların maliyetlerinin düşürülmesi gerekmektedir ve oluşan sosyal değer beraberinde, sosyal, ekonomik ve çevresel refahta iyileşmeleri getirmektedir. Dijital dönüşümle yeni iletişim modelleri de yaratılacaktır. Ayrıca yenilikçi bir zihin seti, yerel işletmelerde küresel boyutta rekabete destek olan ve erişim sağlayan bir istihdam ekonomisi de yaratacaktır. Kanada, Singapur, İngiltere ve İskandinav ülkeleri dijital belediye programlarını yoğun olarak kullanmaktadır. Gelecekteki hükümetin reformları, vatandaşı merkeze koyma ve talep üzerine hizmet verme şeklinde oluşturulmalıdır. Hesap verilebilirlik, şeffaflık ve ulaşılabilirlik büyük önem taşımaktadır. Kamu hizmetlerinde performans için geniş seferberlik ve net hesap verme sorumlulukları, statükoya güçlü bir şekilde ilgi duyan örgütlü grupların değişmesine karşı direnişin anahtarıdır ^[22,23].

Dijital dönüşüm konusunda uzun vadeli taahhütler ve BİT (Bilişim Teknolojileri) fırsatlarını, yatırımlarını ulusal stratejilerle senkronize edebilmek de çok büyük önem arz etmektedir. E-devlet, e-yönetişim ve bilgi paylaşım hizmetleri bunlara örnektir. Endüstri 4.0 gündelik yaşamdan kamusal alanlara kadar tüm sistem ve uygulamaları kapsayarak onları dönüştürmekte ve "akıllı" hale getirmektedir. Burada bütünsel olarak düşünmek çok büyük önem taşır. Bu alanda entegre bir strateji oluşturulmalı, fırsatlar belirlenerek vizyon oluşumu sağlanmalı, kümelenme işletmeleriyle yerel sinerjiler ve iş fırsatları yaratılıp yakalanmalı, sürdürülebilir ortaklıklar oluşturulmalıdır. En önemli yapılması noktalardan biri de genç yeteneklerin ilgisinin çekilebilmesidir. Bu çerçeveden bakıldığında ekosistem de çok katmanlı ve çok değişen etkileşimlerle zaman ve mekan kesişmesi nedeniyle hep yenilenen ve gelişen bir sürece dayanmaktadır. Strateji seçenekleri ve yelpazesi oluşturabilmek için iki konuda düşünce hazırlığının yapılması gerektirmektedir. Birincisi insan temsili konusundaki düşünceleri ayrıntılandırmak. İkincisi ise insan ve yer temelli stratejileri kurgularken insanın kurduğu sistemde neyin değiştirilip neyin değiştirilemeyeceği üzerinde durmaktır. Ülkemiz temeline bakıldığında, Türkiye'nin üretim kapasitesi endüstrisini bugün için elverişli kılmaktadır. Fakat gelecekteki robotların piyasaya çıkmasıyla insan emeği ve gücüne olan gereksinim ortadan kalkacak ya da çok azalacaktır. Bu sebeptendir ki gelişen global sistemde kendine yer bulması gerekecektir ve gelişen teknolojiye kendine yer sağlayarak rekabette kendi pazarını oluşturmalıdır. Endüstri 4.0 entegrasyonu için ihtiyaç olan alt yapı sistemleri (siber fizik sistemleri, bulut bilişim vb.) belirlenerek önceliklenmelidir. Dönüşüm mekanizmaları oluşturularak bunların uygulanabileceği sektörlerle yönelik çalışmalar başlatılmalıdır. Bilim ve teknolojiyi etkin kılmak için bununla ilgili bölümler açılarak insanlar eğitilmelidirler ^[5].

ARAŞTIRMA SÜRECİ

Kaynakların Değerlendirilmesi

İnsanlığın gelişme tarihi içinde, sanayi devrimine kadar, üretim biçimleri ve miktarları doğa üzerinde insanlığı endişeye düşürecek boyutlarda etkiler yaratmıyordu. Bunun yanında parasal yatırıma dayalı bir düzen içerisinde gerçekleşen sanayi devrimlerinin ardından sanayinin üretim ve kaynak kullanımı yaklaşımları ve buna paralel olarak gelişen tüketim kalıpları insanın doğa üzerindeki olumsuz etkilerini alarm verici bir düzeye taşımıştır.

Tüm bunlar yaşanan nüfus ile beraber eko dengenin bozulmasına bağlı olarak gerçekleşen iklim ve toprak değişiklikleri ile kaynakların tükenmesi gibi diğer büyük sosyal ve çevresel zorluklarla iç içe geçmesi ile ilgilidir. Endüstri 4.0 ya da diğer bir ifadeyle 4. Endüstri Devrimi, canlı cansız her nesnenin internete bağlanarak iletişim haline geçeceği, makineler arası iletişimin akıllı üretimi beraberinde getirdiği ya da getireceği, ekonomik ve sosyal dönüşümleri ile şu anda tartışmakta olduğumuz bu dönüşüm ile ilgili bir kavramdır. Silikon Vadisinde de bu yeni teknolojilerden “Yıkıcı” olarak bahsedilmek de ve bu tür teknolojilerin işlerin eski yapılış şekillerini bozarak insanın yerini alacağı öngörülmektedir. Belki de en zor soru bu köklü değişikliklerin tüm eko sistemi nasıl derinden etkileyeceğidir. Bunun sonucunda da tüm doğanın eko sisteminin bozulduğu çevresel etkilerin yaşamı tehdit ettiği bir dünya ile toplumsal açıdan yıkıcı olduğu ifade edilen bu teknolojilerin belki burada yaralı sonuçları ile karşı karşıya olabileceğimizeyizdir.

Yapılan bu çalışmalar bize endüstri devrimiyle başlayan yeni teknolojilerin icadı ile teknolojinin değişmesi ve bunun sonucunda gerçekleşen sanayi devrimlerinin tüm hayatı ve yaşam biçimlerini, üretim biçimlerini ve tüketim alışkanlıklarını beraberinde tümüyle değiştirdiğini göstermektedir. Bunun sonucunda da tüm doğanın eko sisteminin bozulduğu çevresel etkilerin yaşamı tehdit ettiği bir dünya ile karşı karşıya olduğumuz açıktır. Bu bağlamda yapılacak olan bu çalışmada, ekolojik dengenin sürdürülebilirliği için önerilen ve çevreye olan analitik yaklaşımdaki önemi çok açık olan teknolojinin, tarihsel gelişim sürecinin incelenmesi, evriminin anlaşılması, özellikle çevresel etkileri açısından sınıflandırılarak bu etkilerin saptanması ve bu saptamalar çerçevesinde eko sistemin sürdürülebilirliği açısından neleri getirebileceğinin araştırılmasıdır. Bu da bu alanda yapılan kuramsal çalışmaların incelenmesi, bu çalışmalarla ilgili olduğu düşünülen pratiklerin araştırılması ve bu pratiklerin ortaya konulmuş kuramlar ile yeniden yorumlanarak var olan pratiklerin hangi yönde değişip evrilebileceğinin hangi beklentiler ile uyumlu ya da uyumsuz olabileceğinin ortaya çıkarılması yine bu çalışmanın temelini oluşturacaktır.

Bu amaçla öncelikle ortaya çıkışından beri bu teknolojik gelişmelere ilişkin genel bir değerlendirme yapılmış, bu gelişmelerin tarihsel bir sıralaması incelenmiş, teknolojinin kendisine bir varlık olarak yaklaşan yorumlar araştırılmış, bilim, teknoloji ve eğitim ilişkisi kurulmuş, sanayi devrimleri ve teknolojik yansımaları incelenmiş, özellikle bu yansımaların ekolojik denge ve çevre ilişkisi kurulmaya çalışılmış, Teknolojinin getirdiği olumsuz etkilerin sanayi devrimlerinin sonucusu olan Endüstri 4.0 ile olumluya dönüştürülebileceği ekolojik beklentiler üzerinde durulmuş, sürdürülebilir çevre yaklaşımıyla toplum, çevre ve teknoloji ilişkisi çerçevesinde var olan ekolojik öneriler incelenmiş ve bunların olası sonuçları değerlendirilmiş olup sürdürülebilir teknoloji yönetimi ile ilgili görüşler sunulmuştur^[24,25].

GÖRÜŞLER VE İRDELEME

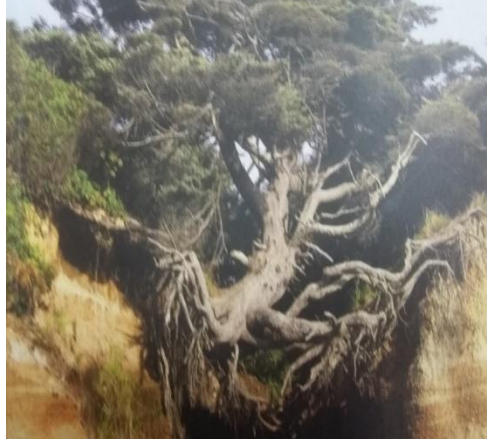
Sonuçların Gözden Geçirilmesi

Ekosistemin sürdürülebilir şekilde işlenmesinde ve yönetiminde insan merkezi bir role sahiptir. Bu sebeple insanların değişmesi, tüm sosyal sistemin dönüşmesi ve böylelikle ekosistemle uyumlu bir şekilde yaşayabilmesi açısından temel adımlardan biridir. Akli geliştirecek stratejiler insanın çevre ahlakını geliştirmeye, çevre eğitimini desteklemeye ve çevre bilgisini erişilebilir kılmaya yönelik stratejileri içermelidir. Ahlak genellikle değerlerle ilgilidir ve toplumun oluşturduğu normlardan oluşmaktadır. Toplumdaki aktörlerin karar verirken çevre ahlakını geliştirmesi büyük bir öneme sahiptir. Kuvvetli insan merkezli ve bireyselci bakış açısından insan, gerçeğin merkezi olarak görülür ve diğer tüm canlıların üstünde insan çıkarlarının, refahının ve otonomisinin korunmasının önemi üstünde durulur.

Çevreci hareketlerin gelişmesi esnasında artık bu pozisyonun kalmadığı ve onun yerini zayıf merkezli konumun aldığı söylenebilir. Derin ekolojistler insanın doğaya üstünlüğünü radikal bir şekilde reddetmektedir. Burada insan merkezlikten uzaklaşarak “derin ekoloji” konumuna geldiğinde artık ekolojik bir ahlak söz konusu olur. Sulak alanların korunması, çevre hareketlerinin çoğalması vb. buna örnektir, **Şekil 3**'de verilen Washington Olimpik Ulusal Parkı Kalaloch Plajında bölge halkının “Hayat Ağacı” adını verdiği kökleriyle toprağa tutunan ağaç insanlığının çevreye bakış açısını ve geleceğe yönelik beklentilerini daha derinleştirecektir. İnsanların, birer vatandaş olarak birlikte yaşama kültürüne sahip olmalarını sağlayacak çevrecilik eğitimini gerçekleştirebilmek ve kurumsallaştırmak

üstünde yoğunlaştırmaktadır. “Çevresel yurttaşlığın oluşturulması” hedeflerine yönelmek için üç konuda strateji önerisi geliştirilmektedir; eğitim programları, deneysel öğrenme, öğrencilerin aktif katılımı ve disiplinler arası çalışma.

Deneysel Öğrenmeye örnek olarak Orta Doğu Teknik Üniversitesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü 1.sınıf stüdyosunda gerçekleştirilen program alınabilir. Bu programla öğrencilere çalışan antik kent ile ilgili, başoyuncuları öğrenciler olarak tanımlanan, doğa ile uyumlu yaşamadığı için yok olan bir dünyada fakat doğa ve insan ile uyumlu yaşadığı için ayakta kalan bir Güneş kenti senaryosu sunulur. Öğrencilerden bu tema içerisinden seçecekleri kavramlar üstünden kendi senaryolarını ve tasarımlarını geliştirmeleri istenir. Burada esas olan, öğrencilere dikte etmeden iklim değişikliği tehdidi altındaki dünyamızda bir üst şemsiye çözüm stratejisi olarak sürdürülebilirlik kavramı bileşenleri kendilerinin keşfedilmelerine izin vermektedir^[1]. Bu araştırmacılar sürdürülebilir toplum ve yapılı çevre de stratejiler yelpazesi adlı eserlerinde aşağıdaki konu başlıklarını içeren adımları izlemişlerdir:



Şekil 3. Hayat ağacı^[1]

Sunuş

“Yaşanan bu küresel dünyada bu kitabın yazarları, temelde teorik olarak, kapitalizme dokunarak veya ona hiç dokunmadan iki yol olduğunu ve bu yollardan hangisinin bu sorunun çözümüne deva olacağını araştırarak artan endüstrileşmenin getirdiği kirliliğin ekolojile uyuşmayan sonuçlarının nasıl azaltılacağı ya da yok edileceğini tartışıyorlar. Kyoto protokolüne uymayan uymayı dahi kabul etmeyen bazı büyük ülkelerin yaşanılan bu çevre bunalımındaki yükümlülüklerini hatırlatıyorlar.”

Giriş

“Bu kısımda ise çevrecilik hareketlerinin düşünsel çıkışlarını, sürdürülebilirlik kavramını, bu konuda yapılan küresel çabaları, bu kavramın ekosistemle ve politik sistemlere ilişkisinden bahsediyorlar. Ardından ise aşağıdaki başlıkların ayrıntılarına giriyorlar.”

“SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI ÜZERİNDE BİR NETLEŞTİRME DENEMESİ

1.1. Ahlak ilkesi olarak sürdürülebilirlik

1.2. Sürdürülebilirliğin derecelendirilmesine göre farklılaşan

1.3. Önerilen ahlak ilkesi bağlamında sürdürülebilirliğin üç alt kavramının tanımları

1.4 Sürdürülebilirlik tanımının alt kavramlar arası ilişkileri

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞE ANALİTİK OLARAK YAKLAŞMA YOLLARI

2.1 Sürdürülebilirliğin analitik bağlamı

2.2 Analitik yaklaşımın genel çerçevesi

2.3 Ekolojik sistemin temsilindeki sorunlar ve bu temsilin ölçeklere göre farklılaşmasının gerekliliği

2.3.1 Ekosistemde doğal çevrenin temsili

2.3 Ekolojik sistemin temsilindeki sorunlar ve bu temsilin ölçeklere göre farklılaşmasının gerekliliği

2.3.2 Ekosistemde insanın temsili

2.3.3 Ekosistemlerin temsilinin ölçeklere göre farklılaşması ve sürdürülebilirlik sorunları

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İÇİN STRATEJİ SEÇENEKLERİ YELPAZESİ KURMAK

3.1 Stratejiler Yelpazesi

KAPİTALİST SİSTEMİN TEMEL ÖZELLİKLERİNİN DEĞİŞMEYECEĞİNİ VARSAYAN STRATEJİLER YELPAZESİ

2.4.1 Tüm aktörler için geçerli olacak genel stratejiler

2.4.1.1 Aktörlerle ilgili 1. grup genel stratejiler

2.4.1.2 Aktörlerle ilgili 2. grup genel stratejiler

2.4.1.3 Aktörlerle ilgili 3. grup genel stratejiler

2.4.1.4 Aktörlerle ilgili 5. grup genel stratejiler

2.4.1.5 Aktörlerle ilgili 5. grup genel stratejiler

2.4.1.6 Aktörlerle ilgili 6. grup genel stratejiler

2.4.1.7 Aktörlerle ilgili 7. grup genel stratejiler

2.4.2 Farklı alansal ölçeklere özgü genel stratejiler

2.4.2.1 Alansal ölçeklere özgü genel stratejilerden birincisi binalar

2.4.2.2 Alansal ölçeklere özgü stratejilerden ikincisi kent ölçeği

2.4.2.3 Alansal ölçeklere özgü genel stratejilerden üçüncüsü toplumsal ve ekonomik ilişkilere dayalı olan bölgeler ölçeği

2.4.2.4 Alansal ölçeklere özgü genel stratejilerden dördüncüsü tüm gezegen ölçeği

KAPİTALİST SİSTEMİN TEMEL ÖZELLİKLERİNDE DEĞİŞİKLİĞİ VARSAYAN STRATEJİLER YELPAZESİ

2.5.1 Sosyalist yaklaşım

2.5.2 Derin ekoloji yaklaşımı

2.5.3 Özgürlükçü toplumsal yaklaşım”

Son Verirken

Bu bölümlerin tümüne bakıldığında aşağıdaki sonuçlar özetlenebilir;

“**İlk bölümde** önce ahlak temelinde yaptıkları sürdürülebilirlik tanımını daha sonra da sürdürülebilirliğin tanımlarını zayıf ve güçlü olmak üzere derecelendirilmesine göre farklılaşan çevre, ekonomi ve toplum örüntüsü çerçevesinde açıklıyorlar ve ekosistem üzerindeki olası başarılarını tartışıyorlar.

İkinci bölümde ise ekolojik ve sosyal sistemlerin bileşenlerinden yola çıkarak sürdürülebilirliğin analitik bağlamını, doğanın ve insanın konumlandırılmasını yaparak sorunları açıklıyorlar. **Üçüncü bölüm** incelendiğinde sürdürülebilirlik için stratejiler yelpazesini öneriyorlar. Burada konu ile ilgili aktör gruplarının (birey, organizasyon ile yerel/devlet yönetimleri) işlevlerinden bahsediyorlar. Ve ardından bu aktör gruplarının hareket tarzından yola çıkarak kapitalist sistemin işleyişine dokunarak ya da dokunmayarak sürdürülebilirlik stratejileri geliştiriyorlar.

Dördüncü bölümde ise kapitalist sistemin özelliklerine dokunulmaksızın yapılabileceklerden bahsediliyor. Bunlar kısaca aşağıda özetlenmiştir;

i. Bireylerin tüketim etkileri yoluyla çevreye olumsuz olarak yansımaları en az olan mal ve hizmetlerin tercih edilmesi sağlanmalıdır. Günümüzde bu bilgiyi Endüstriyel Ekoloji alanı üretmektedir.

ii. Çevre sorunlarını hafifletmek, çevre bilincini ve sorumluluğunu yaratmak fayda sağlayacaktır. Sürdürülebilirlik sorunlarını çözmeye genel stratejilerin ötesine geçen, her ölçeğe özgü olarak geliştirilmelidir. Bunlar binalar ölçeği, kent ölçeği, toplumsal ve ekonomik ilişkilere dayalı olan bölgeler ölçeği, tüm gezegen ölçeği olarak sınıflandırılabilirler.

iii. Binalar ölçeği baz alındığı zaman izlenecek olan hedeflerin temelinde binanın çevreye etkisini en aza indirmek yatmalıdır. Burada üç farklı yol izlenebilir:

1.Bina tasarımını çevreye etkisini en aza indirecek şekilde geliştirmek;

2.Binanın çevreden aldığı girdiler ve çevreye bıraktığı çıktılarının her birini birer birer azaltmak;

3.Binanın çevreden aldığı girdileri kullanımdan sonra dönüştürecek, tekrar kullanarak çevreye bıraktığı atıkları azaltmak gerekir.”

Sürdürülebilirlik tartışması bakımından insan ürünü olan eko-kenti üç tarihsel aşamada incelemekte fayda vardır. Sanayi öncesi dönem, sanayi devrimi ile başlayan dönem ve bilgi toplumuna geçiş ile başlayan dönem. Sürdürülebilir bir kent, kent topluluğunun doğal öğeleri ile öyle ilişkilendirilir ki, bir organizma gibi bütün halinde çalışan parçaların ilişki biçimi her birinin sürekliliğini sağlar. Eko-kentlerin üretilmesi için bazı koşulların yerine getirilmesi gerekmektedir. Bunlar;

“**1.**Kent dokusunun, kompakt ve coğrafi eşitlik sağlamak üzere toplam karbon ayak izini küçültecek şekilde tasarlanmalıdır.

2.Kent içi ulaşım sisteminin fosil enerjiye bağımlılığını ve sera gazı salınımını azaltacak şekilde düzenlenmesidir.

3.Kaynakların kullanımından sonra kent atıklarının tekrar kaynak olarak değerlendirilmesi sağlanmalıdır.

4.Sürdürülebilir binaların üretilmesi için önlemler alınmalıdır.

5.Kent dışı alanlarda doğal üretim alanlarının var olmasına ve kentin güvenli bir şekilde beslenmesine izin verilecek şekilde uygun yapılmalıdır. “

Son yıllarda Türkiye’de ekolojik pazarlar, gıda toplulukları, organik beslenme önem kazanmıştır. Hatta ekolojik çiftliklere tatil organizasyonları düzenlenmektedir. Organik tarım, gıda güvenliği, iyi tohum ve fide kullanımı sürdürülebilir kentsel besin sisteminde yer alır. Nodal bölgenin (oluşturulması öngörülen bölge) kırsal alanındaki ve kentsel alanın kırsal alanla ilişkilerinde sürdürülebilirlik için önem taşıyan birkaç noktaya dikkat çekmek önemlidir. Bunun yanında, biyoçeşitlilik korunmalı, kırsal alanlarda sürdürülebilir arazi kullanımı kararları geliştirilmeli, dayanıklılığın sağlanması için uygun şartlar oluşturulmalı ve kent ile kırsal alan sürdürülebilirliğin birlikte evrilmesinin koşulları sağlanmalıdır. Kent ve kırsal kesim arasındaki bağ entegre edilmelidir. Gelgelelim yaşadığımız gezegen tüm alansal ölçeklerin üzerinde yaşamın bütün ekosistemlerini içeren kapalı bir sistemi temsil etmektedir. Gezegeni ait sürdürülebilirlik stratejileri ise şu maddelerde yer almaktadır;

“1.Küresel vatandaşlık bilincinin geliştirilmesi gerekliliği.

2.Nüfus artışı ile tüketimin dengelenmesinin gerekliliği.

3.Biyojeokimyasal döngülerin sürdürülebilirliğinin sağlanmasının gerekliliği.

4.Biyoçeşitlilik korunmasının gerekliliği.

5.Dünyanın enerji talebinin karşılanmasının fosil yakıtlara bağlılığından kurtarılmasının gerekliliği.

6.Enerji, su ve beslenme fonksiyonlarının bütünleşmesi ve tüketim ile tehdit altına sokulmamasının gerekliliği.

7.Toplumun ihtiyaçlarını karşılayabilen ve potansiyelleri her zaman ifade edebilen bir ekonomi olması.”

Gelişen teknoloji ile beraber şu ana kadar çeşitli yaklaşımlar ortaya çıkmış olup her dönem farklı yaklaşımlar ön planda yerini almıştır. Gelişen teknoloji insanları da değiştirmiş, geliştirmiş ve sorgulayarak hayatımıza yön vermemize, bütünleşerek entegre olmamıza sebep olmuştur. Bu bölümde teknoloji sürdürülebilirlik ilişkisinin olmazsa olmaz konumuna geldiği çok açıktır. Bu bağlamda teknolojinin gelişimi ve evriminin anlaşılması çevre sorunlarının çözümünde toplumsal farkındalığın yaratılmasından sonraki en önemli adım olacaktır.

Beşinci bölümde ise kapitalist sistemin değişikliğini varsayan görüşler irdelenmiştir ve çevrecilik yazınında kapitalist sistemin değişebileceği hipotezi bazında hareket eden strateji önerileri de vardır. Marksist Yaklaşım, Derin Ekoloji Anlayışına Uygun Şekilde Yapılan Strateji ve Özgürlükçü Toplumsal Ekolojik Strateji bunlara örnektir. Bunlar sırasıyla aşağıda özetlenmiştir:

Marksist Yaklaşım: Tam anlamıyla gelişmiş olan doğacılık olarak tanımlanır. Marx insanlar ile doğa arasındaki karmaşık ve aynı zamanda dinamik olan ilişkiyi tanımlamak üzere toplumsal metabolizma kavramını geliştirmiştir. Metabolik ilişki insanların çevrelerinden madde ve enerji çekmelerini özetleyen bir kavramdır. Marx endüstrileşmiş tarımın topraktan çektikleriyle toprağın gücünü düşürerek bir metabolik çatlak (rif) oluşturduğunu söyler. Günümüzde metabolik çatlak olarak köy-kent karşıtlığı açısından kullanılmaktadır. Dinginsiz gıda ve kaynak sömürüsü aracıyla ürünler kırlardan kentlere akmakta ve kentler artık ürünleri üretim noktasına geri döndürme zorunluluğu taşımaktadır.

Derin Ekolojik Yaklaşım: Stratejilerini iki tür bilgi üstüne kurarlar. Birincisi insanın bulunmadığı ekolojik sisteme ilişkin bilgilerdir. İkincisi doğaya ilişkin etik bir pozisyona dayandırılmaktadır. Bu yaklaşım doğada var olan herşeyi değerli bulmaktadır. İnsanın doğaya üstünlüğünü yadsımaktadır. Bu ilişkinin asalaklıktan çıkarılması gerekliliğini savunur. Doğanın restorasyonu ve doğanın kapitalizmi önerilen durumlardır. Doğayı tahrip edici olarak değil de restore edici olarak çalışılmalıdır. Doğal servislerin insan yapımı bir karşılığı olmayacağından yola çıkılmaktadır. Bu yerine konulamayacak hizmetler hem yenilenebilir (orman, balık) hem yenilenemez (petrol, maden) kaynaklarını kapsar.

Özgürlükçü Toplumsal Yaklaşım: İnsanın ilk doğaya egemen olma düşüncesinin özünde insanın insana egemen olması yatmaktadır. İnsan aklı, bilim ve teknoloji, hiyerarşik yönetimin hizmetine verilmiş olduğu için çevre bakımından olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. İlk doğa etik değildir. Hakların insan öznesi dışında bir anlamı yoktur. Etik olan insan yaratımıdır. Değeri insan yorumlama gücüyle üretmektedir. İnsan yok olursa değer de kalmayacaktır. Murray’a göre özgür doğa sentezi için ikinci doğayı aşarak insani olan ile insani olmayan arasında “biyo merkezci” ya da “insan merkezci” değil tamamlayıcı olan bir ötekilik duygusuna ulaşmamız gerekmektedir ve bugün ekolojik restorasyonu, yaban bölgelerin korunmasını, yitirilmiş olan ormanların yerlerinin yeniden ağaçlandırılmasını sağlamazsak, ne bizim ne de dünyamızın bir geleceği olacaktır der. Ama bunu çözümünü merkezi müdahalelerde değil, yerel müdahalelerde, katılımcı evrimde görmektedir. Yine aynı araştırmacıya göre, iş birliğine dayanan ekonomi, sosyal adalet ve ekoloji alanlarındaki önemli etik ilkeleri içeren, doğrudan demokrasi tasarımından oluşan kademeli bir devrimci sürece ihtiyacımız vardır. Bu çağrı Almanya’nın Yeşiller Partisi’nin, dört direği olan; Ekoloji, Sosyal Sorumluluk, Temelden Demokrasi ve Şiddet Karşıtlığı ile paralel olarak gitmelidir.”

SONUÇ

Sanayi devrimine kadar, üretim biçimleri ve miktarlarının doğa üzerinde insanlığı endişeye düşürecek boyutlarda olmayan etkileri, bu devrimin ardından aşırı kaynak kullanımı ve tüketim miktarları sonucu eko sisteme ilişkin ciddi boyutlarda ortaya çıkmıştır. Bu konuda çalışan bir grup araştırmacı, ilk adımda sürdürülebilirlik kavramı üzerinde tartışmalara giderken, ikinci adımda sürdürülebilirliğe analitik yaklaşma yolları üzerine odaklanmışlardır. Üçüncü adımda sürdürülebilirlik için strateji seçenekleri için öneriler oluştururlarken, dördüncü aşamada paraya dayalı yatırım sisteminin değişmeyeceği varsayımıyla hazırlanan stratejilerden oluşan yelpazenin iç tutarlılıkların sorgulanmasına gitmişlerdir. Beşinci aşamada ise paraya dayalı yatırım sisteminin değiştirilmeden sürdürülebilirliğin başılamayacağı bir durumda alternatif strateji yelpazesinin nasıl geliştirilebileceği üzerinde durarak düşünce farklılıklarını önemseyen yaklaşımlarla paraya dayalı yatırım sisteminin değişmeyeceği varsayımıyla hazırlanan strateji yelpazesinin iç tutarlılıkların yeniden sorgulanmasını araştırmışlardır. Bu çalışmalar incelendiğinde, sürdürülebilirliğin sağlanacağı yaşam sisteminin ya da diğer bir deyişle onun oluşturduğu eko sistemin tüm unsurları incelendiğinde, güneş ve yer küre arasında yer alan eko sistem ile onun kültürel eşleniğini oluşturan sosyal sistem içerisinde ortaya çıkan katı, sıvı ve gaz atıkların ayak izlerini takibi ile ancak ekolojik ve sosyal sistemlerin bileşenleri, mekânsal oluşumları ve işleyiş biçimleri üzerine analitik yaklaşımda bulunulabileceği anlaşılmaktadır. Bununla birlikte ortaya çıkan katı, sıvı ve gaz atıkların ayak izlerini takibi ile ekosistemin sürdürülebilirliği üzerinde baskı oluşturan üretim ve tüketim bileşenlerinin, kullanılan teknoloji ile doğrudan ilişkisi de göz ardı edilemez. Teknolojinin evrimi ile birlikte değişen yapısı, üretim ve tüketim biçimlerimizi de değiştirmekte ve ekolojik dengenin sürdürülebilirliği üzerindeki etkisi de değişmekte ve sonuç itibarıyla analitik yaklaşımdaki sürdürülebilirliğin sağlanmasında en etkin parametre böylece teknolojinin ta kendisi olmaktadır. Bir başka soru da hızla değişen bilişim teknolojilerinin çok kısa bir sürede diğer teknolojiler ile birlikte getireceği otomasyonun neleri değiştirebileceği ve bu değişim sonucunda geleceği tek başına belirleyemese de şimdiden yaşanan nüfus ile beraber eko dengenin bozulmasına bağlı olarak gerçekleşen iklim ve toprak değişiklikleri ile kaynakların tükenmesi gibi diğer büyük sosyal ve çevresel zorluklarla iç içe geçmesi ile ilgilidir. Belki de en zor soru bu köklü değişikliklerin tüm eko sistemi nasıl derinden etkileyeceğidir. Bunun sonucunda da tüm doğanın eko sisteminin bozulduğu çevresel etkilerin yaşamı tehdit ettiği bir dünya ile toplumsal açıdan yıkıcı olduğu ifade edilen bu teknolojilerin belki burada yararlı sonuçları ile karşı karşıya olabileceğimizeyizdir. Bu çerçevede yapılan bu araştırmada, ekolojik dengenin sürdürülebilirliği için önerilen ve çevreye olan analitik yaklaşımdaki önemi çok açık olan teknolojinin, tarihsel gelişim sürecinin incelenmiş, evriminin anlaşılması, özellikle çevresel etkileri açısından sınıflandırılarak bu etkilerin saptanması ve bu saptamalar çerçevesinde eko sistemin sürdürülebilirliği açısından neler getirebileceği araştırılmıştır. Teknolojinin dışında varlığımızı sürdürebilmemiz mümkün değildir. Ayrıca teknoloji bireyi doğrudan etkisi altına alarak yeniden yapılanma süreçlerini ve toplumsal süreçlerin gelişmesini sağlayacak güce de sahiptir. O halde ihtiyacımız olan kapsamlı bir teknoloji teorisinin varlığının dayanabileceği, temelde birkaç tanım üzerinde de düşünülmesi gerekmektedir ve bunun sonucu daha iyi anlaşılabilirliği için, sözcüklerin simgeledikleri şeylerle anlam kazandığı nesnelerin bir aradalığını anlatan nedensel ilişkiyi birleştiren uzlaşım ilişkisinin ya da bir başka deyişle ortak özelliklerin kavramsal ve açıklayıcı olduğu unutulmamalıdır. Teknolojinin insanoğlunun yaşamına etkilerine bakıldığında, çevrecilik ve ekoloji dalgalarıyla toplum bilinçlenmesinin gerçekleşmesi de hızla büyümektedir. Ekosistemin sürdürülebilir şekilde işlenmesinde ve yönetiminde insan merkezi bir role sahiptir. Bu sebeple insanların değişmesi, tüm sosyal sistemin dönüşmesi ve böylelikle ekosistemle uyumlu bir şekilde yaşayabilmesi yani yaşamın sürdürülebilirliği açısından en temel adımlardan biridir. Yaşanan küresel dünyada temelde teorik olarak, kapitalizme dokunarak veya ona hiç dokunmadan sürdürülebilirlik için iki yol olduğu ve bu yollardan hangisinin bu sorunun çözümüne deva olacağını araştırılarak artan endüstrileşmenin getirdiği kirliliğin ekolojisiyle uyumsuz sonuçlarının nasıl azaltılacağı ya da yok edileceği düşünülmektedir. Ancak bu bağlamda ekonomiyi çevreleyen toplum, onun da ötesinde hepsini kapsayan bir güçlü sürdürülebilirliği getirecektir. İster kapitalizmin özellikleri korunarak olsun ya da ister bu özellikler korunmadan farklı bir sistem olsun, teknolojik gelişimler açısından bakıldığında yeni akıllı teknolojilerin ister kent, ister kırsal ya da ister endüstriyel alanlarda hem izlenme açısından hem de kontrollü tüketim açısından daha verimli sonuçlar getireceği açıktır ve bunun gelecek için umut verici olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

- [1] Tekeli, İ., Ataöv, A., (2017) Sürdürülebilir Toplum ve Yapılı Çevre, Stratejiler Yelpazesi, 599 Çevre Çalışmaları 1, İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları
- [2] Woodford, C., (2018), Technoogy Time Line, <https://www.explainthatstuff.com/timeline.html>, 28.11.201

- [3] Basalla, G., (1999). *The Evolution of Technology* (Cambridge Studies in the History of Science). Cambridge University Press. (Çeviren: C. Soydemir: Teknolojinin Evrimi Doğu-Batı Yayınları. 2013)
- [4] Arthur, B. (2009). *The Nature of Technology*. Penguin Books Limited. (Çeviren: İ. Çetin: Teknolojinin Doğası Nedir ve Nasıl Evrilir. Optimist Yayınları. 2011)
- [5] Eldem, M.O., (2017), Endüstri 4.0, TMMOB EMO Ankara Şubesi Haber Bülteni, 3
- [6] Ford, M., (2015) *Rise of the Robots – Technolgy and the Threat of a Jobless Future*, Perseus Books (C. Duran Robotların Yükselişi – Yapay zeka ve İşsiz Bir Gelecek Tehlikesi Kronik Kitap, 2018, Giriş
- [7] Fransen, M., Lokhort, G. J., Poel, I. (2018). *Philosophy of Technology*, Standford Encyclopedia of Philosophy, <http://plato.standford.edu/entries/technology/> .15-11-2011, 23-59
- [8] Bauchspies, W.K., Crossiant, J., Restivo, S., (2006), *Science, Technology and Society*, (Çeviren: B. Kuryel, Ü. Tatlıcan ve B. Balkız: Bilim, Teknoloji ve Toplum, PHONEIX Yayınevi, 2019)
- [9] <https://bilgideposu.ra6.org/bilgi-icerikleri/faydaları-zararları/teknolojinin-yararları-nelerdir.htm>, 2021
- [10] Akpolat, O. (2017). *Teknolojinin Mekanik, Metabolik ve İnsancıl Yapısı*. AJIT-e: Online Academic Journal of Information Technology. Yaz/Summer – Cilt/Vol: 8 - Sayı/Num: 28
- [11] Balkanay, E., Koç, A. (2004). *Kaos ve Eğitim, Mantık, Matematik ve Felsefede Kaos*. II. Ulusal Sempozyumu Kitabı. (Edit.: Ural, Ş. Yüksel, Y. Koç, A. Şen, A. Hacıbekiroğlu, G. Özer, M.). Kültür Üniversitesi Yayınları. (SEÇİLMİŞ MAKALE)
- [12] Alpaslan, N.. (2011). *Mühendislik Tarihi ve Felsefesi Üzerine Bir Araştırma*. Marmara Sosyal Araştırmalar Dergisi Sayı 1, Aralık
- [13] Avşar, Ç. T., (2016), *Çevre ve Sürdürülebilirlik Açısından Endüstri 4.0 Ne Sağlayacak?* <https://www.haberler.com/cevre-ve-surdurulebilirlik-acisindan-endustri-4-0-8459353-haberi/>
- [14] Cevizci, A. (2007). *Felsefeye Giriş*. Sentez Yayıncılık
- [15] Yıldırım, C. (2016). *Bilim felsefesi*. V. Basım, Remzi Kitabevi
- [16] Marr, B., (2016), *What Everyone Must Know About Industry 4.0*, <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/06/20/what-everyone-must-know-about-industry-4-0/#6f4bfd39795f>
- [17] Krupp, F. (President, Environmental Defense Fund), (2018), *Business and the Fourth Wave of Environmentalism - Findings from Environmental Defense Fund's 2018 Fourth Wave Adoption Benchmark Survey*, https://www.edf.org/.../business_and_the_fourth_wave.pdf
- [18] Krupp, F., (2018), *Fourth Wave Environmentalism Fully Embraces Business - Multilateral corporate partnerships and market-based approaches have become standard practice*, Opinion Commentary, March 20, 2018, *The Wall Street Journal*, <http://webreprints.djreprints.com/4346500706711.html>
- [19] Manoukian, J. G., (2018), *Industry 4.0 Meets The 4th Wave of Environmentalism*, <https://enablon.com/blog/2018/06/28/industry-4-0-meets-the-4th-wave-of-environmentalism>
- [20] <https://www.un.org/documents/ga/conf151/aconf15126-1annex1.htm>, (1992), General Assembly, A/CONF.151/26 (Vol. 1), United Nations
- [21] <https://www.plattform-i40.de/IP/Navigation/EN/Home/home.html>, 2021
- [22] <https://ekolojibirligi.org/ankarada-ekolojik-haklar-ve-stratejik-plan-hazirlama-calistayi/>, 2019
- [23] Yeşildal, A., (2020) , *Endüstri 4.0, İnovasyon ve Sürdürülebilir Şehirler: Yerel Yönetimler Açısından Bir Değerlendirme*, AJIT-e: Bilişim Teknolojileri Online Dergisi 2020 Fall/Güz – Cilt/Vol: 11 - Sayı/Issue: 43 DOI: 10.5824/ajite.2020.04.003.x
- [24] <http://www.icholding.com.tr/TR/holding/page/surdurulebilirlik-ve-cevre-yaklasimimiz-47>, 2021
- [25] <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/koyunculuk/Menu/76/Tarim-4-0>, 2021