

PAPER DETAILS

TITLE: Yesil Mutabakat Çerçevesinde Sürdürülebilir Atıksu Yönetimi

AUTHORS: Ezgi Atli,Nergis Dilsizoglu,Ceyhun Akarsu,Tugba Olmezhanci,Safak Basa

PAGES: 606-623

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2894527>

Yeşil Mutabakat Çerçevesinde Sürdürülebilir Atıksu Yönetimi

Ezgi ATLI¹, Nergis DİLSİZOĞLU², Ceyhan AKARSU^{3*}, Tuğba ÖLMEZ HANCI⁴, Şafak BAŞA⁵

¹İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi, 34060, İstanbul

²İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 34467, İstanbul

³İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 34320, İstanbul

⁴İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 34467, İstanbul

⁵İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi, 34060, İstanbul

¹<https://orcid.org/0000-0003-3672-3473>

²<https://orcid.org/0000-0002-1850-9070>

³<https://orcid.org/0000-0002-0168-9941>

⁴<https://orcid.org/0000-0001-9200-5420>

⁵<https://orcid.org/0000-0002-8244-9981>

*Sorumlu yazar: ceyhanakarsu@iuc.edu.tr

Derleme

Makale Tarihçesi:

Geliş tarihi: 16.01.2023

Kabul tarihi: 14.05.2023

Online Yayınlanma: 20.12.2023

Anahtar Kelimeler:

Yeşil mutabakat

Atıksu yönetimi

İklim değişikliği

Döngüsel ekonomi

ÖZ

Avrupa Birliği (AB), Yeşil Mutabakatı hayata geçirerek kaynak açısından verimli ve rekabetçi ekonomiye sahip yeni bir büyüme modelini ortaya koymuştur. Bu doğrultuda Yeşil Mutabakat Eylem Planı ile sera gazı emisyonlarının azaltılması, temiz enerji üretiminin artırılması ve su kaynaklarının sürdürülebilir kullanılması amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda Türkiye, başta AB olmak üzere üçüncü dünya ülkelerine ihracat hususunda rekabetçiliğin korunması ve ilişkilerin güçlendirilebilmesi adına, ekonominin ve sanayinin Yeşil Mutabakat Eylem Planı çerçevesinde yeşil dönüşüm politikalarına entegrasyonuna yönelik adımlar atmaktadır. Bu adımlardan biri de üretimde ve tüketimde suların sürdürülebilir kullanımı ile atık suların yeniden kullanımının geliştirilmesidir. Nüfus artışı, hızlı sanayileşme ve küresel düzeydeki gelişmelere bağlı olarak atıksuların geri kazanılarak yeniden kullanımının geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması büyük bir potansiyel oluşturmaktadır. Bu nedenle, bu derleme çalışmasında, Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamı ve Türkiye'nin bu plana dâhil oluş süreci ile ilgili atılan adımlara yer verilmiş, atıksu arıtma tesislerinin sürdürülebilirlik çerçevesindeki önemi değerlendirilmiştir. Ayrıca dünyadaki ve Türkiye'deki artırılmış suların yeniden kullanılmasına yönelik hem var olan hem de proje durumundaki çalışmalara ait örnekler sunulmuştur. Bu şekilde suyun yeniden kullanımını artırmak için yerel ve bölgesel düzeyde neler yapılabileceği belirtilmiş, döngüsel ekonomi için birincil kaynaklara olan bağımlılığı azaltma yolları ortaya konulmuştur.

Sustainable Wastewater Management within the Framework of Green Deal

Reviews

Article History:

Received: 16.01.2023

Accepted: 14.05.2023

Published online: 20.12.2023

Keywords:

Green deal

ABSTRACT

The implementation of the Green Deal has provided a clear strategy for transforming society into a resource efficient and competitive economy. In this context, the Green Deal aims to reduce greenhouse gas emissions, increase clean energy production, and promote sustainable use of water resources. Türkiye is also taking steps integrate its economy and industry into the green transformation in order to maintain

its competitiveness in exports to third-world countries, especially the EU. One of these steps is the sustainable use of water in production and consumption and the development of the reuse of wastewater. Population growth, urbanization, and socio-economic development are expected to increase water demand. This results in a great potential for the implementation of measures for the development of diffusion of wastewater reclamation and reuse. This study, therefore, has outlined the scope of the European Green Deal and the steps taken regarding Türkiye's inclusion in this plan, and assessed the importance of wastewater treatment plants within the framework of sustainability. The study also presents examples of existing and future project studies in the world and in Türkiye on the sustainability of wastewater treatment plants. In this way, what can be done at the local and regional level to increase the water reuse and reduce dependence on primary resources for the circular economy is highlighted. In addition, a global outlook is provided on developments in case studies on sustainable use of wastewater treatment plants.

To cite: Atlı E., Dilsizoglu D., Akarsu C., Hancı TÖ., Başa Ş. Yeşil Mutabakat Çerçevesinde Sürdürülebilir Atıksu Yönetimi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2023; 6(Ek Sayı): 606-623.

1. Giriş

İklim değişikliğinin ekonomiler ve ekosistemler üzerindeki mevcut ve muhtemel etkileri ile mücadele süreci 90'lı yıllardan sonra Birleşmiş Milletler (BM) çatısı altında başlamıştır (Shevchenko ve ark., 2021). Küresel sera gazı emisyonlarına katkısı azımsanmayacak seviyelerde olan Avrupa Birliği (AB) aynı zamanda iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine yoğun olarak maruz kalan coğrafyalardan biridir (Talu, 2019).

Sürdürülebilir çevre ve enerji politikalarının gelişimi, 1972 BM iklim zirvesinden sonra Paris'te gerçekleşen Avrupa Konseyi toplantısı ile başlamıştır (Küçük ve Dural, 2022). AB ve üye devletler bugün yürürlükte olan ve atmosferdeki sera gazı yoğunluğunun dengelenmesi, sanayileşmiş ülkelerde emisyonun azaltılması, küresel olarak artan sıcaklığın düzenlenmesi, iklim değişikliğine uyarlanabilir kapasitenin ve dayanıklılığın artırılması hedeflerini içeren BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (1994), Kyoto Protokolü (1997) ve Paris İklim Anlaşması'na (2016) taraf olmuşlardır (Şahin ve Önder, 2021). Söz konusu uluslararası akitleri kendi hukuk sisteminin bir parçası haline getiren AB'nin enerji, konut ve hizmet, ulaştırma, sanayi, tarım ve ormancılık, atık yönetimi sektörleri için çok sayıda karar ve mevzuatı bulunmaktadır (Talu, 2019). AB'nin iklim değişikliğiyle mücadeleye yönelik getirdiği düzenlemeler, bu konuda sağladığı teşvikler ve atmak istediği adımlar Paris Anlaşması'ndan sonra Avrupa Yeşil Mutabakatı (European Green Deal, AYM) ile devam etmektedir (Şahin ve Önder, 2021).

AYM, AB'nin 2050'ye kadar karbonsuz ekonomik büyümenin ve bu büyüme sürecinde kaynak kullanımına bağlılığının sona ermesi gibi temel hedefleri içeren yeni bir büyüme stratejisidir (Fayet ve ark., 2022). Bu stratejinin en önemli bileşenlerinden biri de “döngüsel ekonomi” başlığı kapsamında ele alınan ve tam anlamıyla ekonomide döngüsellik için kritik bir öneme sahip olan atıkların azaltımı ve geri dönüşümüdür. Bu kapsamda en büyük potansiyel kaynaklardan birini atıksular oluşturmaktadır (Yapıcıoğlu, 2022). Bilindiği üzere iklim değişikliği ve küresel ısınma ile birlikte su kaynaklarında

ciddi miktarlarda azalma görülmektedir. Bununla beraber, hızlı nüfus artışı ve sanayileşme su ihtiyacının artmasına ve çeşitlenmesine sebep olmakta, beraberinde kaynakların çevresel kirliliklerden yeterince korunamamasına yol açmaktadır. Dolayısıyla mevcut su kaynakları ile sürdürülebilir ve dengeli ekonomik büyüme mümkün olamamaktadır. Bu durumu ortadan kaldırmak adına arıtılmış atıksuların alternatif su kaynağı olarak değerlendirilmesi ve yeniden kullanımı önem arz etmektedir (Akarsu ve ark., 2022). Ülkemiz de yeşil mutabakatı bir dönüşüm programı olarak kabul etmiş ve süreç içerisinde ticaret ve yatırım ortağı olarak gördüğü Avrupa Birliği ile benzer hedefler belirlemiştir. Dolayısıyla bu derleme çalışmasında; Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamı ve Türkiye'nin bu plana dâhil oluş süreci ile ilgili atılan adımlar verilmiş, atıksu arıtma tesislerinin sürdürülebilirlik çerçevesindeki önemi değerlendirilmiştir. Ayrıca dünyadaki ve Türkiye'deki hem var olan hem de proje durumundaki çalışmalara ait örnekler verilmiştir. Bu şekilde suyun yeniden kullanımını artırmak için yerel ve bölgesel düzeyde neler yapılabileceği belirtilmiş, döngüsel ekonomi için birincil kaynaklara olan bağımlılığı azaltma yolları ortaya koyulmuştur.

Tablo 1. AB'de sürdürülebilir çevre ve enerji politikalarının gelişimi (Küçük ve Dural, 2022).

Olay	Önemi
1972 Avrupa Konseyi Toplantısı	1972 yılında BM İklim Zirvesi'nden sonra Paris'te gerçekleşen toplantıda ekonomik gelişmeyi kapsayan bir çevre politikasına ihtiyaç duyulduğu belirtilmiş ve eylem programı çağrısında bulunulmuştur.
1987 Avrupa Tek Senedi kabulü	Çevre politikaları için yasal temel sağlanmıştır.
1999 Amsterdam Anlaşması	Sürdürülebilir kalkınma anlayışının AB'nin tüm sektörel politikalarına entegre edilmesine karar verilmiştir.
2005 AB Emisyon Ticaret Sistemi kurulması	Dünyanın ilk ve en büyük emisyon ticaret sistemi kurulmuştur.
2009 Lizbon Antlaşması	İklim değişikliğiyle mücadele özel bir hedef haline gelmiştir.
2015 Paris İklim Anlaşması'nın imzalanması 2016 Paris İklim Anlaşması'nın yürürlüğe girmesi	Paris İklim Anlaşması'nın hedefleri ile uyumlu iklim, çevre ve enerji politikaları belirlenmiştir.
2019 Avrupa Yeşil Mutabakatı Kabulü	2050 yılında karbon nötr iklim hedefi belirlenmiş ve bu hedeflere ulaşmak için kapsamlı politikalar geliştirilmiştir.
2020 İklim Hedefleri-2030	2030 yılına kadar karbon emisyonlarının %55 azaltılması hedefi konulmuştur.
2020 Avrupa İklim Yasası	Avrupa Yeşil Mutabakatı'nda belirlenen hedefler yasal hale gelmiştir.
2021 Sürdürülebilir Mavi Ekonomi	Okyanusların ve denizlerin korunarak Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın hedeflerine ulaşılmasını kolaylaştırmak hedeflenmiştir.

2. Avrupa Yeşil Mutabakatı Hedefleri ve Aksiyon Alanları

Avrupa Parlamentosu'nun 24 Haziran 2021 tarihinde onayladığı "Yeşil Mutabakat" adı verilen iklim yasası Avrupa'yı kaynak açısından verimli ve rekabetçi bir ekonomiye sahip, adil bir topluma dönüştürmeyi hedeflemektedir (EC, 2019a). Avrupa Komisyonu iklim açısından nötr olmayı hedefleyen bu siyasi taahhüdü yasal bir zorunluluğa dönüştürmekle AB ekonomisindeki tüm sektörlerin harekete geçmesini sağlamıştır (Ecer ve ark., 2021).

Yeşil Mutabakat, hem 2030 için orta vadeli hedefler hem de 2050 için uzun vadeli hedefler üzerinde önemli bir etkiye sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu hedeflerden en öne çıkanı AB ülkelerinin karbon emisyonlarını 2030 yılına kadar %55 azaltmayı, 2050 yılına kadar ise karbon nötr olmayı

hedeflemesidir (EC, 2019a). AYM her ne kadar endüstri sektörü ile anılıyor olsa da söz konusu stratejilerin oluşturulmasında sekiz farklı aksiyon/eylem kategorisi bulunmaktadır. Bunlar; iklim, çevre, enerji, ulaşım, tarım, finans ve bölgesel gelişme, endüstri, araştırma ve inovasyon aksiyonlarıdır. Bu kategoriler için oluşturulan 2030 çevre eylem planı hedefleri; temiz hava, su, sağlıklı toprak ve biyoçeşitlilik, yenilenmiş enerji etkin binalar, sağlıklı ve makul fiyatlı gıda, toplu taşıma, temiz enerji, inovasyon, tamir edilebilir uzun ömürlü ürünler, geri dönüşüm ve yeniden kullanım, küresel rekabet ve dirençli endüstri sistemlerinin oluşturulabilmesi olarak belirlenmiştir (Mirici ve Berberoğlu, 2022).

Hedeflerin temelinde yatan fikir; ekolojinin ve ekonominin birbiriyle ters düşmek zorunda olmadığı gibi simbiyotik bir ilişki içinde uzlaşmalarının gerekliliğine dayanmaktadır (Ecer ve ark., 2021). Yeşil Mutabakat kapsamında sanayi dönüşümünü gerektiren yeni bir büyüme stratejisi benimseneceği ve tüm politikaların iklim değişikliği ekseninde yeniden şekillendirileceği açıklanmıştır. AYM kapsamındaki ilgili eylemler, AB ekonomisini yeniden şekillendirecek olan ve her geçen yıl ivmelenen bir dönüşümün temellerini oluşturmaktadır (TB, 2021). Bu dönüşüm başta enerji sektöründe olmak üzere bir dizi teknolojiyi, yeni sektörleri ve uygulamaları devreye sokmakta olup, Avrupa'nın büyümesi ve istihdam koşullarının iyileştirilmesi açısından fırsatları da beraberinde getirmektedir (Talu, 2019). Avrupa Komisyonu Başkanı Ursula von der Leyen'e göre Avrupa Yeşil Mutabakatı, bir yandan emisyonları azaltmak, diğer yandan ise istihdam ve inovasyonu artırmakla ilgilidir (EC, 2019b).

2.1. Düşük Karbonlu ve Döngüsel Ekonomiler

Çevreyi korurken ekonomiyi modernize etmek ve ürünleri tüm yaşam döngüsü boyunca sürdürülebilir kılmak için yeşil ve dijital bir endüstriyel dönüşüm olan Döngüsel Ekonomi Eylem Planı ve AB Sanayi Stratejisi aracılığıyla desteklenmektedir. Bu doğrultuda Avrupa, yeni yasal atık reformları ile atık ithalatı ve ihracatına ilişkin yeni AB kurallarını uygulayarak küresel atık etkisini azaltmaya çalışmaktadır (EC, 2022). İklim yasasını onaylayan ülkeler Avrupa pazarına sattıkları ürün ve hizmetlerin karbon salımını belirlenmiş standartlara göre düzenlemezse, ton başına 30 ile 50 Euro arasında ek vergi ile karşılaşacaktır (Mirici ve Berberoğlu, 2022). Bu ek vergilendirme, uygulamada çeşitli zorluklar içerebilmektedir. Örneğin gelişmekte olan ülkeleri, endüstriyel verimliliği azaltabileceği yönüyle dezavantajlı hale getirebilmektedir. Ayrıca vergilendirme aşamasında yabancı üreticilerin emisyonlarının hesaplanması ve doğrulanmasında zorluklar yaşanabileceğinden bu yöntem, uygulamada zorluklar ile karşılaşabilecektir.

2.2. Kirliliği Azaltma

2050 için sıfır kirlilik vizyonu, hava, su ve toprak kirliliğinin sağlığa ve doğal ekosistemlere zararlı kabul edilmeyen seviyelere indirilmesi, gezegenimizin başa çıkabileceği sınırlara saygı gösterilmesi ve böylece toksik olmayan bir çevre yaratılması hedefiyle yola çıkan Sıfır Kirlilik Eylem Planı çeşitli

stratejiler ile desteklenmektedir. Bu doğrultuda 2030 yılı için öncelikli hedefler belirlenmiştir (EC, 2022). Bu hedefler;

- Hava kirliliği kaynaklı ölümlerin %55 oranında azalması için hava kalitesinin iyileştirilmesi;
- Atıkları, denizdeki plastik çöpleri (%50) ve çevreye salınan mikroplastikleri (%30) azaltarak su kalitesinin iyileştirilmesi;
- Besin kayıplarının ve kimyasal pestisit kullanımının %50 azaltılarak toprak kalitesinin iyileştirilmesi,
- Endüstriyel ve belediye atıklarının önemli ölçüde azaltılması olarak sıralanabilir.

3. Dünyada Yeşil Dönüşüm

Avrupa'nın karbon-nötr ilk kıta olma yönünde iddialı hedeflerinin açıklanmasının ardından 2020 yılında Güney Kore, Japonya ve Çin gibi uluslararası ticaretin önde gelen diğer aktörleri de ekonomilerinin yeşil dönüşümüne yönelik hedeflerini açıklamaya başlamıştır. Bunun yanı sıra, İsveç, Norveç, Kanada, Şili, Güney Afrika gibi ülkeler de sıfır emisyon hedeflerini beyan eden ülkeler arasında yer almıştır (Sadik-Zada, 2021).

Orta Asya ekonomilerinde fosil enerji kaynakları önemli yer kaplamaktadır. Bölge, dünyanın en karbon yoğun ekonomilerinden bazılarında ev sahipliği yapmaktadır. Kırgız Cumhuriyeti'nin başkenti Bişkek, Aralık 2020'de uluslararası hava kalitesi derecelendirmelerine göre dünyanın en kirli şehri unvanını almıştır. Böyle bir tabloda iklim açısından akıllı bir ekonomik geçişi kolaylaştıracak yatırımlara öncelik ve destek verilmesi isabetli olacaktır (Bjerde, 2022). Kazakistan, Orta Asya'da bir emisyon ticaret planı kuran ilk ülke unvanı ile 2060 yılına kadar karbon nötrlüğü sağlama sözü vermiştir. Özbekistan; tarımı modernize etme, iklim uyum çalışmaları kapsamında daha fazla yatırım yapma ve yenilenebilir enerji kullanımını artırma planı da dâhil olmak üzere 2019'dan bu yana birçok önemli politika reformunu kabul etmiştir (Bjerde, 2022).

Amerika Birleşik Devletleri'nde temiz enerji ekonomisini katalizleyen yasa 2021 yılı Aralık ayında imzalanmıştır. Federal hükümetin önceliklendirdiği hedefler arasında 2030 yılına kadar Amerika'nın temiz enerji ve teknoloji endüstrilerinin büyümesinin desteklenmesi; 2035 yılına kadar karbon kirliliği içermeyen elektrik sektörüne ulaşılması, %65 emisyon azaltımı ve 2050 yılına kadar genel federal operasyonlardan kaynaklı net sıfır emisyon hedeflerine ulaşılması yer almaktadır (Sustainability, 2023).

Sürdürülebilir kalkınma kapsamında örnekleri verilen karbon nötr çalışmaları ile birlikte atıksuların arıtılması ve arıtılmış suların yeniden kullanılması hedeflenmektedir. Ancak bu durum beraberinde daha fazla enerji ihtiyacını dolayısıyla daha fazla karbon salınımını getirmektedir. Yapılan araştırmalar atıksu toplama ve arıtım hatlarının toplam enerji tüketimindeki payını yaklaşık %5 olarak toplam sera gazı oluşumunda ise %3 olarak belirlemiştir (Bai ve ark., 2022). Suyun tek başına yeri doldurulamaz bir kaynak olduğu gerçeği ile birlikte, harcanan yüksek miktarda enerji arıtılmış suların yeniden kullanımını daha kıymetli hale getirmektedir. Arıtılmış sular genellikle, tarımsal sulama, sanayi, akifer

besleme, tuvalet sifon suyu, yeşil alan sulaması vb. amaçlarla kullanılmaktadır (Sun ve ark., 2011). Atıksu arıtma tesislerinin modernleşmesi ile birlikte arıtılmış suların yeniden kullanımı kolaylaşmıştır. Günümüzde, yaklaşık bir milyar m³ arıtılmış kentsel atıksu yeniden kullanılmaktadır. Bu miktar AB üye ülkelerinde arıtılmış atıksuların %2,4'üne tekabül etmektedir. Şu ana kadar hem İspanya, İtalya, Yunanistan, Malta, Güney Kıbrıs gibi güney AB üye devletleri, hem de Belçika, Almanya ve Birleşik Krallık gibi kuzey AB üye devletleri sulama, endüstriyel kullanım ve akifer besleme amacıyla suyun yeniden kullanımına ilişkin birçok sayıda girişime sahiptir. Güney Kıbrıs ve Malta hâlihazırda atıksularının sırasıyla %90 ve %60'ından fazlasını yeniden kullanırken, Yunanistan, İtalya ve İspanya için bu oran %5 ile %12 arasında değişmektedir (EC, 2023). Arıtılmış suların yeniden kullanımı aynı zamanda dünya su pazarında yerini alacağı ön görülüyor. Günümüzde dünya su pazarı hızla büyümekte ve hacminin 1 trilyon €'ya ulaştığı tahmin ediliyor (Smol ve ark., 2020). Bu nedenle arıtılmış suyun yeniden kullanımı yeni sektörlerin oluşumuna da imkân verebilmektedir.

Ülkemizde de döngüsel ekonomi ilkeleri kapsamında arıtılmış suların yeniden kullanımı öncelikli hedef olarak belirlenmiş ve bu doğrultuda faaliyetlerinde devam edilmektedir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı verilerine göre 2022 yılı arıtılmış suların yeniden kullanım oranı %4,2'dir. Bu oranın 2030 yılında %15'e çıkarılması hedeflenmektedir (ÇŞİDB, 2023). Bu kapsamda uluslararası politikalara uyum sağlamak, orta ve uzun vadede yaşanması muhtemel su sıkıntısının önüne geçebilmek, ekonomi ve sanayide yeşil dönüşümünün sürdürülebilir kılınması, ihracat konusunda rekabetçiliğinin korunması ve artırılması amacıyla, arıtılmış suyun yeniden kullanımına yönelik çalışmalar teşvik edilmesi planlanmaktadır (TÜBİTAK, 2022). Bu nedenle makalenin devam eden başlıklarında Türkiye'nin Yeşil Mutabakat uyum sürecinden bahsedilmiştir. Devamında dünyadaki ve Türkiye'deki hem var olan hem de proje durumundaki çalışmalara ait örnekler verilmiştir. Bu şekilde suyun yeniden kullanımını artırmak için yerel ve bölgesel düzeyde neler yapılabileceği belirtilmiş, döngüsel ekonomi için birincil kaynaklara olan bağımlılığı azaltma yolları ortaya koyulmuştur.

4. Türkiye'nin Yeşil Eylem Planına Geçiş Süreci

Mutabakat kapsamında uygulanması planlanan emisyon ticaret sisteminin, ihracatının %40'ından fazlasını AB ülkelerine gerçekleştiren ülkemizin etkilenmemesi kaçınılmazdır (Diriöz, 2021). Bilimsel veriler incelendiğinde son yıl 30 içerisinde hem nüfus artışı hem endüstriyel yatırımlardaki yükseliş sebebi ile ülkemizdeki sera gazı emisyon salınımının %130 arttığı görülmektedir (Şahin ve Önder, 2021). Dolayısıyla, AYM kapsamında uygulanan iklim değişikliği ile mücadele politikalarının, Gümrük Birliği ortağı olan ülkemizin AB'ye ticari entegrasyonu üzerinde etkilerinin olması kaçınılmaz gözükmemektedir.

Ülkemiz, AB başta olmak üzere, üçüncü ülkelere olan ihracatta rekabetçiliğinin korunması ve ilişkilerin güçlendirilebilmesi adına ekonomi ve sanayinin yeşil dönüşümüne yönelik adımlar atma kararı almıştır (Kocalar, 2022). Bu karar aynı zamanda uluslararası fonlardan alacağı payın artacağı anlamına da gelmektedir. Bu kapsamda, yedi bakanlığımızın ortaklaşa düzenlemiş olduğu bir çalışma

grubu kurulmuş, özel sektör temsilcileri ile istişareler gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmalar neticesinde görüş, değerlendirme ve öneriler bir yol haritasına dönüştürülmüş nihayetinde ise T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın ismi T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı olarak değiştirilmiş paralelinde ilgili alt birimler kurulmuştur aynı zamanda T.C. Ticaret Bakanlığı Yeşil Mutabakat Eylem Planı 2021 raporunu yayınlamıştır (TB, 2021). Toplamda 32 hedef ve 81 eylemden oluşan bu plan Sınırdaki Karbon Düzenlemeleri, Yeşil ve Döngüsel Bir Ekonomi, Yeşil Finansman, Temiz, Ekonomik ve Güvenli Enerji Arzı, Sürdürülebilir Tarım, Sürdürülebilir Akıllı Ulaşım, İklim Değişikliği ile Mücadele Diplomasi, Bilgilendirme ve Bilinçlendirme Faaliyetleri olmak üzere dokuz ana başlıktan oluşmaktadır. Bu ekonomik dönüşümün içinde yer alarak uluslararası pazardaki rekabet gücünün devamlılığını iklim değişikliği ile mücadele ederek gerçekleştirmek isteyen ülkemizin yeni normale geçiş sürecinde öncü sektörler ile işbirliği içerisinde çalışmalarını devam ettirmesi gerekmektedir (Ecer ve ark., 2021). Sadece bir çevre konusu olmayıp aynı zamanda büyüme stratejisi olarak görülen bu süreç için Eylem Planı 2021 raporunda atılması planlanan adımlar şu şekilde özetlenebilir.

Öncelikle sınırda karbon düzenlemeleri kapsamında, öncü sektörlerin sera gazı salınımının azaltılmasına yönelik destek mekanizmalarının oluşturulması, sektörel ihtiyaçlara yönelik gerekli eylemlerin göz önünde bulundurulması planlanmaktadır. Bu süreç ile paralel şekilde yönetilmesi gereken diğer bir sorun tekstil ve deri sektörlerinin başı çektiği su tüketiminin fazla olmasıdır. Bu kapsamda bu endüstrilerin daha az kaynak kullanarak daha temiz bir üretim gerçekleştirmesi için gerekli adımlar atılacaktır. Atılacak adımların başında bunu sağlayacak teknolojilerin ülkemizde geliştirilmesi ve kullanıma sunulmasına yönelik çalışmaların yapılması gelmektedir. Bu teknolojilerin kullanımını yüksek seviyelerde sürekli haline getiren tesislere teşvik amacıyla ulusal teşvik sisteminin, AB'nin ilgili mevzuatı da göz önünde bulundurularak hayata geçirilmesi planlanmaktadır.

Yine su kaynaklarının kontrollü kullanımı için, özellikle havza bazında su ayak izi değerlendirmesine yönelik hesaplamaların yapılması ile su kaynaklarının bilişim uygulamalarının dâhil olduğu bir sistem ile sürekli takibi çalışmaları gerçekleştirilecektir. Yine Yeşil ve Döngüsel Bir Ekonomi başlığı kapsamında endokrin bozucular başta olmak üzere farmasötikler ve mikroplastikler gibi belli başlı kirleticiler su kaynaklarında takip edilecektir.

Yeşil mutabakat çerçevesinde endüstriyel faaliyetlerin sürdürülebilir seviyede uygulanması adına temiz, ekonomik ve güvenli enerji kaynaklarının eldesi ve arzı üzerine çalışmalara ağırlık verilecektir. Bu kapsamda strateji geliştirme, kılavuz ve yol haritalarının hazırlanmasının yanı sıra rüzgâr elektrik santrali ile güneş enerji santralinin enerji kaynaklarındaki kullanım oranında artış sağlanması planlanmaktadır.

Tarımda sürdürülebilirliğin sağlanması ve organik ürün yetiştiricilik faaliyetlerinin desteklenmesine yönelik planların başında pestisit, anti-mikrobiyal ve kimyasal gübre kullanımının azaltılması çalışmaları mevcut AB hedefleri ile uyumlu şekilde gerçekleştirilmeye devam edilecektir. Örtülü

Üretim rnlerinin yetiştiriciliğinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının arttırılmasına önem verilecektir.

Yeşil mutabakat ile ulaşım kaynaklı kirliliğin minimize edilmesi hedeflenmektedir. Özellikle emisyon kontrol odaklı, alternatif yakıtlı ulaşım araçlarının kullanılmasına yönelik gerekli altyapı ve mevzuat çalışmalarının gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Bisiklet ve diğer bireysel elektrikli ulaşım araçlarının kullanımına ağırlık verilerek programdan azami fayda elde edilmesi planlanmaktadır.

Yukarıdaki ana başlıkların dâhil olduğu hedeflere ulaşmak için bazı yönetmelik ve mevzuatlar çıkmış, birçoğunun da hazırlıkları devam etmektedir. Hazırlık aşamasındaki mevzuatlar ve ilgili çalışma konuları aşağıda detaylı şekilde listelenmiştir (TB, 2021);

- Sürdürülebilir Akıllı Ulaşım Hedefi Doğrultusunda “Kombine Taşımacılık” Yönetmeliği ve “Lojistik Merkezler” Yönetmeliği,
- Yeşil OSB ve Yeşil Endüstri Bölgesi Sertifikasyon Sisteminin Uygulamaya Alınmasına Yönelik Mevzuat,
- AB’nin Entegre Kirlilik nleme ve Kontrol (EKK) Mevzuatı ile Mevcut En İyi Teknikler Sonuç Dokmanlarını da İçeren Genel ve Sektörel Ulusal Mevzuatın Belirlenmesine Yönelik Yönetmelik,
- Kalıcı Organik Kirleticiler Hakkında Yönetmeliğin Güncellenmesi,
- Bazı Zararlı Kimyasalların İhracatı ve İthalatı Hakkında Yönetmeliği,
- Endokrin Bozucu Kimyasalların Mevcut Yönetmelik Olan “İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik” in EK-1’inde Yer Alan Parametrelere İlave Edilmesi,
- AB Yeni Organik Tarım Mevzuatının Mevcut Yönetmelik ile Uyarlanması,
- E-Skuterlere Yönelik Yönetmeliğin Yayınlanması,
- Bisikletli Ulaşım Ana Planlarının Hazırlanmasına Dair Yönetmelik.

5.Yeşil Mutabakatta Atıksu Arıtma Tesislerinin Yeri ve nemi

Mutabakat değerlendirildiğinde tarım, ulaşım, enerji ve yeşil ekonomi dâhil başlıkların tamamında suyun olduğu görülmektedir. Tüm bu gelişmeler kapsamında sürdürülebilir bir yapılanma sağlanması su kaynaklarının doğru şekilde yönetilmesi ile mümkündür. 2021 Yeşil Mutabakat Eylem Planında su konusuna da önem verilmiş ve yapılması gerekenler şu şekilde sıralanmıştır (TB, 2021);

- Su kullanımının azaltılmasına yönelik politikaların izlenmesi, teknolojik yatırım ve uygulamaların bu yönde teşvik edilmesi,
- Su kullanım master planının hazırlanması,
- Arıtılmış suların yeniden kullanımının arttırılması/teşvik edilmesi,
- Su ayak izlerinin belirlenmesine yönelik çalışmaların yapılması,

- Su kayıp kaçakların minimuma indirilmesi,
- Atılacak adımlarda katılımcılığın artırılması, sektörel paydaşlar ile ortak hareket edilmesi,
- Tarımsal sulama kapsamında akıllı sulama programlarının geliştirilmesi,
- Sektörlerin su ayak izlerinin belirlenmesi ve azaltılması,
- Su havzası ve risklerine yönelik daha fazla araştırma ve raporlamaların gerçekleştirilmesi, hem vatandaşın hem de işletmelerin havzalarını tanımalarına yönelik bilinçlendirme faaliyetlerin artırılması.

Bunu destekler nitelikte TUBİTAK yayınladığı “Avrupa Yeşil Mutabakatına Uyum Kapsamındaki Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konuları” çağrısı kapsamında yukarıdaki başlıklara paralel içerikli çalışmalara destek vereceğini bildirmiştir (TUBİTAK, 2021).

Su kaynaklarının doğru yönetimi kapsamında değerlendirilen kaynaklardan biri de atıksu arıtma tesisleridir. Doğru şekilde yönetilen atıksu alternatif su kaynağı görevi görebilmektedir. Ancak günümüz şartlarında her tesis için aynı şeyi söylemek mümkün değildir.

İklim değişikliği ile birlikte tesis işletme koşulları değişebilmekte dolayısıyla mevcut atıksu arıtma tesislerinin yeterli hizmeti sağlayamaması ile sonuçlanabilmektedir. Örneğin, deniz seviyelerindeki yükseliş tesis deşarj noktalarında geri tepmelere sebep olmakla birlikte, düzensiz ve/veya yüksek yağış rejimleri birleşik kanalizasyon sistemine sahip tesislerde arıtılması gereken suyun hacminde artışa sebep olmakta ve arıtılan suyun kalitesinin bozulması ile sonuçlanmaktadır (Hughes ve ark., 2021). Ayrıca arıtılan atıksu miktarı arttıkça tesisten salınan sera gazı miktarında da artış gözlenmiş bu durum da yine iklim değişikliğine katkıda bulunmuştur. Bu şekilde atıksu arıtma tesislerinin işletilmesi her geçen gün zorlaşmakta, ancak doğru yönetim planlaması ve iyileştirme adımları ile önemli bir döngüsel su kaynağı haline getirilebileceği düşünülmektedir.

Bu kapsamda yapılan adımlardan biri atıksu arıtma tesislerine gelen suyun yükünü azaltmak adına yağmur suyu toplama altyapısının ayrı bir sistem olarak planlanmasıdır. Bu sayede kontrolsüz taşkınların, yüksek giriş debisi sebebi ile by-pass edilen arıtılmamış atıksuların ve giderim için harcanan yüksek enerji maliyetinin önüne geçilmiş olmaktadır. Bu tasarruflar ile süreçlerin daha iyi yönetilmesini sağlayacak alt yapı teknolojilerine harcanarak bir süreklilik kazanılmaktadır.

Yine atıksu arıtma tesislerinde kaynak tüketiminin en aza indirgenmesi ve kaynak geri kazanımına odaklanması gün geçtikçe daha önemli hale gelmektedir. Sneek (Hollanda), Amersfoort (Hollanda), Braunschweig (Almanya) gibi bazı şehirler şimdiden bu farkındalığa ulaşmış atıksu arıtma tesislerinden çıkarılan yan ürünler tarım ve enerji üretiminde kullanılabilecek kaynak geri kazanımını mümkün kılmaktadır (Simha ve ark., 2017; Sichler ve ark., 2022). Bunların başında sınırlı kaynak olarak görülen azot ve fosfor gelmektedir. Birçok çalışmada bu kaynakların geri kazanımının önemi vurgulanmaktadır (EC, 2021).

6. Dünyada ve Türkiye’de Atıksu Arıtma Tesislerinde Sürdürülebilirlik Örnekleri

Yeşil mutabakat çerçevesinde hedeflerin başarıya ulaşabilmesi için atık hiyerarşisine bağlı kalınması önem arz etmektedir. Bu bağlamda, atıksu oluşumunun önlenemediği durumlarda ortaya çıkan atıksuyun kaynağında aynı veya benzer amaçlar ile kullanılabilirliği etkili bir çözüm olmaktadır (Şahin ve ark., 2022).

Ülkemizin de kurucu üyeleri içerisinde yer aldığı Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) döngüsel ekonomiye erişim hedeflerinin belirlenmesi üzerine bir anket çalışması gerçekleştirmiş ve verileri 2020 yılında rapor olarak sunmuştur. Sonuçlara göre katılımcıların %66’sı döngüsel ekonominin artırılmış suların yeniden kullanımı ile mümkün olacağına inanmaktadır. Bu kapsamda OECD’ye üye ülkeler özelinde bakıldığında bazı şehirlerin doğal kaynakların verimli ve yeniden kullanımının optimize edilmesine yönelik çalışmalar yürüttüğü görülmektedir.

Yukarıda belirtilen ankete katılan ülkelere biri olan Hollanda’da 2050 yılına kadar döngüsel ekonomi stratejisi kapsamında, su sektörü ile tarımsal gıdaların arasında temel ilişkinin sağlam temellere oturtulması planlanmaktadır. Bu kapsamda atıksu arıtma tesislerinde hem nütrient geri kazanımı hem de arıtma çamurlarının tarımda kullanımı faaliyetlerine ağırlık verilmiş durumdadır. Ayrıca atıksu arıtma tesisleri üzerindeki yükü azaltabilmek için yeşil çatı faaliyet ve yatırımları arttırılmıştır.

Benzer bir kabulün İspanya’da da geçerli olduğunun, yayınladıkları 2030 döngüsel raporunda görülmektedir (GoS, 2018). Raporda Akdeniz ülkelerindeki su kısıtlılığı vurgulanırken, atıksu arıtma tesisi çıkış sularının özellikle havza bazlı sulama faaliyetlerinde kullanımına yönelik Ar-Ge faaliyetlerinin teşvik edildiği belirtilmiştir. Belçika’da ise Flaman hükümeti uzun vadeli döngüsel ekonomi stratejileri kapsamında Avrupa Birliği Yeşil Mutabakat Eylem Planı ile paralel olarak çalışmalarını gerçekleştirirken, özellikle endüstriyel su tüketiminin azaltımı konusunda faaliyetler yürütmekte ve bu konudaki araştırmaları desteklemektedir.

Fransa, döngüsel ekonominin atıksu alt başlığı altında işin uygulama kısmında daha belirgin çalışmalar yürütmektedir. Bunlardan biri arıtma prosesi sırasında ısınan sıcak suyun ısısının geri kazanılmasıdır. Bu şekilde 16 kamu binasının ısıtma giderleri karşılanmaktadır (UNEP, 2023). Benzer bir şekilde doğru kanalizasyon altyapısı yönetimi ile Paris Belediye Binası’nın soğutma işlemi için gerekli enerji su akışından sağlanmaktadır.

Benzer atıksu geri kazanım çalışmaları illerimizin su ve kanalizasyon idarelerince de gerçekleştirilmektedir. Ülkemiz için geri kazanılan suların öncelikli yeniden kullanım alanları,

- Tarımsal sulama, park ve bahçe sulaması,
- Sanayi soğutma ve proses suyu olarak kullanılmasıdır.

Ülkemizde arıtılmış suların sulama suyu olarak kullanılmasıyla ilgili yasal mevzuat 20 Mart 2010 tarihli ve 27527 sayılı Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği’nin 7. bölümünde verilmiştir (Resmi Gazete, 2010). Ülkemiz kişi başına düşen 1.519 m³/yıl su miktarı ile her ne kadar su sıkıntısı çeken ülke olarak sınıflandırılıyor olsa da arıtılmış suların yeniden kullanım oranı oldukça düşüktür.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı 2023 yılı arıtılmış suyun geri kazanım hedefini %5 olarak açıklamıştır (ÇŞİDB, 2023). Arıtılmış suyun yeniden kullanımı doğrultusunda genel dağılım oranları değerlendirilecek olursa, arıtılmış suyun orman, park ve bahçe alanlarının sulamasında kullanıldığı birkaç örnekten ibarettir. Türkiye’de sanayide arıtılmış suların tekrar kullanımı ise daha çok arıtılmış suların geri kazanılarak tesis içinde devrettirilmesi şeklinde olmaktadır. Çok su tüketen endüstri kolları için suyun az ve pahalı olduğu bölgelerde suların yeniden kazanılarak kullanılması ekonomik olmaktadır (UNEP, 2023).

Bu kapsamda Türkiye özelinde de suyun geri kazanımına yönelik akademik araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Alaton ve ark. (2007) gerçekleştirdikleri çalışmada ileri biyolojik ve biyolojik atıksu arıtma tesisleri deşarj sularının tarımsal sulama amacıyla kullanılabilirliğini araştırmış ancak o günün şartları ile suların fekal koliform açısından uygun olmadığını belirlemiştir. Bunun en önemli sebebi; tesis dezenfeksiyon süreçlerinin istenilen seviyelerde çalışmıyor olması olarak belirtilmiştir. Ancak günümüz koşullarında arıtma tesislerinde yapılan iyileştirmeler ile arıtılmış suların geri kazanım potansiyeli artmış ve buna yönelik uygulamalara önem verilmiştir. Bunların içinde Konya Atıksu Arıtma Tesisinde arıtılmış suların yeşil alan sulamasında yeniden kullanımı dikkat çekmektedir. Arıtılan suyun 3.600 m³/günlük kısmı geri kazanım tesisine aktararak 3.200 ha kentsel yeşil alan sulamasında kullanılmaktadır. Toplam sulanan alan, alan Konya ilinin yeşil alan miktarının %6,4’üne karşılık gelmektedir. Sulama sezonu boyunca yaklaşık 528.000 m³ sulama suyundan tasarruf edilmiştir. Benzer bir şekilde 2021 yılı itibari ile Konya Merkez AAT II. Kademe çalışmaları kapsamında arıtılmış suyun geri kazanılarak tarımsal sulama amacıyla kullanımı hususunda ÇED raporlarının alımı tamamlanmıştır (Balık, 2019).

İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi’nin 2020 yılı Faaliyet Raporu’na göre üç ileri biyolojik atıksu arıtma tesisinden çıkan atıksular hem tesis içerisinde çamur ünitesi soğutma suyu, blower soğutma suyu ve servis suyu olarak hem de yeşil alan sulama suyu olarak kullanılmaktadır. Ayrıca Paşaköy İBAAT çıkış suyu geri kazanım amacı ile kurulan dezenfeksiyon işleminden geçirilerek bölgedeki organize sanayi bölgesinin kullanımına sunulmaktadır (İSKİ, 2020).

Mevcut atıksu arıtma tesislerinden bazılarının tarım alanların yoğun olduğu bölgeye yakınlığını bir avantaj olarak değerlendiren İzmir Su ve Kanalizasyon İdaresi ise üç atıksu arıtma tesisinin çıkış sularının büyük bir çoğunluğunun tarımsal sulama amacıyla kullanımına yönelik altyapı hazırlıklarına devam etmektedir. Arıtılmış suların kullanıcılara aktarımı tarımsal sulama kooperatifleri ile sağlanacak olup sürecin başarı ile tamamlanması halinde beş ayrı tesisin de benzer bir şekilde tarımsal sulama amacıyla kullanımına yönelik faaliyetlere hız verilmesi planlanmaktadır. Yine Aliğa Atıksu Arıtma Tesisinde arıtılan atıksu, TÜPRAŞ Rafinerisi tarafından yapılacak olan iletim hattı ile diğer maliyetlerin de TÜPRAŞ tarafından karşılandığı bir sistem ile endüstriyel amaçlı kullanımı sağlanmış olacaktır. Tüm bu faaliyetlerin yanı sıra, Çiğli İBAAT’ne bir pilot tesis kurulma çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Bu pilot tesis sonucunda elde edilecek 2.000 m³/gün debili arıtılmış atıksu tesis içerisinde ünite-ekipman bakım ve temizliğinde kullanılacaktır (İZSU, 2022).

Mart 2022’de Mersin’de gerçekleştirilen ‘Etkin ve Sürdürülebilir Su Yönetimi İş Birliği Protokolü’nde yapılan anlaşmaya göre Karaduvar Atıksu Tesisi’nde derin deşarj yöntemiyle denize deşarj edilen 96.000 m³/sa debili atıksu, artık Şişecam Mersin Soda Fabrikası tarafından proses işleminde kullanılmakta ve böylece kentte yer altı sularının kullanımında büyük tasarruf sağlanmaktadır. Bu proje sayesinde atıksu değerlendirilmiş, bir yandan da temiz su halkın kullanımına sunulmuştur. Ayrıca Kızkalesi’ndeki biyolojik atıksu arıtma tesisinin çıkış suyunun da refüjlerdeki bitkileri sulama amaçlı kullanılması planlanmaktadır (Özbay ve ark., 2008; MB, 2022).

Bu dört şehre ait atıksu arıtma tesisleri geri kazanım miktarları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Tesisler, atıksu geri kazanım miktarları ve mevcut durumları

Şehir	Tesis Adı	Debi (m ³ /gün)	Geri Kazanım	
			Miktarı (m ³ /gün)	Oranı
Konya	Konya	200.000	3.600	%1,80
	Ambarlı	400.000	5.000	%1,25
İstanbul	Ambarlı	400.000	50.000	%12,50
	Ataköy	600.000	5.000	%0,83
	Paşaköy	200.000	100.000	%50
	Bayındır H.	2.000	4.200	%100
	Tire	6.976	7.500	%100
İzmir	Ulucak	12.960	3.000	%23,15
	Aliağa	21.600	13.000	%60,19
	Çiğli	604.800	2.000	%0,33
Mersin	Karaduvar	150.000	96.000	%64

Çevresel olduğu kadar ekonomik bir döngü olan Yeşil Mutabakat, ülkemizde faaliyet gösteren firmalar için ciddi yatırımların gerektirdiği bir durumdur. Bununla birlikte birçok özel sektör firması uluslararası arenada atılan bu adımları takip etmektedir ve buna yönelik altyapı çalışmalarına hız vermiş durumdadır. Bunların başında Koç Holding gelmektedir. Türkiye’nin ihracat lideri olan holdingin en büyük şirketi olan TÜPRAŞ, 2020 yılında yayınladıkları sürdürülebilirlik raporunda BM 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarını rehber aldıklarını bildirmiş ve 2050 yılına kadar karbon nötr seviyesini yakalayacağını taahhüt etmiştir. Şirketin İzmit Rafinerisi oluşturduğu proses suyun %97’sini, İzmir Rafinerisi ise %73’ünü geri kazanmaktadır (TÜPRAŞ, 2020). Benzer şekilde Süttaş firması Ulubat’ta yer alan entegre tesisi için kapsamlı bir atık yönetim planlaması yapmıştır. Firma sürdürülebilirlik hedeflerini Avrupa Birliği Yeşil Mutabakat ile paralel tutmakta bu kapsamda uluslararası çerçeve ve standartları gözeterek eylemler ortaya koymaktadır. Bu kapsamda, Süttaş, Ulubat’ta biyogaz tesisi atık sularının yeniden kullanımını amaçlayan bir sulak alan çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada bir süt fabrikasında inek gübreleri enerji (elektrik ve buhar) üretimi amacıyla çürütülerek katı ve sıvı olarak ayrıştırılmakta ve sıvı fraksiyon yapay sulak alanda arıtılarak güvenli deşarj limitlerinde tarımsal sulama amaçlı kullanılmaktadır. Katı fraksiyondaki fosfor ise yeniden organik gübre yapımında kullanılmaktadır. Bu pilot uygulama kaynakların tarımsal alanlarda ve bağlantılı gıda sanayisinde ekonomik ve çevresel amaçlı değerlendirilmesi açısından örnek bir

çalışmadır (Yılmaz ve ark., 2017). Benzer bir şekilde Zorlu Holding de sıfır karbon emisyon hedefine 2030 yılında ulaşmayı hedeflediğini açıklamıştır.

Bu örnekler ile birlikte atıksu arıtma tesisinden suyun, yan ürünlerin, enerjinin geri kazanımına yönelik başlıkların hepsine örnek verilebilmektedir. Bu kapsamda alternatif uygulamalara yönelik Ar-Ge faaliyetleri de devam etmektedir. Örneğin, Vindel ve ark. (2021) yüksek oranlı alg havuzları ile güneş enerjisi kullanan klasik aktif çamur proseslerini karşılaştırarak ekonomik fizibilitesini ortaya koymuştur. Sonuçta, klasik aktif çamur prosesinin daha düşük enerji gerekliliğinden dolayı, kendi kendine yeterliliği daha az alan ihtiyacı ile sağlayabildiği belirlenmiş ancak ilk yatırım maliyetleri kıyaslandığında ise yüksek oranlı alg havuzlarının daha ekonomik bir seçenek olabileceği vurgulanmıştır.

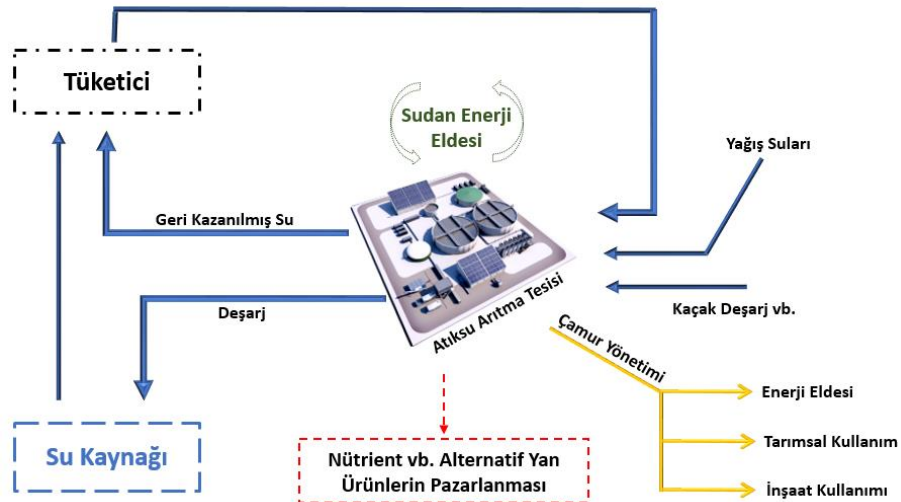
7. Sonuç ve Öneriler

Küresel iklim değişikliği ciddi bir endişe kaynağı olarak görülmekte, iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki baskıyı azaltmak adına arıtılmış atıksuların yeniden kullanılması önem teşkil etmektedir. Dünya Sağlık Örgütü, iklim değişikliği, su stresi, nüfus artışı ve başarısız yönetim planı faktörlerini atıksuyun yeniden kullanımının itici kuvvetleri olarak tanımlamaktadır. Bu duruma paralel olarak son yıllarda arıtılmış suların yeniden kullanılmasına yönelik birçok ülkede ulusal ve bölgesel talimat ve yönergeler uygulanmakta, arıtımı, kullanımı, potansiyeli ve riskleri üzerine kılavuzlar aracılığıyla yol göstermektedir (Asan, 2013; Pintilie ve ark., 2016). Bu süreçte ülkemizde uygulamaya alınan politikalardan biri olan Yeşil Mutabakat Eylem Planının hedeflerinden biri de arıtılmış suların yeniden kullanımının potansiyeline ulaşmasıdır. Mevcut araştırmalar, Avrupa Birliği ülkelerinde arıtılmış suyun yeniden kullanım oranlarının %5 ile %90 arasında değiştiğini raporlamaktadır. Bu oran ülkemiz için ise %4,2'dir. Çevre, Şehircilik ve İklimlendirme Bakanlığı 2030 yılı için geri kazanım oranının %15'e çıkarılmasını hedeflemektedir. Dolayısıyla hem var olan hem de proje durumundaki tesislerin bu sürece dâhil edilme ihtiyacı oluşmuştur. Bu çalışma kapsamında da bu sürecin daha doğru yönetilebilmesi adına, ülkemizde arıtılmış suyun yeniden kullanımı üzerine var olan veya projelendirilen çalışmalara yer verilmiş, bu şekilde suyun yeniden kullanımını artırmak için yerel ve bölgesel düzeyde neler yapılabileceği belirtilmiş, döngüsel ekonomi için birincil kaynaklara olan bağımlılığı azaltma yolları ortaya koyulmuştur. Ülkemizde arıtılmış suların geri kazanıldığı durumlarda park ve bahçe sulaması, sanayi soğutma ve proses suyu olarak kullanıldığı belirlenmiştir. Burada kamu-sanayi iş birliklerinin kurulması kapsamında herhangi bir problem olmadığı görülmüştür. Kentsel atıksu arıtma tesisleri çıkış sularının endüstrilerde kullanımının gerçekleşiyor olması ve bazı tesislerde sanayi destekli Ar-Ge faaliyetlerinin yürütülüyor olması bu iş birliklerini destekler niteliktedir. Bununla birlikte ülkemizde, atıksuyun geri kazanılması ve yeniden kullanılmasına yönelik tesislerin planlanmasında takip edilecek adımlar konusunda eksiklikler olduğu görülmektedir.

Döngüsel ekonominin uygulanmasında teknik çözümlerin yeterliliği kilit nokta olarak görülüyor olsa da çözümün aslında belirli bir bölümünü temsil etmektedir. Sürdürülebilir bir döngüsel ekonomiye geçiş için farkındalığı artırarak paydaşların dâhil edilmesi, uygun yönetim modellerinin belirlenmesi, mevzuatların uygun hale getirilmesi gibi diğer unsurlar söz konusudur. Söz konusu atıksu olduğunda döngüsel ekonomi dönüşümüne uyum sağlayabilmek için yapılması gerekenlerin bir kısmı aşağıda verilmiştir.

- Düşük karbonlu atıksu yönetimi için atıksu debisinden enerji eldesine yönelik yatırımların uygulanabilirliği araştırılmalıdır.
- Atıksu arıtma tesislerinde nütrient geri kazanıma ağırlık verilmelidir.
- Tarım, inşaat ve enerji sektörleri ile işbirliği gerçekleştirilerek tam anlamıyla döngüsel bir ekonomi oluşturulmalıdır.
- Sıfır atık stratejisine uygun olarak mikrokirleticiler olarak sınıflandırılan endokrin bozucular, farmasötikler ve mikroplastiklerin atıksu arıtma tesislerinde tam verim ile giderimine yönelik araştırmalar ve ek yatırımlara ağırlık verilmelidir.
- Değişime yönelik daha esnek bir yönetim yapısı ve sıkı uyumluluk şartları ile daha hızlı müdahale imkânı sağlanması için atıksu otomasyon ve kontrol sistemlerine yönelik yatırımlara önem verilmelidir.
- Yağmur ve taşkın kontrolü de atılacak adımların sürekli ve istenilen performansı sağlamasına katkı sağlayacaktır. Çünkü yağış sularının kontrollü olarak toplanmaması, bu suların yüzeydeki kirleticileri de beraberinde sürüklemesi ile sonuçlanmakta ve alıcı ortam görevi gören yüzey sularında ekstra bir kirliliğe sebep olabilmektedir. Ayrıca yağışlar doğal afete sebep olduğu durumlarda ciddi anlamda ekonomik kayıplara sebep olmaktadır. Bu nedenle doğaya dayalı çözümler geliştirilerek yağmur ve sel su akışlarının yönetilmesi gerekmektedir.

Yukarıda belirtilen tüm bu maddeleri içeren tam bir atıksu döngüsü Şekil 1’ de verilmiştir.



Şekil 1. Yeşil Mutabakat çerçevesinde tam verimli atıksu arıtma tesisi kullanımı (Water Europe, 2020)

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Bu çalışmadaki her yazar eşit oranda katkı sağlamıştır.

Kaynakça

- Akarsu C., Isik Z., M'barek I., Bouchareb R., Dizge N. Treatment of personal care product wastewater for reuse by integrated electrocoagulation and membrane filtration processes. *Journal of Water Process Engineering* 2022; 48: 102879.
- Alaton IA., Tanik A., Ovez S., İskender G., Gurel M., Orhon D. Reuse potential of urban wastewater treatment plant effluents in Turkey: A case study on selected plants. *Desalination* 2007; 215: 159–165.
- Asan C. Gri suların yeniden kullanımında membran biyoreaktör (MBR) Uygulamaları. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye, 2016.
- Bai RL., Jin L., Sun RS., Cheng Y., Wei Y. Quantification of greenhouse gas emission from wastewater treatment plants. *Greenhouse Gases Science and Technology* 2022; 12: 587-601.
- Balık Y. Konya atıksu arıtma tesisinde arıtılmış atıksuların geri kazanımında membran proseslerin verimlerinin karşılaştırılması. Konya Teknik Üniversitesi, Sayfa no: 76, Konya, Türkiye, 2019.
- Bjerde A. Envisioning central Asia's green recovery. <https://thediplomat.com/2021/06/envisioning-central-asias-green-recovery>. Erişim Tarihi: 12.12.2022.
- ÇŞİDB. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. <https://www.csb.gov.tr/aritilmis-atiksularin-yeniden-kullanim-oraninda-yuzde-4-olan-yil-sonu-hedefi-asildi-bakanlik-faaliyetleri-34168#>. Erişim Tarihi: 11.01.2023
- Diriöz AO. AB Yeşil mutabakat kapsamında yeşil ekonomiye dönüşüm süreci, Türkiye-AB ilişkilerine olası etkilerinin değerlendirilmesi. *International Crimes and History* 2021; 22: 107-130.
- EC. Avrupa Komisyonu. 2019a. The European green deal. <https://eur-lex.europa.eu/> Erişim Tarihi: 01.05.2022.
- EC. Avrupa Komisyonu. 2019b. Press remarks by President Von der Leyen on the occasion of the adoption of the European Green Deal communication. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/speech_19_6749. Erişim Tarihi: 01.05.2022.
- EC. Avrupa Komisyonu. 2021. https://eurocities.eu/wp-content/uploads/2021/06/Eurocities-Policy-Statement_Urban-Waste-Water-Treatment-Directive_Final.pdf. Erişim Tarihi: 29.04.2022.

- EC. Avrupa Komisyonu. 2022. Green alliances and partnerships, Low Carbon and Circular Economies. https://ec.europa.eu/international-partnerships/topics/green-deal_en#header-4343. Erişim Tarihi: 29.04.2022.
- EC. Avrupa Komisyonu. 2023. Water reuse. <https://ec.europa.eu/environment/water/reuse.htm>. Erişim Tarihi: 02.04.2023
- Ecer K., Güner O., Çetin M. Avrupa yeşil mutabakatı ve Türkiye ekonomisinin uyum politikaları. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi* 2021; 9(2): 125-144.
- Fayet CMJ., Reilly KH., Van Ham C., Verburg PH. The potential of European abandoned agricultural lands to contribute to the Green Deal objectives: Policy perspectives. *Environmental Science & Policy* 2022; 133: 44-53.
- GoS. Government of Spain. España Circular 2030: Estrategia Española de Economía Circular. <https://www.miteco.gob.es>. Erişim Tarihi: 27.04.2022.
- Hughes J., Cowper-Heays K., Oleson E., Bell R., Stroombergen A. Impacts and implications of climate change on wastewater systems: A New Zealand perspective. *Climate Risk Management* 2021; 31: 100262.
- İSKİ. İstanbul Su Kanalizasyon İdaresi 2020 Yılı Faaliyet Raporu. <https://www.iski.gov.tr/web/assets/SayfalarDocs/faaliyetraporlari/faaliyetraporu/pdf/2020%20FAAL%20YILI%20RAPORU.pdf>. Erişim Tarihi: 02.04.2023.
- İZSU. İzmir Su Kanalizasyon İdaresi - Atıksu arıtmada kullanılan yeni teknolojiler İEF’de tanıtılıyor. <https://www.izsu.gov.tr/tr/HaberDetay/15524?AspxAutoDetectCookieSupport=1>. Erişim Tarihi: 02.04.2023.
- Kocalar AC. Yeşil mutabakat çağında büyük veri planlama politikaları. *European Journal of Science and Technology* 2022; 34: 716-719.
- Küçük G., Yüce Dural B. The European green deal and the transition to a green economy: An evaluation of energy scenarios. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 2022; 22(1): 137-156.
- MB. Mersin Belediyesi. 2022. <https://www.mersin.bel.tr/haber/baskan-secer-ekolojik-bir-protokole-daha-imza-atti>. Erişim Tarihi: 27.04.2022.
- Mirici ME., Berberoğlu S. Türkiye perspektifinde yeşil mutabakat ve karbon ayak izi: Tehdit mi? Fırsat mı?. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi* 2022; 8(1): 156-164.
- Özbay İ., Kavaklı M. Türkiye’de ve diğer ülkelerde arıtılmış atıksuların geri kazanım uygulamalarının incelenmesi. *Kocaeli: Çevre Sorunları Sempozyumu*, 2008: 1052-1065.
- Pintilie L., Torres CM., Teodosiu C., Castells F. Urban wastewater reclamation for industrial reuse: An LCA case study. *Journal of Cleaner Production* 2016; 139: 1-14.
- Sadik-Zada ER. Political economy of green hydrogen rollout: A global perspective. *Sustainability*. 2021; 13(23): 13464.

- Schevchenko H., Petrushenko M., Burkynskyi B., Khumarova N. SDGs and the ability to manage change within the European green deal: The case of Ukraine. *Problems and Perspectives in Management* 2021; 19(1): 53-67.
- Sichler TC., Adam C., Montag D., Barjenbruch M. Future nutrient recovery from sewage sludge regarding three different scenarios - German case study. *Journal of Cleaner Production* 2022; 333: 130130.
- Simha P., Ganesapillai M. Ecological sanitation and nutrient recovery from human urine: How far have we come? A review. *Sustainable Environment Research* 2017; 27(3): 107-116.
- Smol M., Adam C., Preisner M. Circular economy model framework in the European water and wastewater sector. *Journal of Material Cycles and Waste* 2020; 22: 682-697.
- Sun F., Chen M., Chen J. Integrated Management of source water quantity and quality for human health in a changing world. In: Nriagu J.O. (ed.) *Encyclopedia of Environmental Health*. Elsevier 2011; 254-265.
- Sustainability. <https://www.sustainability.gov/federalsustainabilityplan/emissions.html>. Erişim Tarihi: 10.01.2023.
- şahin G., Önder HG. Atık yönetimi, sera gazı emisyonları ve Türkiye: Avrupa yeşil mutabakatı çerçevesinde bir değerlendirme. *the Journal of Academic Social Sciences* 2021; 9(112): 194-216.
- şahin Ü., Tör OB., Kat B., Teimourzadeh S., Demirkol K., Künar A., Voyvoda E., Yelden E. Türkiye'nin karbonsuzlaşma yol haritası 2050'de net sıfır. *İstanbul Politikalar Merkezi* 2022; 9.
- Talu N. Avrupa birliği iklim politikaları. *İklim Değişikliği Eğitim Modülleri Serisi 3*, Ankara, 2019.
- TB, Ticaret Bakanlığı Yeşil Mutabakat Eylem Planı 2021. <https://ticaret.gov.tr/> Erişim Tarihi: 01.05.2022
- TÜBİTAK. Yeşil Mutabakat Kapsamındaki Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konuları. https://tubitak.gov.tr/sites/default/files/26723/ek_2_1702_2021_2_yesil_mutabakat_öncelikli_alanlari_0.pdf. Erişim Tarihi: 05.05.2022
- Tüpraş. Sürdürülebilirlik Raporu 2020. <https://www.tupras.com.tr/sr-raporlari>. Erişim Tarihi: 11.01.2023
- UNEP. Birleşmiş Milletler Çevre Programı. District Energy in Cities: Paris Case Study. <https://www.districtenergyinitiative.org/sites/default/files/publications/paris-case-study-290520171142.pdf>. Erişim Tarihi: 11.01.2023
- Vindel JM., Trincado E., Sánchez-Bayón A. European union green deal and the opportunity cost of wastewater treatment projects. *Energies* 2021; 14(7): 1994.
- Yapıcıoğlu P., Yeşilnacar MI. Economic performance index assessment of an industrial wastewater treatment plant in terms of the European Green Deal: effect of greenhouse gas emissions. *Journal of Water and Climate Change* 2022; 13(8): 3100-3118.

Yılmaz A., Ünvar S., Koca T., Koçer A. Türkiye’de biyogaz üretimi ve biyogaz üretimi istatistik bilgileri. Technological Applied Sciences 2017; 12(4): 218-232.

Zorlu. akıllı hayat 2030’un yeni vizyonu neler anlatıyor?
<https://www.zorlu.com.tr/akillihayat2030/yazilar/akilli-hayat-2030un-yeni-vizyonu-neler-anlatiyor>. Erişim Tarihi: 02.04.2023.