

Balıkçılık Endüstrisi Atık Su Geri Kazanım Sistemi

Kübra Ekinsu AKÇİL

*FTS Filtrasyon Arıtım Sistemleri Sanayi ve Ticaret A.Ş-TIMEX Filtrasyon ve Su Sistemleri
Çevre Mühendisi, Proje ve Satış Mühendisi, ekinsu@timex.com.tr*

Ebru ADA

*FTS Filtrasyon Arıtım Sistemleri Sanayi ve Ticaret A.Ş-TIMEX Filtrasyon ve Su Sistemleri
Çevre Yüksek Mühendisi, Bölgesel Projeler Müdürü, ebru@timex.com.tr*

Özet

Günümüzde endüstriyel üretimin artması ile birlikte su tüketimi de buna paralel olarak artış göstermektedir. Özellikle gıda endüstrileri, temel olarak akış teknolojisine dayalı olduğu için proseslerinde neredeyse her aşamada yüksek kalite ve miktarda suya ihtiyaç duymaktadır. Suyun kullanımındaki bu düzenli artış sebebiyle kaynak sıkıntıları yaşanması ile beraber su tüketimi konusunda sürdürülebilir işletme verimi elde etmek neredeyse imkânsız hale gelmektedir. Gelecekte su kaynakları ile ilgili olası su sıkıntılarının önlenmesi ve mevcut doğal kaynaklarımızın korunarak gelecek nesillere sürdürülebilir bir çevre bırakılması, atık suyun kabul edilebilir standartlar kapsamında deşarjını ve temiz su döngüsünü sağlamak adına gıda sektöründeki atık suların geri kazanımı ve proses suyu olarak tekrar kullanılması gündemdedir. Türkiye’de ihracat oranının en yüksek olduğu endüstrilerden biri olan balıkçılık endüstrisi, çalışmamız kapsamında ana endüstri olarak seçilmiş olup ilgili tesislerdeki atık suların geri kazanım teknikleri ile yeniden kullanıma hazır hale gelmesi hedeflenmektedir. Balıkçılık endüstrisinin en yoğun olduğu bölgelerden biri olan Muğla’da bulunan balık işleme tesisleri, sorunu kaynağında çözmek, oluşan atık sular için sıfır deşarj konseptine uygun bir sistem tasarlayarak hem deşarj yönünden hem de ihtiyaç duyulan temiz su kaynağı yönünden iyileştirmek amacıyla pilot endüstri olarak seçilmiştir. Çalışmamızda, bu endüstrilerdeki ters ozmostan çıkan iletkenliği yüksek atık suyun karakteristiğine bağlı olarak alıcı ortam ve kanalizasyon deşarj standartlarını sağlamamasından yola çıkılmış olup gerekli proses suyu ihtiyacının karşılanabilmesi amaçlanmıştır. Bu tesislerde kullanılan ve organik kirliliğe maruz bırakılan atık su, uygun arıtma yöntemleriyle birlikte ileri arıtım teknolojileri ve organik kimyasallar kullanılarak arıtıma tabi tutulacaktır. Daha sonra ters ozmostan çıkan atık su ile ham su deposunda karıştırılıp tekrar ters ozmosa verilerek proses suyu özelliklerine getirilecektir. Böylelikle suyun geri kazanımı sağlanarak çevre dostu bir proje elde edilebilecektir. Arıtma prosesi kapsamında oluşan çamur ve geri yıkama suları ise dengeleme tanklarında toplanarak yoğunlaştırma ve susuzlaştırma proseslerinden geçirilerek katı atık oluşturulacaktır. Oluşan bu katı atığın zengin içeriğinden ötürü tarımda gübre veya balık-yem fabrikalarında yem katkı maddesi olarak kullanılması,

böylelikle döngüsel ekonomiye de katkı sağlanması planlanmaktadır. Ayrıca dizayn edilecek bu tesislerde, buharlaşma ve diğer kayıplar dışında harici kaynaklardan besleme olmadan minimum su ihtiyacı ve 98% oranında stabil bir su döngüsü sağlanabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Atık Su, Sıfır Deşarj, Su Arıtımı, Sürdürülebilirlik, Balıkçılık Endüstrisi, Geri Kazanım

Fishing Industry Wastewater Recovery System

Today, with the increase in industrial production, water consumption is also increased. Especially food industries need high quality and quantity of water at almost every stage of their processes as it is based on flow technology. Due to this regular increase in water use and resource constraints, it becomes practically impossible to achieve sustainable operating efficiency in water consumption. It is on the agenda to prevent possible water problems related to water resources in the future and to leave a sustainable environment to future generations by protecting our existing natural resources, recovering wastewater in the food sector, and reusing it as process water to discharge the wastewater within the scope of acceptable standards and ensure a clean water cycle. The fishing industry, which is one of the industries with the highest export rate in Turkey, has been selected as the leading industry within our study's scope. It aims to make the wastewater ready for reuse using recovery techniques. Fish processing plants located in Muğla, one of the regions where the fishing industry is most concentrated, have been chosen as a pilot industry to improve both in terms of discharge and in terms of the clean water supply needed by designing a system following the zero-discharge concept for wastewater generated to solve the problem at the source. This study is based on the fact that such industries do not meet the receiving environment and sewage discharge standards due to the characteristic of high conductivity wastewater coming out of reverse osmosis, and it is aimed to meet process water demand. The wastewater used in these facilities and exposed to organic pollution will be treated using appropriate treatment methods, advanced treatment technologies, and organic chemicals. After mixing with the wastewater coming from reverse osmosis in the raw water tank, it will be returned to reverse osmosis and brought back to process water characteristics. Hence, with this recovery achievement, an environmentally friendly project will be acquired. The sludge and backwash water generated in the treatment process will be collected in the balance tanks and passed through the thickening and dewatering units to form solid waste. Due to this solid waste's rich content, it is planned to be used as fertilizer in agriculture or as a feed additive in fish-feed factories, thus contributing to the circular economy. Besides, in these facilities to be designed, minimum water requirement and stable water cycle up to 98% can be achieved without feeding on external sources, except for evaporation or any other losses.

Key Words: Wastewater, Zero Discharge, Water Treatment, Sustainability, Fishing Industry, Recovery

Giriş

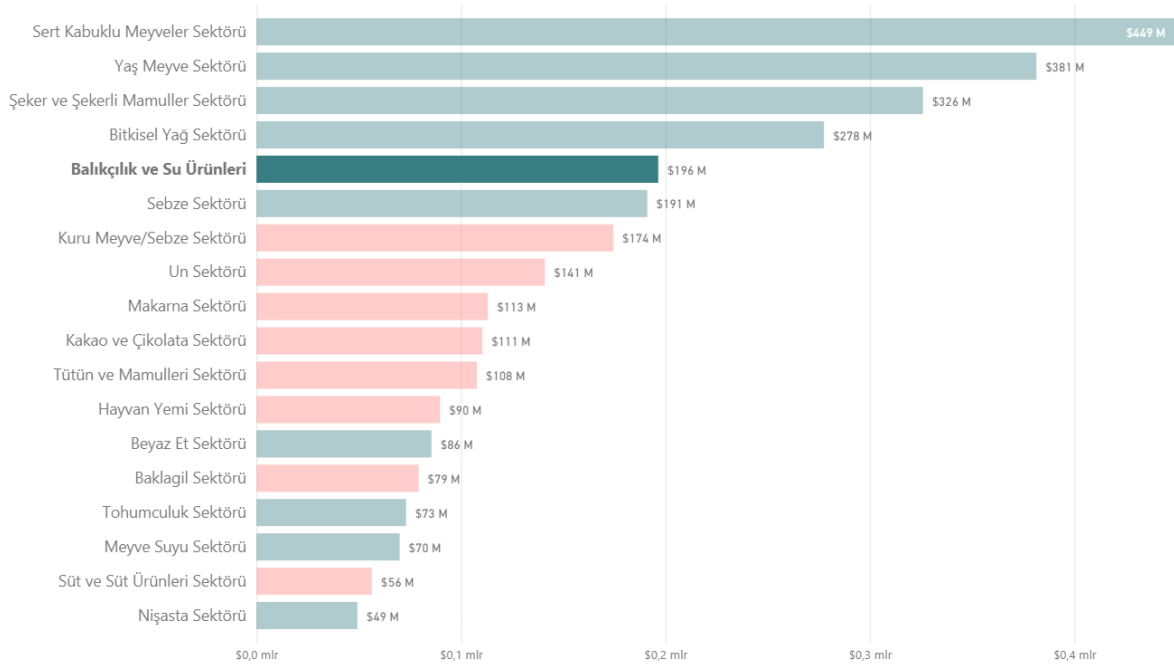
Su bütün canlılar için temel yapıtaşı ve yaşamı doğrudan etkileyen vazgeçilmez bir kaynaktır. Suyun canlılar için biyolojik bir gereksinim olmasının yanı sıra, aynı zamanda ekonomik, toplumsal, kültürel yaşamın da bizzat kendisidir. Dünya üzerindeki su kaynaklarına genel olarak bakıldığında evsel, tarımsal ve sanayi amacı ile kullanılabilir su kaynakları dünyadaki toplam su kaynaklarının sadece 2.5 % gibi küçük bir kısmıdır (Chin,2000). Mevcut su kaynakları artan nüfus, küresel ısınma, tarım, sanayileşme ve kentleşme gibi ciddi unsurların tehdidi altındadır ve bu unsurların yol açtığı kirlenmeler sebebiyle birçok su kaynağı kullanılamaz hale gelmektedir. Mütemadiyen artan dünya nüfusunun ve paralelinde nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak için artan sanayileşmenin ve ekonomik gelişmelerin suya olan talepleri mevcut kaynaklar üzerindeki baskıyı artırmakta ancak, su arzı, bu talebi karşılamakta yetersiz kalabilmektedir.

Su kaynaklarının azalması, su arzının yetersiz kalması su tüketiminin en yoğun olduğu gıda endüstrileri için ciddi kaygılar oluşturmaktadır. Bu kaygıların temel sebebi, gıda endüstrileri için suyun ham madde niteliğinde olması ve ilgili gıda proseslerinin her aşamasında yüksek kalitede ve miktarda suya ihtiyaç duymasındır. Bu nedenle, mevcut su rezervlerinin korunarak bölgesel su kıtlıklarının önüne geçilmesi, sürdürülebilir bir su döngüsü sağlamak adına bu tür endüstrilerde ekolojik çevre ile uyumlu teknolojilerin kullanılması ve yaygınlaştırılması ile beraber su geri kazanımı kavramı gündeme gelmiştir.

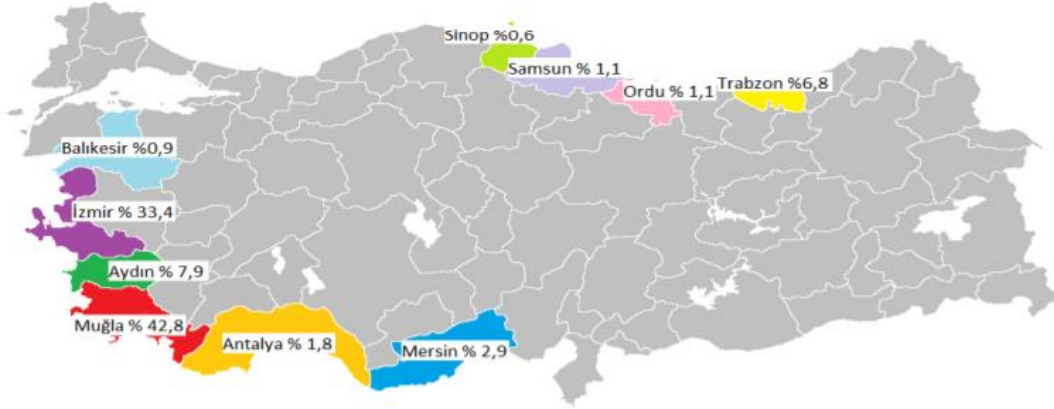
Su geri kazanımı, atık suyun güvenilir bir şekilde yeniden kullanılabilmesi için gerekli kalite standartlarını sağlayabilmek amacıyla çeşitli arıtma süreçlerini içermektedir. Gelişmekte olan ülkelerde yeterli miktarda temin yapılamadığı durumlarda, atık su önemli bir kaynak olup su geri kazanımı kaçınılmaz bir mühendislik yaklaşımıdır. Atık suların ıslahı ve yeniden kullanımı, mevcut kaynakların korunmasına, su kaynakları yönetiminin optimizasyonuna ve üretimdeki verimliliğin sağlanmasına oldukça büyük bir katkı sağlayacak ve sürdürülebilirlik adına bir adım atılmış olacaktır.

Türkiye'nin dış ticaret verileri incelendiğinde gıda endüstrisi içerisinde balıkçılık ve su ürünleri kritik bir yer tutmaktadır. Son yıllardaki üretim ve balık işleme teknolojilerindeki gelişmelere paralel olarak Türkiye'nin balıkçılık ve su ürünleri ihracatında da önemli bir artış görülmektedir. Türkiye Gıda ve İçecek Sanayii Dernekleri Federasyonu (TGDF) Dijital Veri Paneli 'ne göre, Şekil 1'den de görülebileceği üzere, 2021 yılı Türkiye sektör bazında ihracat dolar grafiğinde 196 milyon dolar ihracatla balıkçılık ve su ürünleri sektörünün önemli bir konumda olduğunu iddia etmek mümkündür. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE)' den alınan verilerde ise balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliğinde öne çıkan illerimizden birisinin Muğla olduğu göze çarpmaktadır. Şekil 2 Türkiye'de balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliğinde önemli illeri göstermektedir. Çalışmamız kapsamında, en büyük hayvansal protein kaynaklarından biri olan balıkçılık ve su ürünleri ve sektörü

ana endüstri, Muğla'daki ilgili balık işleme tesisleri ise sorunu kaynağında çözmek, oluşan atık sular için sıfır deşarj konseptine uygun bir sistem tasarlayarak hem deşarj yönünden hem de ihtiyaç duyulan temiz su kaynağı yönünden iyileştirmek amacıyla pilot tesis olarak seçilmiştir.



Şekil 1. Türkiye Sektör Bazında İhracat Dolar (TGDF,2021)

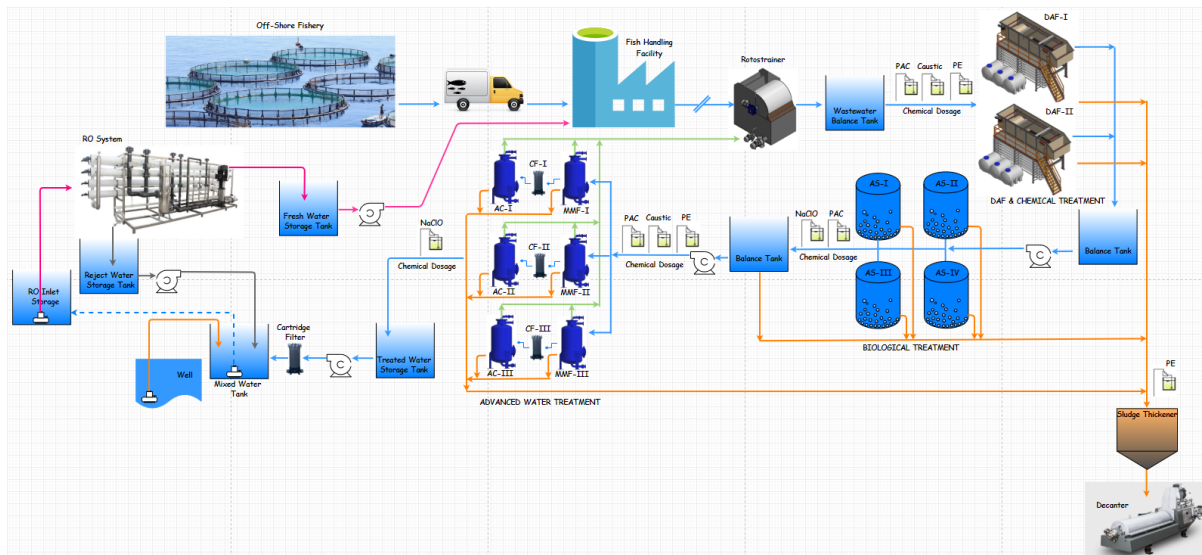


Şekil 2. Türkiye Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Önemli İller (TEPGE,2020)

Balık işleme tesislerinde ham ürünün yıkanması, işlenmesi, konserve balık üretimi ve balık yemi- balık yemi katkı maddesi imalatı gibi prosesler yüksek miktarda suya ihtiyaç duyar. Ne yazık ki, bu konuda mevcut su kaynakları ve yerel yönetimler çoğu zaman yetersiz kalmaktadır. Bu tesislerdeki atık suların geri kazanım çalışmaları ile yeniden kullanıma hazır hale getirilmesi, gereksiz kullanımının önlenmesi, su ihtiyacının yerinde ve zamanında karşılanması, deşarj edilen atık su miktarının azalması böylelikle verimli ve sürdürülebilir bir su döngüsü elde edilmesi amaçlanmıştır.

Sıfır Deşarj Atık Su Geri Kazanım Sistemi Tasarım Esasları

Atık su geri kazanımlarında uygulanacak ve kullanılacak teknolojiler, geri kazanılacak suyun kullanım amaçları ile doğru orantılıdır. Ayrıca, mevcut su kalitesinin belirlenmesine yönelik yapılan ham su analizleri doğrultusunda ilgili yönetmelikler de referans alınarak hedeflenen su kalitesine ulaşmak için uygun planlama ve proses seçimi yapılmalıdır. Çalışmamız kapsamında incelenen pilot tesislerde, prosesteki su ihtiyacının harici bir kaynak kullanmadan karşılanması, sürdürülebilir kapalı devre bir su döngüsü elde etmek için doğrudan geri kazanım ile atık suyun proses suyu özelliklerine getirilmesi hedeflenmiştir. Tesislerin ilgili su analizleri incelendiğinde iletkenlik değerinin oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle birinci ve ikinci kademe arıtma, ileri arıtım ve uygun membran teknolojilerinin kullanılması ön görülmüştür. Tasarlanan bu prosesler sırasıyla aşağıdaki gibi detaylandırılmıştır.



Şekil 3. Sıfır Deşarj Geri Kazanım Sistem Konfigürasyonu

Mekanik Filtrasyon Sistemleri

Atık su arıtma tesislerinde birinci kademe arıtma birimleri, prosesin en önemli bileşenlerini oluşturmaktadır. Birinci kademe arıtma kaba maddelerin atık sulardan uzaklaştırılması, askıda ve çökebilir maddelerin giderimi, yağ ve gres gibi yüzeyde birikebilir maddelerin ortamdan sıyrıcılar vasıtasıyla uzaklaştırılması gibi işleri kapsamaktadır (Koyuncu,2013). Kaba elekler, pompaların veya kum giderme tesislerinin öncesinde yerleştirilmelidir. Büyük parçaların, hareketli parçalara, ekipmanlara, ilgili valflere, pompalara ve borulara takılıp tıkanmasına karşılık koruma sağlar (Qasım,2018).

Balık işleme tesislerinden çıkan atık sular, deniz suyuna ek önemli miktarda balık kalıntısı, kılçığı, çeşitli yağ ve parçacıklar içerdiğinden öncelikli olarak mekanik filtrasyona tabii tutulmalıdır. Buradaki

katı ve iri partiküller, uygun kaba ızgara ve elek sisteminin yardımıyla atık sudan uzaklaştırılacaktır. Toplanan katı maddeler toplama tablasına aktarılıp buradan uygun katı atık değerlendirme merkezlerine gönderilebilir. Arıtılmış su ise dengeleme tankına alınarak bir sonraki üniteye aktarılacaktır.

Çözünmüş Hava Flotasyonu (DAF) ve Lamella Sistemleri

Atık su arıtımında uygulanan mevcut flotasyon uygulaması, flotasyon aracı olarak hava kullanımını içerir. Flotasyon, sıvı basınç altındayken hava enjeksiyonu ile oluşan veya eklenen hava kabarcıklarının ardından basıncın serbest bırakılması ve atmosferik basınçta havalandırılması böylelikle yoğunluğu sudan düşük olan katı ve sıvıların yüzdürme yöntemi ile sudan uzaklaştırılması işlemidir (Metcalf & Eddy,2003). Bu sistemlerde flotasyon işlemine yardımcı olmak için kimyasallar kullanılabilir. Bu kimyasallar çoğunlukla hava kabarcıklarını kolayca emebilen veya hapsedebilen bir yüzey veya yapı oluşturma işlevi görür.

Tesislerde mekanik filtrasyondan geçirilen su, dengeleme tanklarından sonra DAF sistemine aktarılacaktır. DAF sisteminde uygun basınçta oluşan mikro baloncuklar sudaki askıda katı maddeler ile birlikte yağ ve gres gibi yüzücü maddelerin yüzeyde toplanmasını sağlayacaktır. Ardından özel tasarım sıyrıcılar yardımıyla yüzeyden uzaklaştırılacaktır ve atık toplama haznesine gönderilecektir. Hava yardımıyla flokların büyük bir kısmı yüzeyde toplanıp uzaklaştırılırken, bir kısmı da yatay akış ile tank dibine çökme eğilimindedir. Lamella plakaları, asılı parçacıkların yapışması ve hafifçe aşağı inmesi için yüzey alanını artırmaya yardımcı olur. Flok oluşumunu artırmak için ise uygun kimyasallar dozlanacak böylelikle etkili bir arıtım sağlanmış olacaktır. Çöken bu maddeler ise çamur yoğunlaştırma ve susuzlaştırma sistemine gönderilecektir. Partiküllerinden arındırılan su da savaklanarak dengeleme tanklarına iletilecektir.



Şekil 4. Lamella Plakaları



Şekil 5. DAF Sistemi

Biyolojik Arıtım Sistemleri

Biyolojik arıtma, atık sudaki kolloidal veya çözünmüş halde bulunan biyolojik olarak parçalanabilir maddelerin mikroorganizmalar tarafından atık sudan uzaklaştırılması esasına dayanır ve amaç organik maddeleri kararlı hale getirmektir. Biyolojik arıtmada kullanılan en yaygın yöntem ise aktif çamur sistemleridir. Bu sistem organik kirliliğin, askıda tutulan mikroorganizmalar yardımıyla giderildiği bir arıtma metodudur.

Tesislerde dengeleme tanklarından alınacak olan su, biyolojik arıtım için ardışık kesikli reaktör şeklinde çalışan aktif çamur prosesine iletilir. Biyokimyasal tepkimelerin oluşması için gerekli tam karışımli ortam ve oksijen transferi blower ve membran difüzörler ile sağlanacaktır, böylelikle yüksek organik yük azaltılacaktır. Ardışık kesikli reaktörde havalandırma ve çökeltme işlemleri aynı tank içerisinde periyodik olarak havalandırma işleminin durdurulması ile gerçekleştirilecektir. Bu işlem sırasında biyolojik olarak arıtılmış atık sular aktif çamurdan ayrılacaktır. Arıtılmış suya klor dozlanarak dezenfeksiyon işlemi yapılacaktır ve ardından dengeleme tanklarına iletilecektir. Ayrılan çamur ise çamur yoğunlaştırma ve susuzlaştırma sistemine aktarılacaktır.

İleri Arıtma Sistemleri

Arıtma sistemleri sonunda arıtılmış atık suda kalan askıda katı madde, çözünmüş madde, organik maddeler vb. gibi kirleticilerin de arıtımı ilave arıtma sistemlerini gerektirmekte olup böyle sistemler ileri arıtma sistemleri olarak adlandırılmaktadır.

Tesislerde ileri arıtma kapsamında granüler filtrasyon uygulanacaktır. Sudan bulanıklık ve askıda katı madde giderimi sağlamak amacıyla çapraz akış kum filtreleri kullanılacaktır. Kum filtrelerinde kullanılacak olan özel aktif cam filtre medyası sayesinde biyofilm oluşumu da önlenecektir. Arıtılan su aktif karbon filtrelere iletilmeden önce etkili bir filtrasyon için kartuş filtre yardımı ile sudaki toplam askıda katı madde miktarı azaltılacaktır. Daha sonra aktif karbon filtreler ile sudaki renk, koku, organik madde giderimi sağlanacak ve suyun ters ozmos giriş suyu parametrelerine uygunluğu teyit edilecektir. Filtrelerin geri yıkama suları DAF ünitesinin girişindeki dengeleme tankına iletilecektir.



Şekil 6. TIMEX Kum Filtreleri

İleri arıtma sistemlerinde yaygın kullanılan bir diğer teknoloji ise membran teknolojileridir. Membran teknolojilerinden genellikle endüstriyel atık su arıtımında kullanılan ters ozmos sistemleri, bu tesislerde de atık suyun yeniden kullanılabilmesini sağlamak amacıyla çözünmüş anorganik ve organik maddelerin sudan uzaklaştırılması ve geri kazanım amacıyla kullanılacaktır. Aktif karbon filtrelerinden çıkan arıtılmış su kimyasal dozlamadan ardından depo tankına alınacak ve burada iletkenliği yüksek ters ozmos konsantre suyu ile karıştırılarak seyretililecektir. Daha sonra tekrar ters ozmos girişine verilerek proses suyu özelliklerine getirilecek ve suyun geri kazanımı sağlanacaktır. Böylelikle, buharlaşma ve çamur içerisindeki su kayıpları haricinde proses kapalı devre olarak çalışacaktır. Su miktarındaki kayıplar ise gerektiğinde şebeke ya da lisanslı kuyudan temin edilecek besleme suyu ile tamamlanacaktır.

Çamur Yoğunlaştırma ve Susuzlaştırma Sistemi

Genel olarak arıtma tesislerinde katı maddelerin çöktürülmesi sonucunda oluşan çamurların katı madde içerikleri düşük olduğundan, bu oranı arttırmak amacıyla çamur yoğunlaştırma işlemi uygulanır. Ardından çamurun stabilizasyonu sağlanır. Çamur susuzlaştırma işlemi ise stabilize edilmiş çamurun nem içeriğinin azaltılması amacıyla doğal veya mekanik yollarla yapılan işlemleri kapsar. Bu işlemler sonucunda çamurun katı madde şeklinde sistemden uzaklaştırılması sağlanır.

Tesislerde yapılan analizler neticesinde atık ham su katı madde miktarının fazla olması sebebiyle uzaklaştırılması gereken çamur miktarı da fazla olacaktır. Arıtma prosesi kapsamında oluşan çamur dengeleme tanklarında toplanarak öncelikli olarak yoğunlaştırma ve susuzlaştırma proseslerinden geçirilerek çamur keki-katı atık elde edilecektir. Elde edilen katı atığın zengin içeriğinden ötürü tarımda gübre veya balık yem fabrikalarında yem katkı maddesi olarak kullanılması böylelikle döngüsel ekonomiye de katkı sağlanması planlanmaktadır.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma kapsamında balıkçılık ve su ürünleri sektöründeki pilot tesisler incelenmiş olup bu tesislerdeki proses suyu ihtiyacı için atık suların geri kazanımı ele alınmıştır. Ters ozmostan çıkan iletkenliği yüksek atık suyun karakteristiğine bağlı olarak alıcı ortam ve kanalizasyon deşarj standartlarını sağlamamasından yola çıkılmış olup gerekli proses suyu ihtiyacının kapalı devre bir sistem tasarımı ile karşılanabilmesi amaçlanmıştır. Su geri kazanımı için çeşitli birçok teknoloji ve sistem geliştirilmiş olmasına rağmen seçilen pilot tesislerde başarılı sonuçlar almak üzere optimum çözümler için uygun proses tasarımı yapılmıştır. Seçilen pilot tesislerde kullanılan ve yüksek organik kirliliğe maruz-kalan atık su, uygun arıtma yöntemleriyle birlikte ileri arıtım teknolojileri ve organik kimyasallar kullanılarak arıtıma tabi tutulmuş ve proses suyu özelliklerine getirilmiştir. Böylelikle suyun geri kazanımı sağlanarak kapalı devre sıfır deşarj konsepti ile çevre dostu bir proje elde edilmiştir.

Arıtma prosesi kapsamında oluşan çamurdan ise yoğunlaştırma ve susuzlaştırma prosesleri sayesinde katı atık oluşturulmuştur. Bu katı atığın zengin içeriğinden ötürü tarımda gübre ve balık-yem fabrikalarında yem katkı maddesi olarak kullanımı sağlanmıştır. Böylelikle döngüsel ekonomiye de katkıda bulunulmuştur. Ayrıca bu tesislerde, buharlaşma ve diğer kayıplar dışında harici kaynaklardan besleme olmadan minimum su ihtiyacı ve 98% oranında stabil bir su döngüsü sağlanmıştır.

Bu çalışma ile birlikte, atık su geri kazanımının önemi, olası yararları, su döngüsünün farkındalığı, mevcut su rezervlerinin korunarak geri kazanılan suyun etkin ve verimli kullanılması, geri kazanım sayesinde alıcı ortama deşarj edilen suyun hacminin azaltılarak çevrenin korunması ve tükenbilir kaynakların geri dönüşümü sayesinde geri kazanımının sağlanması ve aynı zamanda atıkların da yeni kaynaklara dönüşebilmesi gibi sonuçlar elde edilebilir.

Bu çalışma, bundan sonraki tesislerin planlanmasında tasarım esasları ile referans alınabilir niteliktedir ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesine bir katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

- 1) Chin, DA. (2000) Water-Resources Engineering, Prentice Hall, New Jersey, USA
- 2) Metcalf & Eddy, Inc. (2003). Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. 4th edition, McGraw Hill, Inc., New York, NY
- 3) Syed R. Qasim. (2018). Wastewater Treatment and Reuse Theory and Design Examples: Post-Treatment, Reuse, and Disposal.
- 4) TEPGE (Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü). (2020). Ürün Raporu Su Ürünleri 2020.Erişim adresi
<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporlar%C4%B1/2020%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporlar%C4%B1/Su%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporu%202020-317%20TEPGE.pdf>
- 5) TGDF (Türkiye Gıda ve İçecek Sanayii Dernekleri Federasyonu). (2021). Türkiye Gıda ve İçecek Sektörleri Dış Ticaret Verileri. Erişim adresi <https://www.tgdf.org.tr/>