



HARRAN ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK DERGİSİ

HARRAN UNIVERSITY JOURNAL of ENGINEERING

e-ISSN: 2528-8733 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.gov.tr/humder>

Japon Atıksu Arıtma Teknolojisi Johkasou'nun, Türkiye'de Kullanılan Paket Arıtma Sistemleri ile Mukayesesi

Japan Wastewater Treatment Technology Johkasou's Comparison with Packing Systems in Turkey

Yazar(lar) (Author(s)): Yavuz Selim BOYACI¹, Sinan UYANIK²

¹ ORCID ID: 0000-0002-9341-6317

² ORCID ID: 0000-0001-5290-6830

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Boyacı Y.S., Uyanık S., "Japon Atıksu Arıtma Teknolojisi Johkasou'nun, Türkiye'de Kullanılan Paket Arıtma Sistemleri ile Mukayesesi", *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 4(1): 1-11, (2019).

Erişim linki (To link to this article): <http://dergipark.gov.tr/humder/archive>



Japon Atıksu Arıtma Teknolojisi Johkasou'nun, Türkiye'de Kullanılan Paket Arıtma Sistemleri ile Mukayesesi

Yavuz Selim BOYACI^{1*}, Sinan UYANIK²

¹Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa

Öz

Sınırlı su kaynakları ve artan su ihtiyacı karşısında, atık suların yeniden kullanılması, kentsel alanlarda ve kırsal alanlarda önem kazanarak yaygınlaşmaktadır. Yoğun kentsel alanlarda atıksular genel itibariyle ortak bir şebeke vasıtasıyla toplanıp arıtma işlemine tabi tutulurken, kırsal bölgelerde yerinde arıtma prosesleri kullanılmaktadır. Yerinde arıtma uygulamaları; deşarj standartlarını karşılayabilmek için, basit ve küçük bir sistem kullanarak karmaşık bir proses yönetimi sağlamayı gerektirdiğinden, mühendisler için zorlu bir süreçtir. Yerinde arıtma uygulamaları; genel itibariyle Doğal Arıtma Sistemleri ve Paket Arıtma Sistemleri olarak sınıflandırılmaktadır. Bu çalışmada Paket Arıtma Sistemleri üzerinde durulmuş olup Japonya ve Türkiye'deki uygulamalar kıyaslanmıştır. Japonya'da Johkasou diye adlandırılan ve 50 yıldan fazla bir süredir kullanımı ve gelişimi devam eden paket arıtma sistemleri mevcuttur. Bu sistemler atıksuyun tekrar kullanımına olanak sağlayacak derecede arıtma sağlayabilmektedir. Türkiye'de paket arıtma sistemleri 2000'li yıllardan sonra yaygınlaşmaya başlamış olup, çoğunluk olarak Ardışık Kesikli Reaktör (AKR) prosesi kullanılmaktadır. AKR Proseslerinin çıkış suyu kalitesi Johkasou sistemlerine göre daha düşük seviyelerde kalmaktadır. Türkiye'de arıtılmış atıksuların tekrar kullanım potansiyelini artırmak için; AKR proseslerinden daha ileri seviyede arıtım sağlayan Johkasou benzeri paket arıtma sistemleri devlet tarafından teşvik edilmeli ve özellikle küçük yerleşim alanlarında kullanılmalıdır. Böylelikle kanalizasyon şebekesi maliyeti ortadan kaldırıldığı gibi, ileri derecelerde atıksu arıtımı sağlanacaktır.

Makale Bilgisi

Başvuru: 25/12/2018
Düzeltilme: 10/01/2019
Kabul: 04/02/2019

Anahtar Kelimeler

Johkasou
Yerinde arıtma
Ardışık kesikli reaktör
Septik tank
Membran filtre

Keywords

Johkasou
Onsite treatment
Package wastewater
Septic tank
Membrane filter

Japan Wastewater Treatment Technology Johkasou's Comparison with Packing Systems in Turkey

Abstract

In the face of limited water resources and increased water needs, reuse of wastewater is gaining importance in urban areas and rural areas. While wastewaters are generally collected and treated through a common network in dense urban areas, on-site treatment processes are used in rural areas. On-site treatment applications; it is a challenging process for engineers, as it requires complex process management using a simple and small system to meet discharge standards. On-site treatment applications; are generally classified as Natural Treatment Systems and Package Treatment Systems. This work has been focused on applications Package Treatment Systems in Japan and Turkey were compared. There are package treatment systems in Japan called Johkasou, which continue to use and develop more than 50 years. These systems can provide treatment at a level that will allow reuse of wastewater. package treatment systems in Turkey has started to spread after the 2000s, the majority Sequencing Batch Reactor (SBR) process is used. The output water quality of AKR processes is lower than that of Johkasou systems. To increase the potential re-use of treated wastewater in Turkey; Johkasou-like package treatment systems, which provide more advanced treatment than AKR processes, should be encouraged by the government and should be used particularly in small residential areas. Thus, the cost of the sewer network will be eliminated, as well as wastewater treatment will be provided at advanced levels.

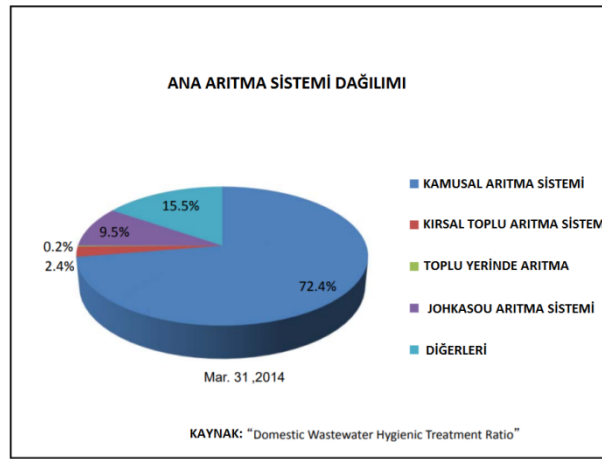
1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

1.1. Japonya'daki Paket Arıtma Sistemi

Japonya'da paket arıtma sistemleri 1960'lı yıllarda kullanılmaya başlamış ve günümüze kadar bu sistem üzerinde bir çok revizyon uygulanmıştır [1]. Japonya'da; paket arıtma sisteminin kurulumu ve gelişimi; II. Dünya savaşından sonra başlamıştır. Japonya II. Dünya Savaşı'ndan önce büyük ölçüde pirinç temelli bir tarım toplumu idi. O zamanlar atıksu, tuvalet çukurlarına deşarj edilmekte idi. Daha sonraları; Japonya'da artan nüfus yoğunluğu ve sanayileşmenin bir neticesi olarak, Johkasou diye adlandırılan yeni arıtma sistemleri geliştirilmeye başlanmıştır.

Japonya'daki yerinde arıtma sistemleri; basit septik tanklardan, yüksek kalitede su arıtan ileri arıtma ünitelerine kadar uzanmaktadır. Johkasou kelimesi; arındırma anlamına gelen jouka ve tank anlamına gelen sou kelimelerinin birleşiminden türetilmiştir [2]. Johkasou arıtma sistemi; İlk olarak 1969 yılında gelişmeye başlayan ve Japon Kubota Johkasou Systems Corporation şirketinin üretmiş olduğu, farklı çeşitleri bulunan gelişmiş septik tanklardan oluşan atıksu arıtma sistemidir [4]. Bu sistem; ilk zamanlarda Tandoku Johkasou diye adlandırılmış (Tandoku, ayrı veya bireysel anlamına gelmektedir) ve sadece el yıkama ile tuvalet suları (Night Soil) arıtımında kullanılmıştır. 1986 Yılından itibaren kurulmaya başlanan yeni Johkasou sistemi ise; Gappei Johkasou diye adlandırılmış (gappei, bir araya getirilmiş ya da bir araya toplanmış demektir) ve hem Night Soil, hem de gri atıksuların, yani bütün evsel nitelikteki atıksuların arıtımında kullanılmaya başlanmıştır [2]. Japonya'da; 8.000.000'dan fazla Johkasou sistemi kurulu olup, son yıllarda okyanus ötesi diğer ülkelerde de hızla yaygınlaşmaktadır [1]. Japonya'daki arıtma sistemleri ve kullanım oranları Şekil 1'de verilmiştir.

Johkasou'nun kurulum, bakım ve boşaltma uzmanlarını yetiştirmek için 1966 Yılında "Japonya Johkasou Eğitim Merkezi" kurulmuştur. Aynı zamanda Johkasou teknolojilerini araştıran ve geliştiren bir kurum olan bu merkez; 1980 yılında Sağlık ve Refah Bakanlığı tarafından, bir vakıf olarak tanınmış ve "Japonya Çevre Sağlık Koruma Merkezi" (JECES) olarak yeniden adlandırılmıştır.

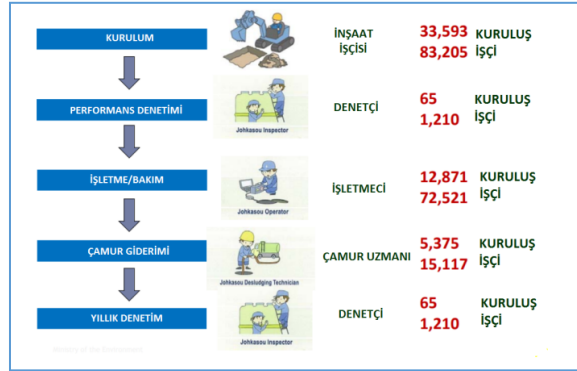


Şekil 1. Japonya'daki arıtma sistemleri ve kullanım oranları [5].

Japonya'da 1983 Yılında; bahsi geçen Johkasou arıtma sistemi için belirli standartları ifade eden "Johkasou Kanunu" uygulanmaya başlanmıştır. Daha sonra 1986 Yılında, Johkasou sistemi için ulusal destekleme programı başlatılmış ve 1993 yılında kapsamı daha fazla genişletilmiştir. 2000'li yıllara gelindiğinde ise Johkasou kanununda revizyonlar yapılmış ve eski sistem olan Tandoku Johkasou tamamiyle yasaklanmış ve yeni arıtma teknolojilerine sahip olan Johkasou sistemleri teşvik edilmeye başlanmıştır [6]. Johkasou Kanunu; Johkasou sistemi üreten firmaların, bakım operatörlerinin ve satıcılarının; tescilini ve lisanslandırılmasını sağlamakla beraber, Johkasou'nun imalatı, kurulumu, bakımı ve boşaltılmasının düzenlenmesinden bahsetmektedir. Johkasou yasası ayrıca; kullanıcılar için maliyetleri düşürmek adına ulusal mali desteği içermektedir. (Devlet için mali destek sağlamak, kanalizasyon inşa etmekten daha az maliyetlidir) [2].

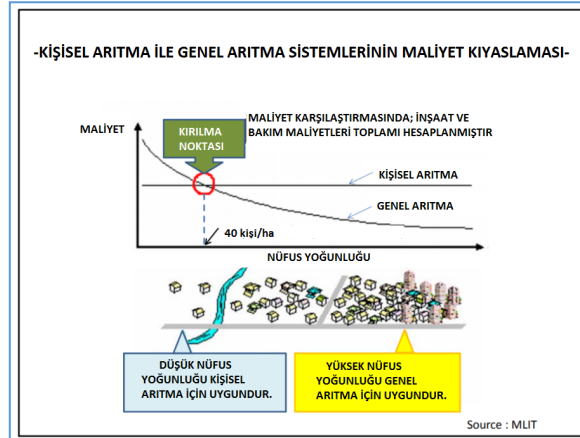
1.2. Johkasou Sisteminin Kullanım Alanları ve Çeşitleri

Johkasou arıtma sistemi; kanalizasyon altyapısı henüz gelişmemiş olan küçük yerleşim alanlarında kullanılmaktadır. Bu sistem ayrıca; endüstriyel atıksu üreten tesislerde de kullanılmaktadır. Johkasou tankları, kısa sürede inşa edilmekte ve yüksek atıksu arıtma performansı sağlayarak; fabrikalarda, hastanelerde ve konut bölgelerinde etkili çözümler üretmektedir. Japonya’da yaygın olarak kullanılan bu sistem için, geniş çaplı bir piyasa oluşmuş durumdadır. Japonya’da Johkasou sistemi için genel olarak istihdam şekli ve sayısal bilgileri Şekil 2.’de verilmiştir [6].



Şekil 2. Japonya’da Johkasou arıtma sisteminin kurulum ve işletimi için kullanılan personel sayıları.

Johkasou arıtma sistemi ile klasik arıtma tesislerinin; nüfus yoğunluğuna bağlı olarak yapım ve işletme maliyetleri konusunda yapılan hesaba göre; nüfus yoğunluğu 40 kişi/ha’ dan az olan yerlerde kişisel arıtma tesisleri (Johkasou), 40 kişi/ha’ dan fazla olan ve nüfusun kalabalık olduğu yerlerde ise klasik atıksu arıtma tesislerinin daha az maliyetli olduğu görülmüştür. Nüfus yoğunluğuna göre maliyetleri gösteren veriler Şekil 3.’de verilmiştir [5].



Şekil 3. Johkasou ve klasik arıtma sisteminin nüfusa göre kıyaslanması.

1.3. Kapasite Olarak Johkasou Arıtma Sisteminin Çeşitleri

1.3.1. Büyük Ölçekli Johkasou

Bu sistem; nüfus yoğunluğu 51’den daha fazla olan yerler için veya ortalama atıksu miktarı 10 m³/gün’den fazla olan yerlerde uygulanmaktadır (Siteler, Tatil Köyleri, Küçük yerleşim alanları vs.). Büyük ölçekli Johkasou sistemi; nüfus yoğunluğuna göre, şekil ve kapladığı alan bakımından çok farklılık göstermektedir. Nüfus çoğaldıkça tank sayısı da artış göstermektedir.

1.3.2. Orta Ölçekli Johkasou

Orta ölçekli Johkasou sistemi, genel itibariyle 10 – 50 kişinin oluşturduğu evsel nitelikli atıksuların arıtımında kullanılmaktadır. Bu sistem kompakt yapıya sahip olduğu için kazı ve inşaat maliyeti düşüktür. BOİ ve Azot giderimi yapmaktadır. İç yapısı daha az arıza ve bakım ihtiyacı için basittir [4]. Bu sisteme ileri arıtma gereksinimleri için ek prosesler eklenebilmektedir(Elektrokoagilasyon, Membran filtre vs.).

1.3.3. Küçük Ölçekli Johkasou

Küçük ölçekli Johkasou sistemi; genellikle 5 – 10 kişinin oluşturduğu evsel nitelikli atıksuların arıtımında kullanılmaktadır. Bu sistem kompakt yapıya sahip olduğu için kazı ve inşaat maliyeti düşüktür. BOİ ve N giderimi yapmaktadır. İç yapısı daha az arıza ve bakım ihtiyacı olması için basittir. Bu sisteme ekstra arıtma gereksinimleri için ek prosesler de eklenebilmektedir (Fosfor giderimi, Membran filtresi vs.).

Büyük, orta ve küçük ölçekli Johkasou sistemlerinin kapasiteleri ve havalandırma enerji ihtiyaçlarını gösteren bilgiler Tablo1.'de verilmiştir [4].

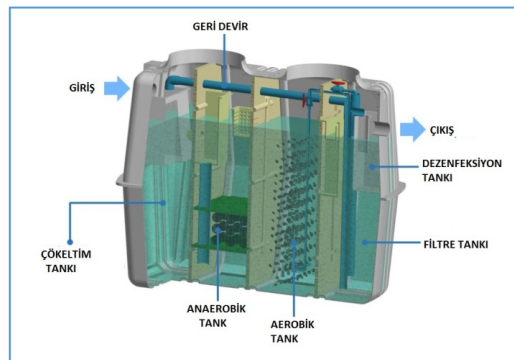
Tablo 1. Johkasou Arıtma Sistemlerinin Kapasite Değerleri

TANK KAPASİTESİ		5-KİŞİLİK	7-KİŞİLİK	10-KİŞİLİK	50-KİŞİLİK
		HS-5P	HS-7P	HS-10P	HS-
KAPASİTE	Anaerboik tank 1. kısım(m3)	0,72	1,01	1,69	6,40
	Anaerboik tank 2. kısım(m3)	0,48	0,85	1,12	5,41
	Havalandırma tankı(m3)	0,80	1,13	1,61	8,21
	Çökeltim tankı(m3)	0,24	0,38	0,57	6,41
	Dezenfeksiyon tankı(m3)	0,02	0,02	0,02	0,04
	Toplam(m3)	2,27	3,38	5,01	6,30
AĞIRLIK(Kg)		7	357	466	2400
BLOWER	Debi (lt/dk)	60	80	120	600
	Enerji (W)	39	57	130	1200

1.4. Proses Olarak Johkasou Arıtma Sisteminin Çeşitleri

1.4.1. BOİ Giderimine Dayalı Johkasou Sistemi

Japonya'da uygulanan en temel Johkasou arıtma sistemi BOİ giderimine dayalı olan sistemdir. BOİ giderimine dayalı Johkasou sisteminde; Çıkış suyunda BOİ değeri 20 mg/l'tnin altına kadar düşmektedir. BOİ giderimine dayalı Johkasou sisteminin iç yapısı Şekil 4.'de verilmiştir.



Şekil 4. Tipik BOİ giderimine dayalı johkasou iç görüntüsü [8].

Bu sistemde; 4 adet tank bulunmakta ve her tankta ayrı arıtma prosesi uygulanmaktadır. Bu tanklar sırası ile aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

- Ön Çökeltim Tankı: Bu kısımda; filtre malzemeleri yardımı ile kaba malzemelerin filtrasyonu ve çökeltimi gerçekleşmektedir. Bazı Johkasou sistemlerinde bu tank içerisinde filtre malzemesi bulunmamakta ve sadece çökeltim tankı olarak kullanılmaktadır.

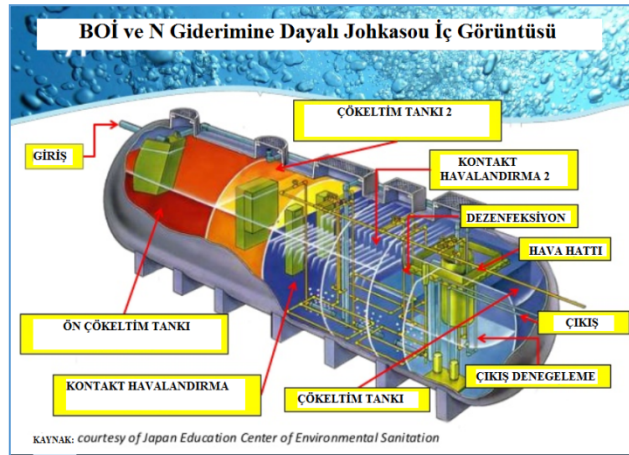
- Anaerobik Filtre Tankı: Bu kısımda; atıksu içerisindeki katı maddeler ve kirleticiler, tank içerisine yerleştirilmiş olan medya malzemesine tutunan anaerobik bakteriler tarafından giderilir.

- Oksijen Temas Tankı: Bu kısımda; aerobik bakteriler medya malzemelerine tutunarak büyürler ve atıksudaki kirleticileri parçalarlar. Bu işlem için ihtiyaç duyulan oksijen blower tarafından temin edilir. Tankın kapasitesine göre blower seçimi yapılır.

- Son Çökeltim Tankı: Askıda Katı Maddeler ve oluşan biyokütle bu tankta çökeltilir.

1.4.2. BOİ ve N Giderimine Dayalı Johkasou Sistemi

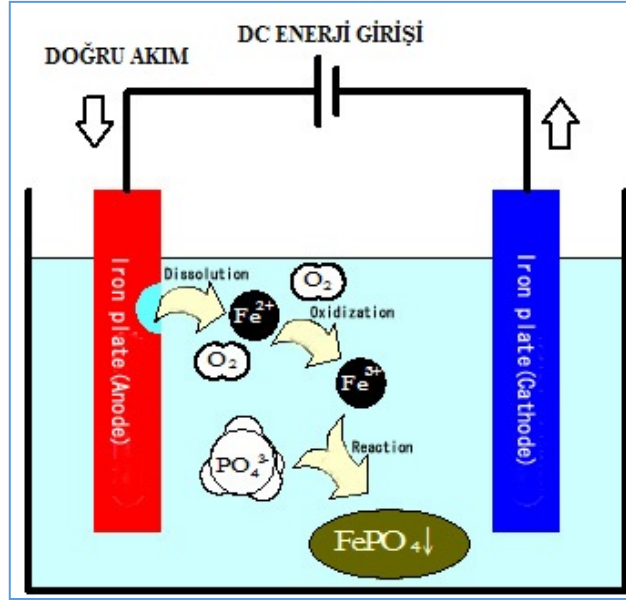
BOİ ve N giderimine dayalı Johkasou sisteminde; BOİ giderimine dayalı sisteme ek olarak tank eklenerek Anaerobik, Anoksik ve Aerobik ortamlar oluşturulmakta ve atıksuda Nitrifikasyon – Denitrifikasyon reaksiyonlarının gerçekleşmesine olanak sağlayacak şekilde geridevir sistemi uygulanmaktadır. BOİ ve N giderimine dayalı Johkasou sisteminde; çıkış suyunda BOİ ve Toplam N değeri 20 mg/lit'nin altına kadar düşürülmektedir. Tipik bir BOİ ve N giderimine dayalı Johkasou sistemi Şekil 5.'da verilmiştir.



Şekil 5. Tipik BOİ ve N giderimine dayalı johkasou iç görüntüsü.

1.4.3. BOİ, N ve P Giderimine Dayalı Johkasou Sistemi

BOİ, N ve P giderimine dayalı Johkasou sisteminde; BOİ ve N giderimine dayalı Johkasou sistemine ek olarak, Fosfor giderimi için, Elektroliz ünitesi koyulmuştur. Bu sistemde Anot ve Katot Elektroliti vasıtasıyla, 60 dakikalık temas süresinde atıksudan % 95'e yakın Fosfor giderimi gerçekleşmektedir [9]. Elektro koagülasyon yöntemi ile Fosfor gideriminin oluşumu Şekil 6.'da verilmiştir.



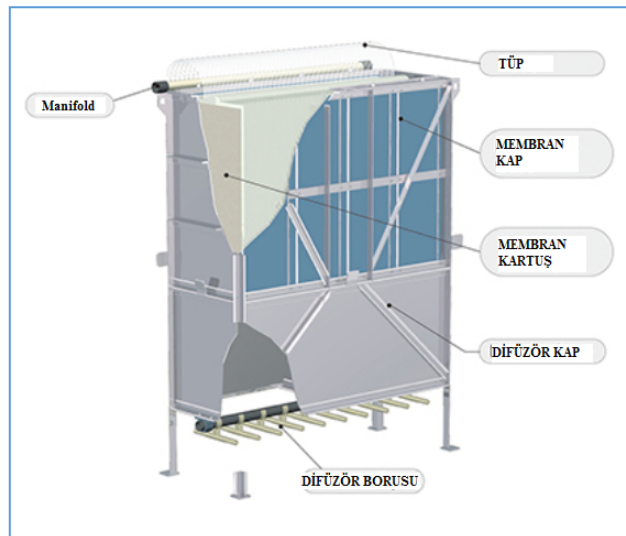
Şekil 6. Elektroliz yöntemiyle fosfor giderimi.

1.4.4. Membran Teknolojisi Kullanılan Johkasou Sistemleri

Yukarıda sınıflandırılan Johkasou sistemlerine ayrıca Membran Filtre ünitesi de eklenerek daha ileri arıtma prosesi uygulanabilmektedir. Membran Filtre eklenen sistemlerde; çıkış suyunda BOİ değeri 5 mg/l'tnin, Toplam N değeri ise 10 mg/l'tnin altına kadar düşürülmektedir.

Membran filtre ünitesinde; Polietilen malzemeden üretilmiş mikro gözenekli membranlar bulunmaktadır. Membranın mikro gözeneklerinden daha küçük olan sıvı kısım burada süzülür, fakat kirliliğe sebep olan maddeler büyük boyutlarından dolayı geçemezler. Membran yüzeyinde kalan bu maddeler; oluşturulan hava kabarcıkları ve titreşim vasıtasıyla yukarı doğru hareket eder ve membran yüzeyinin tıkanması engellenmiş olur. Membran Filtre; Johkasou sisteminde, Aerobik tankın içerisine yerleştirilmektedir [4]. Membran aralığı 0.2 mikrometre, aktif çamur biyokütle flokları ise 50 ile 100 mikro metre büyüklüğünde oldukları için membran yüzeyinde tutulurlar. Ayrıca Koliform, E koli mikroorganizmaları da membran yüzeyden geçemezler. Tipik bir Membran Filtre ünitesinin resmi Şekil 7.'de verilmiştir [4].

Membran prosesi Konvansiyonel Aktif Çamur sistemine göre 1/3 ile 1/5 arasında daha az yer kaplamakta ve son çökeltim prosesine ihtiyacı ortadan kaldırmaktadır [10].



Şekil 7. Tipik bir johkasou membran filtre sistemi.

1.5. Bölgesel Arıtmada Johkasou Sisteminin Avantajları

Kanalizasyon sistemi bulunmayan küçük yerleşim alanları, Siteler, Hastaneler, Okullar, Çadırkentler ve kamu yerleşkeleri gibi yerler için Johkasou sisteminin avantajları aşağıda sıralanmıştır.

- Düşük ilk yatırım maliyeti.
- Topoğrafik olarak daha az kısıtlama, kısa kurulum süresi ve hızlı etki süresi.
- Küçük nehirler ve meskun yerlerin yakınındaki, su ortamlarındaki suyun korunmasında, büyük katkısı olmaktadır.
- Johkasou ile arıtmaya tabi tutulmuş su ve çamurun yeniden kullanımı kolaydır.
- Depremlere ve diğer felaketlere karşı savunmasız olan bölgeler için daha verimli işletilmektedir [1].
- Johkasou sistemi yerinde evsel atıksu arıtımı için etkili bir yaklaşımdır. üretilmektedir [2,10].

2. TÜRKİYE'DE KÜÇÜK VE ORTA YERLEŞİM YERLERİ İÇİN UYGULANAN PAKET ARITMA SİSTEMLERİ (TREATMENT SYSTEM FOR SMALL AND MEDIUM PACKAGE OF SETTLEMENTS IN TURKEY)

Molibdenin 2017 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve Selçuk Üniversitesi tarafından yürütülen “Ülke Genelindeki Eysel/Kentsel Atıksu Arıtma Tesislerinin Mevcut Durumunun Tespiti, Revizyon İhtiyacının Belirlenmesi Projesi (TÜRAAT)” verilerine göre; ülke genelinde işletmede, atıl ve inşaatı devam eden toplam atıksu arıtma tesisi sayısı 1124’tür. Toplam 73 tesisin inşaatı devam etmektedir. Bu tesisler; İleri Biyolojik, Biyolojik , Yapay Sulak Alan ve Paket Arıtma sistemlerinden oluşmaktadır.

Mevcut ve inşaat halindeki tesisler; 188 adet İleri Biyolojik arıtma, 439 adet Biyolojik arıtma, 260 adet yapay Sulak Alan ve 130 adet Paket Biyolojik Arıtma ve 107 adet Derin Deniz Deşarjı tesisinden oluşmaktadır [12].

Türkiyede’ki tüm atıksu arıtma tesislerinin detaylı teknik özellikleri ile birlikte listelendiği 4185 sahifelik TÜRAAT sonuç raporu taranmış ve paket atıksu arıtma tesisleri ile ilgili kısımlar alınarak şu sonuçlar elde edilmiştir;

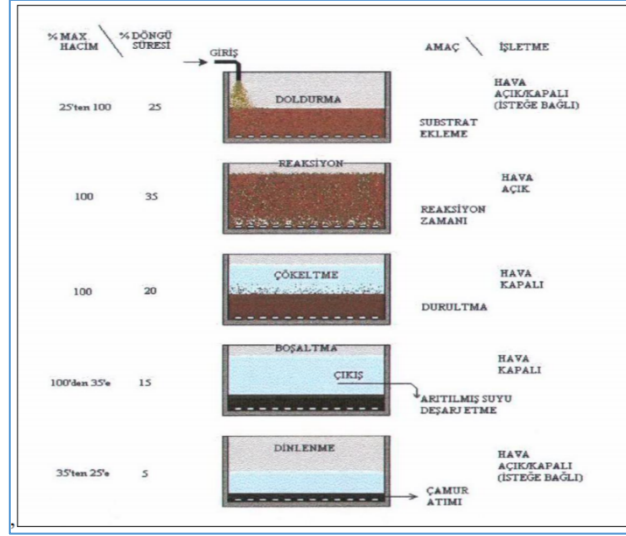
Türkiye’de inşa edilen paket atıksu arıtma tesislerinin büyük çoğunluğu 2010 yılından sonra yapılmış olup, Ülkemizde yerinde arıtma teknolojilerinin yeni uygulanmaya başladığını göstermektedir.

Türkiye’de; evsel nitelikteki atıksuları arıtmak için kurulmuş olan 130 adet paket atıksu arıtma tesisinden 30 tanesi revizyona muhtaç olup atıl durumdadır. Bahsi geçen atıksu arıtma tesislerinin; en küçük kapasiteli olanı 8 m³/gün, en büyük kapasiteli olanı ise 1800 m³/gündür. Bu arıtma tesislerinden; 90 adeti Ardışık Kesikli Reaktör (AKR), 39 adeti Klasik Aktif Çamur, 1 adeti de Biyodisk prosesine sahiptir [12].

Bahsi geçen paket arıtma tesislerinin proje nüfusları toplandığında, Türkiye’de; Toplam 144,370 kişinin atıksuyunun, Paket Atıksu Arıtma Tesislerinde arıtıldığı görülmektedir. 2016 TÜİK verilerine göre ülkemizin toplam nüfusu 79,814,871 kişidir. Belde ve Köylerde yaşayan nüfus sayısı ise 6,143,123 kişi olup, toplam nüfusun %7.7’sini oluşturmaktadır [13]. Paket atıksu arıtma tesisleri kırsal bölgelerde uygulandığı için, belde ve köylerin toplam nüfusu ile paket arıtma sisteminin hizmet verdiği nüfus oranlanabilecektir. Buna göre; Türkiye’deki kırsal nüfusun %2.3’ünün atıksuyu paket sistemler ile arıtılmaktadır. Paket arıtma tesisine bağlı nüfusun toplam nüfusa oranı %0.18’dir. Japonya’da ise 2014 verilerine göre toplam atıksuyun, %9.5’i yeni nesil Johkasou arıtma sistemleri ile arıtılmaktadır [5].

2.1. Türkiye’de Yaygın Olarak Uygulanan AKR Prosesinin Özellikleri

Ülkemizde son yıllarda hızla yayılmakta olan paket atıksu arıtma tesislerinin büyük çoğunluğu; Ardışık Kesikli Reaktör (AKR) sistemiyle çalışmaktadır. Ardışık kesikli reaktörün işletimi basittir. Azot giderimi tek bir reaktörde ardışık aerobik ve anoksik proseslerde gerçekleştirilmektedir [14]. AKR prosesi doldur-boşalt esasına dayanan ve doldurma, havalandırma, çökeltme ve boşaltma gibi arıtma fonksiyonlarının tek bir tank içerisinde gerçekleştirildiği, aktif çamur prosesinin bir modifikasyonudur [15]. AKR prosesi, özellikle küçük debili evsel ve endüstriyel nitelikli atıksuların biyolojik olarak arıtılmasında, birçok arıtma prosesine karşı alternatif olarak kullanılmaktadır. Tipik bir AKR sisteminin çalışma düzeni Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8. Tipik bir AKR prosesi [15].

3. AKR SİSTEMİ İLE JOHKASOU'NUN KIYASI (COMPARISON OF AKR SYSTEM AND JOHKASOU)

AKR sistemi ile Johkasou sistemi arasındaki farklar şu şekilde sıralanabilir;

- AKR sistemi; tank içinde askıda büyüyen biyokütleyle dayalı bir aktif çamur prosesidir. Johkasou'da ise; tank içerisinde Biyofilm tabakası oluşmasına olanak sağlayacak medya malzemeleri yerleştirilmektedir. Bunun sayesinde bakteriyolojik faaliyetler daha verimli sonuçlanmaktadır. Ayrıca Johkasou'ya adapte edilebilen elektrokoagülasyon ve membran prosesleri sayesinde AKR'ye göre çok daha ileri seviyelerde arıtma gerçekleştirilebilmektedir.

- AKR prosesinde arıtılan atıksuyun, yeniden kullanım şartlarını karşılaması güçtür. Buna karşın Johkasou sistemi ile arıtılan atıksular, AKR'ye göre daha emniyetli olarak yeniden sulama v.b. faaliyetlerde kullanılabilir.

- AKR sisteminde; aerobik, anoksik ve anaerobik arıtma prosesleri tek bir tank içerisinde gerçekleşmektedir. Johkasou'da ise; her bir proses için ayrı tanklar dizayn edilmiştir. Bu yüzden AKR sistemine göre daha az yer kaplar ve arıtma için süre ihtiyacı daha kısadır.

- Ülkemizde uygulanan AKR sistemlerine bakıldığında; kullanılan en düşük kapasitenin 40 kişi olduğu görülmektedir [12]. Buna karşın Johkasou sistemlerinin; 5 kişilik kapasitelerde dahi kullanımı mevcuttur. Bu sebepten dolayı Johkasou sistemi tek aileden oluşan bir evin atıksuyunun dahi ileri derecelerde arıtıma olanak sağlamaktadır.

- AKR ve Johkasou sistemlerinin ikisinde de benzer tekniklerle dezenfeksiyon uygulanmaktadır. Bu sebepten dezenfeksiyon prosesi olarak işletme ve maliyet açısından ikisi arasında çok fark bulunmamaktadır.

- AKR ve Johkasou atıksu arıtma sistemlerinin ikisi için de, sistemden ayrı olarak çamur susuzlaştırma işlemi yapılması gerekmektedir. Bundan dolayı çamur bertarafı konusunda işletme ve maliyet bakımından ikisi arasında çok fark bulunmamaktadır. Her iki prosessten oluşan çamurlar paket ünitelerden tanker veya vidanjör benzeri araçlar ile çekilerek merkezi atıksu arıtma tesislerine taşınmakta ve buradaki çamurlar ile birlikte susuzlaştırılarak bertaraf edilmektedir. Nakliye maliyetini düşürmek adına son yıllarda mobil çamur yoğunlaştırıcılar da kullanılmaya başlanmıştır. Tipik bir mobil yoğunlaştırıcı Şekil 9.'da gösterilmiştir.



Şekil 8. Tipik mobil çamur yoğunlaştırıcı [17].

- AKR sistemi; sadece atıksu tankı ve havalandırma sisteminden oluşmaktadır. Bu yüzden bakım onarım maliyeti ve teknik gereksinim fazla değildir. Johkasou'da ise; membran ve elektrokoagülasyon teknolojileri kullanılmaktadır. Bu sebepten dolayı, Johkasou'nun bakım onarım maliyeti ve teknik gereksinim, AKR sistemine göre daha fazladır.

4. SONUÇ (CONCLUSION)

Türkiye; paket arıtma sistemlerini son yıllarda kullanmaya başlamış olup küçük yerleşim alanlarının çoğunda arıtma işlemi uygulanmamaktadır. Özellikle 50 kişinin altında nüfusa sahip yerleşim alanları için; atıksu arıtma tesisine rastlamak güçtür. Ayrıca ülke genelinde paket atıksu arıtma tesisleri için inşaat, işletme ve bakım onarım için yeterli piyasanın oluşmadığı görülmektedir.

Ülkemizde son yıllarda uygulanmaya başlanan AKR prosesi ile Japonya'da 1960'lı yıllardan beri uygulanan ve günümüze kadar geliştirilen Johkasou sistemi kıyaslarına bakıldığında; Johkasou sisteminin avantajlarının çok daha fazla olduğu görülmektedir.

Johkasou atıksu arıtma sistemi; her ne kadar çok faydeli sonuçlar veren ve avantajlar sağlayan bir proses olsa da, işletme esnasında bir kısım zorluklar yaşanacaktır. Bu zorlukların yaşanmaması ve sistemin uygulanabilirliğinin artırılması için aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

- Ülke genelinde Johkasou sistemine benzer arıtma prosesleri; kurulum ve işletme esnasında kullanıcıları rahatlatmak amacıyla, devlet tarafından desteklenmelidir.
- Ülkemizde; Johkasou benzeri sistemlerin kurulum ve işletimi konusunda genel bir standartizasyon çalışması yapılmalı ve uygulanmalıdır.
- Sistem uygulanmadan önce, inşaat esnasında kontroller iyi yapılmalı, bölgenin durumu, atıksu kaynağı, atıksu karakteri ve deşarj ortamı iyi analiz edilmeli ve bütün bu etmenlere göre bir arıtma prosesi belirlenmelidir.
- Sistem kurulduktan sonra, periyodik kontroller aksatılmadan zamanında yapılmalı, çıkış suyu kalitesi mümkün olduğu kadar çok izlenmeli, bakım onarım gerektiren durumlarda anında müdahale edilmelidir.
- Sistemden çamur çekim zamanı geciktirilmemeli ve bu sistemler için geliştirilmiş, ülke genelinde uygulanabilir çamur politikaları geliştirilmelidir.
- Çamur nakliye maliyetlerinin düşürülmesi için; mobil çamur susuzlaştırıcılar geliştirilerek kullanılmalıdır. Bu sayede çamur içerisindeki su muhtevası azaltılarak hafifletilecek ve daha az hacim ihtiyacı olacak ve nakliye maliyetleri düşecektir.

- Bahsi geçen arıtma sistemleri küçük kapasiteli tesisler olduğu için; atıksuyun karakterinin değişimine karşın daha az tolerans göstermektedir. Bu yüzden, sistemi kullanacak olan insanlara; temizlik kimyasalları, aşırı sıcak su deşarjı, çamaşır suyu kullanımı, yağ dökülmemesi gibi konularda eğitimler verilmelidir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Japan Johkasou Education Center. JECES Web Sitesi. Japan Johkasou Education Center. [Alıntı Tarihi: 1 Aralık 2017.] <http://www.jeces.or.jp/en/technology/index.html>.
- [2] On-site wastewater treatment and reuses in Japan. Gaulke, Linda S. 2006, Proceedings of the Institution of Civil Engineers Water Management, s. 103–109.
- [3] Üstün, G.E., Akal-Solmaz, S.K. Atıksuların Geri Kazanımı Ve Tarımsal Sulama İçin Tekrar Kullanımının Değerlendirilmesi. Bursa : s.n., 2008. Su Tüketimi, Arıtma, Yeniden Kullanımı, Sempozyumu.
- [4] Kubota Corporation. Wastewater Treatment Plant (Johkasou). Kubota. [Alıntı Tarihi: 1 Aralık 2017.] <http://www.kubota-global.net/products/johkasou/>.
- [5] Nishizaki, Chuzo. Japanese Experience of Wastewater Management. Japan, 2016.
- [6] Yasuda, Masahiro. Legal and Administrative Frameworks for Johkasou and Japan's Approach for Improvement of Water Environment in Asia. Japan : Ministry of the Environment Government of Japan, 2013.
- [7] Project for Improvement of the Wastewater Quality in Central Wide Area of Jakarta City. 2012. <http://www.asiapacificadapt.net/adaptation-technologies/database/advanced-domestic-wastewater-treatment-tanks-johkasou>.
- [8] Yang, Linda. MBBR JOHKASOU water purificaiton tank for sewage treatment plant. www.alibaba.com. Jiangsu Yulong Environment Protection Co., Ltd. [Alıntı Tarihi: 3 Aralık 2017.] https://www.alibaba.com/product-detail/MBBR-JOHKASOU-water-purificaiton-tank-for_60567902573.html.
- [9] Phosphorus Removal from Wastewater in Johkasou Sewage Treatment Tank by Electro-coagulation. Wang, Shu, et al. 11, China : International Journal of Environmental Science and Development, 2016, Cilt 7.
- [10] Iberospec Environmental Technologies. Youtube . Youtube. Iberospec Environmental Technologies, 28 Ocak 2016. [Alıntı Tarihi: 3 Aralık 2017.] https://www.youtube.com/watch?v=Tm_GMRrAICs.
- [11] Ceyka Kimya Sanayi . Vıpol Cks Membran Temizleme Prosedürü. İstanbul : Ceyka Kimya Sanayi ve Dış Tic. LTD. ŞTİ.
- [12] Nas, Bilgehan. TÜRAAT İşletme Kitabı. Ankara : Selçuk Üniversitesi Basım Evi, 2017. 978-605-5294-61-8.
- [13] TÜİK. Türkiye İstatistik Kurumu. TÜİK. [Çevrimiçi] TÜİK, 2016. [Alıntı Tarihi: 4 Aralık 2017.] <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>.
- [14] Nitrite accumulation by aeration controlled in sequencing batch reactors treating domestic wastewater. Peng Y.Z., Chen Y., Peng C.Y., Liu M., Wang S.Y., Song X.Q., Cui Y.W. s.l. : Water Science and Technology, 2004.
- [15] Erdiñç, G., Ardışık Kesikli Reaktörler İçin Maliyet Analizi ve İndeks Geliştirilmesi,; Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2001

[16] Yang, Xinbi. Japan's Experience in Decentralized Sanitation (Johkasou). Aizawl, INDIA : Japan Education Center of Environmental Sanitation, 2012.

[17] Degremont mobil vehicles. [Alıntı Tarihi: 1 Aralık 2018.]<http://www.degremont.com/en/activities/activities/operation-and-maintenance/services-and-benefits/mobile-unit-rental/>