

Atıksu Arıtımı, Atıksu Deşarjı ve Su Kirliliği: Trabzon İli Örneği

Wastewater Treatment, Wastewater Discharge and Water Pollution; The Case Study of Trabzon Province

Osman Üçüncü

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hidrolik ve FBE Çevre Bilimleri ABD, 61080 Trabzon, Türkiye

Geliş Tarihi: **07.11.2019**; Kabul Edildiği Tarih: **25.12.2019**; Yayınlandığı Tarih: **28.12.2019**

Türk Hid. Der. (Tur. J. Hyd.), Cilt (Vol) : **3**, Sayı (Number) : **2**, Sayfa (Page) : **14-29 (2019)**

e-ISSN: **2636-8382**

SLOI: <http://www.dergipark.gov.tr>

e-mail: oucuncutu.edu.tr, osmanatayurt@mail.com

Özet: Bu çalışma Doğu Karadeniz kenarında Trabzon İli İlçelerinde atıksu (AS) bertaraf tesisleri ile akarsu ve deniz kirlenmesi üzerinde yapılmıştır. Çalışmada AS, AS ile yüzeysel suların kirlenmesi, yerleşimlerde oluşan AS'yun kirlilik parametreleri üzerinde durulmuştur. Bu ham suyun mevcut olan atıksu arıtma tesisleri (AAT) ile ve arıtmanın ikinci kısmı olan derin deniz deşarjları (DDD) üzerinde durulmuştur. DDD yapıları ile deniz suyu kirliliği ve akarsulara atıksu deşarjı ile hem yüzeysel akarsu hem de deniz suyu kirliliği meydana gelmektedir. Bu yapılan çalışma ile varılan sonuç ve bu bölgede oluşan ham AS'yun arıtılması ve DDD'na verilmesi üzerine öneriler sunulmuştur. Yapılan çalışma sonucunda atıksuyun mevcut atıksu arıtma tesisi ile arıtılmadığı ve mevcut atıksu arıtma tesislerinin ham atıksu parametrelerine bakıldığında ileri AAT'ne ihtiyaç olduğu anlaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Doğu Karadeniz bölgesi; Atıksu Arıtma; Atıksuyun Kirlilik Parametreleri; Derin Deniz Deşarjı.

Abstract: This study was carried out on wastewater disposal facilities and river and sea pollution in Trabzon Districts of Eastern Black Sea coast. In this study, wastewater, contamination of surface water with wastewater, pollution parameters of wastewater generated in settlements are discussed. It is focused on the existing wastewater treatment plants of this raw water and the deep sea discharges which is the second part of the treatment. With DDD structures, sea water pollution and wastewater discharge to rivers, both surface water and sea water pollution occur. The results of this study and recommendations for treatment of the raw wastewater generated in this region and their delivery to deep sea discharges are presented. As a result of the study, it is understood that wastewater cannot be treated with the existing wastewater treatment plant and when the raw wastewater parameters of the existing wastewater treatment plants are analyzed, it is understood that advanced wastewater treatment plant is needed.

Keywords: Eastern Black Sea region; Wastewater Treatment; Wastewater Pollution Parameters; Deep Sea Discharge.

1. GİRİŞ (Introduction)

Dünya ve Türkiye’de kendini gösteren küresel iklim değişikliği ve ekolojik ayak izinin etkileri doğal ve yenilenebilir kaynakların sürdürülebilir etkin kullanımını en iyi ve en verimli şekilde kullanılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Türkiye’de nüfusun yaklaşık olarak % 90’ı kentlerde yaşamaktadır. Ayrıca Dünya nüfusunun yarısından fazlası da kentlerde yaşamaktadır. İşte bu durum kentsel teknik altyapı tesislerini her zamankinden daha da önemli bir noktaya getirmiştir. Bundan dolayı da sabit olan doğal kaynakların gittikçe azaldığı görülmektedir. Nüfus artışına, gelişen teknik, teknoloji, yönetim ve küresel ısınmaya karşı yeni teknik tasarım yardımı ile kentlerdeki su ile yatırımları yapmak zorunluluğunu ortaya koymaktadır.

“Kentsel altyapılar” biyolojik canlı gibi olup ilk yatırımları sonrası zaman içerisinde bakım, tamir ve onarıma tabii tutulmalıdır. Belli bir sürede sonra da tümüyle yeni teknik ve teknolojik olarak yenilenmesi gereklidir. Teknik altyapı bir bütün ve interdisipliner düşünülmelidir. Bu işte Tıp Fakülteleri, Hukuk Fakülteleri, Mühendislik Fakültelerinin ilgili bölümleri bulunmalıdır. Özellikle Halk Sağlığı Anabilim Dalları ile İnşaat Mühendisliği ve Çevre Mühendisliği Bölümleri çok önemlidir.

2. MATERYAL ve METOT (Material and Method)

2.1. Atıksu ve Atıksu Arıtımı Yapılarıyla İlgili Yönetmelikler

Çevre Kanununa göre atıksu projeleri için Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) veya Proje Tanıtım Dosyası (PTD) hazırlanması gerekmektedir. Bu ÇED ve PTD Tablo 1’de görüldüğü gibi interdisipliner dallardan uzmanların katkıları ile hazırlanması gerekmektedir.

Tablo 1 ÇED/PTD hazırlanması için Gerekli Meslek ve Uzmanlık Grupları

Biyotik Çevre (BÇ)		Sosyo-Ekonomik		Abiyotik Çevre	
Flora ve	Sosyal	Ekonomi	Litosfe	Hidrosf	Atmos
Ekolog	Din	-----	-----	Su	-----
Biyolog	Hukukçu	Ekonomi	Jeotekn	Çevre	-----
Kimyacı	Sosyolog	Şehir ve	İnşaat	Sistem	Hava
Mikrobiy	Psikolog	Ulaştırım	Jeoloji	Su	Çevre
Hidroby	Sosyal	Tarım	Jeofizi	Hidrol	Sistem
Zoolog	Mimar	İstatistik	Jeolog	Hidroje	Meteo
Sistem	Peyzaj	-----	Ziraat	Hidroje	-----
Flora ve	Peyzaj	-----	-----	-----	-----

2.2. Neden Atıksu Arıtımı Yapmalı ve Atıksuyu Tehlikeli Kılan Nedir?

Kesinlikle atıksuyun arıtılması gerekmektedir. Hem kanalizasyonda ve hem de arıtılmadan alıcı ortamlara bırakılan atıksular aerob ve anaerob ayrışmaları sonrasında çok kötü kokan gazlar (H₂S, CH₄, CO₂, CO vb.) oluşmaktadır. Alıcı ortamda bırakacağı tahribatlar da buna eklenmesi halinde sağlık sorunları (hastalıklar, ölümler ve sefalet oluşturur) oluşturacağı çok açıktır.

Atıksu birçok hastalığa neden olan mikroorganizmalar (patojenler) taşır ve bekletilmesi aşamasında da logaritmik olarak üretir. Atıksu ayrıca zararlı kimyasallar ve ağır metaller içerebilir. Dolayısıyla da atıksu kaynaklı hastalıklar çeşitli çevre ve sağlık sorunlarına nedendir. Arıtılmış veya arıtılmamış atıksuyun tamamına yakını sonuç olarak alıcı ortama (nehirlere, akarsulara, göllere, denizlere ve okyanuslara, bazen de yeraltı suyuna) ve oradan da içme ve kullanma maksatlı kuyu suyuna kadar girmektedir.

Arıtılmamış atıksu veya iyi arıtılmamış atıksu insanoğlunun kullandığı yüzeysel ve yüzey altı suyuna karışması durumunda önemli sağlık riskleri meydana gelebilmektedir. Güvenli içme suyu sağlamak için toplulukların hem etkili suya hem de atıksu arıtımına çok fazla ihtiyaçları vardır. Ayrıca tekniğine uygun olarak muamele edilmemiş katı atıkların meteorolojik şartlara bağlı olarak oluşan sızıntı suyu evsel atıksudan çok daha büyük kirliliğe sahip olup böcek oluşumunu artırır.

2.2.1. Atıksu kaynaklı Hastalıklar Nasıl Yayılır?

Atıksularda ki patojenler, kanalizasyon suyu (atıksu) ile doğrudan temas, kanalizasyonla kirlenmiş yiyecek veya içme suyu yiyerek veya insan, hayvan veya böcek taşıyıcılarıyla temas yoluyla yayılır ve bulaşır. Atıksularla ziraat çalışmaları yapılması. Özellikle de bitki çiçek açma zamanında atıksu ile sulama yapmak tehlikelidir. Bu alanlarda çalışma esnasında temas veya bu alanlarda oyun oynamak, gezinmek vb. tehlikelidir. Bu alanlardan sızan yüzeysel sularda eğlenmek ve dinlenmek maksatlı yüzmek tehlikelidir. Sinekler yardımı ile de hastalıklar oluşabilir.

Atık suyun içeriklerini geri tutacak teknik ve teknolojik bir şekilde arıtılmaması ve uzaklaştırılmaması durumunda hastalık taşıyıcıları tarafından yayılmasını kontrol edilemez. İnsanların atıksulardan hastalığa yakalanmalarının en yaygın yolu atıksu ile kirlenmiş hiçbir şey ile temas etmemek veya yememektir.

Atıksu arıtımının yapılmadığı veya yetersiz yapılması durumunda toplumlarda, insana virüs bulaştırma fırsatları sınırsız görünmektedir. Atıksuyun oluşumundan hemen sonra bertaraf edilmelidir.

2.3. Atıksu Kaynaklı Yaygın Hangi Hastalıklar Olabilir?

Bakteriler, virüsler ve parazitler (solucanlar ve protozoanlar dahil), atık sudaki insanlar için tehlikeli olan patojen türleridir. Deri, göz ve solunum yolu enfeksiyonlarına neden olabilecek mantarlar da atıksu ve atıksu çamurunda büyür. Bilim adamları, henüz tespit edilmemiş olan kanalizasyon ve atıksularda mevcut yüzlerce hastalığa neden olan organizma olabileceğine inanmaktadır.

Bakteriler, tifo, paratifoid, basil dizanteri, gastroenterit ve kolera dahil olmak üzere atık su ile ilgili çeşitli hastalıklardan sorumlu olan mikroskopik organizmalardır. Bu hastalıkların birçoğunun şiddeti değişken olan benzer semptomları vardır. Çoğu mide ve bağırsak kanalını enfekte eder ve baş ağrısı, ishal (bazen kanlı), karın krampları, ateş, bulantı ve kusma gibi semptomlara neden olabilir. İlgili bakterilere bağlı olarak semptomlar, alımdan saatler ila birkaç gün sonra başlayabilir. Genellikle, enfekte olmuş insanlar sadece hafif semptomlar yaşar veya hiç semptom olmaz. Ancak, sık sık ishal ve kusma yaşayan herkes derhal tıbbi yardım almalıdır. Şiddetli dehidrasyon ve ölüm, bazen bir gün içinde ciddi vakalarla sonuçlanabilir.

Virüsler mikroskopik parazitler organizmalardır. Bakterilerden daha küçüktür ve sadece bir elektron mikroskobu ile görülebilirler. Bazıları insanlara atık suları bulaştırabilir. Virüsler ana bilgisayarlarının dışında çoğalamazlar ve atık su onlar için düşmanca bir ortamdır. Ancak insanları hasta etmek için yeterli miktarda su hayatta kalabilir.

Hepatit A, çocuk felci ve viral gastroenterit, atık sudaki virüslerden bulaşabilecek hastalıklardan birkaçıdır. Viral gastroenteritin ABD'de hastalığın önde gelen nedenlerinden biri olduğu düşünülmektedir.

Ham lağım suyunda mevcut olan 100 farklı virüs tipi olabilir, ancak tespit edilmesi zordur. Atık sudaki virüsler ve diğer patojenler veya bunların insanlar üzerindeki kesin davranışları ve etkileri hakkında pek bir şey bilinmemektedir. ABD Çevre Koruma Ajansı'na göre, virüsleri tespit etmeye ve tanımlamaya yardımcı olmak için DNA kullanan testler geliştiriliyor.

Atıksularda bulunan **parazit** tipleri arasında protozoanlar ve helmintler (parazitik kurtlar) bulunur. İnsanlar protozoalarla kirlenmiş su içtiğinde, vücutta çoğalabilir ve hafif ve şiddetli ishale neden olabilir. Diğer bir protozoan, Entameoba histolytica, aynı zamanda amebic dizanteri olarak da bilinen amebiosisin nedenidir.

Üçümcü, O., Türk Hidrolik Dergisi: Trabzon Atıksu Arıtımı, Atıksu Deşarjı ve Su Kirliliği: Trabzon İli Örneği, Cilt (Vol) : 3, Sayı (Number) : 2, Sayfa (Page) : 14-30 (2019)

Amebiosis, yaygın su ve atık su arıtımı günlerinden önce, ABD'de önemli bir hastalık nedenidir. Kanlı ishal önemli bir semptomdur. Enfekte olan insanlar protozoaların taşıyıcıları haline gelir ve onları dışkıının içine sarar. Protozoanlar koruyucu bir örtü oluşturabilir.

Yerleşim alanlarında oluşan evsel ve endüstriyel atıksu ve yağmur suyunun sağlıklı toplanması ve yerleşim alanı dışına drenaj edilmesi için Türkiye'de Yönetmeliklerde "Ek-1 Kanalizasyon Sistemlerinin Etüt, Planlama Ve Projelendirilmesine İlişkin Teknik Esaslar" bulunmaktadır. Bu Teknik Esaslar ise; Etüt ile ilgili esaslar, Planlama ile ilgili esaslar, Projelendirme ile ilgili esaslar, Hidrolik tasarım, Bacalar, Pompa istasyonlarının tasarımı, Çevresel etki, Yapısal tasarım, İletim hatlarının tasarımı, Deşarj noktası, Septik şartların kontrolü, Vana odaları ve Ekipmanların tasarımı vb. bilgiler yer almaktadır.

2.4. Toplum Güvenliği

Türkiye'de ÇŞB tarafından çıkarılan ve kontrol edilen çok fazla sayıda Yönetmelikler vasıtasıyla atıksu oluşumundan bertarafına kadar takip edilir. Atıksu ile ilgili olarak ayrıca çok sayıda kurum ve kuruluşlarda çalışmalar yapılmaktadır.

2.5. Atıksu Arıtma Sistemleri

Birçok topluluk için endişe, onarılması, değiştirilmesi veya iyileştirilmesi gereken eskiyen altyapı ve atıksu arıtma tesisleridir. Eski kanalizasyonlar bağlantı yerlerinden veya eskimleri nedeniyle oluşan çatlaklar vasıtasıyla sızma meydana getirebilirler.

Kanalizasyon ve sokak yağmur suyu drenajlarında bileşik sistem kanalizasyon kullanılması halinde topluluklarda yağmur sonrası veya kar ve dolu eridiğinde sel ve taşma sorunları meydana gelebilir. Genellikle arıtılmamış atıksu, en yakın göllere, nehirlere veya okyanuslara boşaltılır.

2.5.1. Evsel ve Endüstriyel Atıksu Kaynakları

Atıksu, herhangi bir yağmur suyu akışının yanı sıra sanayi ve endüstri, evsel veya ticari atıksu veya bunların su ile taşınan herhangi bir kombinasyonu olarak ortaya çıkmaktadır. Oluşan atıksuyun tipi ve debisi/hacmi, hem popülasyon sayıları hem de çevreleyen evsel, rekreasyonel/eğlenme ve dinlenme ve endüstriyel faaliyetlerin birleşimi ile belirlenir, bunların hepsi deşarj modellerini ve ayrıca arıtılan atıksuyun fiziksel ve kimyasal durumunu etkiler.

Verimli bir atık yönetim sistemi kurmak için, bir atıksu arıtma tesisine giren içeriğin uygun şekilde tanımlanması ve onun karakterizasyonu çok önemlidir. Bu, akışın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine dayanır; atıksuyun deşarj edileceği alıcı ortamı üzerinde ve

hâlihazırda ortaya konan çevresel ve deşarj standartlarının yanı sıra doğrudan ve sonraki etkiler önemlidir.

Evsel, endüstriyel, tarımsal ve kentsel olmak üzere dört ana atıksu türü sayılabilir. Kentsel atıksu, evsel ve endüstriyel atık suların yanı sıra çevre atıksu sızma ve yağmur suyunun bir kombinasyonu olarak tanımlanırken, tarımsal atıksu, çevredeki çiftliklerden, tarımsal faaliyetlerden ve bazen de kirli yeraltı sularından kaynaklanan proseslerden elde edilen atıksulardan oluşmaktadır. Genel olarak odak, esas olarak bitkilerin etkilendiği ve kontaminasyon kaynağı olarak evsel ve endüstriyel kanalizasyona yönelik olmakla birlikte, tarımsal atık artık kullanılan yüksek miktarda pestisit ve gübre kullanılmasından dolayı giderek önem kazanmaktadır.

Evsel atıksu, genellikle dışkı maddesinden (insan ve hayvan atıkları) oluşan “siyahsu” ile birlikte çeşitli atıksu bileşenlerinden oluşan “gri-su” kaynaklarından oluşan atıksu olarak tanımlanmaktadır. Bu bileşenler, her biri sırasıyla yaklaşık % 32,5 ve % 67,5'lik evsel atıksu oluşturan bir dizi evsel faaliyetinden (Bulaşık, çamaşır yıkama, ev temizliği ve banyo) kaynaklanmaktadır. Başlangıçta, bu su içme, yemek hazırlama, sıcak su sistemleri, banyo, kişisel hijyen, yıkama ve bahçecilik için kullanılır ve sonuçta çevreye atılan evsel atık suyun bir bölümünü oluşturabilir.

Evsel olarak bireysel evsel atıksu akarsularının tümü, tahliye edilen atıksuyu içeren toplam besin ve element yüküne farklı miktarlarda katkıda bulunur. Bununla birlikte, endüstriyel atıksu, süt fabrikaları, peynir fabrikaları, fındık işletmeleri, kağıt hamuru, kağıt, petrokimya akışının yanı sıra çeşitli kimyasallar, tuzlar ve asitler gibi endüstriyel atıklardan oluşan atık su olarak tanımlanmaktadır. Bu kaynaklar bileşimde büyük farklılıklar gösterir ve genellikle deşarj düzenlemelerine uymak için özel üçüncül işlemler gerektirir. Endüstriyel atık suyun bileşimi, inorganik ve organik endüstriyel atık sulara genel sınıflandırma ile ilgili kirletici ve kirletici bileşim ile birlikte çevre sanayinin türüne göre değişmektedir. Samsun ilinden Gürcistan sınırındaki Hopa ilçesine kadar tamamen sahilten geçirilen oto yol için yapılan yol için çok sayıda DDD yapılarının yerinin değiştiği ve DDD iletim borusunda meydana gelen bozulmalar neticesi çok uzun sürelerde atıksu doğrudan deniz su yüzeylerine kontrolsüz deşarj edilmiştir.

2.5.2 Atıksu Toplama Sistemleri

Küçük ve kırsal yerleşimlerde birçok hane fosseptik tank sistemi kullanılmaktadır. Buna en güzel örnek Maçka İlçesi Atası Barajı membaındaki yerleşimler verilebilir. Bu bölgenin coğrafi şartları atıksuyun biriktirilerek vidanjör hizmeti ile yeni yapılan AAT'ne taşınması düşünülmektedir. Bu bölgede ayrı sistem kanalizasyon

oluşturulmuştur. Bu sistemlerin uygun kullanılmaması halinde birçok çevre ve sağlık sorunu ortaya çıkabilir.

Kentte çok az uzunlukta ayrı sistem kanalizasyon mevcuttur. Fakat bu ayrı kanalizasyonun sürekliliği ve arıtma sitemleri ile koordinasyonun iyi olmamasından dolayı da risk oluşturduğu çok açıktır. Bu sistemlerin arızalanması ve atıksuyun uzun süre bekletilmesi halinde ham atıksu risk oluşturur. Aynı zamanda bu bekletilmiş atıksuyun da artırılması daha da zorlaşır.

Atıksuyun kanalizasyon ağı ile toplanması, AAT'ne iletilmesi, arıtılması ve deşarjı durumları arasında bir teknik ve teknolojik ilişki bulunmamaktadır. Dolayısıyla da kanalizasyonun ucuna eklenen AAT'de projelendirilmesi kriterlerine uyumun çok zayıf ve yok derecesindedir.

Yeraltı suyu, yakındaki su kaynaklarını ve kuyuları kirletebilecek tesis içi atıksu sistemlerinin arızalanmasıyla kirlenebilir. Halkın sağlığını korumak için toplum çalışmasının bir yolu, sahadaki atıksu arıtma sistemleri için çok iyi eş zamanlı bir yönetim programı oluşturmaktır. Bu programların arkasındaki fikir, ev sahiplerine her zaman doğru çalıştıktıklarından ve toplumun sağlığına hiçbir zaman risk altında olmadığından emin olmak için merkezi sistemleri izleyerek ve yöneterek onlara yardımcı olmaktır.

2.6. Trabzon İli ve İlçelerinde Atıksu Oluşumu ve Arıtımı

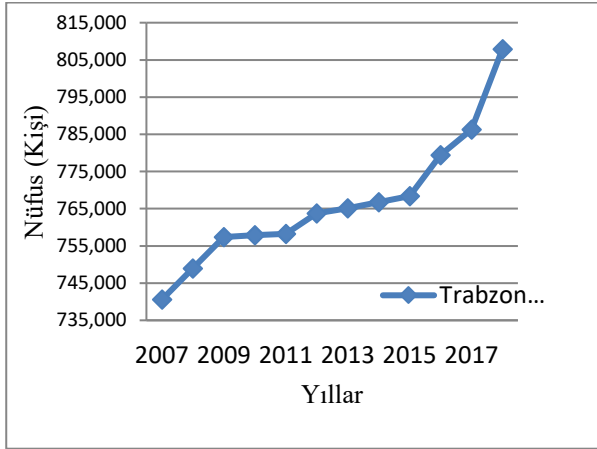
Doğu Karadeniz sanayinin çok fazla gelişmediği bir bölge olup sanayi kökenli kirleticiler bakımından fazla bir tehdit altında değildir. Trabzon İlinde 4 adet Organize Sanayi Bölgesi (OSB) mevcuttur (Şekil 1-2).



Şekil 1. Doğu Karadeniz Bölgesi

Trabzon İl nüfusunun Şeki2'de görüldüğü gibi yıllar içerisinde arttığı görülmektedir. Bu artışa bağlı olarak içme ve kullanma suyu temini artmaktadır. Artan içme ve kullanma suyu miktarına paralel olarak atıksu miktarları da çeşitlenmekte ve artmaktadır.

Trabzon İlçeleri arasında 332.504 Kişi nüfusla en büyük Ortahisar İlçesidir (Şekil 2-3). Trabzon Ortahisar İlçesinde 3 (üç) adet Atıksu Arıtma Tesisi (AAT) ve Derin Deniz Deşarjı (DDD) bulunmaktadır. Bu üç AAT'i Fiziksel arıtım ve DDD yapısı ile bir bütündür.



Şekil 2. Trabzon İli, ilçeleri ve 2007-2018 yılı arasında Nüfus Gelişimi

2.6.1. Kirletici Taşıyan Başlıca Akarsular

Trabzon il sınırlarındaki önemli akarsu havzaları Değirmendere, Fol Deresi, Solaklı Deresi, Yağlı Dere vb. havzaları sayılabilir.

Ayrıca bu akarsuların birçok yan kolları bulunmakta olup toplamda bu yan kollarla birlikte Trabzon İli'ndeki akarsu sayısı yaklaşık olarak 50'dir. Bu akarsu havzalarında yerleşimler ve bazı tür tekil işletmeler bulunmakta ve bu yerleşimlerde akarsuya atıksu deşarjı ve bu akarsuların bazı noktalarından hem yerleşimler için hem de işletmeler için içme ve kullanma suyu elde edilmektedir.

2.6.2. Trabzon İli Ortahisar İlçesinde Atıksu Çalışması

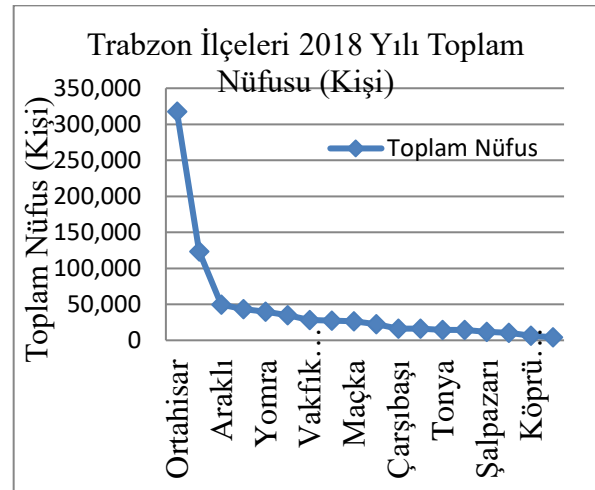
Çalışmalarımızın ikinci aşamasını, derin deniz deşarj tesislerinden Karadeniz'e deşarj ettiğimiz kentsel atık suyun karakterizasyonunu belirlemek oluşturmuştur.

Bu kapsamda 10.000 m³/gün üzerinde deşarjı olan derin deniz deşarj tesislerimizden rutin olarak mevsimsel numuneler alınmaktadır. Aynı zamanda hazırlanan projeler kapsamında gerekli görülen diğer derin deniz deşarj tesislerinden de numuneler alınarak ilin atık su karakterizasyonu belirlenmeye çalışılmıştır.

Trabzon İlinin güney kesiminde kalan yerleşimlerin atıksuyu Karadeniz'e ulaştırılamayıp ayrı ve/veya bileşik kanalizasyon yapısıyla akarsulara deşarjı olan ilçe merkezlerinin deşarj noktalarına da biyolojik arıtmalar yapılması planlanmış olup, yapılacak arıtmalar için de deşarj noktalarından numuneler alınarak analizleri ve atık su karakterizasyon tespitleri yapılmıştır.

2.6.3 Trabzon İli Ortahisar İlçesi Atıksuyu Karakteristik Yapısı

Atıksu insan faaliyetlerinin olduğu tüm faaliyet alanlarında oluşmaktadır. Bu faaliyet alanları evler, okullar, lokantalar, endüstri ve sanayi bölgeleri, çiftlikler, hastaneler ve her tür işletmeler vb. olarak görülebilir. Atıksuyun içeriği meteorolojik şartlardan etkilenmektedir. Kuru havalarda oluşan atıksu aynen kanalizasyonda taşınır fakat yağışlı havalarda yağış miktarlarına bağlı olarak bir kısım yağış suyu da kanalizasyona karışır. Bu karışım sonrasında atıksu bir kısım seyrelemektedir. Her iki durumda atıksuyun içeriği de değişmektedir. Yağış suları da kentsel sızdırmaz alanlarda oluşan tüm kirliliği yıkayarak kanalizasyona taşır.

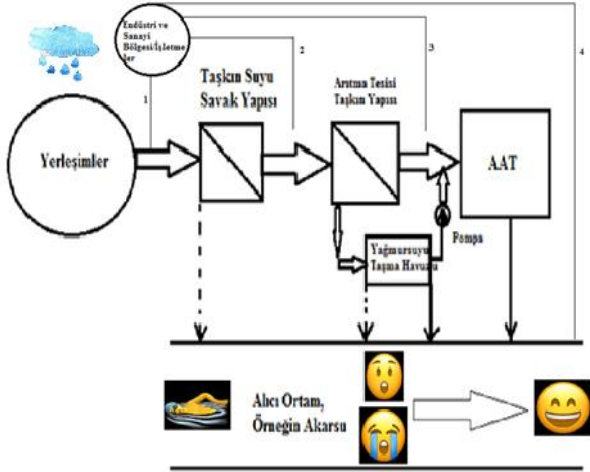


Şekil 3. Trabzon İli İlçeleri 2018 yılında Toplam Nüfusları

Bu Tablo2'de ilçelerde mevcut olan atıksu arıtma tesisi tipi, arıtma verimi ve atıksu arıtma tesisinin boyutlandırma kriterlerinden en önemlisi olan atıksu arıtma tesisi debisi (m³/s veya L/s) bugün işletme aşamasında tam olarak belli değildir. Atıksu arıtma tesislerinde giriş debisi ölçümleri yapılamamaktadır. Ayrıca da ilçe belediyeleri ve Büyükşehir belediyesinin çalıştığı bazı kurumlardan tankerlerle gelen bazı işletme sularının deşarj edildiği bilinmektedir. Bu çalışmaya konu kirlilik parametreleri çalışmasında bu taşıma ile tesise deşarj edilen atıksu analizi yapılmamıştır.

Şekil 3'te gösterildiği gibi Yasa ve Yönetmelikler ile yerleşimlerden başlayan Yasa ve Yönetmeliklerle atıksuyun yönetildiği gösterilmiştir. Bu şekilde aynı zamanda atıksuyun yönetiminin nasıl yapıldığını ortaya koymaktadır. Burada 1-4 arasında endüstri ve sanayiden gelen atıksuyun hangi kademesinde sisteme verilmesi ile nelerin ve nasıl değişebileceği görülmektedir. Bu atıksu yönetiminin sonucunda akarsuyun ne duruma getirildiği, akarsuyun yüzülebilir, kullanım maksatlı kullanılabilirliğini ve akarsuyun ekolojik değerinin değişebileceği vb. sorunların neler olduğu görülmektedir.

Şekil 4'te gösterilen durumda hepsi Doğu Karadeniz Trabzon İlinde mevcut olarak görülmektedir.



Şekil 4. Atıksu Toplama, Arıtma Yapılarında Çevre Yönetimi ve Arıtma Yapıları İşlevleri (O.Üçüncü)

Şekilde yerleşimlerdeki atıksu toplama kanalizasyon sisteminin ayrı ve/veya birleşik hatta karma sitem olması toplam atıksu arıtma sistemi üzerinde çok önemli bir rol oynamaktadır. Bunun için atıksu geciktirme havuzları ve depolama havuzları yapılması ve sisteme entegrasyonu şarttır.

Şekil 5'de gösterilen yerleşim alanlarında atıksu ve yağış suları dal, dal şeklinde ağ ve ağ şeklinde kanalizasyon sistemleri ile toplanır ve bir noktaya akıtılmaktadır. Burada kullanılan kanalizasyon çoğunlukla açık kanal olarak boyutlandırılır.

Bu nokta da atıksu arıtımı için 1. Kademe arıtma (fiziksel) arıtım yapılarak (Kaba, ince elek, eleklerin temizliği, havalandırılmalı kum tutucu havuzlar, çıkan kumun biriktirilmesi ve drenajının sağlandığı yer ve arıtma çıkışına bazen de çıkış atıksuyuna klorlama yapılır) bu arıtma tesisi çıkışını bir pompa istasyonuna aktılır ve bu pompa istasyonundan atıksu terfili olarak derin deşarj borusuna pompalanmaktadır.

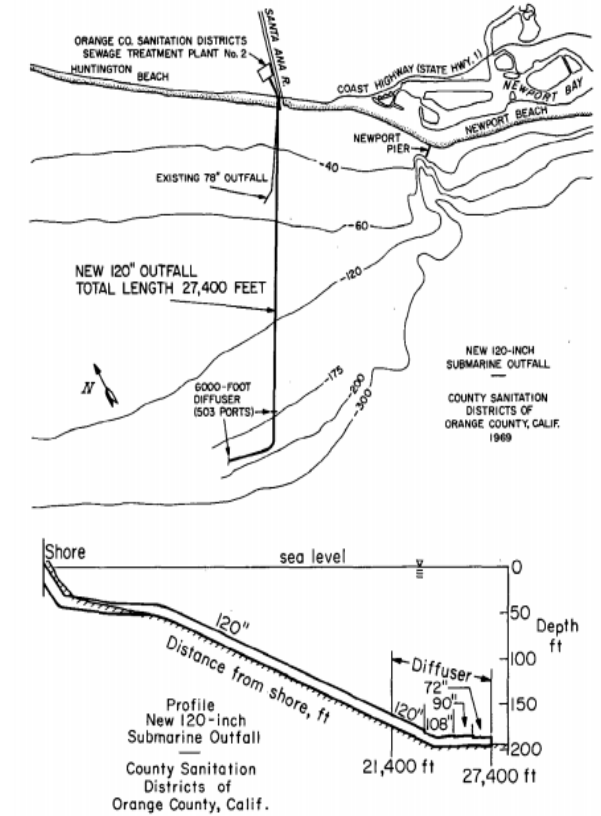
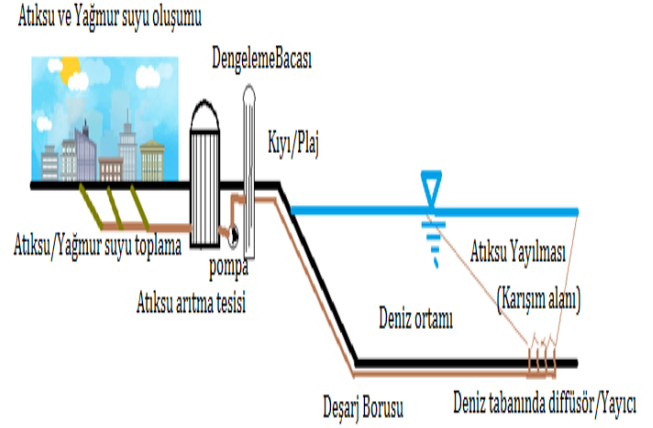
Atıksuyun deşarj edileceği deniz ortamındaki deniz tabanı haritasına göre hazırlanan terfi güzergahının uzunluğu ve deniz suyu seviyesinden ne kadar aşağıda olacağına karar verilir ve boru ile diffüsör yerleştirilir.

Bu diffüsörden atıksu doğrudan deniz tabanında çıkmakta ve buradanda bulut şeklinde yukarıya su yüzeyine çıkmaktadır. Her bir diffüsörden deniz tabanından deniz suyu yüzeyine doğru şemsiye şeklinde yol alan atıksu arıtma tabii tutulur.

Bu sistemlerin hesaplanmasında ise yapılan hidrolik hesaplama yalnızca basınçlı boru hidroliği hesabı ve diffüsörlerin ucundan çıkan atıksuyun hızı boyutlandırılır. Deniz tabanında çok uçlu difüzör uzun bir manifolddur. Atıksu boşaltımında manifold akış problemi üç faktörle karmaşıktır.

Üçüncü, O., Türk Hidrolik Dergisi: Trabzon Atıksu Arıtımı, Atıksu Deşarjı ve Su Kirliliği: Trabzon İli Örneği, Cilt (Vol) : 3, Sayı (Number) : 2, Sayfa (Page) : 14-30 (2019)

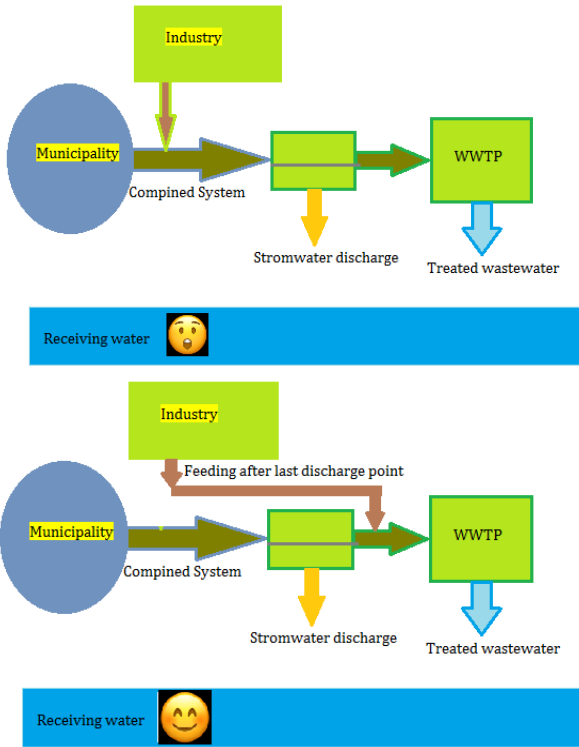
Şekillerde Organize Sanayi Bölgelerinin (OSB) atıksularını direkt ve indirekt olarak altyapı sisteminde hangi noktada sisteme dahil edileceği gösterilmiştir. Burada OSB atıksularının doğrudan atıksu arıtma tesisi önüne verilerek tesiste arıtılmasını sağlamak yolu en doğru yoldur.



Şekil 5. AAT (Karada) ve DDD'ında (Denizde) Hidrolik Durum (Üst: Plan ve Alt: Boy kesit)

Şekilde gösterilen ve atıksu ve yağmur sularının oluştuğu kentin durumu atıksu miktarı ve kirlilik parametreleri üzerinde çok önemli bir parametredir. Dolayısıyla kanalizasyona bağlanma oranı, atıksu miktarı ve kalitesi, kanalizasyon cinsi (ayrık, birleşik ve karma sistem) atıksu arıtımı ve yönetimi üzerinde çok önemli bir parametredir.

Şekilde gösterilen atıksu yönetimi ve atıksu arıtma tesisi yapısı ile Türkiye’de Çevre ve Şehircilik Bakanlığına bağlı İlbank A.Ş. ve DSİ tarafından inşa edilen tek tip AAT yapıları arasında farklarda taşkın suyu savak yapısı, arıtma tesisi taşkın yapısı ve yağmur suyu toplama ve taşma yapısı bulunmamaktadır. İnşa edilecek olan AAT’lerinin cinsi; oluşan atıksu miktarına, atıksu karakteristik parametrelerine, teknik ve teknoloji alımı, yönetim için eğitilmiş personel ve alıcı ortamdaki suyun debisi ve karakteristik parametreleri de çok önemlidir.

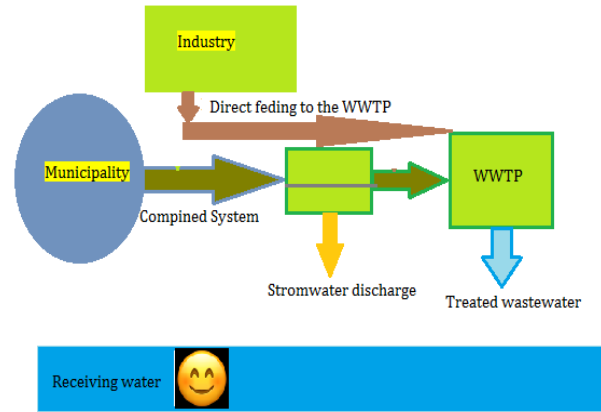


Şekil 6. Endüstri ve sanayideki Atıksuyun direkt kanalizasyona verilmesi (solda) ve Atıksu arıtma tesisi önüne verilmesi hallerinde akarsu (sağda).

OSB ve bazı işletmelerin atıksularının AAT’ne ne şekilde verilmesi gerektiği yönetmeliklerde mevcuttur. Burada 4 farklı alternatif gösterilmiş ve bunların kullanılması ile akarsu üzerinde olumlu, olumsuz etkiler oluşturulur. Bu alternatiflerden en kötü olanı (1) ve en iyi olanı (4) olarak karşımıza çıkmaktadır. OSB ve benzeri sanayi işletmelerinin atıksuları direkt veya indirekt olarak alıcı ortama verilir fakat direkt verilmesi halinde alıcı ortam karakteristik parametrelerine kadar arıtıldıktan sonradır. İndirekt deşarj ise belediye atıksu karakteristik parametrelerine kadar atıksu işletmesi tarafından yapıldıktan sonra belediyenin kanalizasyonuna verilmektedir. Akarsu sınıflandırmasında (I-IV) arası sınıflandırma bulunmaktadır.

Atıksu arıtma tesisi tipi ve arıtılmış atıksuyun alıcı ortamın özelliklerine bağlı olarak dezenfekte edilmesi

gerekmektedir. Atıksuyun AAT’i çıkışı 3 farklı şekilde dezenfekte edilmektedir (Şekil 6-7).



Şekil 7. Endüstri ve sanayide atıksuyunun direkt olarak Atıksu arıtma tesisine verilmesi ve Akarsu kalitesine Etkisi

Bu dezenfekte çeşitleri:

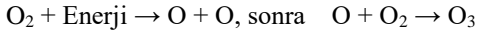
Arıtılmış Atıksuyun Klorlanması İşlemi: Kimyasal oksidasyon prosesleri, saf klor, klor dioksit veya kalsiyum veya sodyum hipoklorit gibi klor bileşikleri gibi çeşitli formlarda uygulanabilen ozon, hidrojen peroksit ve klor kullanımını içerir. Kimyasal dezenfektanların performansını değerlendirirken dikkate alınması gereken en önemli faktörler temas süresi, karışımın etkinliği, kullanılan kimyasalların konsantrasyonu, geride kalan kalıntı/bakiye, pH-değeri ve dezenfektanın etkinliğini azaltabilecek müdahale edici maddelerin konsantrasyonudur. Klor, daha önce işlem görmüş atıksularda mevcut olabilecek herhangi bir organik madde ile reaksiyona giren yüzey ve yeraltı suyu kaynaklarının dezenfeksiyonu için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Klor gazı, daha büyük arıtma tesislerinde en sık kullanılan güçlü bir oksidandır, çünkü diğer tersiyer işleme yöntemlerine göre daha düşük maliyetlidir, aynı zamanda kolay ve doğru uygulamaya müsaade eder. Klorlamada en büyük dezavantajlardan biri, triklorometanlar ve diğer kloraminler gibi toksik yan ürünlerin ortaya çıkmasıdır; bunlar alıcı ortama deşarj sonrasında su kütlelerine ciddi zarar verir.

Trabzon İli AAT çıkış atıksuyu klorlanmamaktadır. Trabzon İli en büyük AAT ve DDD ünitesinde ozonlama ünitesi var fakat devre dışıdır.

Arıtılmış Atıksuyu Ultraviyole Işık (UV) ile Teması: Ultraviyole ışık, güvenlik risklerinin azalması ve çevresel toksisitenin azalması nedeniyle giderek artan bir dezenfeksiyon aracı olarak kullanılmaktadır. Fiziksel bir dezenfeksiyon şekli olması nedeniyle toksik veya aşındırıcı kimyasalların taşınması veya depolanması gereğini ortadan kaldırır. Ek olarak, dezenfektan yan ürünler üretme potansiyeli büyük ölçüde azaltılmakta, böylece insan veya sucul yaşam üzerindeki bakiye etkisi bulunmamaktadır.

UV dezenfeksiyonu, bir atık ark lambasından gelen elektromanyetik enerjinin, atıksu atıklarını ışınlamak ve dezenfekte etmek için kullanılır. Lambanın kendisi, arıtılan atık sudaki kimyasal bileşenlerden kaynaklanan büyük parazit nedeniyle düzenli olarak temizlenmelidir. Bu dezenfeksiyon yönteminin etkinliği, alınan dozun yanı sıra 250-270 nm dalga aralığında optimum bir dalga boyuna ulaşılmasına bağlıdır. Ek olarak, atıksu kalitesi, UV ışık yoğunluğu, lamba ile ilgili patojenik mikroorganizmalara giden yol uzunluğu ve ayrıca maruz kalma süresi gibi çeşitli faktörlerin göz önünde bulundurulması gerekir. Tesislerde kullanılmamaktadır.

Arıtılmış Atıksuyun ozonlanması (O₃): Ozon, genellikle dezenfektan olarak kullanılan ve atıksu içinde mevcut olan herhangi bir organik madde ile reaksiyona girerek geride hiçbir kalıntı bırakmayan, oldukça reaktif, kararsız bir gazdır.



Kararsız doğası nedeniyle, sıklıkla yüksek voltajlı bir elektrik alandan oksijenin geçişi yoluyla yerinde üretilmesi gerekir. Gerekli ozon dozajı, bir dizi faktöre bağlıdır, en önemlisi de arıtılan atıksu türüdür. Primer atıksu için birkaç (mg / L) ile (10 mg / L) arasında değişen ozon ihtiyacını göstermiştir.

Toplumsal Farkındalık Gerekli: Toplulukların ayrıca yerel su kalitesini düzenli olarak izlemesi gerekir. Bazen yasadışı olarak atılan atıksu, katı atıklar yüzeysel suyu ve yeraltı suyu kaynaklarını tehdit edebilir. Yerel kirlilik problemlerini belirlemek ve çözmek için stratejilere ihtiyaç duyulmaktadır ve sakinlerin, işletmelerin ve sanayinin arıtılmamış atıksu ile ilgili sağlık tehlikeleri konusunda eğitilmeleri gereklidir.

Güvenli içme suyu ve uygun arıtma, sürekli olarak yaşamı sürdürmenin vazgeçilmez faktörleri olarak kabul edilmiştir. Artan yoksulluk, artan nüfus artışı ve hızlı kentleşme gibi faktörlerle ve hidrolojik değişkenlik ve iklim değişikliği ile daha da artmaktadır. Bu sosyo-ekonomik ve çevresel faktörler, giderek daha fazla su ve atıksu altyapısına daha fazla değer vermekle olur.

Güvenilir atıksu arıtma sistemleri, belediye ve toplum sağlığındaki gelişim düzeyinin iyi bir göstergesi olarak, bu arıtma tesislerinin salındığı çevre su kaynakları üzerindeki etkilerini belirleyen atıksuyun derecesi ve kalitesi ile birlikte hizmet vermektedir. Son birkaç yılda, azalan su kaynaklarına olan bağımlılığın artmasıyla birlikte nüfus sayısındaki sürekli artış nedeniyle üretilen belediye atıksu miktarı önemli ölçüde artmıştır. Bu, verimsiz bir şekilde işlenmiş atıksuyun yüzey su kaynaklarına deşarjıyla birleştiğinde, yalnızca mevcut makro ve mikroflora ve faunaya değil, aynı zamanda tüm sosyo-ekonomik işlevler için gereken iyi kalitede suyun sağlanmasına da doğrudan bir tehdit oluşturmaktadır. Bu nedenle, mevcut atıksu arıtma tesislerinin (Atıksu Arıtma

Tesis) işletme durumunun sürekli izlenmesi ve çevre ve su kaynağı sağlığına olan önemin artırılması, ilgili belediyeler tarafından üretilen atık su miktarının ve kalitesinin belirlenmesinde kilit faktörler haline gelmiştir. Bu inceleme, güvenli içme suyu temini ve halk sağlığının iyi korunmasının sağlanması ve sağlanmasında atılan önemli adımlardan biri olarak yeterli atık su yönetiminin önemini vurgulamaktadır. Ek olarak, geleneksel atık su uygulamalarının verimsizliğinin yanı sıra çevre ve insan sağlığı üzerindeki yetersiz arıtılmış atık su deşarjının sonuçları vurgulanmaktadır.

Arıtılmamış Atıksuyun Çevreye, Mikro ve Makrofaunaya Etkisi: Mikrobiyal kirlilik ile ilgili en büyük endişe, kirli su kaynaklarına maruz kaldıktan sonra insan ve hayvancılıkla ilgili hastalıkların riskidir. Sıklıkla, atık su arıtma tesislerinden uygunsuz şekilde arıtılmış atık suların deşarjı, bu çevre ortamların sağlığı ve ayrıca mevcut mikro ve makro faunanın sağlığı üzerinde önemli zararlı etkileri olan büyük miktarlarda organik madde ve besin maddelerinin birikmesine neden olur.

Aşırı besin yüklenmesi, enerji ilişkisini ve su dengesini değiştiren, biyotik topluluk yapısını ve fonksiyonunu bozan ötrofikasyona ve geçici oksijen eksikliklerine yol açabilir. Aşırı bulanık atık su deşarjı, kum ve kumun su sistemine çökmesine, tortu özelliklerinin bozulmasına ve doğal su akışlarının engellenmesine neden olabilir. Ek olarak, genel hidrolojik ve fizikokimyasal ortam sıklıkla, farklı fizyolojik tolerans seviyeleri sergileyen bu su kütlelerinde bulunan birçok mikro ve makro-fauna ile uygun şekilde arıtılmamış atık suyun boşaltılmasından dolayı etkilenir.

İnsan ve Toplum Sağlığına Etkisi: Belediye kanalizasyon çıkışları veya atıksu kaynaklarının aşağısında/mansabında veya yakınında bulunan topluluklar, artan mikrobiyal patojenler ve bozulan fiziko-kimyasal parametreler nedeniyle en yüksek hastalık riski altındadır. Sıklıkla aşırı bulanık akıntının yoğun algal çiçeklerle birlikte deşarjı, bu su kütlelerinde zayıf görünürlikle sonuçlanır, böylece eğlence kullanıcıları için tehlikeli durumlar yaratır.

Ek olarak, tam temas rekreasyon aktiviteleri için kullanılan su kütleleri, kirli suyun alınması veya tam vücut teması yoluyla daralan çeşitli bulaşıcı hastalıkların kaynağı olarak hizmet edebilir. Bununla birlikte, su kaynaklı hastalığın türüne ve ilgili bireyin fiziksel sağlığına bağlı olarak, kişi ya tamamen iyileşebilir ya da sonuçta ortaya çıkan hastalıktan kalıcı olarak zarar görebilir.

2.6.3.1 Atıksu Arıtım Kademelerine Genel Bakış

Mevcut azalan su kaynaklarını koruma ihtiyacı, ulusal su kalitesi ve ekosistem sağlığının korunması ile ilgili

endişelerin artmasıyla sürekli olarak vurgulanmıştır. Başlangıçta, tüm atık sular, mevcut organik organizmalar tarafından organik maddenin parçalanmasıyla birlikte bir seyreltme etkisinin meydana geldiği doğrudan doğal su yollarına deşarj ediliyordu. Ancak, artan nüfus sayısının yanı sıra, hem evsel hem de endüstriyel atık üretimindeki artıştan ötürü, çevre alanların kirlenmesi ve bunun sonucunda halk sağlığının kötüleşmesi artmıştır. Bu, herhangi bir doğal su yoluna deşarj edilmeden önce arıtma işlemine yardımcı olacak ve hızlandıracak Atık Su Arıtma Tesislerinin getirilmesine olan gereksinimin artmasıyla sonuçlandı. Ek olarak, bu tesislerin verimli çalışması koşuluyla, arıtılmış atık su atıkları ve üretilen çamur, güvenle kullanıldığında değerli bir kaynak olarak hizmet edebilir. Genel atık su arıtma işlemi, ön, birincil, ikincil ve üçüncül aşamalar olmak üzere dört ana aşamaya ayrılabilir (Şekil 1).

2.6.3.2 Ön işlem/Arıtım

İşlemin ilk aşaması, kağıt, plastik veya akış aşağı tesis ekipmanına zarar verebilecek diğer yabancı maddeler gibi daha büyük döküntüleri gidermek için eleklerin kullanılmasını içerir. Bunu kum ve siltlerin daha da uzaklaştırılması izler. Ek olarak, taranan materyaller genellikle tehlikelidir ve sinek üremesini, aşırı kokuları veya toplumun ve çevre sağlığına zararlı alt etkileri önlemek için güvenle imha edilmelidir. Böyle bir uygun tek kullanımlık yöntem, toprakla kaplı hendekler içinde biriktirmedir. Ek olarak, gömülmeden önce katıların yakılması da sıklıkla tercih edilir. Kum, silt ve taşlar gibi aşırı kum, sonuçta ciddi pompa tıkanmalarına neden olacak şekilde daha sonraki işlem adımlarını etkileyen ciddi operasyonel sorunlara neden olabilir. Bu nedenle kum sökme işlemi, mekanik ekipman ve pompaları aşınmaya karşı korumak ve tıkanmaları azaltmak için gereklidir. Ek olarak, fonksiyonel kapasitenin korunmasını sağlamak için bir tesis içindeki günlük akışları ölçmek, yeterli kalitede atık su üretmek için zorunludur.

Birincil (primer) Arıtma: Birincil işlemin asıl amacı, çökeltme ve çökeltme işlemleriyle çöktülebilir katıların yanı sıra, atık su içindeki yağları, gresleri, yağları, kumu ve kumları azaltmaktır. Primer tedavide yer alan adımlar tamamen mekaniktir ve filtrasyon ve sedimentasyon yoluyla yapılır. Daha büyük döküntüleri gidermek için yapılan ilk elemeden sonra, atık su hala çözünmüş organik ve inorganik bileşenleri ve ayrıca primer çökeltme, çökeltme, kimyasal pıhtılaşma veya süzme işlemi yoluyla çıkan süspansiyon halindeki katı maddeleri içerir. Bu, çökelmiş organik katıların yanı sıra yağlar, yağlar ve gresler gibi herhangi bir yüzey malzemenin uzaklaştırılmasıyla atık sudaki katı ve sıvı fazların ayrılmasına izin verir.

Atıksu, akış hızının yavaş yavaş yavaşladığı ve atık suyun birkaç saat boyunca tutulması için tasarlanan bu çökeltme tanklarına oturmasını sağlayan çökeltme

tankına girer. Bu süre zarfında, ağır katıların çoğu tankın dibine düşer, böylece birincil çamur oluşturur ve böylece atık suyun askıya alınmış katı içeriğini azaltır. Ek olarak, herhangi bir yüzey yüzer materyali genellikle sifonlanır.

İkincil (sekonder) Arıtma: Birincil arıtma işleminden sonra, atık su bir sonraki aşamaya akar, böylece kalan askıda katı maddeler ayrışır ve mikrobiyal yük büyük ölçüde azalır. Atıksu stabilizasyon havuzları, asılı büyüme sistemleri veya sabit film sistemleri olmak üzere üç ana kategoride sınıflandırılan çeşitli ikincil arıtma seçenekleri mevcuttur (Tablo 1). Bu adım organik maddenin yaklaşık olarak % 90 oranında giderilmesine yol açar. Atık su stabilizasyon havuzları, tesis tarafından işlenen atığın hacmi arttıkça artan havuz miktarına paralel olarak tek tek veya paralel olarak inşa edilebilir. Bu havuzlar, ayrıştırma işleminden sorumlu olan bakteri türü ve atıkların havuzda kalma süresi ile sınıflandırılır. Asılı büyüme sistemleri genellikle daha küçük topluluklara uygulanır ve üç ana tipten oluşur: aktif çamur, sıralı kesikli reaktör ve havalandırılmış lagünler, sabit film sistemleri ise, ham atık suyun içine bakteri ekleyebileceği ve birikebileceği bir filtre ortamına geçişini içerir.

Dezenfeksiyon ve Tersiyer Arıtma İşlemleri: Üçüncül arıtma genellikle ikincil arıtmayı takip eder ve bu atıksu bileşenlerinin ve fekal koliformlar, streptokoklar, Salmonella sp. ve önceki arıtma kademeleri tarafından uzaklaştırılmayanlardır. Dezenfeksiyon veya üçüncül arıtma, üç ana muamele türüne ayrılabilir; fiziksel, kimyasal ve ışınlama. Fiziksel muameleler genel olarak, ince ve kaba elekler, kum çökeltimi vb.'dir. İlave besin uzaklaştırılması veya kalan askıda katı maddenin uzaklaştırılmasının yanı sıra mevcut nitrat, fosfat ve çözünebilir organik madde miktarının azaltılması için klorlamadan önce kullanılan karbon adsorpsiyonu gibi bir işlem kombinasyonunu içermektedir. Bunu takiben, kimyasal arıtma ve ışınlama yoluyla dezenfeksiyon üniteleri eklenir. Genellikle klorlama ve ultraviyole ışığa maruz kalma veya ozonlama içeren bir veya bir kombinasyon kombinasyonunu içerir; bu, seçimi yalnızca gelen atıksu kalitesine, kurulum kolaylığı, bakım ve işletme maliyetine bağlı olarak yapılır.

Besinlerin uzaklaştırılmasını içeren tersiyer işlemlere genellikle ileri atık su arıtma yöntemleridir. Genellikle atıksudan hem azot hem de fosfor giderimine yardımcı olmak için geleneksel biyolojik ikincil işlemlerdir. Genellikle bu yöntemler, flokülasyon, çökeltme veya membran filtrasyonu gibi bazı fiziksel veya kimyasal teknikler içerebilir. Yaygın olarak kullanılan bu iki teknik, 8 ila 10 mg / L'lik azot ve fosfor giderimlerini sağlayan, süspansiyonlu büyüme işlem sistemlerinin bir modifikasyonu olarak işlev gören Biyolojik Besin Temizleme ve Geliştirilmiş Besin Alma; 1-3 mg / L ve 3 mg / L; İlgili işlem başına 0.3 mg / L . Azot, genellikle atık sularda amonyak formunda bulunur ve genellikle

önceki konvansiyonel ikincil arıtma işlemleri ile uzaklaştırılmaz.

Membran filtrasyon teknolojisi, mikro kirleticilerin giderilmesinde uygulanan ve çıkarılan kirleticilerin türüne ve boyutuna bağlı olarak farklı kategorilere ayrılabilen gelişmiş bir yöntemdir. Medya kaplı filtreler, kum veya çakıl gibi bir inert medya katmanını içerir ve askıda kalan partikülleri, delik boşlukları içinde veya medya kaplı membran içindeki partikül yüzeylerine yapışarak yakalar.

Basınçla çalışan membran işlemleri, gözenek büyüklüğü ile farklılaştırılmış ve dezenfeksiyondan sonra bir dizi kalıntı mikro kirleticiyi uzaklaştırmak için kullanılabilen mikrofiltrasyon, ultrafiltrasyon, nanofiltrasyon ve ters osmoz gibi bir dizi filtrasyon tipini içerir.

Arıtılmış Atıksu Arıtımında Sık Görülen Mikrobiyal Göstergeler: Dünya Sağlık Örgütü, küresel olarak yaklaşık 1,1 milyar insanın yaklaşık % 88 ishali hastalık ile güvenli olmayan su tükettiğini ve dünya genelinde güvensiz su, temizlik ve hijyene bağlı 1,7 milyon ölüm olduğunu tahmin etmektedir. Mikrobiyolojik inceleme ve izleme, insan ve hayvan dışkıları ile kirlenmenin ciddi riskler oluşturabileceği çeşitli su kaynaklarının güvenliğini sağlamak için dünya çapında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak birçok potansiyel patojen kirli su ile ilişkilendirilebilir; mevcut tüm patojenleri test etmek hem zaman alıcı hem de pahalıdır.

Toplam ve Fekal Koliformlar: Toplam koliformlar, 35 ° C'de 48 saat içerisinde laktoz ve gazla fermente etme kabiliyetine sahip olan aerobik veya fakültatif anaerobik, gram negatif, spor yapmayan, oksidaz negatif, çubuk şekilli bakteriler olarak tanımlanmıştır.

Fekal koliformlar 44.5 ° C yüksek bir sıcaklıkta çoğalabilen koliformlar olarak tanımlanırken. Toplam koliform grubu, su ortamında hayatta kalabilen ve çoğalabilen mikroorganizmaları içerir ve Escherichia, Citrobacter, Klebsiella ve Enterobacter cinsine ait birkaç Enterobacteriaceae familyası türü içerir. Ayrıca, atıksu ve doğal su kaynaklarında bu bakterilerin bazıları insan ve hayvanların dışkısında salgılandığında ortaya çıkmaktadır.

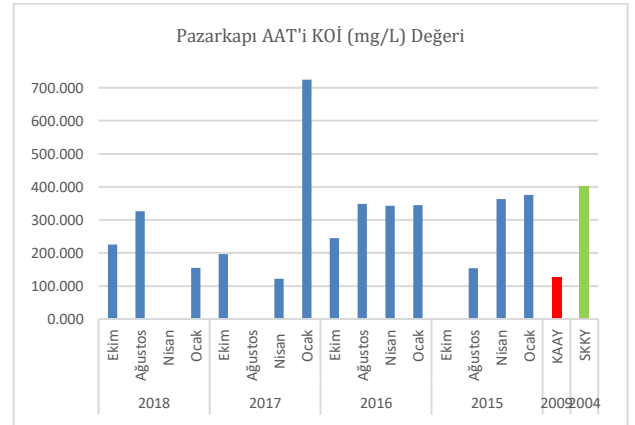
E. Coli: E. Coli yaygın olarak, su kalitesi izleme programlarında ilk tercih edilen mikroorganizmalardan biri olarak kabul edilir ve hayvanların bağırsaklarındaki prevalansları ve her ikisinde salgılanan yüksek sayılar nedeniyle, dışkı maddesiyle kirlenmiş suyun birincil göstergesi olarak işlev görür.

Fekal Streptokok ve Enterokok: Dışkı streptokokları, dışkı kirliliğinin geleneksel gösterge grubuna aittir ve 35 ° C'de yetişen gram pozitif, katalaz negatif, spor yapmayan kokolar olarak tanımlanır.

2.7 Ortahisar İlçesi AAT Ham Atıksuyu Analizleri

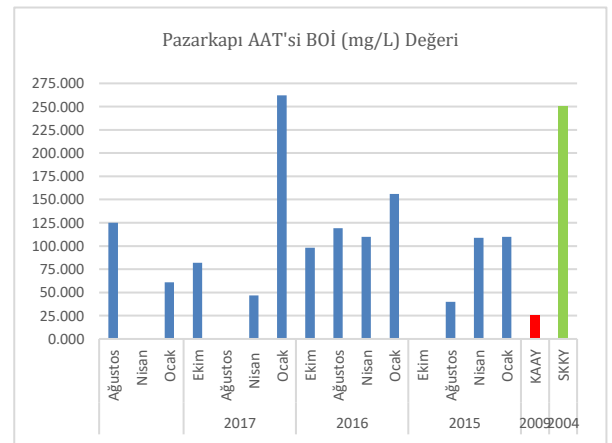
Trabzon İli en büyük ilçesi Ortahisar'da mevcut Pazarkapı (Moloz) AAT'yi ham atıksuda KOİ, BOİ, AKM, Azot, Fosfat Fosforu ve Nitrat gibi kirlilik parametreleri araştırılmıştır. Bu veriler ay ve yıllara göre şekillerde verilmiştir (Şekil 7). Bu verilerde KAAAY ve SKKY'deki müsaade edilen parametrelere göre karşılaştırılmıştır.

Pazarkapı derin deniz deşarj tesisinden 2017 Ağustos ve 2018 Nisan aylarında saf atıksu (yağmursuyu olmadan) anlık nümeler çalışılmıştır.



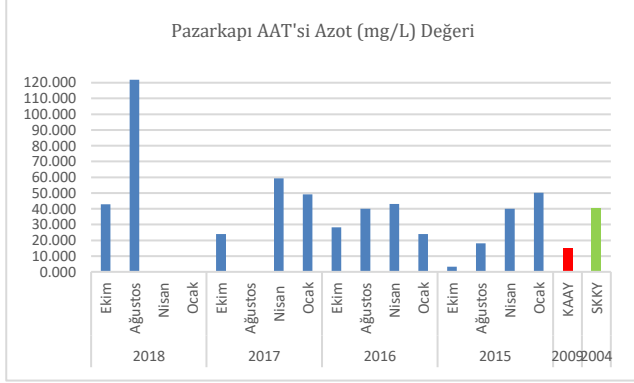
Şekil 8. Ay ve Yıllara Göre Pazarkapı AAT'si Ham Atıksuyu KOİ Değeri

2017 Ekim ayında KOİ değeri 10 mg/L'den düşük çıktığı için değer tabloda görünmemektedir. Tabloda görüldüğü üzere KOİ değerleri düzensiz bir grafik çizmektedir. Genel olarak ölçülen değerler SKKY'deki Tablo 22'de derin deşarjı ile deşarj edilebilecek standart değere yakın olmakla beraber Ocak 2017 değeri standart değerden çok üzerinde seyretmiştir. KAAAY tablo 1'de KOİ 125 mg/L olarak belirlenmiş fakat ölçümlerde bu değer üzerinde seyrettiği görülmüştür (Şekil 8-9).



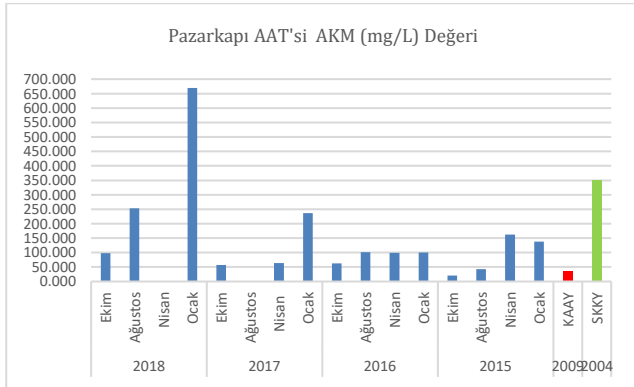
Şekil 9. Ay ve Yıllara Göre Pazarkapı AAT'si Ham Atıksuyu BOİ₅ Değeri

Yapılan incelemede Pazarkapı AAT'İ atıksu analiz sonuçları SKKY Tablo 22'deki değerlerinin altında olduğu görülmüştür. Yalnız Ocak 2017 tarihinde atıksu analiz sonucu standart değer üzerinde görülmüştür. Ekim 2015 tarihinde bu değer (<10 mg/L) dışındaki tüm değerler KAAY Tablo 1'deki değerinin oldukça üzerinde görülmüştür.



Şekil 10. Ay ve Yıllara Göre Pazarkapı AAT'si Ham Atıksuyu Toplam Azot Değeri

Şekil 'de Ocak 2018 tarihinde Azot (N) değeri (<5 mg/L) olduğu için gösterilmemiştir. Oldukça dalgalı bir grafik çizen Azot değerleri ölçümlerin büyük kısmında SKKY'nde verilen standarttan yüksek olduğu görülmüştür. Değerlerin bu kadar büyük salınımda olması ve derin deniz deşarj tesisi ile denize deşarj edilebilecek standart değer üzerinde seyrediyor olması nedeniyle de tesise gelen atıksuda azot giderimine ihtiyaç olduğunu göstermiştir. KAAY Tablo 1'de ihtiyaç duyulan hallerde giderimi yapılması gereken parametrelerden biri olarak belirtilen azot (N) için grafikte KAAY değeri kullanılmış ve görülmüştür ki bu tesiste yapılacak ikincil arıtmada azot giderimi hatta Azot ve Fosfor giderimli bir tesis önem arz etmektedir.

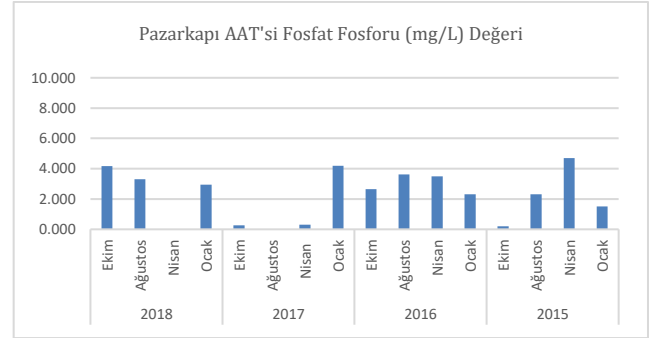


Şekil 11. Ay ve Yıllara Göre Pazarkapı AAT'si Ham Atıksu AKM Değerleri

Ocak 2018 tarihi hariç diğer sonuçların SKKY Tablo 22'de verilen standart değerlerinden daha düşük olduğu ve çok fazla salınım göstermediği görülmüştür. Atıksu numuneleri kaba ve ince ızgara sonrası alındığı için genel olarak AKM giderimi sağlandığı düşünülmektedir.

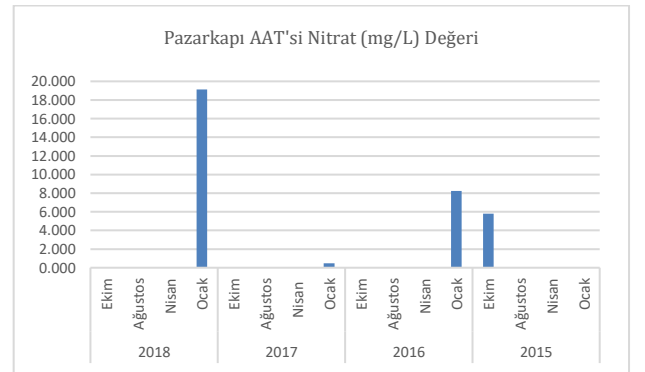
Üçümcü, O., Türk Hidrolik Dergisi: Trabzon Atıksu Arıtımı, Atıksu Deşarjı ve Su Kirliliği: Trabzon İli Örneği, Cilt (Vol) : 3, Sayı (Number) : 2, Sayfa (Page) : 14-30 (2019)

Ancak bu değerler, SKKY Tablo 22'deki değerlerin oldukça altında seyretse de, KAAY Tablo 1'de AKM parametresi için belirlenmiş olan 35 mg/L standart değere göre yüksek çıkmıştır.



Şekil 12. Ay ve Yıllara Göre Pazarkapı AAT'si Ham Atıksu Toplam Fosfat Değeri

Toplam Fosfor değerleri, derin deniz deşarjına izin verilebilecek atıksu özelliklerinde belirtilmiş standart değerinin oldukça altında olduğu için toplam fosfor giderimine ihtiyaç olmadığı düşünülse de yapılan araştırmalarda Doğu Karadeniz sularının hassas bölge olarak belirtilen kıyıları için fosfor gideriminin sağlanması kıyılarda çevre kirliliğini engelleyecektir.



Şekil 13. Ay ve Yıllara Göre Pazarkapı AAT'si Ham Atıksu Nitrat Değeri

Bileşik sistem kanalizasyon hattıyla Pazarkapı DDD Tesisi'ne gelen atıksuyun analiz değerlerindeki değişimin yağış dışında farklı dış etkenlerden kaynaklandığını göstermiştir. AAT'İ Ortahisar İlçesi'nin en büyük kapasiteli atıksu arıtma ve deşarj eden tesisi olması ve tesise giren ham atıksuyun sürekli izlenememesi sebebiyle tesise gelen farklı karakterdeki atıksuyun nereden, ne şekilde, ne sebeple, kaç saat süreyle ve hangi sıklıkla geldiği hakkında bilgi bulunamamış fakat çalışma esnasında bazı fikirler oluşmuştur.

Atıksuyun deniz tabanına deşarjı ve orada 2. Bir arıtma durumu: Kentsel Atıksu Yönetmeliğine göre "Hassas ve Az Hassas Su Alanları Tebliği, Ek 3'de Karadeniz için ötrofikasyon kriterleri belirlenmiştir. Bu değerlendirmeye göre Karadeniz'de bazı illerde deniz

ortamında mezotrofik (Sucul ortamın besin maddeleri bakımından orta düzeyde zengin olması veya sudaki besin maddeleri üretiminin oligotrofik ve ötrofik sınır durumları arasında olması) hatta bazı noktalarda ötrofik özellikte olduğu belirlenmiştir. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı sonuçları değerlendirildiğinde difüzörlerin yeterli seyreltmeyi sağladığı belirlenmiştir. Deniz suyunda amonyak değerlerinin Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Deniz Suyunun Genel Kalite Kriterleri başlıklı Tablo4'de verilen sınır değerlerden düşük olduğu görülmektedir. Buna karşın atıksuda ölçülen toplam azot ve fosfor konsantrasyonlarının oldukça yüksek olduğu "Derin Deniz Deşarjına izin verilebilecek Atıksuların Özellikleri" başlıklı Tablo 22'de belirtilen sınır değerleri sağlamadığı görülmüştür. Karadeniz'de karasal kökenli kirleticilerin etkisiyle yoğun baskı altında bulunan bölgelerde ötrofik etkinin gözlenme olasılığının olduğu fakat derin deniz deşarjı sistemlerinin pek çoğunda seyrelme oranlarının sağlandığı görülmektedir (Şekil 10-13).

3 SONUÇ ve ÖNERİLER (Conclusions and Recommendations)

Artan nüfus, kentsel ve genel hidrolojik değişkenlik ve hızlı kentleşme ile birlikte daha fazla sosyo-ekonomik gelişme ihtiyacı ile birlikte, insan giderek artan baskın bir rol almaya devam edecektir. Mevcut arıtma tesislerinin etkin bir şekilde denetlenmesi ve yönetilmesi, kılavuz revizyonu ve uygunluğunun izlenmesi ile birleştiğinde, çevre ve insan sağlığı için daha fazla kirlilik riskinin önlenmesi şarttır.

Ortahisar İlçesi'nde ki AAT'lerinin drenaj havzası göz önüne alındığında oldukça yüksek debilerin oluştuğu ve bu atıksuyun hem hassas dereleri hem de hassas olan Karadeniz'e deşarj edilmektedir. AAT'de giriş-çıkış atıksu debi ölçümü olmadığından dolayı kirlilik yükleri hesaplanamamakta, tesis işletmesi zorlaşmakta, AAT ve DDD'ı tesislerinin verimli çalıştırılması ve arıtma veriminin daha iyi anlaşılabilmesi için tesis giriş ve çıkış atıksularının debi ve kirlilik parametrelerinin ölçülmesi şarttır. Ayrıca DDD hatları boyunca eş zamanlı olarak da Karadeniz'de difüsyöre yakın alansal ve derinlik olarak dalga ve akıntılar gözetilerek su numuneleri alınarak kirlilik hesaplamaları yapılmalı ve çıkan sonuçlar Yönetmeliklerle karşılaştırılmalıdır.

Analizler göstermiştir ki AAT'lerinden Karadeniz'e deşarj edilen arıtılmış/arıtılmamış atıksu, SKKY Tablo 22'de verilen derin deniz deşarjına izin verilebilecek özellikteki atıksu standartlarına uygun değildir. Debi ölçümleri ile 10.000 m³/Gün ve fazlası debi ile atıksu deşarjı yapıldığı tespit edilen tesisler ise Sürekli Atıksu İzleme Sistemleri Tebliği'ne uygun hale getirilmelidir. Sürekli Atıksu İzleme Sistemleri (SAİS) ile 10.000 m³/Gün'lük atıksu deşarjı yapan tesislerinin çıkışlarına sürekli AKM, KOİ, çözünmüş oksijen, pH, sıcaklık,

iletkenlik parametrelerini ölçen kabinler kurulması ve işletilmesi esaslarını düzenlemektedir.

Deşarj standartları alıcı ortamın (deniz, göl vb.) su kalitesine bağlıdır. Bu nedenle atıksu boşaltımının yapılacağı alıcı ortamın "normal", "hassas" ve "az hassas" olma durumları dikkate alınarak deşarj standartlarının belirlenmesi gerekmektedir. KAAAY, kanalizasyon sistemine bağlanan kentsel atıksuyun, hassas ve az hassas alanlar dışında kalan ve 10.000 E.N.'den fazla toplama alanlarından yapılan bütün deşarjlar için ikincil arıtma veya eşdeğer bir arıtmaya yapılması gerektiğini ortaya koymuştur. Mevzuat Eksikliği DDD ile ilgili hükümlerin yer aldığı ulusal mevzuatımız ve AB mevzuatı incelendiğinde ulusal mevzuatımızda bazı eksikliklerin olduğu görülmektedir. Avrupa Birliği Kentsel Atıksu Arıtma Yönetmeliği (The EC Urban Waste Water Treatment Directive-UWWTD, 91/271/EEC)'nde deşarj standartları alıcı ortamın "normal", "hassas" ve "az hassas" olma durumları ile popülasyona göre düzenlenmiştir. Ülkemizde uygulanan SKKY'de yer alan deşarj standartları ise alıcı ortamın "normal", "hassas" ve "az hassas" olma özellikleri göz önünde bulundurularak oluşturulmamıştır. Bu durumda deşarj yapılan her bölge "normal" olarak değerlendirilmiştir. Avrupa Birliği Kentsel Atıksu Arıtma Yönetmeliği'nde verilen standartlara benzer şekilde SKKY'nde de alıcı ortamın özelliklerine göre sınırlamalar getirilmelidir (OMÜ, 2016). Bu durum derin deniz deşarjı ihalelerinde standart bir şartname ihtiyacını gündeme getirmektedir.

Ancak Karadeniz'in Trabzon kıyılarında ötrofikasyon sorunu önemli bir boyuta ulaşmıştır. Bu sebeple Trabzon'da ileri biyolojik arıtma tesisi (azot, fosfor giderimli) yapılmalıdır.

Trabzon İli kıyılarında, kıta sahanlığı oldukça dardır. Bu nedenle de, gerek dolgu çalışmaları gerekse denize karışan kirleticilerden ekosistem çok çabuk etkilenmektedir.

Sadece kıyı yerleşim yerlerinde değil, yukarı ilçeler kaynaklı her türlü evsel atıklar (katı ve atıksu) da akarsularla çok kolay denize ulaşmaktadır. Bu itibarla, kıyı yerleşim yerleri dışında kalan yukarı ilçelerde de gerek kanalizasyon gerekse diğer kirleticilerin bertaraf edilmesine dönük daha fazla çaba sarf edilmelidir. Trabzon İlinde Karadeniz Suyu kirliliği hakkında bilgi sunulabilir. Ayrıca Dere ve denize deşarj edilen atıksularda ağır metaller, E.Coli ve diğer tehlikeli hastalık yapıcıların analizi yapılmalıdır. İlçe de atıksu toplama, arıtma ve deşarj yapısına kadar olan süreçte iyi bir atıksu yönetimi gerekmektedir. Kent genelindeki AAT yapılarının türü itibarı ile ham atıksu parametreleri de dikkate alındığında atıksuyun alıcı ortama deşarj kriterine kadar arıtılamayacağı ortaya çıkmaktadır. Trabzon İli Ortahisar ilçesi atıksuyu için ileri atıksu arıtma tesisi projesi uygulanarak akarsu ve deniz

kirlenmesinin önüne geçilebilir. Dolayısıyla da DDD yapısı ile mevcut kirlilik parametrelerine sahip atıksu deniz ortamındaki seyrelmesi ile iyi artılamaz.

Trabzon İli'ndeki tüm maden ocakları, sanayi bölgeleri, fabrikalar ve diğer tesislerde yapılan denetleme çalışmaları sürdürülmelidir.

Atıksu arıtması ile halk ve toplum sağlığında önemli kazanımlar sağlanabilir. Dolayısıyla da Halk Sağlığı ABD, İnşaat Müh. Bölümü ve Çevre Bilimleri ABD ile interdisipliner çalışmalar yapılabilir. Deniz kirliliğinin halk üzerindeki etkisinin sağlık sorunları yanında mutfak alışkanlıkları, yüzme alışkanlıkları da araştırılmalıdır.

AAT projelerinde, mevcut durumu tespit edebilmek için yüzey ve yeraltı su analizleri, arka plan gürültü ölçümü, hava kalitesi ölçümü, flora ve fauna tespit vb. çalışmaların yapılması gerekmektedir. İnşaat aşamasında, toz ve gürültü oluşumunun yanısıra, şantiye sahasında oluşan atıksuların potansiyel etkilerine de dikkat etmek ve bu etkileri azaltıcı önlemleri almak şarttır.

1995 yılından beri artan teknik ve teknolojiye rağmen ve çok sıklıkla değişen çevre yönetimine rağmen Doğu Karadeniz Bölgesindeki DDDY'larının tasarımı, yapımı, uygulaması ve işletme yönetiminde çok az değiştiğimiz görülmüştür.

Kıyı alanlarının yönetiminde uyumlu ve dengeli kullanımı teşvik etmek için ilgili bütün sektörleri kapsayan entegre bir politika ve karar alma süreci oluşturulmalıdır.

KAYNAKLAR (References)

- [1] Üçüncü, O., The Condition Of River Basins In Trabzon And Its Surroundings And Comparing It With The Regulation Of Water Control, International Congress River Basin Management, 22-24 Mart / March 2007 Antalya – Turkey
- [2] Üçüncü, O., Demirel, Ö., Precautions for the Prevention of Global Warming, Climate Change and Other Environmental Problems: The Case of Eastern Black Sea Region Cities, <https://dergipark.org.tr/atrss/issue/43319/493148>
- [3] Üçüncü, O., Doğu Karadeniz Kıyı Alanlarında Planlanan Yatırımlar Ve Trabzon Örneği İrdelenmesi, http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/17265_35_31.pdf
- [4] Üçüncü, O., Trabzon kenti evsel nitelikli atıksuların kirlilik parametre çalışması ve arıtma tesisi seçimi, <http://www.idealonline.com.tr/IdealOnline/lookAtPublications/bookDetail.xhtml?uId=390>
- [5] Üçüncü, O., Drinking Water And Wastewater Treatment Facilities And Trabzon Sample For Community Health, https://scholar.google.com.tr/scholar?q=%22DRINKING+WATER+AND+WASTEWATER+TREATMENT+FACILITIES+AND+TRABZON+...+%C3%9C%C3%A7%C3%BCnc%C3%BC+O&hl=tr&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar

- [6] Ucuncu, O., Solid Waste and Wastewater Management in Trabzon and Neighboring Provinces, http://www.eurasiasymposium.com/wp-content/uploads/2018/04/Program_Book_EWMS_2018.pdf
- [7] Üçüncü, O., Demirel, Ö., Sarıkoç, S., Doğu Karadeniz Bölgesinde Su ve Deniz Kirliliği, I. Karadeniz'de Sanayileşme ve Çevre Sempozyumu, 16-17 Kasım 2007-Trabzon
- [8] Öztürk, İ., Yüksel, E., and Tanik, A., Wastewater Management for The Black sea Coast of Turkey, Wat. Sci. Tech. Vol. 39, No.8, pp. 169-176, 1999.
- [9] Trabzon (Merkez) Atıksu Şebeke Projesi, http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/17624_56_32.pdf
- [10] Doğu İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi ve Derin Deniz Deşarjı, <https://www.saski.gov.tr/icerik/detay.aspx?Id=398>
- [11] 7. Kentsel Altyapı Sempozyumu / 13-14 Kasım 2015, Trabzon, http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/17624_56_32.pdf
- [12] “Karadeniz Bölgesinde Deniz Ortamının Durumu” , <http://pabsec.org/depo/documents/reports-and-recommendations/tr-rep-xwsvgw7ys.pdf>
- [13] Derin Deniz Deşarjı İzleme Genelgesi, Mülga Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, 30.07.2009
- [14] Su Kirliliği Ve Kontrol Yönetmeliği, Mülga Çevre ve Orman Bakanlığı, Resmi Gazete Sayısı: 25687, 31.12.2004
- [15] Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği, Mülga Çevre ve Orman Bakanlığı, Resmi Gazete Sayısı: 27537, 30.03.2010
- [16] Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği, <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=9.5.13873&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=At%C4%B1ksu%20Ar%C4%B1tma%20Tesisleri%20Teknik%20Usuller%20Tebli%204%9Fi>
- [17] Çayeli Bakır İşletmeleri'ne Ait Derin Deniz Deşarjı ile Yapılan Atıksu Boşaltımının, Deniz Ekosistemine Etkilerinin Belirlenmesi ve Yayılımın Modellenmesi, <http://www.ktu.edu.tr/fbebalikilik-tgdoktoraDt655>
- [18] Alıcı ortamlara atıksu deşarj standartları ve kirlenme yasakları yönetmeliği, <https://haliccevre.com/images/PDF/kirlenmeye.pdf>
- [19] Doğu Karadeniz Kıyı Alanlarında Planlanan Yatırımlar Ve Trabzon Örneği İrdelenmesi, http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/17265_35_31.pdf
- [20] İstanbul'un denizlerini derin deniz deşarjları kirleniyor, <http://www.gezenimiz.com/NewsDetail.asp?idHaber=5275&KategoriAdi=Su/Deniz/G%F61%20Kirlili%F0i>
- [21] Alıcı Ortamlara Atıksu Deşarj Standartları Ve Kirlenme Yasakları Yönetmeliği, <https://haliccevre.com/images/PDF/kirlenmeye.pdf>
- [22] Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği, <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=9.5.13873&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=At%C4%B1ksu%20Ar%C4%B1tma%20Tesisleri%20Teknik%20Usuller%20Tebli%204%9Fi>

- [23] Çayeli Bakır İşletmeleri'ne Ait Derin Deniz Deşarjı ile Yapılan Atıksu Boşaltımının,Deniz Ekosistemine Etkilerinin Belirlenmesi ve Yayılımın Modellenmesi, <http://www.ktu.edu.tr/fbebalikcilik-tgdoktoraDt655>
- [24] Alıcı ortamlara atıksu deşarj standartları ve kirlenme yasakları yönetmeliği, <https://halicevre.com/images/PDF/kirlenmeye.pdf>
- [25] Doğu Karadeniz Kıyı Alanlarında Planlanan Yatırımlar Ve Trabzon Örneği İrdelenmesi, http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/17265_35_31.pdf
- [26] İstanbul'un denizlerini derin deniz deşarjları kirleniyor, <http://www.gezegemimiz.com/NewsDetail.asp?idHaber=5275&KategoriAdi=Su/Deniz/G%F61%20Kirlili%F0i>
- [27] Derin Deniz Deşarjı Tesislerinin Tasarım, İnşa Ve İşletilmesinde Karşılaşılan Sorunlar, <http://www.ilbank.gov.tr/dosyalar/uzmanliktezleri/14735.pdf>
- [28] Atıksu Ruhsat Ve Denetim Şube Müdürlüğü, <https://www.tiski.gov.tr/icerik/detay.aspx?Id=19>
- [29] Determination of the Effects and the Distribution Modeling of Tailing Discharge done by the Deep Sea Discharge System Belonging to Çayeli Bakır İşletmeleri on the Marine Ecosystem, <http://www.ktu.edu.tr/fbebalikcilik-tgdoktoraDi655>
- [30] Coastal/deep ocean interactions in the Black Sea and their ecological/environmental impacts, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924796395000305>
- [31] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924796395000305>
- [32] Water Discharges into the Bulgarian Black Sea, http://www.osmgp.gov.ar/symposium2011/Papers/78_Dineva.pdf
- [33] Effects Of The Odour From Wastewater Treatment Plants On Resident's Living Comfort And Property Values: Case Of Narlıdere-İzmir <http://openaccess.iyte.edu.tr/bitstream/handle/11147/6959/T001776.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [34] Karadeniz kenarındaki yerleşimlerde atıksu ve yüzme suları- Wastewater and bathing waters in settlements on the Black Sea coast
- [35] The Black Sea, https://www.researchgate.net/publication/256807349_The_Black_Sea
- [36] Water related environmental problems at Sinop peninsula in the Black Sea, Turkey http://www.coastlearn.org/water_quality_management/case-studies/sinop.pdf
- [37] ISWIM: Bathing Water Quality Monitoring In The Black Sea, <http://marine.copernicus.eu/wp-content/uploads/use-cases/iswim-bathing-water-quality-monitoring-black-sea-1.4.pdf>
- [38] <https://europepmc.org/backend/ptpmcrender.fcgi?accid=PMC2218132&blobtype=pdf>
- [39] Sewage Contamination Of Coastal Bathing Waters In England And Wales' A Bacteriological And Epidemiological Study, <https://europepmc.org/backend/ptpmcrender.fcgi?accid=PMC2218132&blobtype=pdf>
- [40] Doğu Karadeniz Kıyı Alanlarında Planlanan Yatırımlar Ve Trabzon Örneği İrdelenmesi http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/17265_35_31.pdf
- [41] Çevre Kanunu, Su Ve Atıksu Yönetimi İle İlgili Yönetmelikler, http://www.tbb.gov.tr/online/yayinlar/cevre_ve_su_kanunu/files/publication.pdf
- [42] Deniz Kirliliği Analiz Yöntemleri İlgili Uluslar Arası Sözleşmeler http://tudav.org/wp-content/uploads/2018/04/deniz_kirliligi.pdf
- [43] Ordu'da Kıyı Alanı Kullanımı ve Denizel Ekosisteme Etkileri, <https://dergipark.org.tr/download/article-file/405922>
- [44] Kanalizasyon Hatları Yapım İşleri, http://www.dsi.gov.tr/docs/proje-teknik-%C5%9Fartnameler/kanalizasyon-hatlar%C4%B1-yap%C4%B1m-i%C5%9Fleri-teknik-%C5%9Fartnamesi_r00_20061110.pdf?sfvrsn=2
- [45] Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Yüzme Suyu Takip Sistemi, <https://yuzme.saglik.gov.tr/>
- [46] Çimenli-Salacak arası deniz suyu kalitesinin iyi olmadığı bilgisi verilmiştir.16082019
- [47] "İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik" olarak 06/07/2019 tarihli 30823 sayılı Resmi Gazete"
- [48] <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Duyuru/171/Icme-Suyu-Aritiminda-Yeni-Donem-Basladi>
- [49] "Biyolojik İzleme Tebliği" 21 Haziran 2019 tarih ve 30808 sayılı Resmi Gazete" <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Duyuru/169/Biyolojik-Izleme-Tebliги-Yayimlandi>
- [50] Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018), http://tarim.kalkinma.gov.tr/wp-content/uploads/2014/12/Su_Kaynaklari_Yonetimi_ve_Guvenligi_oik.pdf
- [51] Yazılı Soru Önergesi, <https://www2.tbmm.gov.tr/d24/7/7-3343c.pdf>
- [52] Doğu Karadeniz (Trabzon) kıyılarında denizel koruma alanlarının tespiti / Determination of marine protection areas on Eastern Blacksea (Trabzon) coast, <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- [53] Karadeniz'in Hırçın Dalgalarına Karşı Yüzmek İster Misiniz? – Karadeniz Plajları
- [54] <https://www.karadenizurlari.com.tr/karadeniz-plajlari/>
- [55] Deniz Kalitesi Bülteni Karadeniz, https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/den-z-kal-tes--bulten-2018_karaden-z-20180202084303.pdf
- [56] An overview of the Black Sea pollution in Turkey, <https://dergipark.org.tr/download/article-file/480276>

- [57] Land-Based Pollution on the Black Sea along the Turkish Shoreline, <https://www.omicsonline.org/open-access/landbased-pollution-on-the-black-sea-along-the-turkish-shoreline-2155-9910-1000248-99637.html>
- [58] Wastewater management strategies for the black sea coast of turkey, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0273122399001997>
- Achieving good environmental status in the Black Sea: scale mismatches in environmental management ,
- [60] <https://www.ecologyandsociety.org/.../ES-2014-6..>
- [61] Yıldız, S., Trabzon İli Ortahisar İlçesi Atıksu Ön Arıtımı ve Deşarjı, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Haziran 2019 (Danışman: Dr.-Ing. O. Üçüncü).
- [62] 2016 Trabzon Şehir Sağlık Profili, <http://www.skb.gov.tr/wp-content/uploads/2017/01/Trabzon-Sehir-Saglik-Profil.pdf>
- [63] Kent içi kanalizasyon ve altyapı teknik şartları...
- [64] Su Alma Yapısı, İçmesuyu Tesisleri, İçmesuyu Arıtma Tesisi ve Atıksu Arıtma Tesisi Teknik Şartname, <https://www.ilbank.gov.tr/index.php?Sayfa=htmlsayfa&hid=2439>
- [65] Ek-1 Kanalizasyon Sistemlerinin Etüt, Planlama Ve Projelendirilmesine İlişkin Teknik
- [66] Esaslar (52 Sayfa), <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/01/20170106-1-1.doc>
- [67] Yağmursuyu Toplama, Depolama Ve Deşarj Sistemleri Hakkında Yönetmelik, 23 Haziran 2017 Cuma, Resmi Gazete, Sayı : 30105,
- [68] <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/06/20170623-8.htm>
- [69] <https://engineering.purdue.edu/~frankenb/NU-prowd/disease.htm>
- [70] Treated Wastewater Effluent as a Source of Microbial Pollution of Surface Water Resources- Yüzeysel Su Kaynaklarının Mikrobiyal Kirliliğinin Kaynağı Olarak Artılmış Atıksu Arıtımına <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3924443/>
- [71] Atıksu Arıtma Tesislerinde Çalışan Teknik Personele İlişkin Tebliğ, Resmi Gazete, Sayı : 30782, 23 Mayıs 2019 Perşembe, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/05/20190523-21.htm>
- [72] Atıksu Arıtımı Eylem Planı (2017–2023), <https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/icerikler/AAEP%202017-23.pdf>
- [73] Kıyı Yerleşimlerine Uygun Sıvı ve Katı Atık Yönetim Stratejileri Üzerine Görüşler, https://www.academia.edu/3081501/K%C4%B1y%C4%B1Yerleşimlerine_Uygun_S%C4%B1v%C4%B1_ve_Katı_C4%B1_At%C4%B1k_Y%C3%B6netim_Stratejileri_%C3%9Czerine_G%C3%B6r%C3%BC%C5%9Fler
- [74] Trabzon İl Raporu, <http://tso.org.tr/dosyalar/Trabzon-il-raporu.pdf>
- [75] Doğu Karadeniz Bölgesi Kıyı Şeridi Deniz Deşarjında Yapısal Tasarım Ve Çevresel Etkiler: Fındıklı Deniz Deşarjı Örneği, http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/16835_49_51.pdf
- [76] Yazılı Soru Önergesi, <https://www2.tbmm.gov.tr/d24/7/7-20235sgc.pdf>
- [77] Deniz Suyu Kalitesi İzleme Bilgi Sistemi, <https://polen.itu.edu.tr/bitstream/11527/8893/1/2100.pdf>
- [78] Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ÇED Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi için Teknik Yardım Projesi, Aralık 2017
- [79] Marine Outfall Applications on the Turkish Coast of the Black Sea
- [80] <https://iwaponline.com/wst/article-abstract/25/9/203/24462>
- [81] Su ile İlişkili Salgınlarda Çevre sağlığı Yaklaşımı ve Yapılması Gerekenler, <https://slideplayer.biz.tr/slide/2391446/>
- [82] Atıksuların Kanalizasyon Şebekesi Deşarj Yönetmeliği, https://www.izmir.bel.tr/YuklenenDosyalar/Dokumanlar/23.12.2013%2014_27_13_kanalDesarj.pdf
- [83] Çevre Mühendislerinin Halk Sağlığı Hizmetlerinde Üstlenebileceği Görevler Sağlık Mühendisliği - Çevre Mühendisliği İlişkisi, <http://www.suvecevre.com/edergi/19/114/files/assets/common/downloads/publication.pdf>
- [84] Trabzon şehri Su Yapıları ve Su Kalitesi Kontrolü, Doğu Karadeniz Bölgesinde Su Yapılarının Kontrolü, <http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/12852.pdf>
- [85] Deniz Kalitesi Bülteni Karadeniz, https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/den-z-kal-tes--bulten--2018_karaden-z-20180202084303.pdf
- [86] Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tabloları, Tablo 1: Kıtaçığı Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2004/12/Su%20Kirliligi%C4%9Fi%20ekleri.htm>
- [87] Karadeniz'de artan deniz suyu ısısı, şiddetli yağışları tetikliyor, <https://www.cnnurk.com/turkiye/karadenizde-artan-deniz-suyu-isisi-siddetli-yagislari-tetikliyor>
- [88] Atıksu Arıtımı Eylem Planı (2008–2012), https://www.bebka.org.tr/admin/datas/sayfas/files/C%C2%87evre_Orman_Bakanligi_Ati%C2%84ksu_Aritmi_Eylem_Plani%C2%84_2008-2012.pdf
- [89] Karadeniz Bölgesinde Su Kirliliğine Sebep Olan Faktörlerin Belirlenmesi Ve Su Ürünlerine Etkilerinin Araştırılması, <https://docplayer.biz.tr/18951464-Karadeniz-bolgesinde-su-kirliligine-sebep-olan-faktorlerin-belirlenmesi-ve-su-urunlerine-etkilerinin-arastirilmasi.html>
- [90] Su Ve Sağlık, https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/cevre-sagligi/1-su-guvenligi/Kitaplar/Yuzme_Sulari_Rehber_Kitabi.pdf
- [91] <https://www2.tbmm.gov.tr/d24/7/7-20235sgc.pdf>
- [92] Ardali, Y., Turan G., Beyazıt, N., Akbal, F., Kuleyin, A., Ayeri, T. Özen, H., ve Atay, Ş. (2016, Aralık). Karadeniz'de evsel atıksu derin deniz deşarjı noktalarında ötrofikasyon etkisinin

değerlendirilmesi. I. Ulusal Denizlerde İzleme ve Değerlendirme Sempozyumu'nda sunuldu, Ankara.

- [93] Ondokuz Mayıs Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü. (2016). Derin Deniz Deşarjı (DDD) Tasarım Kriterlerinin Belirlenmesi Projesi final raporu, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2-11.
- [94] Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries, https://www.pseau.org/outils/ouvrages/earthscan_ltd_domestic_wastewater_treatment_in_developing_countries_2003.pdf
- [95] Dolgu sahalarının oluşturduğu deniz kirliliği çok önemlidir.
- [96] <https://www.oecd.org/env/country-reviews/42198785.pdf>
- [97] İlimizdeki Deniz Kirliliği İle İlgili TMMOB İl Koordinasyon Kurulu Basın Açıklaması, http://www1.mmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=43948&tipi=3&sube=13#.XUX5Q-gzbIU
- [98] Doğu Karadeniz Bölgesel Gelişme Planı (DOKAP) Nihai Rapor,
- [99] https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/texte_37_2013_modernisierungsstrategie_wasserwirtschaft_kirschbaum_0.pdf
- [100] https://www.sfv-fsp.ch/fileadmin/user_upload/Herausforderungen/Regenbogenforelle/Knutti_Andreas_BAFU_RBF.pdf
- [101] <https://www.google.com/search?q=abwasserreinigungsanlage+und+Schwarzmeer&tbm=isch&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwiA5JGp4-TjAhWhxMQBHWyWCIUQsAR6BAGJEA&biw=1517&bih=730&dpr=0.9#imgrc=d83jK374RoWtmM:>
- [102] Çevre ve Orman Bakanlığında, Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/03/20100320-7.htm>