T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÜNEŞ ENERJİSİYLE ÇALIŞAN ALTERNATİF BİYODİSK ARITMA UYGULAMALARI (MARDİN / SAVUR / SÜRGÜCÜ BİYODİSK ARITMA TESİSİ)

Mehmet GEZİCİ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2017

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÜNEŞ ENERJİSİYLE ÇALIŞAN ALTERNATİF BİYODİSK ARITMA UYGULAMALARI (MARDİN / SAVUR / SÜRGÜCÜ BİYODİSK ARITMA TESİSİ)

Mehmet GEZİCİ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2017

Yrd.Doç.Dr. Mustafa ASLAN danışmanlığında Mehmet GEZİCİ'in hazırladığı **Güneş Enerjisiyle Çalışan Alternatif Biyodisk Arıtma Uygulamaları (Mardin / Savur / Sürgücü Biyodisk Arıtma Tesisi)** konulu bu çalışma 11 / 04 / 2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Mustafa ASLAN .....

Üye : Yrd.Doç.Dr. M. Fatih DİLEKOĞLU .....

Üye : Yrd. Doç. Dr. Harun TÜRKMENLER .....

Bu Tezin Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüzün Kurullarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Prof. Dr. Halil Murat ALĞIN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, tablo, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
SİMGELER DİZİNİ vi
1. GİRİŞ 1
1.1. Genel Bilgiler 1
1.2. Küçük Atıksu Arıtma Sistemleri 3
1.2.1. Genel özellikleri ve problemleri 3
1.2.2. Yasal mevzuatları 4
1.2.3. Maliyetleri 5
1.2.4. Kısıtlı işletme ve bakım olanakları 5
1.2.5. Debi ve atıksu karakteri 6
1.3. Biyodisk Prosesleri 7
1.3.1. Biyodisklerin genel özellikleri ve çalışma prensibi 7
1.3.2. Biyofilmin oluşumu 9
1.3.3. Biyofilmin ayrılması 10
1.3.4. Biyodisklerin tasarım kriterleri 11
1.3.5. Biyodisk sisteminin avantajları ve dezavantajları 13
1.3.6. Biyodisk atıksu arıtma sistemin diğer sistemlerle kıyaslanması 15
1.3.7. Biyodisk sisteminine ait güneş enerjisi 17
1.3.7.1. Enerji maliyeti 17
1.3.8. Türkiye'de güneş enerjisi ve sürgücü biyodisk güneş panelleri 22
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 25
3. MATERYAL ve YÖNTEM 28
3.1. Biyodisk Arıtma Sisteminin Tanımlanması 28
3.2. Biyodisk Tesis Üniteleri 31
3.3. Biyodisk Arıtma Tesisi Atıksu Özellikleri (Atıksu Karakterizasyonu) 40
3.3.1. Analizlerde kullanılan metodlar 43
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 44
4.1. Sistem Performans Verileri 44
4.2. Arıtılmış Atıksuyun Sulamada Kullanımı 50
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 53
KAYNAKLAR 54
ÖZGEÇMİŞ 55
EKLER 57

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

GÜNEŞ ENERJİSİYLE ÇALIŞAN ALTERNATİF BİYODİSK ARITMA UYGULAMALARI (MARDİN/SAVUR/SÜRGÜCÜ BİYODİSK ATIKSU ARITMA TESİSİ)

Mehmet GEZİCİ

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mustafa ASLAN
Yıl: 2017, Sayfa: 60

Bu çalışma, küçük yerleşim yerleri için ülkemizde uygulanan yasal mevzuatlar çerçevesinde atıksuların alıcı ortama verilmesi için ulaşılması gereken deşarj standartlarını sağlayabilecek alternatif arıtma yöntemlerini araştırmak olacaktır. Çevre problemlerinden biri olan günlük ihtiyaçlarımızı karşılamamız sonucunda oluşması kaçınılmaz atıksular için; gerek bölgenin topoğrafik yapısından, gerekse teknolojik uygulamaların yüksek maliyetinden kaynaklı alternatif artıma yöntemlerine gerek duyulmaktadır. Bu nedenle, yapılan araştırmada alternatif arıtma yöntemleri hakkında çalışma yapılmıştır ve en uygun arıtım yöntemlerinden biri olan biyodisk yöntemi tercih edilmiştir. Ayrıca entegre edilen güneş panelleri sayesinde enerji maliyetini de minimize etmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: evsel atıksu, biyodisk ile atıksu arıtma, güneş paneli, yenilenebilir enerji

ABSTRACT

MSc Thesis

ALTERNATIVE BIODISK WORKING WITH SOLAR ENERGY TREATMENT APPLICATIONS (MARDİN/SAVUR/SÜRGÜCÜ BIODISK WASTEWATER TREATMENT PLANT)

Mehmet GEZİCİ

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Environmental Engineering Department

Supervisor: Assist. Prof. Dr.Mustafa ASLAN
Year: 2017, Page:60

This study, of wastewater in accordance with the legal regulations that apply to small residential areas in our country that can provide discharge standards to be achieved to be given to the receiving environment will be to explore alternative treatment methods. The result is one of the environmental problems we meet our daily needs for wastewater inevitable; should the topography of the region, as well as technological applications need to process-induced increment of the high cost alternative is needed. Therefore, studies have been done on alternative treatment methods in the research and the biodisk method, which is one of the most suitable treatment methods, has been preferred. It also minimizes energy costs thanks to integrated solar panels.

KEY WORDS: domestic wastewater, wastewater treatment biodisk, solar panel, renewable energy

TEŞEKKÜR

Tez konusunun seçiminde, araştırmasında ve çalışmamda; yardımlarını ve bütün çalışmalarımın her aşamalarında desteklerini ve bilgi birikimlerini esirgemeyen danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Mustafa ASLAN'a ve Prof. Dr. Sinan UYANIK hocama, Mardin Büyükşehir Belediyesi Proje Birimi çalışanları İnşaat Mühendisi Cengiz DEMİR ve Makine Mühendisi Yeliz AY'a, PlanetTEK firması kurucusu Hürriyet Necdet AYDOĞAN'a, Çevre Mühendisi meslektaşım Yavuz ATACAN'a, ve hayatım boyunca maddi manevi hiçbir desteğini esirgemeyen ve her zaman arkamda olan aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Dönen biyodiskler……..…….....……..... 8
Şekil 1.2. Atıksu arıtma tesisine ait elektrik sayacı……...…….……..……. 19
Şekil 1.3. Enerji tasarrufu grafiği……...……..……..... 21
Şekil 1.4. Türkiye güneş radyasyon değerleri…….… 22
Şekil 1.5. Panellerin çalışma prensibi……..... 23
Şekil 1.6. Sürgücü çatı tipi güneş panelleri……..……... 24
Şekil 3.1. Biyodisk akım şeması……..……..... 29
Şekil.3.2. Dönen biyodisk atrıksu arıtma tesisinin kesiti……..... 29
Şekil 3.3. Kaba ve ince ızgaralar……...……..... 31
Şekil 3.4. Kum ve yağ tutucular……...……..……..... 32
Şekil 3.5. Ön çöktürme tankları……...……..... 33
Şekil 3.6. Dengeleme havuzu……...……..... 34
Şekil 3.7. Dönen biyodisk üniteleri……...……..... 35
Şekil 3.8. Lamella seperatörleri……...……..... 36
Şekil 3.9. Belt pres ünitesi……...……..... 37
Şekil 3.10. Scada sistemi ve kontrol panosu……..... 40
Şekil 3.11. Deşarj noktası (Bağlıca Çayı)…….…… 42
Şekil 4.1. 5 aylık KOI çıkış suyu analizi…….....…… 48
Şekil 4.2. 5 aylık BOI çıkış suyu analizi……...……..….. 48
Şekil 4.3. 5 aylık AKM çıkış suyu analizi……...…… 49
Şekil 4.4. 5 aylık pH çıkış suyu analizi……..... 49
Şekil 4.5. Arıtma tesisinin 5 aylık verimi (%)……..……..……..... 50
Şekil 4.6. Sulama amaçlı kullanım suyu tasarrufu……..……..... 52

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. SKKY tablo 21.2 evsel nitelikli atıksuların alıcı ortama ortama deşarj standartlar…… 4
Çizelge 1.2. Kentsel - evsel nitelikli atıksular için numune alma sıklığı……..….. 5
Çizelge 1.3. Tek aileli konuttan kaynaklanan atıksu debisi……..... 6
Çizelge 1.4. Günlük insan dışkısının tipik değerleri ……..……..…..... 7
Çizelge 1.5. Özel konutlardan kaynaklanan atıksu karakteri ve debi değerleri ……...… 7
Çizelge 1.6. Dönen biyodisk için çeşitli tasarım kriterleri…….……..... 12
Çizelge 1.7. Dönen biyodisk modelleri……..... 13
Çizelge 1.8. Dönen biyodisk atıksu arıtma sistemi ve diğer sistemlerin kıyaslanması…….… 16
Çizelge 1.9. Enerji maliyet çizelgesi……...……...… 18
Çizelge 1.10. Sürgücü AAT 2016 yılı atıksu debileri ve elektrik maliyetleri……..……. 20
Çizelge 2.1. Biyodisk metodu ile yapılan atıksu arıtma tesisleri……..…… 26
Çizelge 2.2. Biyodisk metodu ile daha önce yapılan bazı atıksu arıtma tesislerinin analiz sonuçlar…….....……. 27
Çizelge 3.1. Oluşan çamur özet çizelgesi…….…….….... 38
Çizelge 3.2. Atıksu arıtma tesisi ünite boyutları…….…… 39
Çizelge 3.3. Atıksu arıtma tesisinin boyutlandırılmasında kullanılan debi ve kirlilik yükleri…… 41
Çizelge 3.4. Mardin ili savur ilçesi sürgücü mahallesi nüfus değerleri (TÜİK 2014)…….... 43
Çizelge 3.5. Analiz metodları…….……..……...… 43
Çizelge 4.1. Sürgücü atıksu arıtma tesisi atıksu giriş değerleri……..……..... 44
Çizelge 4.2. Sürgücü atıksu arıtma tesisi atıksu çıkış değerleri……..... 44
Çizelge 4.3. Analiz-1 çıkış değerleri karşılaştırması (01.07.2016)…….……..... 45
Çizelge 4.4. Analiz-2 çıkış değerleri karşılaştırması (05.08.2016)…….…… 45
Çizelge 4.5. Analiz-3 çıkış değerleri karşılaştırması (14.09.2016)…….……...…... 46
Çizelge 4.6. Analiz-4 çıkış değerleri karşılaştırması (12.10.2016)……..……..... 46
Çizelge 4.7. Analiz-5 çıkış değerleri karşılaştırması (14.11.2016)……...…... 47
Çizelge 4.8. Sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan kriterler…….....…. 51
Çizelge 4.9. Çıkış suyunun sulamada kullanımı analiz çizelgesi……..……...…...…. 51

SİMGELER DİZİNİ

AKM	Askıda Katı Madde
BOI	Biyolojik Oksiyej İhtiyacı
dB	Desibel
DBD	Dönen Biyodisk
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
GW	Gigawatt
KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
kW	Kilowatt
L	Litre
MW	Megawatt
MWe	Megawatt Elektrik Gücü
N	Azot
NH3	Amonyak
NO3	Nitrat
NO2	Nitrit
P	Fosfor
PE	Polietilen
pH	Power of Hydrogen (hidrojenin gücü)
PP	Polipropilen
ppm	Parts per million (milyonda bir birim)
RG	Resmi Gazete
Sa	Saat
Q	Debi

1. GİRİŞ

1.1. Genel Bilgiler

Doğal kaynaklarımızın korunması için en değerli unsur olan suyu koruyabilmek insanoğlunun en temel görevlerinden biri olmasıyla birlikte, kirletilmiş bir suyu arıtarak tekrar kullanılabilir duruma getirmekte başlıca görevlerimiz altında yer almaktadır.

Yeraltı ve yerüstü su kaynakları çeşitli kullanımlar sonucunda fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin bir kısmını veya tamamını yitirmeleri sonucu meydana gelen sulara atıksu denilmektedir. Atıksuyun bir kısmına veya tamamına kullanılabilirlik özelliğini kazandırabilmek ve boşaltıldıkları alıcı ortamın doğal fiziksel, kimyasal, biyolojik ve ekolojik özelliklerini değiştirmeyecek hale getirebilmek için uygulanan fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma işlemlerinin birine veya birkaçına ise atıksu arıtma tesisleri adı verilmektedir. Atıksuyun niteliğine göre kullanılan arıtma prosesleri de farklılık göstermektedir. Atıksu içerisinde bulunan çözünmüş organik maddelerin bakteriyolojik faaliyetler sonucu giderilmesi için biyolojik arıtma tesisi, atıksu içerisinde çözünmüş veya askıda bulunan ve yerçekimi etkisi ile çökelmeyen maddelerin çökeltilerek sudan uzaklaştırılması için kimyasal atıksu arıtma tesisi, suyun içerisinde bulunan ve kendiliğinden çökebilen katı maddelerin atıksudan uzaklaştırılması için fiziksel atıksu arıtma tesisi tercih edilmektedir. Bu prosesler ayrı ayrı kullanılabileceği gibi birbiri ardına gelecek şekilde de kullanılarak arıtma tesisi kurulabilir.

Ülkemizde az nüfuslu yerleşim yerlerinde meydana gelen evsel nitelikli atıksuların deşarj limitleri için nüfusun 84 kişi ve üzerinde olduğu durumlarda, "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde belirtilen deşarj kriterlerine, nüfusun 2000'in üzerinde olduğu yerleşim yerlerinde ise "Kentsel Atıksuların Arıtılması Yönetmeliği'nde belirtilen deşarj limitlerine uyulması talep edilmektedir (Anonim, 2003). Kırsal alanlarda genellikle küçük ölçekli yerleşim yeri olarak tanımlanabilir.

Bu alanlarda genellikle tarım ve hayvancılık bölgenin temel geçim kaynağı olarak gösterilmektedir. Meydana gelen atıksular bölgedeki su kaynaklarını ve toprağı ciddi bir şekilde kirletmektedir. Küçük yerleşim yerleri genelde kırsal alanlarda yoğun olduğundan bölgelerin topoğrafik yapısı, yol-su-elektrik gibi temel ihtiyaçların geç karşılanması ve teknolojiye uzak olmasından dolayı yüksek maliyetli arıtma yöntemleri tercih edilmemektedir.

Yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı ülkemizde az nüfuslu köy, bucak, mezra vb. yerleşim yerlerinde çevre problemlerinden biri olan atıksular küçük ölçekli olup ekosistemimize ciddi zararlar vermektedir. Atıksuları arıtmak maliyetli bir iş olduğu için biyodisk arıtmalar, paket arıtmalar vb gibi arıtma metodları uygulanması daha uygundur. Özellikle biyodisklerin verimli çalışması, az yer kaplaması, taşınabilmesi, yenilenebilir enerji olan güneş panellerinin entegre edilmesi ve kolay işletilebilirliği sayesinde tercih edilen bir arıtma metodu olarak karşımıza çıkmaktadır.

1900'lü yılların başında Almanya'da ilk uygulamaları yapılan Dönen Biyodiskler (DBD), kullanılan materyallerin uygun olmaması nedeniyle mekanik başarısızlıklara uğramış ve sadece kitaplarda yer alan teorik bir bilgi olarak kalmıştır. DOW Chemical firmasının 1950'lerde Polietilen ve Polipropileni buluşunu takiben, DBD'de kullanılan diskler PE ve PP'den imal edilmeye başlanmıştır. DBD'nin, ilk ticari uygulaması 1960 yılında Almanya'da olmuştur. Başarılı uygulamaları takiben Avrupa'da kısa sürede binlerce biyodisk ünitesi kullanılmaya başlanmıştır. ABD'de ilk ticari uygulama 1969 yılında bir peynir fabrikasında gerçekleştirilmiştir. Bugün dünyada SIEMENS – USFILTER ve VEOLIA dâhil 30'un üzerinde büyük imalatçı bulunmaktadır (Anonim, 2004).

Biyodisklerle ilgili Türkiye ise ilk uygulamanın 1982 yılında ENKA İnşaat tarafından yapıldığı bilinmektedir. ENKA'yı finansal açıdan tatmin etmeyen bu faaliyet, 1 yılda 20'den fazla başarılı projeye rağmen devam ettirilmemiştir.

Sonuç olarak, havalandırmalı biyolojik arıtma biliminde;

1. Nesil; Aktif Çamur
2. Nesil; Damlatmalı Filtre
3. Nesil; Dönen Biyolojik Disk'tir (Anonim, 2004).

DBD ile yapılan çalışma; küçük ölçekli yerleşim yerlerinde yukarda belirtilen olumsuzluklar karşısında ülkemizde uygulanan yasal mevzuatlar çerçevesinde atıksuların alıcı ortama verilmesi için ulaşılması gereken deşarj standartlarını sağlayabilen alternatif arıtma yöntemlerini üzerine yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda sistemin verimi, işletim kolaylığı ve enerji kullanımı bakımından Dönen Biyodisk metodu tercih edilmiştir. Ayrıca atıksu arıtma tesislerinin yapımı maliyetli olduğu gibi işletimi de oldukça güç ve maliyetlidir. Yenilenebilir enerji kaynağı olan çatı tipi güneş panelleri sayesinde biyodisk atıksu arıtma tesisine çok kolay entegre edilebilmekte ve sistemde gerekli olan tüm enerjiyi karşılayabilmektedir.

1.2. Küçük Atıksu Arıtma Sistemleri

1.2.1. Genel özellikleri ve problemleri

Küçük Atıksu Arıtma Tesisleri de diğer büyük atıksu arıtma tesisleri gibi aynı çalışma prensibine sahip olup temel amaç atıksuyu en verimli ve kısa sürede arıtmaktır. Sistemin genel özellikleri;

- Büyük tesislere oranla maliyeti düşüktür,
- İnşaat süresi kısa vadelidir,
- Portatif özelliklerden dolayı rahatlıkla taşınabilmektedir,
- Debiye göre tanklar ilave edilip, çıkartılabilir,
- Kapladığı alan azdır,
- Çalışan eleman sayısı azdır,
- Harcadığı enerji ve işletme giderleri daha düşüktür,
- Bakım ve onarımı daha kolay ve ulaşılabilirdir.

Düşük nüfuslu yerleşim yerleri kırsal alanlarda yoğun olduğu için meydana getirdikleri atıksuları merkezi bir noktada toplamak ve arıtmak finansal, teknik ve stratejik problemler meydana getirmektedir. Bu tür durumlarda küçük yerleşim yerleri için karşılaşılan temel problemler,

• Sıkı deşarj standartları,
• Alıcı ortamın kullanılabilir arazi vasfında olması (Tarla, bağ, bahçe vb)
• Yerleşim yerlerinin birbirine uzak olması
• Düşük nüfus yüksek maliyetli sistem
• Kısıtlı yatırım, işletme ve bakım bütçesi olarak özetlenebilir (Demir, 2015).

Bunun önüne geçmek için ‘’Küçük Yerleşim Yerleri İçin Alternatif Arıtım Yöntemleri ‘’ tercih edilmiştir.

1.2.2. Yasal mevzuatları

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği kapsamında 31.12.2004 tarih ve 25687 sayı ile yürürlüğe giren yönetmelik çevreyi korumak amacıyla uygulanmış olup hem büyük hem de küçük arıtma sistemleri için aynı deşarj değerleri kriterlerini belirlemektedir. Atıksu arıtma tesisinin arıtımı sonucu sağlaması gereken asgari standartlar Çizelge 1.1.’de verilmiştir.

Çizelge 1.1. SKKY tablo 21.2 evsel nitelikli atıksuların alıcı ortama deşarj standartlar

Parametre	Birim	Kompozit Numune 2 Saatlik	Kompozit Numune 24 Saatlik
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI_5)	(mg/L)	50	45
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	(mg/L)	160	110
Askıda Katı Madde (AKM)	(mg/L)	60	30
pH	-	6-9	6-9

Numune Alma Sıklığı

Arıtılmış evsel nitelikli atıksuların izlenme periyodu Çizelge 1.2.'de verilmiştir**.**

Çizelge 1.2. Kentsel - evsel nitelikli atıksular için numune alma sıklığı

Kentsel-Evsel debi E.N.(Eşdeğer Nüfus)	Kentsel Evsel atıksular için iç izlemeye esas numune alma sıklığı	İl Çevre ve Orman Müdürlüğü tarafından denetime esas asgari numune alma sıklığı
2 000 - 9 999	Ayda bir ***	Yılda bir
10 000 – 49 999	Ayda bir	Üç Ayda bir
50 000 – 99 999	15 günde bir	İki Ayda bir
≥ 100 000	Haftada iki	Ayda bir

***-Eğer ilk yıl boyunca deşarj standartlarına uyulduğu gösterilebilirse, izleyen yıllarda dört örnek; eğer dört örnekten birisi deşarj standartlarına uymazsa, takip eden yıl içinde 12 örnek alınmalıdır.

Sonuç olarak küçük sistemler de yüksek bir arıtım veriminde işletilmesi için belli aralıklarla numuneler alınıp deşarj kriterlerini sağlaması gerekmektedir.

1.2.3. Maliyetleri

Klasik arıtma sistemleri büyük boyutlu olması ve inşaat maliyetinden dolayı, küçük yerleşim yerleri için ekonomik olmayabilir. Örneğin 1 000 kişilik nüfusta kişi başına düşen maliyet, 100 000 kişilik nüfusta kişi başına düşen maliyetten 2 ila 4 katı daha fazladır (Demir, 2015).

Biyodiskler yüksek maliyetleri minimize etmek için tercih edilen en uygun metod olarak karşımıza çıkmaktadır.

1.2.4. Kısıtlı işletme ve bakım olanakları

Küçük yerleşim bölgelerinde çoğu kez arıtma sistemlerinin işletilmesi için gerekli olan ekonomik kaynak ve teknoloji kısıtlıdır. Problem genellikle tasarım, yetersiz danışmanlık hizmeti, proje yönetimi, hesaplama, ücretlendirme, işletme ve bakımdan kaynaklanmaktadır. Arıtmanın sistem bütünlüğü dâhilinde

tamamlanabilmesi için bu problemleri aşmak gerekir. Tam oturmamış bölgelerde, bu tip sosyal problemler çözümsüz kalabilir. Bu bölgeler için farklı özel çözümler üretmek gerekmektedir.

Biyodisklerin işletim kolaylığı ve entegre edilebilen güneş panelleri sayesinde sürdürülebilirliği sağlanmakta ve işletimi diğer atıksu arıtma tesislerine oranla daha uzun yıllar devam etmektedir.

1.2.5. Debi ve atıksu karakteri

Küçük sistemlerde atıksular genelde tek bir noktadan verilmektedir. Bu yüzden kontrol edebilmek ve debisini ölçmek diğer tesislere oranla daha kolaydır. Böylece, tahmin edilen atıksu debi ve karakterini bilmek etkili tasarım çalışması daha kolaylık sağlamaktadır.

Ortalama atıksu debisi genellikle 150 - 300 L/kişi.gün olarak verilir. Ancak bu tipik değerler büyük yerleşim bölgelerinde ticari ve endüstriyel tesislerinden katılım ve sızıntı suyu girdilerinden dolayı beklenenden daha yüksektir. Çeşitli yerleşimler için kişi başına tahmin edilen debiler Çizelge 1.3.'de verilmektedir (Metcalf, 1991).

Çizelge 1.3. Tek aileli konuttan kaynaklanan atıksu debisi

	Debi, L/kişi.gün	
	Aralık	**Tipik**
Müstakil ev		
- Düşük gelir	150 - 210	170
- Orta gelir	150 - 300	210
- Yüksek gelir	190 - 380	250
Apartman ve ortak apartman	130 - 210	150

Çizelge 1.4.'de günde kişi başına deşarj edilen dışkı ve idrar miktarları verilmektedir (İleri, 2000). Özel konutlardan kaynaklanan tipik atıksu karakteri Çizelge 1.5.'de verilmektedir (İleri, 2000).

Çizelge 1.4. Günlük insan dışkısının tipik değerleri

Kirletici	Birim	Değer	
		Aralık	Tipik
Dışkı	g/kişi.gün	100 - 140	120
İdrar	L/kişi.gün	0.8 - 1.3	1.1

Çizelge 1.5. Özel konutlardan kaynaklanan atıksu karakteri ve debi değerleri (İleri, 2000).

Kirlilik	Debi, g/kişi.gün	Değer		
		Birim	Aralık[2]	Tipik[3]
BOI_5	81.7	mg/l	216 - 540	392
AKM[1]	90	mg/l	240 - 600	436
NH_3, N olarak	3.2	mg/l	7 - 20	14
Org.N, N olarak	9	mg/l	24 - 60	43
TKN, N olarak	12.2	mg/l	31 - 80	57
Org.P, P olarak	1.4	mg/l	4 - 10	7
İnorg.P, P olarak	2.7	mg/l	6 - 17	12
Gres		mg/l	45 - 100	70
Toplam Koliform		Sayı/100mL	10^7 - 10^{10}	108
Sıcaklık		^oC	27 - 47	38
pH			5 - 8	7.2

[1]Mutfak atıkları hariç, Mutfak atıklarının dahil olması durumunda, BOI_5= 99 g/kişi.gün, AKM= 117 g/kişi.gündür. Nütrient değerleri aynı kalır.
[2] 380 - 150 L/kişi.gün'e göre değerler
[3] 210 L/kişi.gün'e göre değerler

1.3. Biyodisk Prosesleri

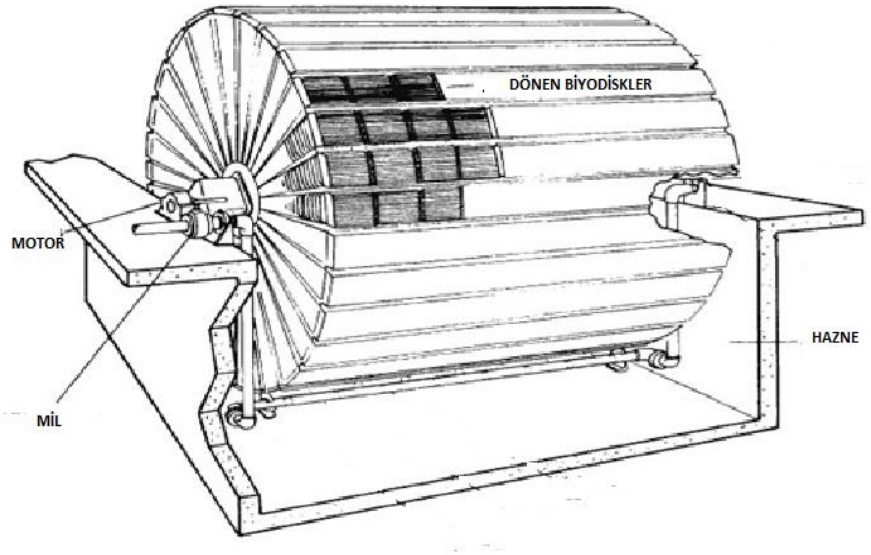
1.3.1. Biyodisklerin genel özellikleri ve çalışma prensibi

Dünya genelinde ve Türkiye'de üretilen biyodiskler genel itibariyle aynı özellikler taşımakta olup bazı noktalarda kullanılan malzemelerin cinsi ve ebatları farklılık gösterebilmektedir. Aşağıda biyodisklerle ilgili genel özellikle verilmiştir.

- Biyodisk ünitelerinin gövdesi CTP(Cam Takviyeli Plastik) – FİBER'dir.
- Hava koşulları ya da atıksu ortamından zarar görmezler.

- Diskler YYPP(Yüksek Yoğunlukta Polipropilen) malzemeden üretilmektedir.
- Diskler arasında kullanılan plastik tekerler korozyondan etkilenmemektedir.
- Fiber gövdeyi taşıyan çelik konstrüksiyon epoksi boyalı St37 den imal edilmektedir.
- Motor redüktörün hızının ayarlanabilmesi, redüktörün ani durmalardan ve kalkışlardan olumsuz etkilenerek milin ömrünü kısaltmaması için kontrol panosuna yerleştirilen bir motor sürücü bulunmaktadır.
- ABD ve Avrupa Standartları gereğince makinanın durması halinde sesli ve ışıklı bir uyarı düzeneği bulunmaktadır.
- Çok düşük gürültü seviyesinde çalışırlar (< 60 db)
- Koku problemi yok denilebilecek seviyededir.
- Alan ihtiyacı çok azdır.

Biyodiskler az enerji harcayan, az yer kaplayan ve diğer arıtma tesislerine oranla gürültü ve koku problemi en az olan bir metottur. Sistemin en büyük avantajlarından biri portatif olmasıdır. Sistemin ömrü dolduğu zaman çok rahatlıkla başka bir noktaya götürülebilmekte ve kullanılan malzemeden dolayı geri dönüşüme verilebilmektedir. Ayrıca sistemdeki diskler sayesinde kişi sayısına bağlı olarak azaltılıp arttırılabilmektedir.



Şekil 1.1. Dönen biyodiskler

Şekil 1.1. de görüldüğü gibi Dönen biyolojik disk reaktörleri; fiber, polietilen, betonarme ya da çelik malzemeden imal edilmiş haznelerde yer alan, çelikten imal edilmiş yatay bir mil üzerine monte edilmiş, geniş yüzey alanına sahip, korozyona dayanıklı disklerden oluşmaktadır. Bir mile bağlı, % 40'ı atıksu içinde dönen, korozyondan etkilenmeyen disklerin yüzeyinde oluşan bakteriler (biyolojik çamur), faaliyetlerini sürdürmek için gereken oksijeni doğal yöntemle, dönerek, havadan almaktadır (Metcalf, 1991). Disklerin yüzeyinde oluşan biyofilm içerisindeki organizmaların (bakteriler) organik maddeyi ayrıştırması için enerji sarfiyatı düşük redüktörlü bir motor kullanılarak ve bu motor aracılığıyla diskler dakikada 3 - 4 devir/dk hızla dönmesi ve disk yüzeyindeki bakteri tabakası hava ile temas ederek ve aerobik biyolojik arıtım için gereken oksijen transferini gerçekleştirmektedir (Metcalf, 1991). Biyodisk sisteminin çalışma prensibi olan diskler çalıştıkça biyofilm tabakası kalınlaşıp arıtıma verimini artırmaktadır. Fazla biyofilm tabakası sistemde ağırlaştıkça kendiliğinden düşerek sistemden uzaklaştırılmaktadır.

1.3.2. Biyofilm oluşumu

Biyofilm prosesler Floklar ve biyofilmler gibi mikrobiyal hücre toplulukları biyoteknolojide çok önemlidir. Bunlar, süspanse tek hücreli sistemlere göre sedimantasyon veya filtrasyon işlemiyle hücre-sıvı ayırımında kolaylık sağlamaktadırlar. Flok, ortama farklı vasıtaların ilavesinden sonra yada spesifik reaktör şartları altında meydana gelen mikro koloniler ve bireysel hücrelerin bir araya geldiği topluluklardır. Bir biyofilm ya kendiliğinden meydana gelen büyük yoğun granüler olarak ya da sabit duran bir katı yüzey üzerine bağlanarak (statik biyofilmler) veya süspanse haldeki taşıyıcılar üzerinde büyüyen (partikül destekli biyofilmler) çok hücreli polimerlere yapışık hücreler ve hücreler ürünleri ile meydana gelmektedir (Nicolella ve ark., 2000).

Biyofilmin oluşması; Araştırmacılar biyofilmin başlıca 2 ana bileşenden oluştuğunu bildirmişlerdir. Bunlar; mikrobiyal hücreler ve bu mikrobiyal hücrelerin taşıyıcı yüzeylere bağlanmasına yardımcı metabolizma ürünleri (özellikle dış polimerler) dir. Yapılan çalışmalar, dış polimerlerin mikrobiyal bağlanma olayını

kolaylaştırdığını ve bu olayda anahtar bir öneme sahip olduğunu açıkça göstermektedir (Ye ve ark., 2005). Biyokütlenin kopması ve sonuçta biyofilm oluşumu, başlıca reaktördeki partiküllerin etkileşimlerinden kaynaklanan aşınma proseslerinden kuvvetlici etkilenmektedir. Havalandırmalı biyofilm süspanse biyofilm reaktörlerinde yüzey ayrılmaz hızı, yüzey substrat yükleme hızı ve biyofilm kalınlığından bağımsız boş taşıyıcı konsantrasyonunun bir fonksiyonudur. Çünkü başlangıç safhasında boş taşıyıcı konsantrasyonu aşınma ile azalır ve bunun ardından ayrılma hızı düşer. Sonuçta biyofilm kalınlığı zamanla lineer olmayan bir şekilde artar.

Havalandırmalı süspanse biyofilm reaktörlerde standart, pürüzlü, suyu ve sevmeyen ve cam bilyeler, kum ve bazalt taneler gibi süspanse taşıyıcılar üzerinde saf ve karışık kültürlerin biyofilm oluşumunu ve aşınma etkilerini aşındırmışlardır (Gjaltema, 1997). Sonuçlar biyofilm oluşumunun, partikül çarpışmaları gibi hidrodinamik şartlar tarafından kontrol edildiğini açıkça göstermiştir. Taşıyıcının yüzey pürüzlülüğünün artması, üzerinde biyofilm oluşumunu artırmaktadır. Taşıyıcı yüzeyinin fiziko-kimyasal karakteristiği ise bu mekanizmada daha az önemlidir. Ayrıca biyofilmin morfolojisinin, substrat yükü ve uygulanan ayrılma kuvvetleriyle büyük oranda etkilendiği görülmüştür. Orta ölçüde bir organik yük ve yüksek ayrılma kuvveti pürüzsüz ve güçlü biyofilmler oluşturmasına rağmen yüksek organik yük ve düşük ayrılma kuvvetleri pürüzlü biyofilmlerin oluşmasına yol açtığı görülmüştür (Nicolella ve ark., 2000).

1.3.3. Biyofilmin ayrılması

Biyokütlenin bağlı bir mikrobiyal filmden sıvı kısma geçişine yani biyofilmin ayrılmasına, başlıca dört farklı olay sebep olmaktadır. Bunlar;

1)Biyofilmin dış yüzeyinde bulunan bakterilerin protozalar tarafından tüketilmesi (beslenme),

2) Biyofilmin daha büyük parçalarının periyodik olarak kaybı (değişme),

3) Başlıca sıvı kesme kuvveti ile biyofilmin yüzeyinden küçük partiküllerin sürekli olarak uzaklaşması (erozyon),

4) Partiküllerin çarpışması ile meydana gelen kayıp (aşınma).

Biyofilm ayrılma hızı sıvı akış hidrodinamikleri, biyofilm morfolojisi ve destek özellikleri gibi pek çok faktör tarafından etkilenmektedir. Havalandırmalı süspanse biyofilm reaktörler içerisinde, boş taşıyıcı partiküller ve biyofilm toprakları arasında ki çarpışmayla biyofilmin tam gelişmemesi durumunun meydana geldiği buna rağmen hidrodinamik şartların ve substrat yükleme hızlarının olayda küçük bir etkiye sahip olduğu görülmüştür (Gjaltema, 1997).

1.3.4. Biyodisklerin tasarım kriterleri

Disk ünitelerinin projelendirilmesinde ilk adım istenen derecede biyofilm çoğalması için gerekli yüzey alanının tahmin edilmesidir. Disklerin suya batıklık oranı %70-90 seviyelerinde olan batık bir Dönen Biyodisk dizaynı 1980 başlarında sunulmuştur. Batan rektörler için avantajlar; mil ve mil yatağı üzerindeki yüklemelerin azalması, hava çalkalanması biokütle kontrolü geliştirilmesi ve disklerin daha çok alanının kullanma kabiliyetidir. Disklerin batıklık oranı %40-50'ye göre kıyaslandığında oksijenin düşük seviyelerde dağıldığı görülmüştür (Metcalf, 1991). Biyodisklere ait tasarım kriterleri Çizelge 1.6.'da gösterilmiştir. (Altınbaş, 2012)

Çizelge 1.6. Dönen biyodisk için çeşitli tasarım kriterleri

Parametreler	Arıtma Seviyesi		
	İkinci Kademe	Birlikte Nitrifikasyon	Ayrı Nitrifikasyon
Hidrolik Yük (m^3/m^2.gün)	0.08 - 0.16	0.03 - 0.08	0.04 - 0.10
Organik Yük kgÇBOI$_5$ / m^2.gün[a] khTBOI$_5$/m^2.gün[b]	 0.004 - 0.01 0.01 - 0.017	 0.002 - 0.007 0.007 - 0.015	 0.0005– 0.0015 0.001 - 0.003
Birinci adımda max. yükleme kgÇBOI$_5$ / m^2.gün[a] kgTBOI$_5$/m^2.gün[b]	 0.02 - 0.03 0.04 - 0.06	 0.02 - 0.03 0.04 - 0.06	 - -
NH^3 yükü, kg N/m^2.gün	-	0.0007 - 0.0015	0.001 - 0.002
HidrolikKalış Süresi, (Saat)	0.7 - 1.5	1.5 - 4	1.2 - 2.9
Çıkış BOI$_5$, (mg/l)	15 - 30	7 - 15	7 - 15
Çıkış NH_3, (mg/l)	-	< 2	1 - 2

[a]ÇBOI$_5$ = Çözünmüş BOI$_5$
[b]TBOI$_5$ = Toplam BOI$_5$

Biyodiskler kişi sayısına bağlı olarak artan ya da azalan debiye göre arttırılabilir veya azaltılabilmektedir. Bu yüzden biyodisklerin MX Model ve Mini Modelleri mevcuttur. Modellere ait teknik bilgiler Çizelge 1.7.'de verilmiştir.

Çizelge 1.7. Dönen biyodisk modelleri

Model	Teknik Özellikler	Kapasite (m^3/gün)	Kullan Malzeme	Reaktör Gücü (kW)
MX Model	-YYPP(Yüksek yoğunluklu polipropilen) Diskler - 1.7 mm disk kalınlığı - 2050 mm disk çapı - Epoksi boyalı, krom kaplı mil - Galvanizli ve paslanmaz borular -Epoksi boya veya galvanizli demonte şasi	40 - 70	Polietilen ve fiber gövde	0.37 - 0.55
Mini Model	- YYPP (Yüksek yoğunluklu polipropilen) Diskler - 1,7 mm disk kalınlığı - 2050 mm disk çapı - Epoksi boyalı, krom kaplı mil - Galvanizli ve paslanmaz borular - Epoksi boya veya galvanizli demonte şasi	10 - 40	Polietilen ve fiber gövde	0.25 - 0.35

1.3.5. Biyodisk sisteminin avantajları ve dezavantajları

Avantajları

1-Mükemmel ve sürekli aynı kalitede arıtma kapasitesi: %75 - 95 arasında sağlanan arıtma sonucunda Avrupa kriterlerine göre su elde edilmektedir.

2-İşletme için eleman ve bakım gerektirmeyen (low-maintenance) teknoloji: Biyodiskler karmaşık bir yapıdan uzak, akılcı bir mühendislik ürünüdür. Disklerin yüzeyine yapışmış olan ölü biyolojik çamur kendiliğinden düşer ve sistemin ilave bir temizliğine ya da bakımına gerek kalmaz.

3-Aktif Çamur sisteminde ise fazla miktarda oluşan artık çamurun düzenli alınamaması verimliliği önemli ölçüde düşürmektedir. Bu sistemler ancak bilgili ve deneyimli işletme elemanlarının sürekli kontrol ve takibiyle düzgün çalışabilmektedir. Her türlü

sistemde olduğu gibi burada da "insan faktörü"nün ağırlıklı olması sorunların esas nedenlerinden biridir.

4-Düşük enerji ve işletme maliyeti: Aktif çamur ünitelerinde bulunan "blower"lar, kapasitelerine göre 1 – 5 kW / saat gibi bir güç gerektirmektedir. DBD (Dönen Biyolojik Disk) ünitelerinde kullanılan 0,25 kW / saat gücündeki motorlar % 80'e varan bir tasarruf sağlayabilmektedir. Bu ise, sistemin büyüklüğüne göre çok büyük işletme maliyeti tasarrufu getirmektedir.

5-Kısıtlı dar alanlara sığabilen paket tasarım: Arıtmayı sağlayan bakterilerin çoğalabileceği yüzeyin dönen disklerden ibaret olması ve küçük bir alana yüzlerce metrekarelik yüzeyin sığdırılabilmesi DBD'i kısıtlı alanın söz konusu olduğu ortamlarda da diğer sistemlere göre avantajlı hale getirmekte ve % 50'yi aşan yer tasarrufu sağlanabilmektedir.
Kapasite artırma ve azaltma özelliği: İlave modüllerin eklenebilmesi ya da mevcut modüllerin bir bölümünün çalıştırılmamasıyla kapasite değişikliği yapılabilmektedir.

6-Değişken hidrolik ve organik yüke mükemmel uyum gösterebilme özelliği: Disklerin yüzeyinde bakteri tamamen doğal olarak oluşmakta ve artan organik yüke adapte olabilmektedir.

7-Sessiz çalışması: Kullanılan ünitede 0.37 kW'lık redüktörlü bir motordan faydalanılmaktadır. Böyle bir motorun gürültü seviyesi ise neredeyse bir derin dondurucunun ses seviyesine eşittir.

8-Kokusuz olması: "Blower"la verilen hava, sistemin kendine has kokusunu dış ortama sürüklemektedir. DBD sisteminde ise bakteri kütlesi dönen diskler sayesinde hava ile direkt temas etmektedir.

9-Bulunduğu ortama estetik açıdan uyum sağlayabilen tasarım seçenekleri: Gerek turistik tesislerde gerekse toplu konut/site gibi yerleşim alanlarında, köylerde, Biyodisk

üniteleri, kompakt ve estetik yapılarıyla genel görünümü rahatsız etmeyen şekilde tasarlanabilme özelliği ile tamamen yeraltına yerleştirilebilmektedir.

Bütün bu özelliklerin, Biyodisk Atıksu Arıtma Sistemi'ni ülkemiz koşulları göz önünde bulundurulduğunda gerek yatırım maliyetleri, gerek yenilenebilir enerji kullanmı açısından, gerekse işletme maliyetleri açısından en doğru metod olduğu görülmektedir.

Dezavantajları

1- Türkiye'de çok yaygın olmadığı için diğer arıtma tesislerine oranla bazı parçaların temini sıkıntısı,

2- Kurulum aşamasında işçilikte ki bazı zorluklar,

3- Yenilenebilir enerji olan çatı tipi güneş panelleri temini ve montajındaki zorluklar,

4- Özellikle enerji teminin kesilmesi sonucu disklerde aşırı çamur birikmesi ve Mile sistemine zarar vermesi vb. etkenler dezavantaj olarak sıralanabilmektedir.

1.3.6. Biyodisk atıksu arıtma sistemin diğer sistemlerle kıyaslanması

Biyodisk atıksu arıtma tesisleri yüksek arıtım verimi, işletim kolaylığı, taşınabilirlik kolaylığı vb avantajları sayesinde diğer arıtma çeşitlerine oranla Çizelge 1.8.'de kıyas yapıldığı zaman biyodisk sisteminin daha uygulanabilir olduğu görülmektedir.

Çizelge 1.8. Dönen biyodisk atıksu arıtma sistemi ve diğer sistemlerin kıyaslanması

	BİYODİSK SİSTEMİ	AKTİF ÇAMUR SİSTEMİ	STABİLİZASYON HAVUZU
Proses	Dönen Biyodisk	Aktif Çamur	Stabilizasyon Havuzu
Çamur Geri Devri	Çamur geri devri yoktur. Stabilize edilen minimal çamur ek bir işlem yapılmaksızın gübre olarak kullanılır.	Üretilen yüksek miktarda çamur için geri devir gereklidir. Nihai çamur için susuzlaştırma sistemi gereklidir.	Dogal arıtma neticesinde olusan çamur miktarı diger atıksu arıtma yöntemlerine kıyasla çok daha azdır ve olusan çamur stabil halde oldugu için ayrıca bir çamur arıtım islemine tabi tutmaya gerek yoktur.
Çıkış Suyu Verim	% 75 - 95	% 65 – 80	% 70 – 80
Gürültü	Düşük seviye (65-70 dB)	Yüksek seviye (125 dB)	Yok
Koku	Gözardı edilebilir derece.	Çok yüksek	Çok Fazla
Köpürme	Yok	Yüksek derecede köpürme	Yok
Paslanma	Kompozit tasarımdan dolayı paslanmaz.	Çelik kullanımından dolayı paslanma.	Yok
Bakım ve Temizleme İşlemi	Bakım gerekmek kendi kendini temizleyen otomatik sistem (En Fazla 1 Kişi)	Bakım gereklidir. Çamurun mekanik ve kimyasal olarak işlemden geçirilerek tahliye edilmesi(3 Kişi)	Bakım için en az 1 kişi
Maliyet ve Verimlilik	Düşük Maliyet ve Çok yüksek verim	Yüksek Maliyet ve Az verimlilik.	Düşük Maliyet ve Çok yüksek verim
İşletme Maliyeti	Düşük (Doğal havalandırmaya sahiptir, ayrıca bir hava üfleyiciye gerek yoktur, elektromekanik parça bulunmaz, personel ihtiyacı minimumdur.)	Yüksek Bakım Maliyeti.(Hava üfleyici çok sayıda mekanik motor ve çok sayıda personel gereklidir.)	Düşük

Çizelge 1.8. **(devam)**

Enerji Tüketimi	Düşük 1-1.6 kw Sa/m^3	Yüksek 3 - 4 kw Sa/m^3	0
Parça Değişimi	Gerektirmez.	Elektromekanik parçaların yenilenmesi gerekmektedir. (Çamur ve geri dönüşüm dişlileri pompaları, dişliler vb)	Gerektirmez
Bakım	Çok düşük	Yüksek	Düşük
Gerekli Alan	Az alan kaplar.	Geniş alan gereklidir.	Çok Fazla (kisi basına alan ihtiyacı 2 – 4.5 m^2)
İnşa İmkânı	Yer üstü ve yeraltı	Yer üstünde ve sınırlı kapasite ile yeraltında	Yerüstü
Yer değiştirme	Mümkün	Sınırlı imkan.	Mümkün değil

1.3.7. Biyodisk sisteminine ait güneş enerjisi

Biyodiskler sistemde çok az enerji harcayarak çalışabildikleri için harcadıkları enerjiyi de az bir maliyet ile yenilenebilir enerjiden temin edebilmekteyiz. Yenilenebilir güneş enerjisinin biyodisk sistemimize entegre edilebilir özelliği sayesinde güneş enerjisiyle çalışan biyodisk sisteminin diğer sistemlere oranla çok büyük bir avantaj olduğu ve tasarruf ettikleri enerji ile maliyetimizi düşürdüğünü aşağıdaki hesaplardan görebilmekteyiz.

1.3.7.1. Enerji maliyeti

AAT'lerinde gerekli ana enerji formu elektrik enerjisidir ve konvansiyonel aktif çamur sistemlerinde işletme giderlerinin % 25 - 50' sini oluşturmaktadır (Gallego ve ark., 2008). Atık su pompaları ve biyodisklerin döndürülmesi sonucu havalandırılması, atıksu arıtma tesislerinin enerji giderinin yaklaşık %40'ını oluşturmaktadır (Werf, 2010).

Arıtma tesislerinin en büyük sorunlardan biri olan enerji temini yetersizliği; Atıksu arıtma tesisinin arıza vermesine, durmasına ve sistemin tamamen devre dışı kalıp atıl duruma düşmesine sebep olmaktadır. Bu yüzden arıtma tesisi yapmak bir

tesisin sürdürülebilirliği için yetmediği gibi sürekli enerji teminini gerçekleştirmek gerekmektedir.

Sürgücü Dönen Biyodisk sistemimizde kullanılan ve sistemimizin en büyük avantajı olan entegre Güneş Panelleri sayesinde sistem harcadığı enerjiyi yenilenebilir enerji kaynağı olan güneşten sağlamaktadır. Sistemin kurulum şekline göre araziye ya da çatıya monte edilebilen güneş panelleri sayesinde sistemin tüm enerjisi karşılanabilmektedir.

10 diskli 832.5 m^3 kapasiteli Sürgücü atıksu arıtma tesisine ait güneş panelleri olmadan şebekeden beslendiğinde tam zamanlı çalışır vaziyette harcayacağı enerji miktarı Çizelge 1.9.'da verilmiştir.

Çizelge 1.9. Enerji maliyet çizelgesi

Ekipman	Adet	Kurulu Birim Güç (kW)	Top. Kurulu Güç (kW)	Güç (%)	Süre (saat)	Elektrik Tüketimi (kW/gün)
Terfi Pompası	1	2.5	2.5	80	24	48.00
Disk Ünitesi (MAX)	10	0.37	3.7	60	24	53.28
Çamur Pompası	2	0.75	1.5	80	0,5	0.60
Besleme Tankı Karıştırıcısı	1	0.37	0.37	80	24	7.10
Filtrepres	1	2.2	2.2	80	6	10.56
Filtrepres Besleme Pompası	1	2	2	80	6	9.60
Polimer Karıştırıcısı	1	0.37	0.37	80	2	0.59
Polimer Besleme Pompası	1	0.25	0.25	80	2	0.40
Arıtma Tesisi Aydınlatmaları	15	0.02	0.3	80	12	2.88
Toplam			**13.19**			**133.02**

Elektrik birim fiyatı 0.42 TL / kW alınmıştır (Anonim , 2017b).
1 m3 başına elektrik tük. 133.02 kW/gün/ 832.5 m^3/gün =0.16 kW.saat / m^3
1 m^3 başına elektrik gideri 0.16 kW / m^3 x 42 krş / kW = 6.72 kuruş / m^3
Günlük Enerji Maliyeti = 832.5 m^3/gün x 6.72 kuruş / m^3 = 55.95 TL/ gün
Aylık Enerji Maliyeti = 55.95 TL/gün x 30 ay/gün = 1 678.32 TL / ay

Yapılan hesaplamalar sonucunda ortalama 1 m^3 suyu arıtabilmek için aylık 1 678.32 TL maliyet ortaya çıkmaktadır.

Sistemde enerji kaynağı olarak güneş enerjisi, şehir şebekesi ve jeneratör kullanılmaktadır. Sisteme paneller monte edildikten sonra tesis 2016 yılı haziran ayı itibariyle devreye alınmış olup 30 günlük süre zarfında disklerde biyofilm oluşması beklenmiştir. Elektrik sayacımız da temmuz ayında takılmış ve 5 aylık veriler sonucunda ki değerler Şekil 1.2.'de gösterilmiş olup toplam 5732.65 kW'lık enerji kullanılmıştır. Sistemde kullanılan bu 5732.65 kW'lık enerji;

- Gece vakitlerinde,
- Gündüz bulutlu havalarda,
- Güneş Panellerinin devre dışı kaldığı zamanlarda,
- Jeneratörün kullanılmadığı zaman aralıklarında sistemden çekilen enerjinin toplamı olarak kaydedilmiştir.



Şekil 1.2. Atıksu arıtma tesisine ait elektrik sayacı

Çizelge 1.10. Sürgücü AAT 2016 yılı atıksu debileri ve elektrik maliyetleri

AYLAR	Toplam Aktif Tüketim (kW /Ay)	Toplam Aktif Tüketim (kW/gün)	Elektrik Tüketimi Maliyeti (TL/Ay)	Arıtılan Atıksu Miktarı (m^3/Ay)	1 m^3 için Tüketilen Enerji (kW/m^3)
Temmuz	1 205.80	40.193	506.436	641	0.063
Ağustos	1 186.52	39.551	498.338	610	0.065
Eylül	1 045.00	38.833	438.900	564	0.062
Ekim	1 116.57	37.219	468.959	573	0.065
Kasım	1 178.76	39.292	495.079	608	0.065
Ortalama	**1 146.53**	**38.218**	**481.542**	**599**	**0.064**
Toplam	**5 732.65**	**---**	**2 407.713**	**2 998**	**---**

Elektrik birim fiyatı 0,42 TL/kW alınmıştır (Anonim , 2017b).

1 m^3 başına elektrik tüketimi 38.218 kW/gün/ 599 m^3/gün =0.064 kW / m^3

1 m^3 başına elektrik gideri 0.064 kW / m^3 x 42 krş / kW = 2 688 kuruş / m^3

Günlük Enerji Maliyeti = 599 m^3/gün x 2 688 kuruş / m^3 = 16.101 TL/ gün

Aylık Enerji Maliyeti = 16.101 TL/gün x 30 ay/gün = 483.030 TL / ay

Sistemde güneş panellerinin devre dışı olduğu zaman aralıklarında enerji kesintilerinin yaşanması jeneratörü otomatik olarak devreye aldığı ve haznesine her ay 150 lt motorin eklendiği gözlemlenmiştir. 150 lt motorin yaklaşık 600 TL'dir.
Aylık Enerji Gideri 483.030 + 600 = 1 083.030 TL

Yapılan hesaplamalar sonucunda ortalama 1 m^3 suyu arıtabilmek için 1 083.030 TL maliyet ortaya çıkmaktadır.

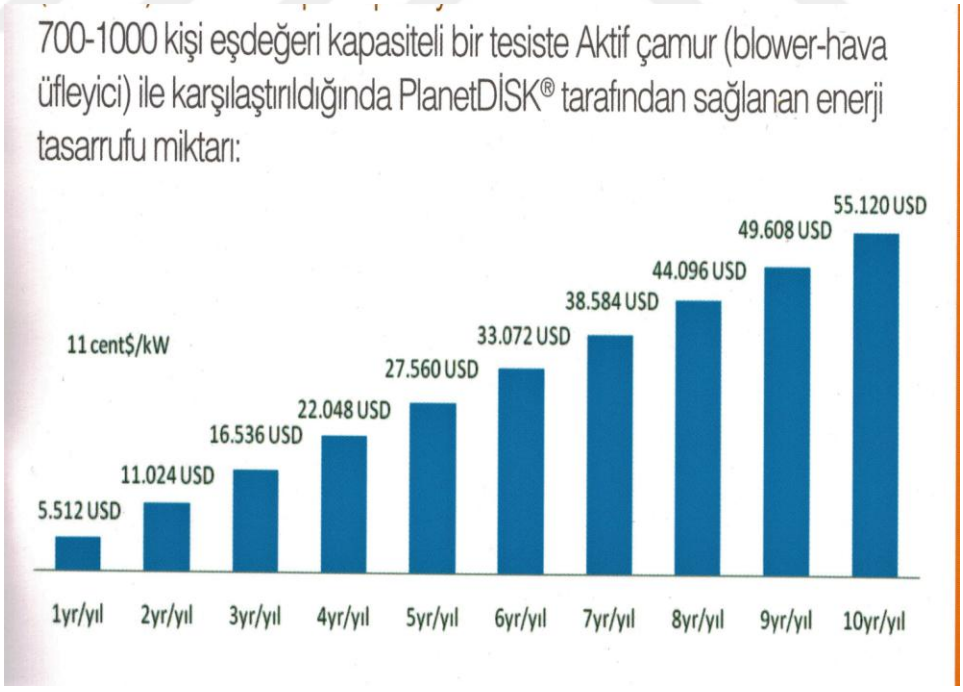
Güneş Enerjisi Kullanıldıktan sonra:

1 678.32 – 1 083.030 = 595.29 TL'lik aylık bir enerji tasarrufu sağlandığı görülmüştür.

Analiz:

24 saat enerji harcayan bir tesis için
Güneş panelleri entegre edilirse ancak gündüz max 8 saat enerjiden faydalanabilir.
8 saat ise 24 saat zaman dilimin 1 / 3'üne denk gelmektedir.
Yani sistemde paneller eklendikten sonra harcanan toplam enerji maliyetini 1/3 oranında tasarruf etmesi gerekmektedir.
1 678.32 TL / 3 = 559.44
Tasarruf Edilen Enerji Farkı = 595.29
Çıkan iki değerinde birbrine yakın olduğu sistemde güneş panelleri maliyeti % 33 oranında tasarruf ettiği görülmüştür.

Dönen biyodisk atıksu arıtma tesislerinin aktif çamur ile karşılaştırıldığı zaman sağladığı enerji tasarrufu Şekil 1.3.'te verilmiştir.

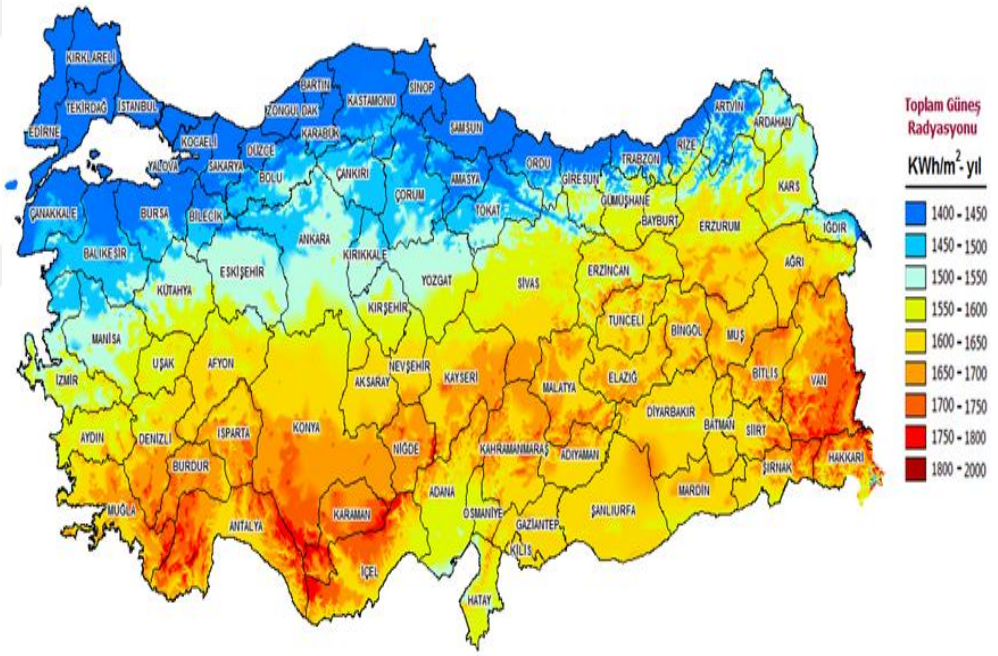


Şekil 1.3. Enerji tasarrufu grafiği

1.3.8. Türkiye'de güneş enerjisi ve sürgücü biyodisk güneş panelleri

Güneş sonsuz bir enerji kaynağıdır ve ülkemiz güneş bakımından çok zengindir. Türkiye'de bulunan Güneş Enerji Santrallerinin toplam kurulu gücü 248.80 MW'dır. Türkiye'de 271 adet güneş santrali bulunmaktadır (2014), toplam kurulu güç 241 MWe'dir (megawatt elektrik gücü) ve yıllık elektrik üretimi 354 GW.h'dir (Anonim, 2017a).

Mardin güneşlenme süresi, radyasyon değerleri yüksektir. Türkiye güneş radyasyon değerleri Şekil 1.4'te verilmiştir.



Şekil 1.4. Türkiye güneş radyasyon değerleri

Güneş panellerinin bir diğer adı fotovoltaik panellerdir. Bu paneller güneşten aldıkları fotonların yüksek enerji düzeyine ulaşmalarını sağlamakla birlikte aynı zamanda güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürme özelliğine de sahiplerdir. Paneller, silikon ismi verilen hücrelerden oluşmaktadırlar. Silikon maddesinden yapılan bu hücreler güneşten gelen fotonların emilmesi konusunda son derece başarılıdırlar. Emilen fotonlar yansıma yolu ile yüksek enerji düzeyine ulaştıktan

sonra elektronlar panelin alt kısmında doğru hareket eder ve buradaki bağlantı kablosu içinde elektrik enerjisine Şekil 1.5.'te görüldüğü gibi dönüşürler.



Şekil 1.5. Panellerin çalışma prensibi

Atıksu Arıtma Tesisinin bütün makine ekipmanları çalıştığı zamanda Çizelge 1.9.'da görüldüğü gibi toplam kurulu gücü **13.19 kW'dır.** Sürgücüde toplam 120 adet güneş paneli takılmış olup Şekil 1.6.'da görülen panellerin meydana getirdiği kurulu güç ise **40 kW'dır.** Yani sistem tam zamanlı çalıştığı zaman bile (çamur ünitelerinin devreye alınması durumu) sistemde üretilen enerjinin tümü arıtma tesisine yetmekte ve fazla olan enerjiyi ise şebekeye verilmektedir.



Şekil 1.6. Sürgücü çatı tipi güneş paneller

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Biyodisklerle ilgili dünyada 1900 yıllarda, Türkiye'de ise ilk uygulamanın 1982 yılında çalışmalar başlatılmış olup bu konuda birçok firma faaliyetlerini sürdürmektedir. Yapılan literatür araştırmalarında küçük yerleşim yerleri için yüksek bir arıtım verimine sahip olan alternatif arıtım yöntemi olarak biyodisk metodu karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca az enerji harcadıkları için sisteme kolaylıkla entegre edilebilen güneş panelleri sayesinde tercih edilen bir metod olmaktadır.

Tezin ana konusu olan 4 500 kişilik Sürgücü Atıksu Arıtma Tesisi Mardin İli, Savur İlçesi, Sürgücü Mahallesinde Mardin Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi tarafından işletilmektedir.

Sürgücü Atıksu Arıtma Tesisinde sistemin enerji ihtiyacı için yenilenebilir enerji olan Çatı Tipi Güneş Panelleri kullanılmıştır. Dönen Biyodisk Atıksu Arıtma Tesisine entegre edilen paneller Türkiye'de ilk olarak Mardin'de kullanıldığı için literatürde güneş panelleriyle çalışan biyodisk atıksu arıtma tesisiyle ilgili herhangi bir çalışma bulunamamıştır. Daha önce yapımı tamamlanan ve işletilmesi devam eden Biyodisk Atıksu Arıtma Tesisleri Çizelge 2.1.'de verilmiştir. Arıtma tesisleri enerji ihtiyaçlarının tamamını şebekeden sağlamaktadır. Ancak Sürgücü Atıksu Arıtma Tesisi ise enerji ihtiyacının yaklaşık % 33 kısmını güneş enerjisinden almaktadır.

Çizelge 2.1. Biyodisk metodu ile yapılan atıksu arıtma tesisleri

	Yapımı Tamamlanan ve İşletilen Dönen Biyodisk Atıksu Arıtma Tesisleri	Devreye Alınma Tarihi	Verim (%)	Kap. Kişi
1	Ecetaş İnşaat Şantiyesi Evsel Nitelikli Dönen Biyodisk Atıksu Arıtma Tesisi	Eylül 2016	80	1 570
***2**	**Mardin-Savur-Sürgücü Evsel Nitelikli Dönen Biyodisk Atıksu Arıtma Tesisi**	**Mayıs 2016**	**71**	**4 500**
3	Kazakistanda Özel Bir Site Evsel Nitelikli Dönen Biyodik Atıksu Arıtma Tesisi	Ocak 2015	78	1 800
4	İstanbul Maslak Rotary Kulübü Evsel Nitelikli Dönen Biyodisk Atıksu Arıtma Tesisi	Kasım 2014	72	1 000
5	Eyfel İnşaat Şantiyesi Evsel Nitelikli Dönen Biyodisk Atıksu Arıtma Tesisi	Temmuz 2014	83	500
6	İnanlar İnşaat Şantiyesi- Evsel Nitelikli Dönen Biyodisk Atıksu Arıtma Tesisi	Temmuz 2014	81	180
7	Kırlareli İğneada Evsel Nitelikli Dönen Biyodisk Atıksu Arıtma Tesisi	Mayıs 2013	75	2 000
8	Edirne Sultaniçe Evsel Nitelikli Dönen Biyodisk Atıksu Arıtma Tesisi	Aralık 2011	85	4 500
9	Edirne Büyükevren Evsel Nitelikli Dönen Biyodisk Atıksu Arıtma Tesisi	Ocak 2011	85	1 000
10	Tekfen-3 İnşaat Şantiyesi Evsel Nitelikli Dönen Biyodisk Atıksu Arıtma Tesisi	Eylül 2010	91	300

*Mardin Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü(MARSU) tarafından yapılan Sürgücü Dönen Biyodisk Atıksu Arıtma Tesisi

Türkiye'nin farklı yerlerinde Biyodisklerle ilgili daha önce yapılan çalışmalara ait veriler atıksu analiz verileri Çizelge 2.2.'de ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. Bu tesisler küçük ölçekli olup inşaat çalışanlarına ait evsel nitelikli atıksular, villa tarzı bazı büyük siteler, turistik amaçlı kullanılan bazı evlerin atıksularını arıtmak için dizayn edilmiş arıtmalardır. Sisteme sadece evsel nitelikli atıksular girmiş olup herhangi bir endüstriyel atıksu karşımı söz konusu değildir.

Çizelge 2.2. Biyodisk metodu ile daha önce yapılan bazı atıksu arıtma tesislerinin analiz sonuçlar

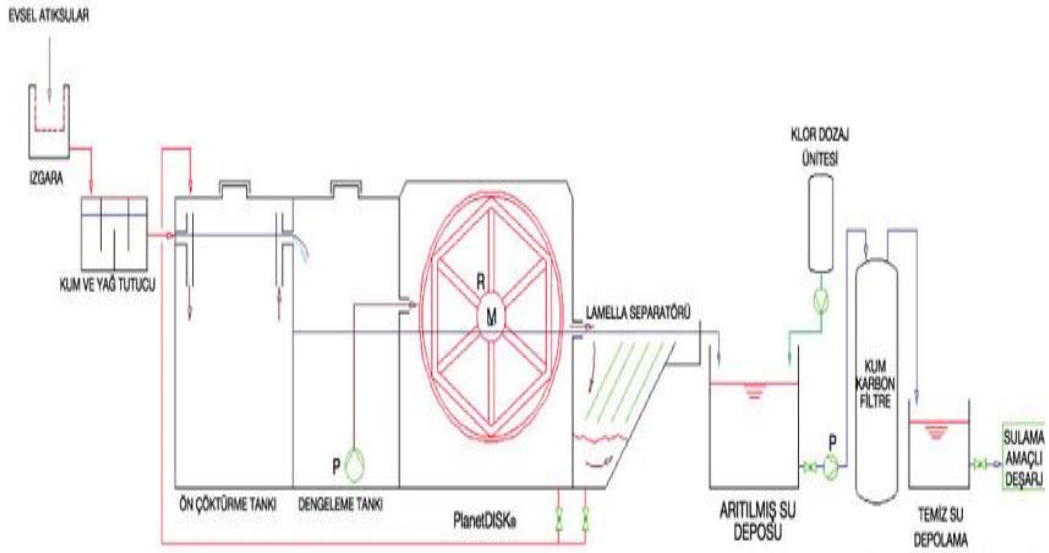
	FİRMA ADI	Nüf. (kişi)	Yerleşke Özelliği	PARAMETRELER											
				KOI (mg/l)			BOI (mg/l)			AKM (mg/l)			pH		
				Giriş	Çıkış	Verim (%)	Giriş	Çıkış	Verim (%)	Giriş	Çıkış	Verim (%)	Giriş	Çıkış	Sınır
1	TEKFEN İNŞ-1 AAT	500	İnşaat çalışanları (Evsel atıksu)	373.9	< 20	94.6	194	< 4	97.9	184	< 1	99.4	---	---	6-9
2	TEKFEN İNŞ-2 AAT	400	İnşaat çalışanları (Evsel atıksu)	353.6	28.2	92	276	6.1	97.7	147	2	98.6	---	---	6-9
3	TEKFEN İNŞ-3 AAT	300	İnşaat çalışanları (Evsel atıksu)	135.8	20.9	84.6	58	5,4	90.6	276	3,6	98.6	---	---	6-9
4	SULTAN İÇE AAT	4500	Köy Yerleş. (Evsel atıksu)	598	107	82.1	251	35	86	189	21	88.8	---	---	6-9
5	BÜYÜK EVREN AAT	1 000	Köy Yerleş. (Evsel atıksu)	428	70.4	83.5	138	26.1	81	152	<10	93.4	7.45	7.93	6-9
6	BAUTEK EVLERİ AAT	750	İstanbul Tepeörende bir site (Evsel atıksu)	410	10	97.5	---	---	---	88	40	54.5	7.5	7.4	6-9

3. MATERYAL ve YÖNTEM

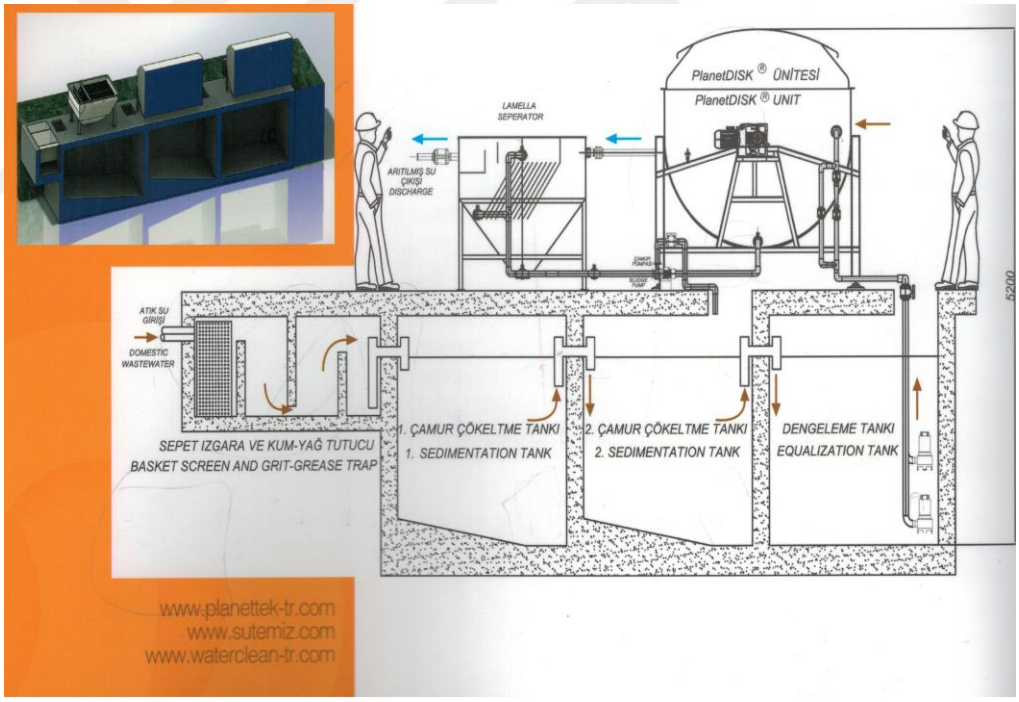
3.1. Biyodisk Arıtma Sisteminin Tanımlanması

Sürgücü Dönen Biyodisk Atıksu Arıtma Tesisi atıksuları kanalizasyon sistemi ile rögarda toplanıp cazibe ile rögar yanına inşa edilen ızgara kanalına gelmektedir. Şekil 3.1.'de ki iş akım şemasında görüldüğü gibi aynı kanalda bulunan şaşırtmalı tip kum – yağ tutucu yüzeyinde yağ, dibinde de kum birikmesi sağlanmaktadır. Ayrılan kum dipten alınarak ve yağ, yüzeyden elle sıyrılarak sistemden uzaklaşmaktadır. Kumdan ve yağdan arındırılmış olan ham atıksu, pompa 1. Ön çöktürme havuzuna iletilmektedir. Giriş ızgaraları, kum-yağ tutucu üniteleri doğrudan ham atıksuyun bulunduğu kısımlar olduğundan koku sorununun önüne geçebilmek için yapılan metal kapaklar kapalı tutulmaktadır. Kum- yağ tutucu kanalından çıkan atıksu kendi cazibesi ile %10 eğimlendirilmiş ön çöktürme havuzuna alınmaktadır. Atıksu, 1. ön çöktürme havuzunda asgari 2,5 saat bekletilerek içinde bulunan çökebilen parçacıkların çökmesi sağlanmaktadır.

1. Ön çöktürme havuzundan çıkan atıksu cazibesi ve T borular yardımı ile 2. Ön çöktürme havuzuna geçilmektedir. 2. Ön çöktürme havuzunda, 1. Ön çöktürme havuzunda tutulamayan katı parçacıkların asgari 2 saat bekletilerek çöktürülmesi amaçlanmıştır. Daha sonrasında yine cazibe ve T borular vasıtası ile dengeleme havuzuna alınıp, asgari 2 saat bekletilmektedir. Dengeleme havuzunda bulunan terfi pompaları sayesinde Biyodisk ünitelerine sabit debi ile su iletimi sağlanmaktadır.



Şekil 3.1. Biyodisk akım şeması



Şekil.3.2. Dönen biyodisk atrıksu arıtma tesisinin kesiti

Şekil 3.2.'de de görüldüğü gibi evsel nitelikli atıksuları arıtan Sürgücü Dönen Biyodisk Atıksu Arıtma Tesisi, fiziksel ve biyolojik arıtım ünitelerinden oluşmakta olup; **832.5 m^3 / gün** evsel debiyi kapasitesinde tasarlanmıştır. 2012 yılında yapılan

nüfus sayımında Sürgücü İlçesi'nde 3.151 kişi yaşamakta olup atıksu arıtma tesisi gelecekteki nüfus artışı da düşünülerek 4 500 kişilik tasarlanmıştır.

Dönen biyolojik disk reaktörleri, Fiber ya da Polietilen malzemeden imal edilmiş, haznelerde yer alan, çelikten imal edilmiş yatay bir mil üzerine monte edilmiş, geniş yüzey alanına sahip, korozyona dayanıklı disklerden oluşmaktadır. Bir mile bağlı, % 40'ı atıksu içinde dönen, korozyondan etkilenmeyen disklerin yüzeyinde oluşan bakteriler (biyolojik çamur), faaliyetlerini sürdürmek için gereken oksijeni doğal yöntemle, dönerek, havadan almaktadır (Metcalf , 1991).

Disklerin yüzeyinde oluşan biyofilm içerisindeki organizmaların (bakteriler) organik maddeyi ayrıştırması için enerji sarfiyatı düşük redüktörlü bir motor kullanılarak ve bu motor aracılığıyla diskler dakikada 3 - 4 devir / dk hızla dönmektedir. Disklerin dönmesi sayesinde disk yüzeyindeki bakteri tabakası hava ile temas ederek ve aerobik biyolojik arıtım için gereken oksijen transferini gerçekleştirmektedir.

Bu ünitelerde kullanılan tüm malzemeler, korozyona karşı dayanıklıdır. Son aşamada arıtılmış suyun çamurdan ve Askıda Katı Maddeden (AKM) ayrılması "lamella seperator" adı verilen son çöktürme ünitesi aracılığıyla sağlanmaktadır. Seperatörde, çöktürme yüzeyinin arttırılması amacı ile 55 derece açı ile yerleştirilmiş plakalar mevcuttur. Kalınlığı artan biyofilm alt tabakalarında ölen mikroorganizma kütleleri, disklerin atıksu içerisinde dönerken yarattığı kesme kuvveti ve suya verdiği hareket sayesinde diskten koparak lamella seperatör tankına geçmektedir. Lamella seperatörden savaklanarak arıtılmış su tankına alınan su buradan cazibeli akış ile Bağlıca Çayı'na verilmektedir.

Çamurun Nihai Bertarafı ve Depolama Yeri

Ön çöktürme tankları dip kısımlarında zamanla birikerek çökelme ile oluşan çamur, Dönen Biyolojik Disk Ünitesi ve Lamella separatörün tabanında toplanan fazla çamur (bakteri) bir çamur pompası ile Çamur Susuzlaştırma (Filtre pres) Ünitesine alınmaktadır. Filtre presler katı madde muhtevası yüksek karışımları iki filtre

malzemesi arasında sıkıştırarak, katı kısmı kek haline getirmekte ve sıvıdan ayırmaktadır. Bu yöntem, ekonomik olması ve kullanım kolaylığı nedeniyle tercih edilen bir sistemdir. Burada oluşan süzüntü suyu sisteme çöktürme havuzundan geri verilmekte olup katı madde oranı artan çamur ise 26.03.2010 tarihinde 27 533 Resmi Gazete sayısıyla yürürlüğe giren "Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik" gereğince akredite bir laboratuvara analizi yaptırılarak çamur sınıfı belirlenerek sistemden uzaklaştırılmaktadır. (Anonim, 2010)

3.2. Biyodisk Tesis Üniteleri

Kaba ve İnce Izgara

Atıksu içerisinde bulunan ve pompalara zarar verebilen katı maddelerin arıtma tesisine girişinin önlenmesi amacıyla tasarlanmıştır. Firma tarafından yapılan hesaplamalar sonucunda Şekil 3.3.'te görülen 40 mm çubuk aralıklı otomatik temizlemeli kaba ızgara ve 10 mm çubuk aralıklı otomatik temizlemeli ince ızgara kullanılması planlanmıştır.



Şekil 3.3.Kaba ve ince ızgaralar

Kum-Yağ Tutucu

Ham Atıksu Rögarına gelen atıksular kum yağ tutucudan geçerek 1. ön çöktürmeye girmekte ve atıksuda bulunan kum ve yağ fiziksel olarak arıtılmaktadır. Firma tarafından yapılan tasarım hesaplamalarına göre Şekil 3.4.'te görüldüğü gibi 12 m^3 hacme sahip kum yağ tutucu kanalı inşa edilmiştir.



Şekil 3.4. Kum ve yağ tutucular

Ön Çöktürme Üniteleri

Izgara, kum ve yağ tutuculardan sonra atıksular Şekil 3.5.'te görülen ön çöktürme tanklarına gelmektedir. Amaç atıksu içinde bulunan ve kendiliğinden çökebilen maddeleri çöktürmektir. Havuzun alt noktasında bulunan eğim sayesinde kendiliğinden çöken maddeler havuz tabanında ki eğim sayesinde alt kısımda toplanılmaktadır. Atıksu ise üst savaktan 2. çöktürme havuzuna verilmektedir. Aynı işlem 2. çöktürme havuzunda da gerçekleşmekte olup atıksu dengeleme havuzuna üst savaktan verilmektedir. Firma tarafından yapılan tasarım değerleri;

1.Havuz Hacmi = 4.6 x 17.5 x 3 m (h_{su}) = 241.5 m^3

2.Havuz Hacmi = 3.7 x 17.5 x 2.88m (h_{su}) = 186.5 m^3 ‘dür



Şekil 3.5.Ön çöktürme tankları

Dengeleme Havuzu

2.çöktürme havuzundan gelen atıksudaki salınımları azaltmak ve disklere pompa vasıtasıyla suyu eşit dağıtmak için Şekil 3.6.’de görülen dengeleme havuzuna gelmektedir. Şekil 3.2.’de verilen kesitte görüldüğü gibi havuz düz tabanlı olarak inşa edilmiştir. Firma tarafından yapılan tasarım değeri;

Havuz Hacmi = 3.7 x 17.5 x 2.8 m (h_{su}) = 181.3 m^3 ‘dür



Şekil 3.6.Dengeleme havuzu

Dönen Biyolojik Disk Üniteleri

Dengeleme havuzundan gelen atıksu dağıtım yapısı vasıtasıyla dengele bir şekilde Şekil 3.7.'de görülen disklere aktarılmaktadır. Atıksuyun biyolojik olarak arıtımı bu ünitede başlamaktadır.

Firma tarafından yapılan tasarım esaslarına göre ;

Boyutları
En : 2.50 m
Su Seviyesi : 1.10 m
Uzunluk : 3.20 m
Toplam 10 adet MX Model kullanılmaktadır.



Şekil 3.7.Dönen biyodisk üniteleri

Lamella Seperatörleri (Son Çöktürme Üniteleri)

Biyodisklerde arıtılan su son olarak lamella seperatörlerine (son çöktürmeye) verilmektedir. Burda atıksu içinde bulunan seperatörlerdeki eğimli petek plaklar sayesinde çöktürmeye maruz bırakılır ve atıksu deşarj noktasına gönderilir (Simon, 2006). Firma tarafından yapılan tasarım hesaplamaları sonucunda;

Gerekli olan yüzey alan ve bekleme süresi tasarım kriterlerine uygun olup, gerekli olan çöktürme işlemi Şekil 3.8.'de görülen 5 adet 25 m^2'lik lamella ünitesi ile sağlanabilmektedir.



Şekil 3.8. Lamella seperatörleri

Çamur Susuzlaştirma (Filtre Pres) Üniteleri

Kullanım Amacı: Lamella Seperatörden çıkan su miktarı yüksek çamurun susuzlaştırılıp katı madde konsantrasyonunun artırıldığı ünitedir. Oluşan çamur, önce filtre pres besleme tankına alınır. Karıştırıcılı olan bu tank içerisine polimer dozlanır ve çamurun yoğunlaşarak çökelmesi sağlanır. Çökelen çamur monopomp yardımıyla filtrepres ünitesine aktarılır. Süzüntü suyu ise üst kısımdan savaklanarak dengeleme havuzuna gönderilir. Şekil 3.9.'da görülen Filtrepreste çamurun yaklaşık %30 oranında susuzlaştırılması sağlanır. Susuzlaşan çamur alınır ve bertarafa gönderilir. Süzüntü suları ise dengeleme havuzuna gönderilir. Çamur filtrepres plakaları arasında sıkıştırılarak suyundan ayrışır, su uzaklaştırılır ve çamur katı madde oranı artırılmış olur

1 Adet Filtre Pres Ünitesi kullanılmıştır.



Şekil 3.9. Belt pres ünitesi

Çamur Miktarı özellikleri

Sistemde ön çöktürme havuzlarından, dengeleme havuzundan, Biyodisk Ünitelerinden ve Lamella Seperatörlerinden meydana gelen çamur Çizelge 3.1.'de ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Çizelge 3.1. Oluşan çamur özet çizelgesi

| TESİS DEBİSİ | 832,50 | M3/GÜN | 4500 | KİŞİ | MARDİN BELEDİYESİ EVSEL ATIKSU ARITMA TESİSİ ÇAMUR HESAP TABLOSU | | |

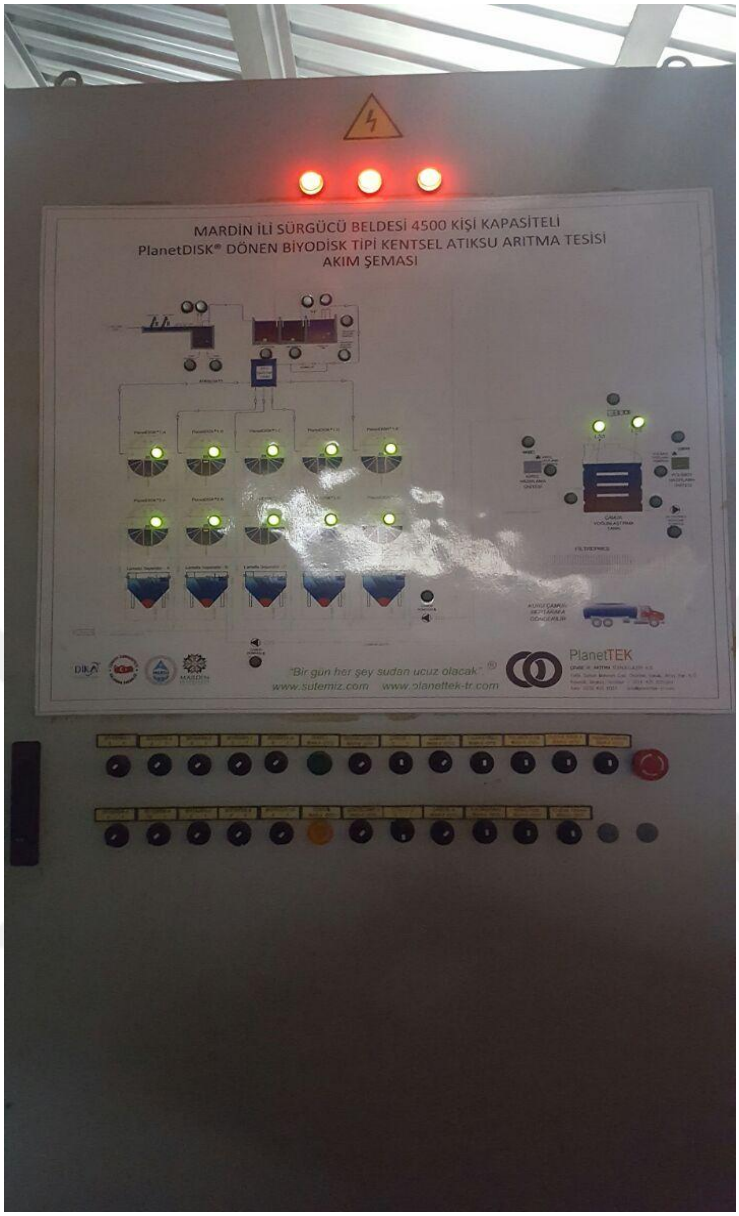
Atıksu Arıtma Tesisine ait ünitelerin adetleri ve ebatları Çizelge 3.2.'de ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Çizelge 3.2. Atıksu arıtma tesisi ünite boyutları

ÜNİTE ADI	TOPLAM HACİM(m^3)	BOYUTLAR (e x b x h) m	ADET
Kum&Yağ Tutucu Kanalı	12	1 x 8 x 1.5	1
1.Ön Çöktürme Tankı	241.5	4.6 x 17.5 x 3	1
2.Ön Çöktürme Tankı	186.5	3.7 x 17.5 x 2.88	1
Dengeleme Tankı	181.5	3.7 x 17.5 x 2.8	1
Biyodisk Ünitesi	4.25 m^3su hacmi DİSK	2.50 x 3.20 x 2.80 - % 40'ı su içerisinde	10
Son Çöktürme (Lamella Separatör) 25 m^2'lik	2.5	1.50 x 1.75 x 1.25	5
Çamur Susuzlaştırma (Filtrepres)	20	1.25 x 3.8 x 1.31	1

Atıksu Arıtma Tesisi Skada ve Otomasyon Bilgileri

Arıtma tesisinin düzenli bir şekilde kontrollü çalışabilmesi için Skada ve Otomasyon sisteemi önemli bir etkendir. Çalışan kişilerin dikkatsizliği, unutkanlığı, yetersizliği vb gibi durumlar için otomasyon sisteminin önemi ortaya çıkmaktadır. Bu kapsamda Şekil 3.10.'da görüldüğü gibi sistemde 1 Adet Otomasyon sistemi ve pano bulunmaktadır. Ayrıca tüm proseslerin üstünde manuel olarak müdahale edilebilir küçük elektrik panoları mevcuttur.



Şekil 3.10. Scada sistemi ve kontrol panosu

3.3. Biyodisk Arıtma Tesisi Atıksu Özellikleri (Atıksu Karakterizasyonu)

Sürgücü mahallesinde endüstriyel bir üretim yapılmadığından dolayı Dönen Biyodisk Atıksu Arıtma Tesisinde mevcut atıksu evsel nitelikli olup kişilerin banyo, lavabo, bulaşık ve çamaşır yıkama gibi evsel faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır.

İşletmenin mutfak, banyo ve tuvaletlerinden gelen evsel kaynaklı atıksular; askıda, koloidal ve çözünmüş halde organik ve inorganik maddeler içerir. Ham evsel

atıksu içerisinde bulunan kirletici konsantrasyonları ve kişi başına oluşan kirlilik miktarları her bir parametre için Çizelge 3.3.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Atıksu arıtma tesisinin boyutlandırılmasında kullanılan debi ve kirlilik yükleri

PARAMETRE	DEĞER	BİRİM
Tesis Eşdeğer Nüfusu	4 500	kişi
Tesis Debisi (Hidrolik yük)	832.5	m³ /gün (max)
Toplam Kirlilik (Organik yük)	247.5	kg/gün (max)
Kişi başı kirlilik	55 seçildi	Gr / gün/kişi
Kişi başı su tüketimi	185 seçildi	L / kişi/gün
Atıksu tesise giriş sıcaklığı	12 - 32	°C
Tesis Girişi KOI Değeri	≤ 500	mg/L
Tesis Girişi BOI Değeri	≤ 300	mg/L
Tesis Girişi Yağ gres değeri	≤ 25	mg/L
Tesis Girişi AKM Değeri	< 335	mg/L
Tesis Girişi pH Değeri	6 – 9	-

Söz konusu evsel atıksu arıtma tesisi BOİ, KOİ ve AKM giderimine yönelik dizayn edilmiştir.

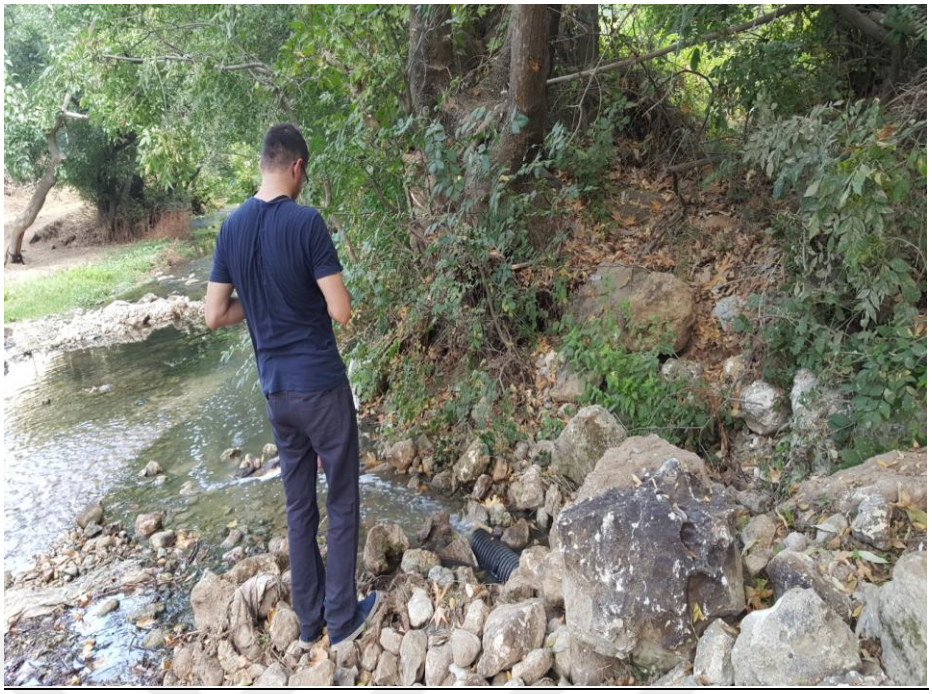
Kişi Sayısı = 4 500 kişi
Kişi başına alınan debi = 185 L / kişi gün
Toplam tesis debisi = 832.5 m³/gün
Toplam Organik Yük = 4 500 kişi x 55 g / kişi-gün / 1 000 g / kg = 247.5 kg / gün

Deşarj Yeri ve Özellikleri:

Kentsel Nitelikli Atıksu Arıtma tesisinden çıkan arıtılmış su desarj hattı, kapalı kanallar yardımıyla "Bağlıca Çayı"na Şekil 3.11.'de görüldüğü cazibeyle deşarj edilmektedir.

Su Temin Şekli ve Atıksu Kaynakları;

Sürgücü mahallesinin su kaynakları Savur Belediyesinin sağladığı şebeke sisteminden beslenmektedir. Mahallede herhangi bir sanayi türü atıksu bulunmamaktadır.



Şekil 3.11. Deşarj noktası (Bağlıca Çayı)

Su Temin Şekli	(m^3 / gün)	Atıksu kaynakları	(m^3 / gün)
Şebekeden	832.5	Proses (Üretim)	---
Kaynaktan	----	Evsel nitelikli	832.5
Kuyudan	----	Soğutma suyu	---
Deniz, Göl ve Akarsudan	----	Su hazırlama ünitesi	---
Diğerleri	----	Diğerleri	---
		Proses (Üretim)	---

Nüfus ve Debi Bilgileri

Sürgücüdeki atıksuların % 90' ı kanalizasyon şebekesi ile toplanarak dereye deşarj edilmektedir. %10' luk kısım ise uzak bölgedeki evleri kapsamaktadır. Yapılan alt yapı çalışmaları sonucunda kalan %10'luk ksımda zamanla Atıksu Arıtma Tesisine bağlanılması düşünülmektedir. Sürgücü mahallesinin 1990 ile 2012 yılları arası nüfus değerleri Çizelge 3.4.'te verilmiştir.

Çizelge 3.4. Mardin ili savur ilçesi sürgücü mahallesi nüfus değerleri (TÜİK, 2014).

Yıl	1990	2000	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Nüfus	2 941	4 139	4 030	3 732	3 527	3 406	3 334	3 151

Firma tarafından yapılan nüfus hesabına göre İller Bankası metodu baz alınmış olup 2045 yılı nüfusu 4 500 kişi olarak hesaplanmıştır.

Kişi Başına Alınan Debi : 185 L / kişi gün (SKKY)

Qevsel = q x N

Qevsel = 185 L / kişi.gün x 4500 kişi = 832.5 m^3 / gün

Toplam Tesis Debisi : 832.5 m^3 / gün

3.3.1. Analizlerde kullanılan metodlar

Biyoreaktörden alınan numunelerde KOİ, TOK, tam karışımlı sıvıda askıda katı madde (MLSS), tam karışımlı sıvıda uçucu askıda katı madde (MLVSS), çamur hacmi indeksi (SVI), vizkozite ve benzeri analizler yapılmaktadır (Anonim, 2004). Analizlere ait ölçüm sıklığı Çizelge 3.5.'te verilmiştir.

Çizelge 3.5. Analiz metodları

Parametre	Ölçüm sıklığı	Metot
TOK	3 gün/hafta	Standart Metotlar (1992)
KOİ	3 gün/hafta	Standart Metotlar (1992)
TKM	3 gün/hafta	Standart Metotlar (1992)
AKM	3 gün/hafta	Standart Metotlar (1992)
ÇKM	3 gün/hafta	Standart Metotlar (1992)
T.Alkalinite	4 gün/hafta	Standart Metotlar (1992)
NO_3-N	2 gün/hafta	Merck Nova 60 test kiti
NO_2-N	2 gün/hafta	Merck Nova 60 test kiti
NH_3-N	2 gün/hafta	Merck Nova 60 test kiti
TKN	2 gün/hafta	Merck Nova 60 test kiti
TN	2 gün/hafta	Merck Nova 60 test kiti
TP	1 gün/hafta	Merck Nova 60 test kiti
pH	Sürekli	pH metre

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Sistem Performans Verileri

Atıksu arıtma tesisinde giriş ve çıkış suyundan ayda bir defa numuneler alınmış ve atıksu arıtma tesisi verimi açısından 5 ay boyunca incelenmiştir. Su kirliliği kontrolü yönetmeliği numune alma ve analiz metodları kapsamında atıksu arıtma tesisinin giriş kısmından ayda bir alınan 2 saatlik kompozit numune Akredite olmuş laboratuvarda analizleri yaptırılmış olup 5 ay boyunca ayda 1 defa analizleri değerlendirilip Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Sürgücü atıksu arıtma tesisi atıksu giriş değerleri

Parametre	**Giriş Değeri**				
	1.Analiz 01.07.2016	**2.Analiz 05.08.2016**	**3.Analiz 14.09.2016**	**4.Analiz 12.10.2016**	**5.Analiz 14.11.2016**
KOI (mg/L)	310	318	290.25	334.22	351.20
$BOİ_5$ (mg/L)	85	105	146.36	36.42	98.10
AKM (mg/L)	132	99	97	116	136
pH	7.01	6.95	7.54	7.02	6.96

Atıksu Arıtma tesisinin 5 ayrı çıkış suyu için akredite olmuş laboratuvardan alınan analiz sonuçları numune alınma tarihlerinden yaklaşık 1 hafta sonra sonuçlanmış olup Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Yasal mevzuatlar çerçevesinde analiz sonuçları incelenmiş olup deşarj limitlerinin tümünü sağladığı görülmüştür.

Çizelge 4.2. Sürgücü atıksu arıtma tesisi çıkış değerleri

Parametre	**Çıkış Değerleri (2016)**				
	1.Analiz 01.07.2016	**2.Analiz 05.08.2016**	**3.Analiz 14.09.2016**	**4.Analiz 12.10.2016**	**5.Analiz 14.11.2016**
KOI (mg/L)	62.10	64.20	75.12	77.65	70.25
$BOİ_5$ (mg/L)	25.45	26.11	44.18	17.91	29.20
AKM (mg/L)	38	29	29	52	40
pH	6.90	6.98	7.10	7.48	7.15

Tesis ilk olarak 2016 yılı temmuz ayı itibariyle devreye alınmış olup sisteme ilk atıksu verilmiştir. Ortalama % 74'e varan bir arıtım gerçekleştirilmiş olup su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre Çizelge 4.3., Çizelge 4.4., Çizelge 4.5., Çizelge 4.6. ve Çizelge 4.7.' de gösterilen bütün parametreler deşarj limitlerini sağladığı görülmektedir.

Çizelge 4.3. Analiz-1 çıkış değerleri karşılaştırması (01.07.2016)

Parametre	Giriş (mg/l)	Çıkış (mg/l)	Verim (%)	SKKY Tablo 21.2 Sınır Değerleri (mg/l)	SSKKY'ne göre SONUÇ
KOI (mg/L)	310	62.10	80	160	SAĞLADI
$BOİ_5$ (mg/L)	85	25.45	70	50	SAĞLADI
AKM (mg/L)	132	38	71	60	SAĞLADI
pH	7.01	6.90	---	6-9	SAĞLADI

Çizelge 4.4. Analiz-2 çıkış değerleri karşılaştırması(05.08.2016)

Parametre	Giriş (mg/l)	Çıkış (mg/l)	Verim (%)	SKKY Tablo 21.2 Sınır Değerleri (mg/l)	SSKKY'ne göre SONUÇ
KOI (mg/L)	318	64.20	80	160	SAĞLADI
$BOİ_5$ (mg/L)	105	26.11	75	50	SAĞLADI
AKM (mg/L)	99	29	71	60	SAĞLADI
pH	6.95	6.98	---	6-9	SAĞLADI

Ağustos ayı itibariyle verim ortalama % 75 seyrinde olup mahallede tarım ve hayvancılık yaygın olduğu için özellikle bitki ve hayvan atıklarının temmuz ve ağustos ayında kaba ve ince ızgarada çok fazla olduğu gözlemlenmiştir. Mahalle sakinlerine kanalizasyon kullanımı konusunda daha hassas olmaları ve özellikle bahçede bulunan yağmur drenaj kanallarının kanalizasyondan ayırmaları ve yıkama esnasında gider bir ızgara takmaları konusunda muhtar aracılığıyla uyarılarda bulunulmuştur.

Çizelge 4.5. Analiz-3 çıkış değerleri karşılaştırması(14.09.2016)

Parametre	Giriş (mg/l)	Çıkış (mg/l)	Verim (%)	SKKY Tablo 21.2 Sınır Değerleri (mg/l)	SSKKY'ne göre SONUÇ
KOI (mg/L)	290.25	75.12	74	160	SAĞLADI
$BOİ_5$ (mg/L)	146.36	44.18	70	50	SAĞLADI
AKM (mg/L)	97	29	70	60	SAĞLADI
pH	7.54	7.10	---	6-9	SAĞLADI

Eylül ayı itibariyle arıtma tesisi verimi ortalama % 71 seviyelerine inmiş olup özellikle askıda katı madde miktarı Temmuz ayında tesis girişinde 132 mg / l olup mahalle sakinlerine yapılan uyarılar sonucunda Eylül ayında giriş 97 mg / l'ye kadar düştüğü gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.6. Analiz-4 çıkış değerleri karşılaştırması (12.10.2016)

Parametre	Giriş (mg/l)	Çıkış (mg/l)	Verim (%)	SKKY Tablo 21.2 Sınır Değerleri (mg/l)	SSKKY'ne göre SONUÇ
KOI (mg/L)	334.22	77.65	77	160	SAĞLADI
$BOİ_5$ (mg/L)	36.42	17.91	51	50	SAĞLADI
AKM (mg/L)	116	52	55	60	SAĞLADI
pH	7.02	7.48	----	6-9	SAĞLADI

Ekim ayında ani elektrik gidip gelmeleri sonucu 2 adet mil kırılmıştır. Buna bağlı olarak özellikle gece saatlerinde güneş panellerinin devre dışı olması enerji nedeniyle enerji temininin sağlanmamasından dolayı tesiste ciddi bir verim düşüşüne neden olmuştur. Verim ortalama % 61 seviyesine inmiştir.

Çizelge 4.7. Analiz-5 çıkış değerleri karşılaştırması (14.11.2016)

Parametre	Giriş (mg/l)	Çıkış (mg/l)	Verim (%)	SKKY Tablo 21.2 Sınır Değerleri (mg/l)	SSKKY'ne göre SONUÇ
KOI (mg/L)	351.20	70.25	80	160	SAĞLADI
$BOİ_5$ (mg/L)	98.10	29.20	70	50	SAĞLADI
AKM (mg/L)	136	40	71	60	SAĞLADI
pH	6.96	7.15	---	6-9	SAĞLADI

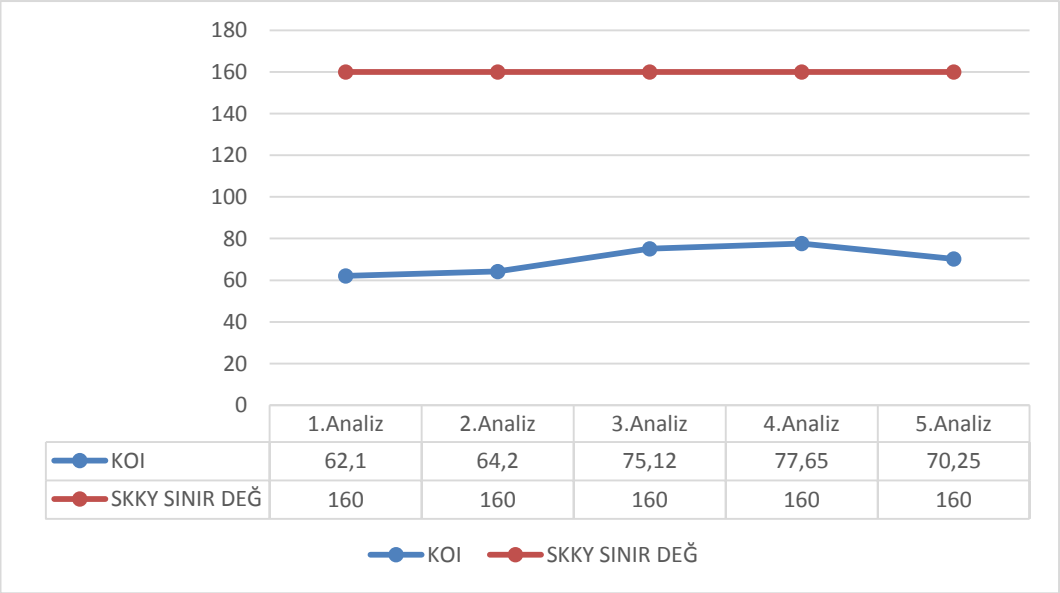
Kasım ayı itibariyle ortalama verim % 74 seviyelerinde olup kanalizasyon kullanımı konusunda verilen eğitimlerin devam etmemesinden kaynaklı Askıda Katı Madde oranı tekrar yükselmiştir.

Biyodisk sisteminin çalışma prensibi olan biyofilmler zamanla çoğalıp diskler üzerinde üreyerek ortamda ki bakteriler sayesinde suyun içerisinde ki organik maddeleri ayrıştırmakta ve atıksuyu arıtmaktadır. Sistem çalıştıkça biyofilm tabakası kalınlaşıp arıtıma verimini artırmaktadır. Fazla biyofilm tabakası sistemde ağırlaştıkça kendiliğinden düşerek sistemden uzaklaştırılmaktadır. Yukarda verilen analizler sistemden alınan ilk 5 aylık analiz sonuçlarıdır. su kirliliği kontrolü yönetmeliği deşarj kriterlerini sağlamakta olup verimi oldukça yüksektir. Sistem çalıştıkça ve biyofilm tabakası diskler üzerinde havalandıkça sistemin verimi arttırmaktadır.

Sürgücü dönen biyodisk atıksu arıtma tesisi 2016 yılı haziran ayında tesise elektrik sayacı takılmış olup makine ekipmanlar yavaş yavaş devreye alınmıştır. dönen biyodisklerde biyofilm oluşumu için yaklaşık 30 gün beklenilmiş olup ilk analiz 2016 yılı temmuz ayı tarihinde alınmıştır.

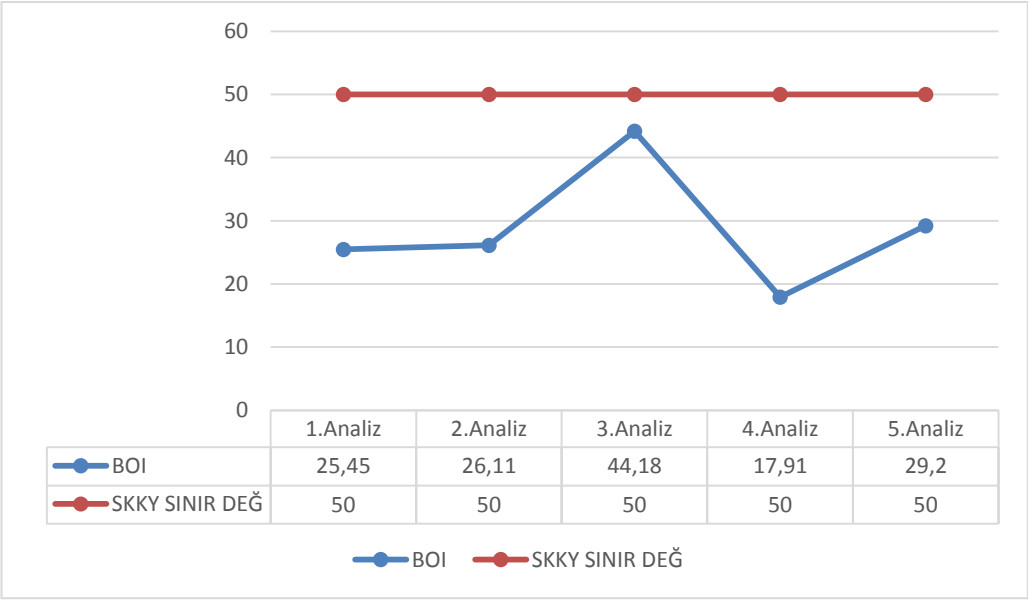
Biyodisk sisteminin temel prensibi olan biyofilmlerin oluşabilmesi için 30 günlük bir süre beklenilmiş ve sistem çalışmaya devam etmiştir. 30 günlük süre sonunda tesisin girişi ve çıkışından ilk analiz 01.07.2016 tarihinde alınmıştır.

Aşağıda Şekil 4.1.'de verilen analizler sistemden alınan ilk 5 aylık KOI analiz sonuçlarıdır. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğinde belirtilen 160 mg / l deşarj kriterlerini sağlamakta olup verimi gün geçtikçe artmaktadır.



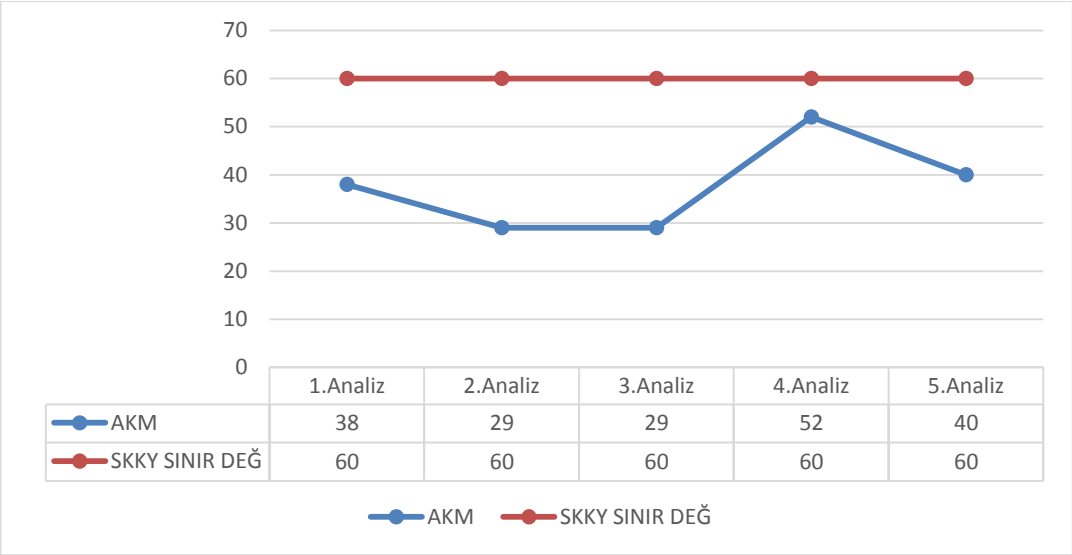
Şekil 4.1. 5 aylık KOI çıkış suyu analizi

Eylül ayında sistemde BOI oranı tesis girişine 146.36 mg/l olarak ölçülmüştür. kurban bayramı nedeniyle kesilen kurbanların kanları kanalizasyon sistemine karıştığı için BOI oranı diğer analizlere oranla yükselmiştir. Ancak biyodisk sistemimiz % 70'e varan bir verim ile arıtımı yine de gerçekleştirmiştir. Şekil 4.2.'de ki analizler ilk 5 aylık BOI analiz sonuçları olup SKKY'de belirtilen 50 mg / l deşarj kriterlerini sağlamaktadır.



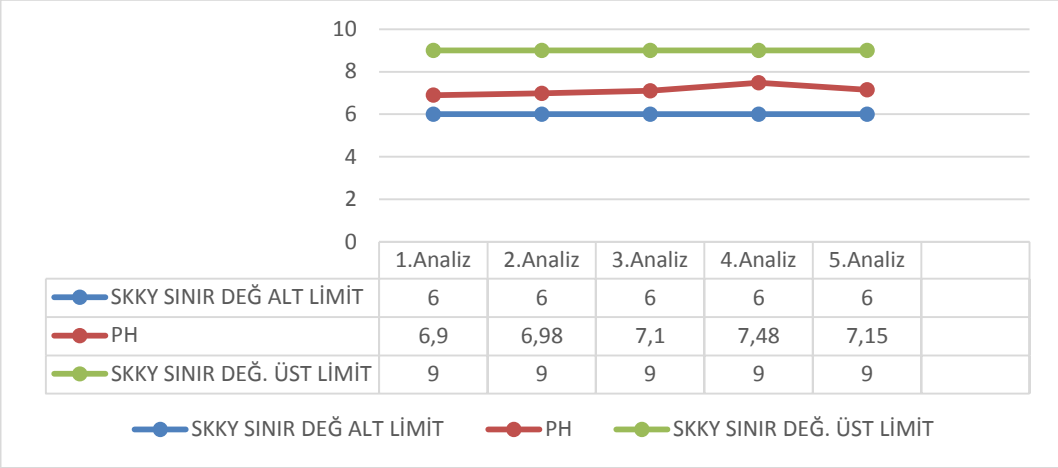
Şekil 4.2. 5 Aylık BOI Çıkış Suyu Analizi

1. Analiz sonucunda AKM'nin yüksek olduğu gözlemlenmiş olup bölge halkına muhtar vasıtasıyla kanalizasyon kullanımı konusunda uyarılarda bulunulmuştur. Sonra ki aylarda bir düşüş gözlemlenmiş olsa da diğer aylarda yine bu oran yükselişe geçmiştir. Şekil 4.3.'te ki 5 aylık AKM analiz sonuçları SKKY'de belirtilen 60 mg / l deşarj kriterlerini sağlamaktadır.



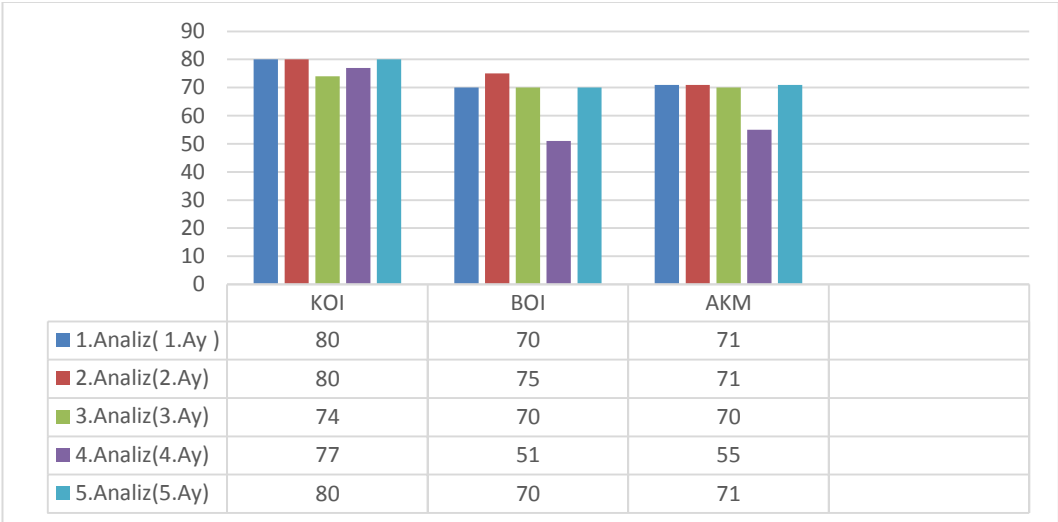
Şekil 4.3. 5 aylık AKM çıkış suyu analizi

Sürgücüde evsel nitelikli atıksulardan başka arıtma tesisine herhangi bir endüstriyel atıksu karışmadığı için ph sınır değerleri Şekil 4.4.'te görüldüğü gibi 5 aylık analiz sonucuda sağladığı ve SKKY'de belirtilen 6 - 9 ph sınır değerleri arasında kaldığı görülmektedir.



Şekil 4.4. 5 aylık pH çıkış suyu analizi

Sürgücü dönen biyodisk atıksu arıtma tesisine ait yukardaki bütün şekilleri ve Şekil 4.5.'te ki verim grafiği şeklini incelediğimiz zaman sistemin SKKY çerçevesinde tüm sınır değerleri sağladığı görülmüş olup artan ve azalan bir grafik görmekteyiz. Sistemin girişine aşırı yüklemeler olduğunda, sisteme müdahalenin olmadığı zaman aralıklarında görüyoruz ki verim azalan bir seyirde devam etmektedir. Sistemde düzgün bir şekilde çalıştığı müddetçe verimin arttığı diskler üzerinde biyofilmler üremeye devam ettikçe zamanla daha iyi verimler elde ettiğide görülmüştür.



Şekil 4. 5. Arıtma tesisinin 5 aylık verimi (%)

Bu kapsamda; güneş enerjisiyle çalışan sürgücü dönen biyodisk atıksu arıtma tesisi Türkiye'de bir ilk olup Mardin / Savur / Sürgücü mahallesinde kullanılmıştır. Dönen biyodisklere entegre edilmiş ve 40 kW'lık kurulu güce sahip güneş panelleri

bu çalışmayla birlikte atıksu arıtma tesislerinin en büyük sorunu olan enerji temini ihtiyacını da karşıladığı yapılan analizler ve ölçümler sonucunda araştırmanın bir parçası olarak karşımıza çıkmaktadır.

4.2. Arıtılmış Atıksuyun Sulamada Kullanımı

Arıtılmış olan atıksu SKKY'ne göre deşarj limitlerini sağlamaktadır. Sulama suyu için kullanılabilirliği ise Çizelge 4.8.'te verilen sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan kriterleri çerçevesinde değerlendirilebilmektedir. Bu kriterlerden AKM, BOI ve pH için sınır değerleri belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. Sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan kriterler (Ege Üniv. Ziraat. Fak. Derg.2005)

Sulama Suyu Kriteri	Birim	I. sınıf (çok iyi)	II. sınıf (iyi)	III.sınıf (kullanılabilir)	IV.sınıf (ihtiyatla kullanılabilir)	V. sınıf (zararlı)
AKM	mg/l	20	30	45	60	> 100
BOİ	mg/l	0 - 25	25 - 50	50 - 100	100 - 200	>200
pH		6.5 – 8.5	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5	6 - 9	<6 veya >9

Arıtma tesisine ait parametrelerden BOI, AKM ve pH değerleri sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan kriterler çerçevesinde değerlendirildiği zaman atıksuyun sulamada Çizelge 4.9.'a göre kullanılabilir olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.9. Çıkış suyunun sulamada kullanımı analiz çizelgesi

Parametre	Çıkış Değerleri (2016)				
	1. Analiz	2. Analiz	3. Analiz	4. Analiz	5. Analiz
$BOİ_5$ (mg/L)	25.45 (iyi)	26.11 (iyi)	44.18 (iyi)	17.91 (iyi)	29.20 (iyi)
AKM (mg/L)	38 (iyi)	29 (çok iyi)	29 (çok iyi)	52 (kullanılabilir)	40 (iyi)
pH	6.90 (çok iyi)	6.98 (çok iyi)	7.10 (çok iyi)	7.48 (çok iyi)	7.15 (çok iyi)

Sistemde arıtılan su 31.12.2004 tarih ve 25687 sayı ile yürürlüğe giren su kirliliği kontrolü yönetmeliğinde belirtilen deşarj standartlarının tamamını sağladığı

ve sulama amaçlı kullanılabilirliği de yapılan analiz sonuçlarında kendini göstermektedir. Dönen biyodisk atıksu arıtma tesislerinde arıtalan atıksuların sulamada kullanımı sonucu elde edilen tasarruf Şekil 4.6. 'da gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Sulama amaçlı kullanım suyu tasarrufu

Atıksu Arıtma Tesisinin bulunduğu Sürgücü mahallesinde temel geçim kaynağı tarım ve hayvancılıktır. Arıtılan atıksuyun tarımda kullanılabilirliği kriterlerine uyması bölgede ki insanın şebeke suyunu israf etmesinin de önüne geçildiği görülmektedir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Sürgücü dönen biyodisk atıksu arıtma tesisi işletme sürecinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır;

1- % 78.2 KOI, % 67.2 BOI, % 67.6 AKM giderilmiş ve pH 6 - 9 aralığında değişim göstermiş olup SKKY'de belirtilen bütün deşarj limitlerini sağladığı mevzuat açısından görülmüştür.

2- SKKY belirtilen deşarj limitlerini sağladığı için çıkış suyunu sulamada kullanılabilirliği görülmüştür.

3- Türk Tabipler Odasının Mardin Savur İlçesi sıtma salgınını inceleme ve değerlendirme raporunda (Anonim, 2012) sıtma hastalığının bölgede yaygın olduğu raporlanmış olup bu çalışma sonucunda bu hastalığın yaygınlaşması önlenmiştir.

4- Scada sistemi ile kontrol sağlandığı için personel ihtiyacının minimize olduğu görülmüştür.

5- Entegre edilebilen güneş panelleri sayesinde kendi enerjisini tamamen yenilenebilir enerjiden sağladığı gösterilmiş ve çevreye dost bir arıtma tesis olduğu görülmüştür.

6- Güneş panelleri sayesinde günlük ortalama % 33' lük bir enerji tasarrufu sağlanmıştır.

7- Aktif çamur sistemiyle kıyaslandığı zaman maliyetinin düşük olduğu ve enerji tasarrufu maliyet açısından daha uygun olduğu görülmüştür.

8- İşletmeye alındığı tarihten itibaren 5 ayda yaklaşık 2 998 m^3 atıksu arıtılmıştır.

Sonuç olarak biyodiskler; aktif çamur proseslerine ve stabilizasyon havuzlarına göre daha az enerji harcadığı, daha az yer kapladığı, enerji ihtiyacının bir kısmını yenilenebilir güneş enerjisinden elde ettiği, arıtım veriminin yüksek olduğu, çevreye dost bir teknoloji olduğu, sessiz ve kokusuz çalışan bir atıksu arıtma tesisi olan biyodisk atıksu arıtma tesisleri özellikle küçük ölçekli yerleşim yerleri için en uygun metod olarak tercih edilmektedir.

KAYNAKLAR

ALTINBAŞ, M., 2012. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü Atıksu Arıtma Tesisleri Tasarım Rehberi, İstanbul, 553s

ANONİM, 2003. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Kentsel Atıksuların Arıtılması Yönetmeliği, Ankara

ANONİM, 2004. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma Ve Analiz Metodları Tebliği, Ankara

ANONİM, 2004. Planettek Firma Tanıtım Kataloğu, İstanbul. www.planettek-tr.com

ANONİM, 2012. Mardin Savur İlçesi Sıtma Salgınını İnceleme ve Değerlendirme Raporu, Türk Tabipler Birliği Yayınları, Ankara

ANONİM, 2010. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik, Ankara

ANONİM, 2017a. Enerji Atlası Bülteni, İstanbul. www.enerjiatlasi.com

ANONİM, 2017b. Enerji ve Piyasayı Denetleme Kurumu, Ankara

DEMİR, M., 2015. Küçük Yerleşim Yerleri İçin Alternatif Arıtma Yöntemleri. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek LisansTezi, Şanlıurfa, 66s.

GALLEGO, A., HOSPİDO, A., MOREİRA, MT., FEİJOO, G., 2008. Environmental performance of wastewater treatment plants for small populations. Resources, Conservation and Recycling, 52(6): 931–940.

GJALTEMA, D., 1997. İnhalation characteristics and their effects on in vitro drug delivery from dry powder inhalers. University of Groningen, 2(20): 1-12.

İLERİ, R., 2000. Çevre Biyoteknolojisi. Adapazarı Değişim Yayınları, Sakarya, 501s.

METCALF, E., 1991. Wastewater Engineering, Treatment, Disposal and Reuse, McGraw-Hill international Editions. Newyork, 51s.

NICOLELLA, C., VAN LOOSDRECHT, M.C.M., HEİJNEN, J.J., 2000. Wastewater treatment with particulate biofilm reactors. Journal of Biotechnology, 5(80):1-33.

SİMON, A., 2006. Introduction to potable water treatment processes. Oxford University, England, 179s.

YE, F., CHEN, Y., FENG, X., 2005. Advanced Start-Up Of Anaerobic Attached Film Expanded Bed Reactor By Pre-Aerotion Of Biofilm Carrier. Bioresource Techology, 5(96): 115-119.

WERF, F., 2010. Energy Efficiency in Wastewater Treatment in North Amerika. University of Trento, İtaly, 72s.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı **:** Mehmet GEZİCİ
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi **:** Mardin / Derik – 10.06.1988
Telefon **:** 0553 048 53 47
e-mail **:** mehmet.gezici47@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı	İlçe	İl	Bitirme Yılı
Lise	Viranşehir Lisesi	Viranşehir	Şanlıurfa	2005
Üniversite	Harran Üniv.	Merkez	Şanlıurfa	2012
Yüksek Lisans	Harran Üniv.	Haliliye	Şanlıurfa	devam

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2012	Mavi Proje Danışmanlık Ltd Şti (Merkez / ŞANLIURFA)	Çevre konusunda danışmanlık hizmeti ve ÇED Raporları hazırlamak
2012	Ayo Petrol (Siverek / ŞANLIURFA)	Lpg Sorumlu Müdür
2012 / 2014	Pak-Çev Arıtma Müh. İnş. Tar. Tem. Nak. San. Ve Tic. Ltd. (Merkez / ŞANLIURFA)	Çevre mevzuatı kapsamında danışmanlık ve proje hizmeti vermek, ÇED Projeleri Hazırlamak
2014 / 2016	Mardin Büyükşehir Belediyesi Su Ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğ (Marsu) (Artuklu / MARDİN)	- Plan Proje Yatırım ve İnş Dairesi Başkanlığına bağlı projelerde kontrol Mühendisliği, - Atıksu Kontrol Ruhsat ve Denetim Daire Başk. Bağlı AAT'lerinin kontrolü ve denetimi - Çevre Şehircilik Bakanlığı / Avrupa Birliği Katılım Öncesi Mali Yardım Fonu (IPA) kapsamında ihalesi gerçekleştirilen Kızıltepe (Güney) ve Yeşilli (Kuzey) AAT'lerin ihalesi komisyon üyeliği ve Yapım İşi Kontrol Mühendisliği

UZMANLIK ALANI

- Çevre konusunda danışmanlık hizmeti ve ÇED Raporları hazırlama.
- Atıksu Arıtma Tesislerinin işletilmesi

YABANCI DİLLER

- İngilizce
-Almanca

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

Hobilerim arasında futbol, voleybol, basketbol, masa tenisi, kitap okumak, müzik dinlemek ve satranç, tavla, okey, batak vb gibi aktivelerim oldukça fazladır. Bu aktiviteler sayesinde hayatı elverdikçe gezerek öğrenmem bana çalışma hayatımda özverili, planlı, disiplinli ve işimi severek yapmamda çok etkili olduğunu görmekteyim.

EKLER

Tesise ait fotoğraflar



Biyodisklerin üretim merkezi



Biyodiskler, lamella seperatörleri ve pano



Filtre pres, çamur tankı ve polimer ünitesi



Çatı tipi güneş panelleri



Tesisin giriş ve çıkış suyu (4.analiz)