



ENERJİ VERİMLİLİĞİ “ATIK SU ARITMA TESİSİ ÖRNEĞİ”

Bekir YELMEN *

*Dr. Yük.Müh. Adana Büyükşehir Belediyesi, ASKİ Atıksu Arıtma Tesisi
byelmen@yahoo.com.tr,



EVK'2015
VI. ENERJİ VERİMLİLİĞİ, KALİTESİ
SEMPOZYUMU ve SERGİSİ

04-05-06
HAZİRAN
SAKARYA
ÜNİVERSİTESİ
KONGRE VE KÜLTÜR
MERKEZİ



TMMOB
ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI
KOCAELİ ŞUBESİ

ENERJİ VERİMLİLİĞİ “ATIK SU ARITMA TESİSİ ÖRNEĞİ”

- ✓ Arıtım işlemleri, atıksuyun içerdiği kirletici maddelere, **fiziksel, kimyasal ve biyolojik** özelliklerine göre çeşitli tekniklerle gerçekleştirilebilmektedir.
- ✓ Arıtma tesisine gelen atıksuyun önce **kaba pislikleri ve kumu uzaklaştırılmakta**, ardından atıksu, çökebilen katıların ayrıldığı **ön çökeltim işlemine** tabi tutulmaktadır.
- ✓ Kirlilik havalandırma havuzlarında **giderildikten sonra** arıtılan su **denize deşarj** edilmektedir.
- ✓ Arıtım sonrası elde edilen çamur önce **yoğunlaştırılmakta** ardından **anaerobik çürütme** işlemine tabi tutulmaktadır. Anaerobik işlemler sırasında elde edilen **biyogaz** sayesinde kurulu olan güçle **tesis ihtiyacı olan elektriğin büyük bir kısmı karşılanmaktadır**.
- ✓ Yeterli **biogaz** üretimi ve uygun ekipman ile de tesis ihtiyaç fazlası elektrik enerjiside **ana şebekeye** verilmektedir.

ENERJİ VERİMLİLİĞİ “ATIK SU ARITMA TESİSİ ÖRNEĞİ”

- ✓ Bu çalışmada Yerel Yönetimlerde Evsel Atıksulardan **Sürdürülebilir Yeşil Enerji** Üretimine bağlı olarak Adana Seyhan Atık Su Arıtma Tesisinin (A.A.T.) alıcı ortamı değerlendirilmiştir.
- ✓ Seyhan Atıksu Arıtma Tesisini(A.A.T.)'nin 2014 yılı aylık enerji ihtiyacı 1161343 kwh iken bunun 1013881 kwh gaz jeneratöründen elde edilmektedir.
- ✓ Tesisin aylık enerji ihtiyacının yaklaşık % 87'lik kısmı arıtma çamurundan sağlanmıştır.
- ✓ Arıtma çamurundan 1013881 kwh enerjiyi ağaçtan ve kömürden elde ettiğimizde bunların çevreye verdiği zararlar, arıtma tesislerinin önemini ve gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır.

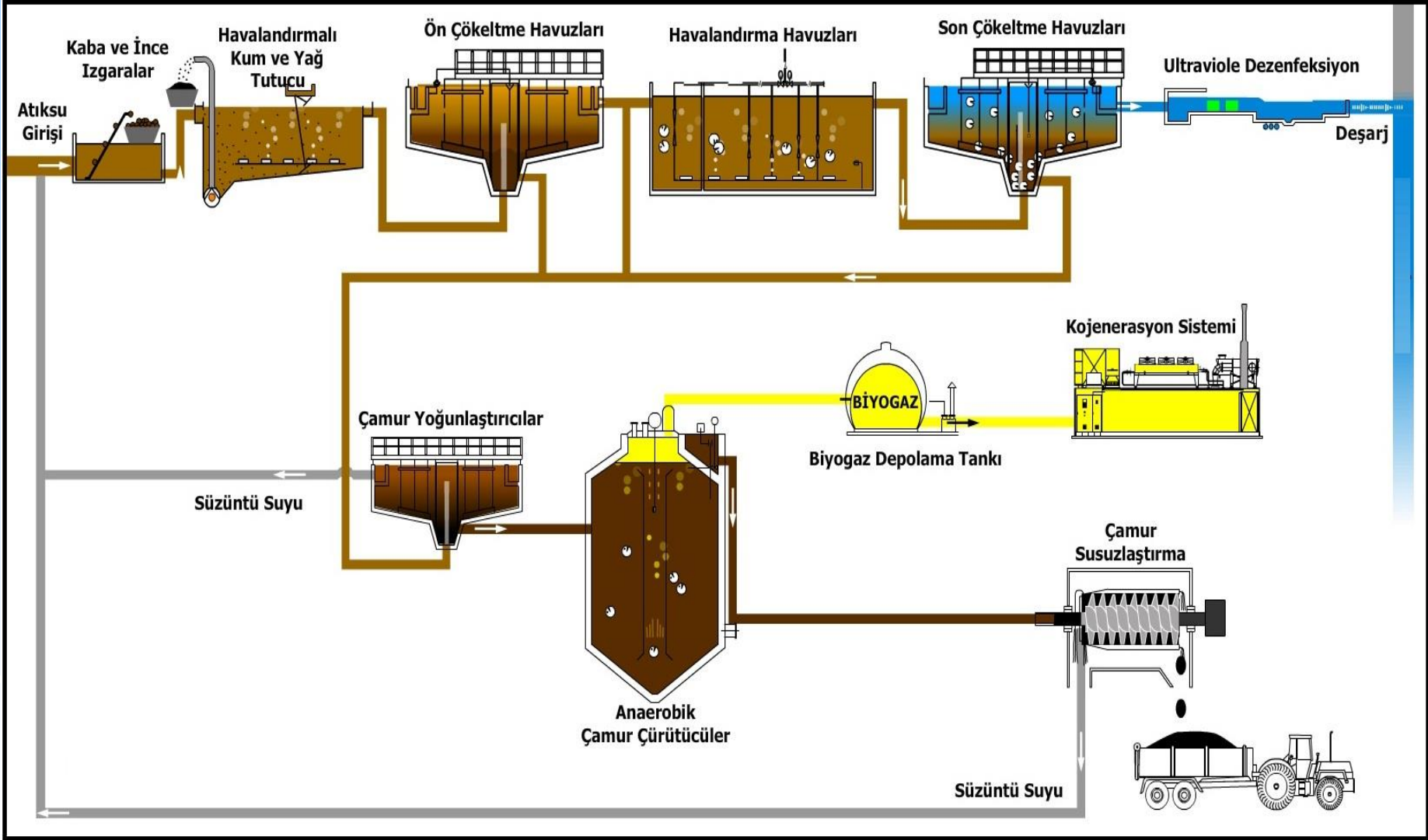
- ✓ Nüfus artışı ve hızlı sanayileşme sonucu oluşan **atıksuların miktarı** gün geçtikçe artmakta ve bu atıkların **çevreye zarar vermeden bertaraf edilmesi** gerekliliği ortaya çıkmaktadır.
- ✓ Arıtmadan sonra geriye kalan ve **biyoatık olarak** adlandırılan **atık çamurların** güvenli bir şekilde bertaraf edilmesi gerekmektedir[1].
- ✓ Bu atıklar genellikle çeşitli yöntemler ile bertaraf edilerek değerlendirilebilmektedir. Bunlar; **düzenli depolama**, **yakma**, **kompost-gübre eldesi** ve **denize deşarj**dır[2].
- ✓ Gelişmekte olan ülkeler için **atıksu arıtımı** hâlâ tam **çözülemediş sorunların** başında yer almaktadır. Bunun ana sebebi **yatırım ve işletme maliyetlerinin yüksek oluşudur**.
- ✓ Hızlı kentleşme ve gelişen teknolojiyle birlikte enerji ihtiyacına bağılı olarak, maden işletmeciliğı, tarımda kullanılan gübre ve ilaçlar gibi nedenlerden dolayı toprak, su ve hava ortamı aşırı şekilde kirletilmektedir [3,4,5].
- ✓ Atıksuların çevreye olası **zararlarını azaltmak ve kullanılabilir suların devamlılığını sağlamak** için kurulan **atık su arıtma tesisleri** giderek yaygınlaşmaktadır.

ATIKSU ARITMA TESİSLERİ

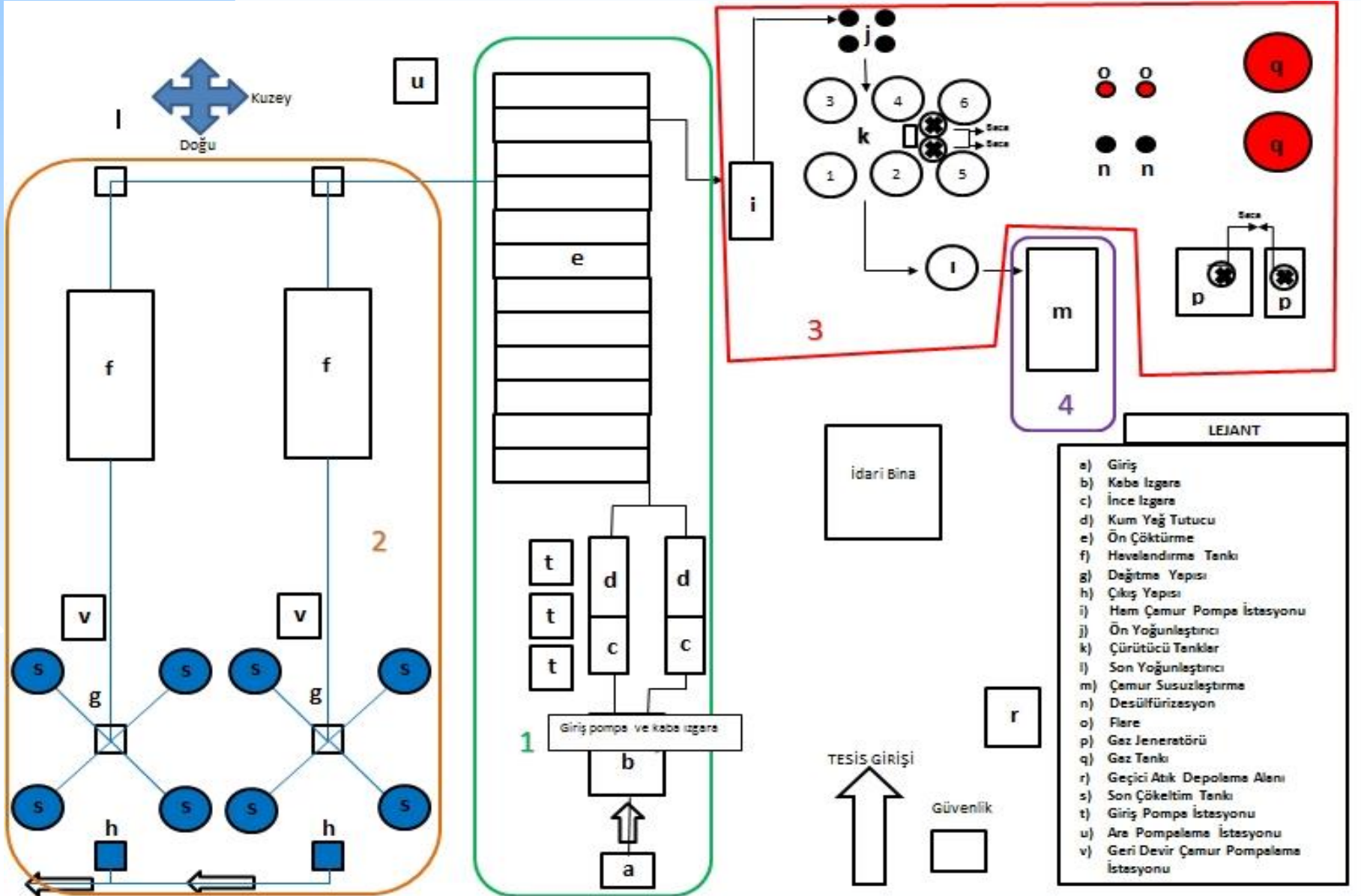
Yerel yönetimlerin atıksuları nehir/deniz'e, dökülerek, **çevre kirlenmesine sebep olmaktadır**. Bu kirliliğı önlemek amacıyla inşa edilen Atıksu Arıtma Tesisleri nehir/denizlerin **kirletilmesini büyük ölçüde engellemektedir**. Şekil 1. de Kentsel Atıksu Arıtma Tesis Akım Şeması verilmiştir[6].

ATIKSU ARITMA TESİSLERİ

Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi Akım Şeması verilmiştir.



SEYHAN ATIKSU ARITMA TESİSİ ÜNİTE VE YAPILARI



Atıksu Arıtma Tesisi Ana Parametreleri ve Arıtma Tesisi Yapıları

Seyhan Atıksu Arıtma Tesisi (AAT) hedef yılı dikkate alınarak atık su içindeki karbon arıtımını yapmak üzere tasarlanmıştır. Atıksu arıtımı sonucunda ortaya çıkan çamurun bertarafı sırasında çıkan **biyogaz** ile elektrik enerjisi üretilmekte ve bu enerji ile tesisin elektrik enerjisinin büyük kısmı karşılanmaktadır.



Mevcut Kanalizasyon Sistemine Bağlantı

Şebekeye gelen atıksu giriş pompa istasyonuna bağlanır.



Giriş Pompa İstasyonu

Pompa istasyonunun önüne, kaba ızgarayla monte edilir. Her bir ızgara, bir sıyırıcı ünitesiyle donatılır. Bir kayışlı konveyör ile sıyırılan atığı, bir kamyonla dökme yerine taşınan bir konteynere aktarılır.



Izgara İstasyonu

Giriş Pompa istasyonlarında kaba ızgaralardan geçerek Atıksu, Arıtma Tesisinde fiziksel arıtmanın ilk noktası olan giriş yapısına gelmekte burada **iletkenlik, sıcaklık, pH-değeri, UV adsorpsiyonu, bulanıklık ve oksijen ölçümü** yapılmaktadır. Giriş yapısında bulunan, otomatik numune alma cihazı ile numuneler alınmakta ve giriş parametreleri izlenmektedir. Atık su içerisindeki iri partiküllerin sudan ayrılması için otomatik temizlemeli ince ızgara kullanılmaktadır. İnce ızgaralarda toplanan atıklar **bant konveyör** yardımıyla ızgara presine alınmakta ve burada preslenmek suretiyle su muhtevası azaltılmaktadır.



Havalandırmalı Kum ve Yağ Tankları, Kum Tasnifleyici

Kum - yağ ayırıcı ünite havalandırmalı **kum tutucu** ve buna paralel **yağ tutucudan** oluşmaktadır. Konveyörler kumu, konteynerlerin her tarafına ulaşabilen **boşaltma** konveyörü vasıtası ile aktarırlar. Yağ ise her bir kum tutucunun yanındaki paralel bir bölme içerisine **köpük olarak** toplanır.



Ön Çökeltme Öncesi Akı Dağılımı ve Ön çökeltme Havuzları

Kum tutucuların çıkışı venturi kanalına bağlanmıştır. Ön çökeltme tanklarına dağıtım venturi kanallarından yapılmaktadır. Köprünün alt temizleyici küreği havuzun alt yüzeyindeki çökelen atıkları havuzun çamur toplama kısmına, üst kürekle de köpükleri köpük bölmesine taşır. Ön çökeltme havuzlarındaki atık su, ara pompa istasyonuna, tabandan çökelen atıklarda ön yoğunlaştırıcılara pompalanır.



Havalandırma Havuzları

Ön çökeltme havuzundan gelen atık su, ara pompa istasyonu aracılığıyla havalandırma havuzları önündeki dağıtım merkezine pompalanır. Geri devirden gelen atıksu, dağıtım merkezinde ara pompadan gelen atıksu ile karışıp, havalandırma havuzuna yönlendirilir. Blowerlar, vasıtasıyla aerob bakterilerin çoğalması ve aktif çamurun oluşabilmesi için hava basılır.



Son ökeltme Havuzları

Biyolojik atık su arıtımının en son yapısı son çökeltme havuzları olup, havalandırma havuzunda oluşan aktif çamurun **yerçekimi etkisiyle** atıksudan ayrılması maksadıyla kullanılmaktadır.



Çamur Dönüş ve Fazla Çamur Pompa İstasyonları(Geri Devir Pompa İstasyonu)

Havalandırma havuzlarında bakteri konsantrasyonlarını sabit tutabilmek için çamurun bir kısmı geri devir yapılmaktadır. Fazla çamur ise ön yoğunlaştırıcı havuzlardan geçirilerek gaz üretimi için digesterlere gönderilir.



Ham Çamur Pompa İstasyonu

Ön çökeltme havuzları ve son çökeltme havuzlarından gelen çamuru , ön yoğunlaştırıcılara gönderir.

Çamur Ön Yoğunlaştırıcıları

Ön çökeltme havuzları ve son çökeltme havuzlarından gelen karışmış çamurun yoğunlaşması için, çamur ön yoğunlaştırıcı kullanılır.



Çürütücü Besleme Pompa İstasyonu

Çamur ön yoğunlaştırıcılardan alınan çamuru çürütücü besleme pompaları ile çürütücülere(digester) pompalanır.



Çamur Çürütücüler (Digester)

Çürütücüler, organik maddelerin oksijensiz ortamda fermantasyonu amacıyla kullanılmaktadır. Anaerobik çürütücü prosesinden **metan gazı** elde edilmektedir.



Çürütücü Sirkülasyon Pompaları(Isı Deęiřtiriciler Ve Boylerler)

Çamuru ısıtmak ve boruların ısı kayıplarını telafi etmek için yaklaşık 35 C°'lık sabit bir sıcaklığı sağlamaları gerekir(ısı eşanjörleriyle). Gereken termal enerji **biogaz** ve yakıt gibi iki farklı enerji kaynağı ile çalışabilen iki adet sıcak su kazanı ile sağlanır.



Çamur Son Yoğunlaştırıcı

Birinci kademedeki çürütme işleminden sonra çıkan **çürütülmüş çamur için**, çamur son yoğunlaştırıcı kullanılır.

Yoğunlaştırılmış Çamur Pompa İstasyonu

Son yoğunlaştırıcılardan **çıkan çamur** bu pompalarla çamur susuzlaştırıcılara gönderilir.



Dekantör İle Susuzlaştırma

Çamur susuzlaştırma için dekantör kullanılır. Susuzlaştırılmış çamur %26-29 kuru madde içerikli hale getirilir.



Gaz Tankları

Çürütücülerde oluşan **biyogaz**, gaz depolama **tanklarında** depolanır. Çürütücülerde oluşan **biyogaz** (metan) gaz jeneratörlerinde yakılarak elektrik ve ısı enerjisi elde edilmektedir. Üretilen elektrik enerjisi ile tesisi elektrik gereksiniminin büyük kısmı karşılanmakta olup, ısı enerjisinin bir kısmı ile çürütücüye giren çamurun ısıtılması sağlanmaktadır. Digester gaz hattındaki ve gaz balonlarındaki fazla gaz, kontrollü bir şekilde Gaz Çakmağı (Flare) ile **yakılarak** sistemden uzaklaştırılır.



Gaz Desülfürizasyon Ünitesi

Gazın gaz motorlarında kullanılmadan önce hidrojen sülfürünün arıtılması için tek kule tipi desülfürizasyon ünitesi kullanılır.





Birleřtirilmiř Güç Ve Isı Üretimi Acil Güç Jeneratörleri

Tesisin dışından sağlanan elektrik enerjisi ile ilgili problemlerde veya **elektrik kesintisi** durumunda, enerji temini için **dizel jeneratör seti** ve **gaz motoru** tarafından sağlanır.



Tesis Atıksu Çıkışı

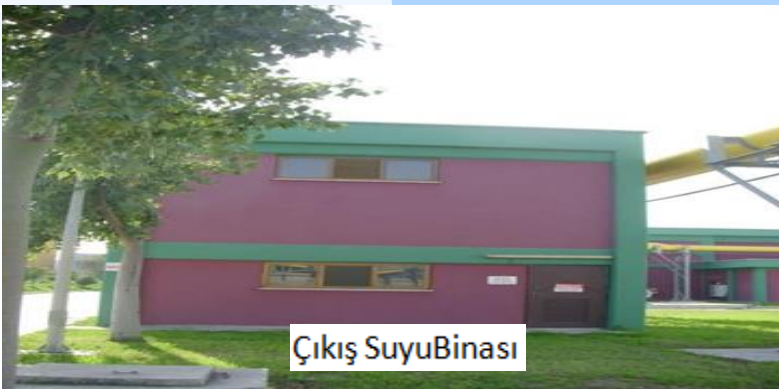
Arıtılmış olan suyun, verileceği alıcı ortama göre belirlenmiş olan **deşarj standartlarını** sağlamış olması gerekmektedir. Bu kontrolün yapılması amacıyla çıkış suyu **deşarj edilmeden önce** bir haznede toplanarak gerekli parametreler için **su analizleri** yapılmaktadır. Mevcut 2600 lük kolektöre bir yapı ile bağlantı yapılır. Bu boru üzerine otomatik debi ölçer konulmuştur. Arıtma hattının akışına oranlı karıştırılmış örnekleri bir karıştırma ünitesinde toplanarak buradan **pH, iletkenlik ve sıcaklık** ölçüm değerleri otomatik olarak alınır. Arıtılmış atık suyun bir kısmı **filtreden** geçirilerek **servis suyu** olarak tesis içerisinde kullanılır. Daha sonra arıtılmış su **TD8 drenaj kanalı** ile **Seyhan Nehrine** gider.



Çıkış Suyu Haznesi



Çıkış Suyu



Çıkış Suyu Binası



Çıkış Suyu Numune Alma

SCADA

SCADA Sistemi üzerinden tam bir proses kontrolü ile tesiste bulunan her bir ekipman veya prosesin kumandası, tanımlanması ve ilgili parametrelerin düzenlenmesini sağlar(7).



ENERJİ VERİMLİLİĞİ “ATIK SU ARITMA TESİSİ ÖRNEĞİ”

Bu çalışmada, Adana Büyükşehir Belediyesi Seyhan Atıksu Arıtma Tesisi(A.A.T.)'nin giriş ve çıkışlarındaki dizayn ve işletme parametrelerine bakılarak karşılaştırmalar ve sistemin ekonomik analizi yapılmıştır.

Seyhan Atıksu Arıtma Tesisi(A.A.T.)'nin arıtılan atıksu miktarı(m^3/ay), üretilen gaz miktarı(m^3/ay), şebekeden çekilen enerji (kWh/ay) ve jeneratör elektrik üretimi(kWh/ay) değerleri bir yıllık(2014)süreyle alınmış, bu veriler ışığında tesisin arıtılan Atıksu miktarı-Enerji, Üretilen gaz miktarı-Enerji, Şebekeden çekilen ve Üretilen-Enerji ilişkileri incelenmiştir.

Tesiste 5334318(m^3/ay)arıtılan atıksu miktarı, 461430(m^3/ay)üretilen gaz miktarı ve 147462 (kWh/ay) şebekeden çekilen enerji 1013881(kWh/ay)jeneratör elektrik üretimi ile yaklaşık % 87 Enerji geri kazanımı(verim) sağlandığı gözlenmiştir.

Buna göre yapılan hesaplarda, tesiste giderilen yük arttıkça birim enerji tüketiminin azaldığı görülmüştür.

Arıtma Sistemlerinde Verim, Enerji, Bakım Ve İşletme Atıksu debisi ve özellikleri: Proses seçimi için gereken en önemli bilgiler bu başlık altında toplanır.

Arıtma seviyesi: Evsel atıksular söz konusu olduğunda, BOI, KOI, azot, fosfor, vb. gibi belli başlı parametrelerin **ne oranda giderileceği** arıtma seviyesini belirler. Arıtma prosesi seçilirken, bütün önemli parametrelerin giderim verimleri belirlenip **atıksuyun alıcı ortamlara deşarj limitleri** göz önüne alınmalıdır.

Verimdeki değişim ve güvenilirlik: Atıksu debi ve kirletici özellikleri devamlı değişim gösterir. Bu yüzden **deşarj standartlarının** istatistiksel bazda **sağlanması gerekir.**

Diğer proses ihtiyağları: Gereki alan ihtiyaçı. Enerji konusu iki yönden incelenebilir. **Minimum enerji kullanımı** ve **enerji kesintilerinde** tesisin çalışmaya devam etmesi. Ekipmanın kolay ve ucuz temin edilebilirliği. Yetişmiş eleman ihtiyaçı. Bakım problemleri(ekipman, makine ve diğer yapılar). **Çamur üretimi ve bertarafı içerisinde** çamur arıtımı toplam arıtım maliyetinin çok büyük bir kısmını oluşturur. Mevcut hidrolik yük ve tesisteki hidrolik yük kaybı Arıtma yöntemi, projelendirme kriterleri ve ilgili diğer ihtiyağlar aşağıdaki faktörle kontrol edilir.

Enerji tasarrufu: Atıksu arıtma tesisleri projelendirilirken, enerjinin korunmasına ve enerji tasarrufuna büyük önem verilmelidir. Enerji konusunda iki kademeli bir yaklaşım uygulanabilir.

Birinci yaklaşım, arıtma tesisinin maliyetini ve karmaşıklığını arttırmadan, enerji tasarrufu sağlayacak yapılabilir ve uygulanabilir metotlar seçmektir. Bunu yaparken teknolojide aşırılığa kaçmamalı, proses ve ekipmanlar dikkatli seçilmeli ve iyi bir mühendislik ve mimarlık tasarımına gidilmelidir.

İkinci yaklaşım, daha gelişmiş ekipman ve cihazları içeren proseslerde sadece fazla masraf analizine yoğunlaşmaktır. Bu ikinci yaklaşımın uygulanabilirliği sadece gelişmiş ülkelerle sınırlıdır. Konvansiyonel enerji kaynakları, mümkünse rüzgar ve güneş enerjileri ile desteklenebilir. Arıtma sistemlerinde pompaların, havalandırma rotorlarının ve benzeri ekipmanın çalıştırılmasında bu tip alternatif enerji kaynaklarının kullanım imkanları araştırılmalıdır.

Isı enerjisini geri kazanan gelişmiş cihazlar kullanılabilir. Bunlar arasında, çamur çürütücülerden ısı ve enerji üretmek amacıyla metan kazanımı önemlidir.

2013 YILI VERİLERİNE GÖRE (YIL BAZLI) SEYHAN, YÜREĞİR VE KARAİSALI ATIKSU ARITMA TESİSLERİNİN İŞLETİLMESİ

Tesis Adı	Arıtılan Atıksu Miktarı	Çıkan Çamur Keki Miktarı	Üretilen Biyogaz Miktarı	Jeneratör Enerji Üretimi	Şebekeden Çekilen Enerji Miktarı	Toplam Harcanan Enerji Miktarı	Üretim Yüzdesi
	m ³ /yıl	m ³ /yıl	Nm ³ /yıl	kW/yıl	kW/yıl	kW/yıl	%
Seyhan AAT	68.652.203	55.130	4.336.381	6.012.506	5.570.715	11.589.386	52
Yüreğir AAT	30.680.986	28.176	1.630.431	4.551.577	1.667.302	6.219.717	73

Elektrik Fatura Bedelleri;

Seyhan, Atıksu Arıtma Tesislerinin elektrik fatura bedellerinin İdare adına ödenmesi **yüklenici uhdesindedir**. Bu sayede tesislerde elektrik kullanımı **asgariye düşürüldüğü** gibi hem tesislerdeki **biyogaz üretimi** hem de **biyogaz jeneratörlerinde** elektrik üretimi **maksimum seviyeye** çıkarılmıştır.

Seyhan Atıksu Arıtma Tesisi

Seyhan ve Çukurova ilçelerinden kanalizasyon hatları vasıtasıyla toplanan atıksular bu tesiste **arıtılarak alıcı ortama** (TD8 drenaj kanalı ile Seyhan Nehrine) verilmektedir. Tesis 07.06.2004 tarihinde fiilen işleyme alınmıştır.

Tesis, **227 346 m³/gün** (1.151.066 E.N48) **kentsel nitelikli atıksu arıtma kapasitesinde** aktif karbon giderimli tam biyolojik atıksu arıtma tesisidir.

Tesiste, arıtma işlemleri sırasında ve sonrasında; yaklaşık **%65 metan içerikli biyogaz üretilmekte** ve tesiste mevcut biyogaz jeneratöründe elektrik enerjisine dönüştürülerek tesis elektrik ihtiyacının yaklaşık **%87** oranında bir kısmı geri kazanılmaktadır.

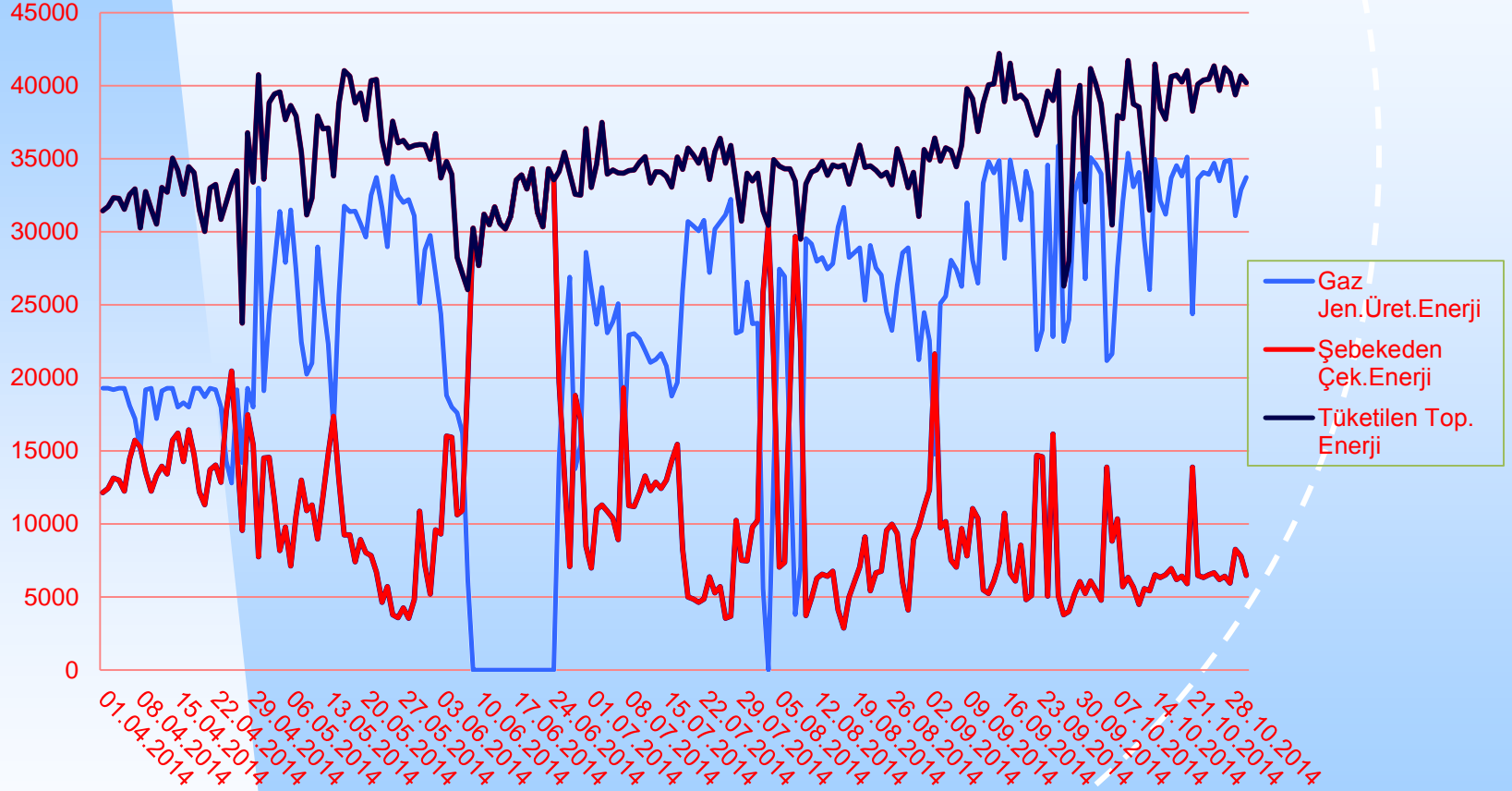
Arıtma işlemleri sonrasında oluşan ortalama **%26-29** kuruluk oranındaki atık çamurlar ise tesiste bulunan çamur deponi sahasında kurutulmak üzere istiflenmektedir.

Seyhan Atıksu Arıtma Tesisinin Anahtar Teslim İnşaatı, mekanik ve elektrik işleri 3,5 yılda tamamlanmış ve tesis 7 Haziran 2003 tarihinde devreye alınmıştır. 1 yıllık devreye alma dönemi akabinde tesis 7 Haziran 2004 tarihinde fiilen işletmeye alınmıştır.

Seyhan Atıksu Arıtma Tesisi Dizayn Kriterleri

Proje Hedef Yılı	2010	2025
Toplam Eşdeğer Nüfus	1.151.066 E.N48	1.760.958 E.N55
Günlük Debi	227.346 m3/gün	311.973 m3/gün
Giriş BOİ5 Konsantrasyonu (biyo-kimyasal oksijen ihtiyacı)	243 mg/lt	310 mg/lt
Toplam BOİ5	55,251 kg/gün	96,853 kg/gün

Seyhan Atıksu Arıtma Tesisi Enerji Verileri (kWh / gün) 01.04.2014 – 31.10.2014



Seyhan Atıksu Arıtma Tesisinde; mevcut kojenerasyon santrallerinde üretilen elektrik enerjisi ile tesis elektrik ihtiyacının **yaklaşık %87 si** karşılanmaktadır.

Enerji Tüketiminin Belirlenmesi

Tesiste **tüketilen** toplam enerji miktarı tesis içerisinde bulunan trafolardan **her gün alınan değerlerin toplamı** ile hesaplanmaktadır.

Jeneratörün ürettiği ve şebeke'den çekilen miktar ölçülerek tesisteki enerji hesaplamaları yapılmaktadır.

Adana Büyük Şehir Belediyesi Seyhan Atıksu Arıtma Tesisinde her ay tesis girişinde **günlük debi değerleri**, tesis çıkışında **debi değerleri**, tesisteki fiziksel arıtma ünitelerinde, biyolojik arıtma ünitesinde, diğer üniteler ve tüm tesis için **toplam enerji tüketimleri** ile tesise ait **tasarım parametreleri** elde edilmiştir. Elde edilen bu verilerden yola çıkılarak, arıtma tesisinin **giriş yükleri**, **tesise ait giderim verimleri**, **şebekeden çekilen enerji**, **jeneratör enerji üretimi**, **Enerji ilişkileri** incelenerek **toplam enerji tüketimi için kWh/m³** cinsinden **giderim enerji değerleri**, **m³** ve **kişi başı tüketilen enerji miktarları** hesaplanmıştır.

Çizelge 1. de Seyhan atıksu arıtma tesisi **2014 yılı aylık çamur değerleri**, Çizelge 2. de ise Seyhan atıksu arıtma tesisi **2014 yılı aylık enerji değerleri** verilmiştir.

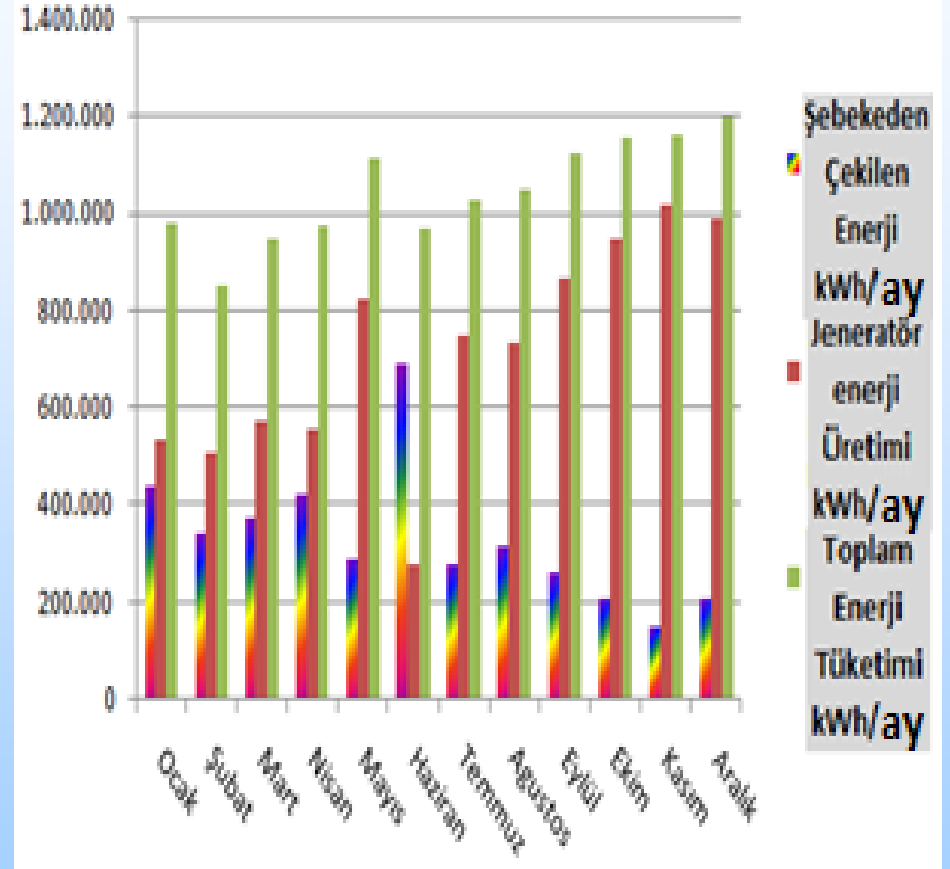
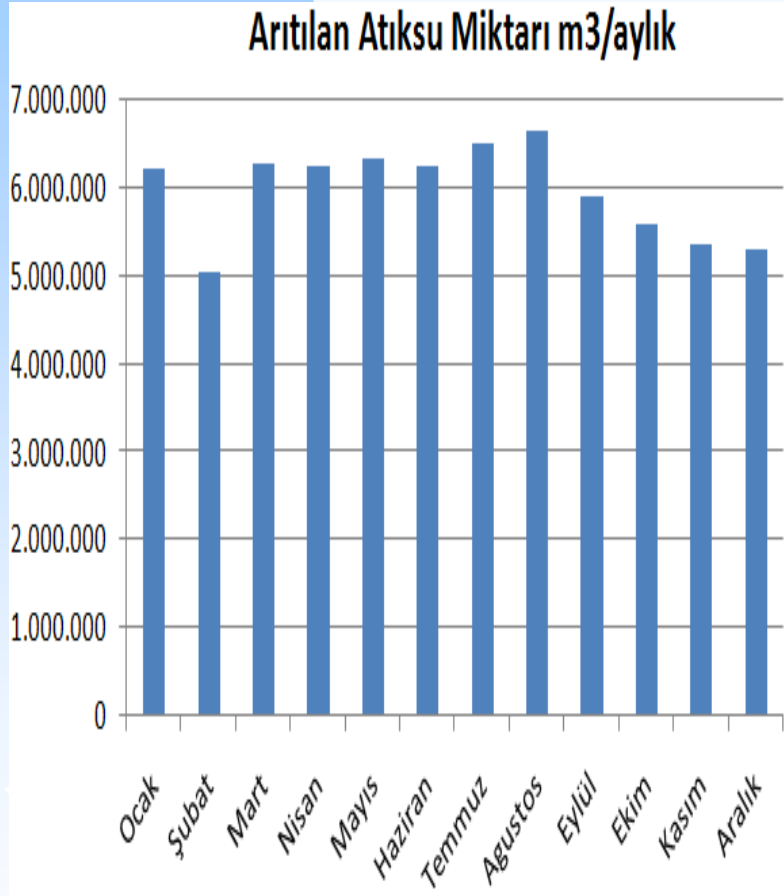
Çizelge 1. Seyhan Atıksu Arıtma Tesisi 2014 Yılı Aylık Çamur Değerleri

Aylar	Debi	Çıkan Çamur Keki Mik.	Kul. Polimer Miktarı	Dekantör Kuruluk Yüzdesi			Üretilen Gaz Miktarı	Flare Tüketilen Gaz Mik.
	m ³ /ay	m ³ /ay	kg/ay	Ort %			Nm ³ /ay	Nm ³ /ay
Ocak	6.202.131	5268,0	7500,0	27,4	27,5	27,4	355.221	130.906
Şubat	5.015.044	5220,0	7225,0	27,2	27,5	27,2	447.900	202.726
Mart	6.271.161	5603,0	7700,0	27,2	27,2	27,0	421.908	165.898
Nisan	6.238.952	5448,0	7400,0	26,8	26,7	26,5	433.955	170.524
Mayıs	6.318.719	5467,0	7325,0	26,8	26,7	26,7	389.091	46.606
Haziran	6.236.906	5296,0	7375,0	27,5	27,6	28,0	290.713	142.792
Temmuz	6.482.131	5457,0	7675,0	27,0	26,7	26,7	307.311	24.332
Ağustos	6.627.393	5808,0	8050,0	26,6	26,4	26,1	309.307	42.037
Eylül	5.882.634	5070,0	7350,0	26,9	26,8	26,9	339.918	30.263
Ekim	5.563.781	5004,0	7250,0	28,6	28,3	28,2	406.141	31.655
Kasım	5.334.318	4741,0	6900,0	29,3	28,7	28,6	461.430	30.657
Aralık	5.278.486	4906,0	7020,0	28,6	28,4	28,8	448.737	52.157
Yıllık Ort.	5.954.305	5.274	7397,5	27,5	27,4	27,3	384.303	89.213

Çizelge 2. Seyhan Atıksu Arıtma Tesisi 2014 Yılı Aylık Enerji Değerleri

Aylar	Şebekeden Çekilen Enerji kWh/ay	Jeneratör Enerji Üretimi kWh/ay	Toplam Enerji Tüketimi kWh/ay	Enerji Geri Kazanımı %	Arıtılan Atıksu Miktarı m ³ /ay	kWh/m ³
Ocak	440.690	536.200	976.890	54,89%	6.202.131	0,1575
Şubat	344.690	505.800	850.490	59,47%	5.015.044	0,1696
Mart	372.567	573.400	945.967	60,62%	6.271.161	0,1508
Nisan	419.696	553.400	973.096	56,87%	6.238.952	0,1560
Mayıs	288.401	821.691	1.110.092	74,02%	6.318.719	0,1757
Haziran*	691.221	278.250	969.471	28,70%	6.236.906	0,1554
Temmuz	280.019	748.520	1.028.539	72,78%	6.482.131	0,1587
Ağustos	315.678	729.467	1.045.145	69,80%	6.627.393	0,1577
Eylül	259.233	863.243	1.122.476	76,91%	5.882.634	0,1908
Ekim	208.422	946.875	1.155.297	81,96%	5.563.781	0,2076
Kasım	147.462	1.013.881	1.161.343	87,30%	5.334.318	0,2177
Aralık	206.935	988.870	1.195.805	82,69%	5.278.486	0,2265
Ortalama	331.251	713.300	1.044.551	67,17%	5.954.305	0,1770

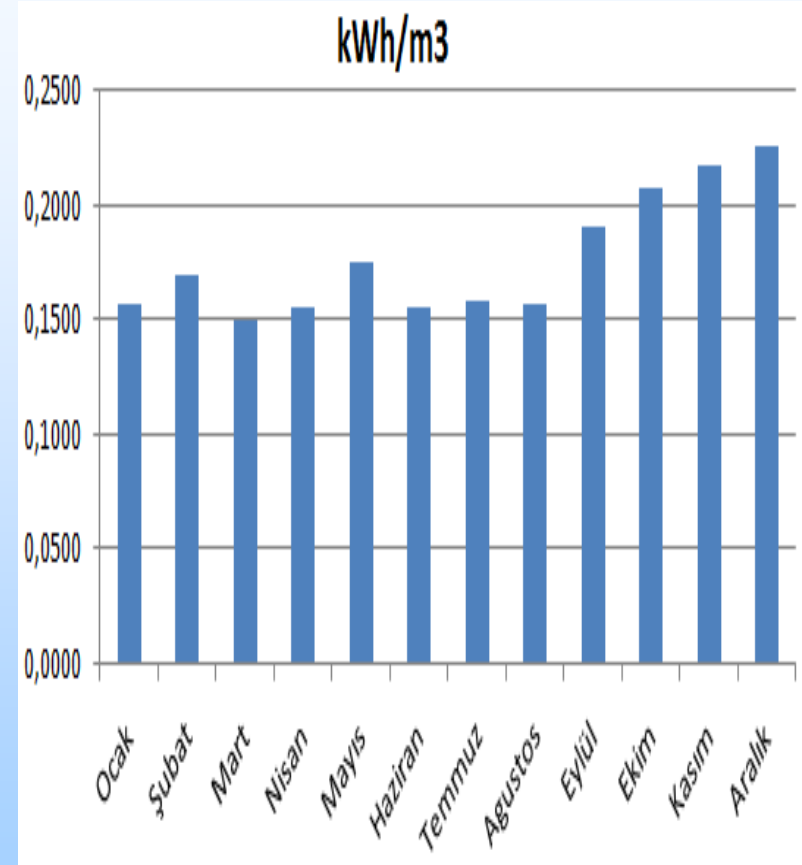
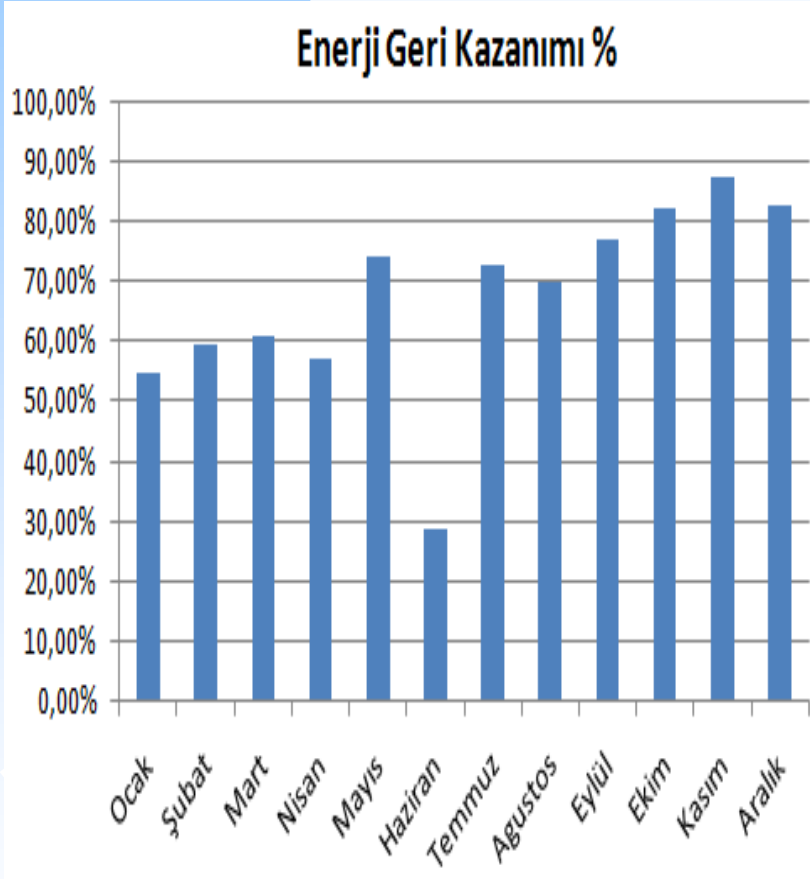
Seyhan atıksu arıtma tesisi 2014 yılı aylık arıtılan atıksu değerleri Şekil 1. de, arıtılan enerji değerleri Şekil 2. de, giderim verimleri Şekil 3. te, m³ başı enerji tüketimi Şekil 4. te verilmiştir.



Şekil 1. Seyhan atıksu arıtma tesisi 2014 yılı aylık arıtılan atıksu değerleri

Şekil 2. Seyhan atıksu arıtma tesisi 2014 yılı aylık enerji değerleri

Seyhan atıksu arıtma tesisi 2014 yılı aylık arıtılan atıksu değerleri Şekil 1. de, arıtılan enerji değerleri Şekil 2. de, giderim verimleri Şekil 3. te, m³ başı enerji tüketimi Şekil 4. te verilmiştir.



Şekil 3. Seyhan atıksu arıtma tesisi 2014 yılı aylık giderim verimleri değerleri

Şekil 4. Seyhan atıksu arıtma tesisi 2014 yılı aylık m³ başı enerji tüketimi değerleri

Biyogazın kalorifik değeri yaklaşık olarak 5,5 kWh/m³ veya 4.800-6.900 Kcal/m³ dür. Bu değer motorin ve benzinin kalorifik değerinin yarısıdır.

Atmosferik tip yakıcılarda hava ile biyogazın önceden karıştırılması tavsiye edilir. Bu tür yakıtlar için daha az hava gereklidir. Yani bir litre bütan veya propan için sırasıyla 30.9, 23.8 litre hava gerekirken biyogaz için yaklaşık olarak 5.8 litre hava yeterlidir. Yani daha az hava ile biyogazı yakmak mümkündür.

1 m³ biyogazla;

- ✓ 6 saat 60-100 watt'lık lambayı çalışır halde tutmak,
- ✓ 5-6 kişilik bir aile için 3 öğün yemek pişirmek,
- ✓ 0.7 kg benzine eşdeğer kalori elde etmek,
- ✓ Bir beygirgücündeki motoru 2 saat çalıştırmak,

1 m³ biyogazdan (20 MJ(**5,5kWh**) enerji/m³ biyogaz kabulü ile):

Sadece elektrik: 1,7 kWh elektrik (%30 dönüşüm verimi kabulü ile),

Sadece ısı: 2,5 kWh ısı (%70 dönüşüm verimi kabulü ile),

Kombine ısı ve enerji: 1,7 kWh elektrik ve 2 kWh ısı elde edilebilir.

Tesisten Elde Edilen Verilere Göre Hesaplanan Değerler

Bu çalışmada Adana Atıksu Arıtma Tesisi'nde enerji tüketimi, **üretim analizi yapılmıştır**. Bu amaçla tesisin aylık zaman diliminde(2014 yılı) giderim esnasında tesiste tüketilen enerji miktarı fiziksel arıtma, biyolojik arıtma ve diğer başlıklar altında ayrı ayrı ve tüm tesis için toplam olarak tespit edilmiştir. **Tesise ait bulgular Çizelge 1., Çizelge 2., Şekil 1., 2.,3. ve Şekil 4.'te** verilmiştir. Bu çizelgelerden ve şekillerden elde edilen veriler incelendiğinde **şu sonuçlara varılmıştır**.

✓ Şekil 1., 2.,3. ve Şekil 4.'te verilen bağıntılardan da görüleceği üzere, **giren ve giderilen kirletici yükü arttıkça, toplam enerji sarfiyatı artmasına rağmen, birim enerji sarfiyatı beklendiği gibi düşmektedir**. Tesisin enerji tüketiminin aynı olmasına rağmen, **giderilen kirlilik yükündeki artış, birim enerji tüketimini düşürmektedir**. Ayrıca yine aynı çizelgelerden görülebileceği gibi, tesisin işletme enerji tüketiminin giren kirletici yükü ile **lineer bağlı** olduğunu göstermektedir.

✓ Tesisin **enerji sarfiyatları incelendiğinde** ; Tüm tesis **yıllık ortalama 1044551 kWh** enerji tüketildiği tespit edilmiştir.

✓ Tesisin aylık ortalama debisi ve enerji tüketim değerleri ele alınırsa tesisin tamamı için 1 m³ debi başına harcanan enerji miktarlarını bulunur. Bu değerler ;Qortalama : 5954305 m³/ay; Tüm tesis toplamı için : 0,1770 kWh/m³ olarak bulunmuştur.

✓ Tesisin tasarım hesaplamalarında bulunan eşdeğer nüfusu ve tesise gelen tespit edilen debi ele alınacak olunursa aylık kişi başı harcanan su miktarını bulunur.

Qortalama / Eşdeğer nüfus(2014 yılı için) = 5954305 (m³/ay) / 1132912 kişi
= 5,25575 m³
= 5256 L/N-ay olarak bulunur.

✓ Tüm tesiste harcanan aylık ortalama enerji miktarı ve tasarım hesaplamalarında bulunan eşdeğer nüfus ele alınacak olunursa kişi başına harcanan enerji miktarı bulunabilir. Tesiste harcanan aylık ortalama enerji miktarı / Eşdeğer nüfus (2014 yılı için)
= 1044551 (kWh/ay) / 1132912 kişi
= 0,922 kWh/kişi = 922 W/kişi olarak bulunur.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

- ✓ Türkiye’de atıksu arıtma sektöründe enerji verimliliğini sağlamak üzere yapılan bu çalışmanın bir hedefi de Türkiye’deki kentsel atıksu arıtma sektörünün fosil yakıtlardan gelen karbon (CO₂) açısından nötr bir yapıya kavuşturulmasıdır.
- ✓ Kentsel atıksu arıtma alanındaki enerji tüketimine yönelik tasarım ve işletim kriterleri ve atıksu tesislerinin enerji verimliliğini arttırarak CO₂ salınımlarını azaltmalarına yönelik tavsiyeler yer almaktadır.
- ✓ Enerji verimliliği esasına dayalı kentsel atıksu arıtma sistemlerine yapılacak sürdürülebilir yatırımların bir standarta kavuşturulmasını kolaylaştırmak açısından bu çalışmadan istifade edilebileceği düşünülmektedir.
- ✓ Atıksu arıtma tesislerinde enerji verimliliği ile ilgili önlemlerin tespit edilmiş olması, bu süreç neticesinde evsel atıksu arıtma sektöründe elde edilen önemli çıktılardandır.
- ✓ Atıksu arıtma sektöründe enerji verimliliği önlemlerinin uygulanması açısından bir diğer önemli husus da başlıca paydaşlar arasında işbirliği sağlanmasıdır. Bu itibarla, tüm paydaşların enerji tüketiminde önemli oranda azaltmaya gitmeyi taahhüt etmesi gerekmektedir.

✓ Gerekli mevzuatın enerji verimliliğiyle ilgili önlemlerin hayata geçirilmesini engelleyici nitelikte olmaması da gerekmektedir.

✓ Arıtma tesisleri **inşası ve işletmesi yüksek maliyet gerektiren** işlemlerdir. Bu nedenle tesislerin fizibilite raporlarından **proje ve inşaat sürecinin yanında işletme döneminin de düşünülerek**, inşaat ve işletme giderleri minimize edebilecek en uygun proses seçilmelidir. Ayrıca, proseslere en uygun mekanik ekipmanlarla tesis yapılmalıdır.

✓ Adana Büyükşehir Belediyesi Seyhan Atıksu arıtma tesisi aktif çamur sistemi ile çalışan bir tesistir. **Aktif çamur sürecini uygulayan arıtma tesislerinde yüksek enerji-işletme maliyetleri bilinmektedir.** Ancak küçük hacimlerde yüksek debiyi karşılayabilen bu sistem Seyhan Atıksu arıtma tesisi içinde uygun görülmüştür.

✓ Tesisten elde edilen araştırma bulguları sonucunda; Tesisin tamamı için **giderim verimleri**, Kasım 2014 ortalaması %87,30 yıllık ortalama ise %67,17 olarak bulunmuştur. **Tesisin aylık ortalama enerji sarfiyatı ele alınarak 331251kWh/m³ enerji gideri tespit edilmiştir.** Aynı şekilde toplam enerji sarfiyatından ve tesise gelen günlük ortalama debi miktarından yola çıkılarak 1 m³ için 0,1770 kWh enerji gideri hesaplanmıştır.

✓ Tesise ait tasarım hesaplamalarında eşdeğer nüfus olarak bulunan nüfus ve tesise gelen ortalama günlük debiye göre kişi başı su tüketimi 5256 L.N/ay olarak bulunmuştur. Tesiste harcanan toplam enerji sarfiyatına ve tasarım esnasında hesaplanan eşdeğer nüfus değerlerine göre de arıtma tesisinde atıksu arıtımında kişi başı harcanan aylık enerji miktarı da 922W olarak bulunmuştur.

✓ Tesisten elde edilen verilerden, tesiste giderilen yük arttıkça, birim enerji tüketimi azalmaktadır. Mevcut tesisin kirlilik yükünün artması birim enerji tüketimini düşüreceğinden, ileride olabilecek veya kişi başına üretilecek kirlilik yükünün artışı tesisi olumsuz etkilemeyeceğinden kirlilik yükünün çok düşürülmesine gayret edilmemelidir.

✓ Karar mercilerinde atıksu arıtma alanında enerji verimliliğinden elde edilecek fırsat ve kazanımlar konusunda bilinç oluşturulmalı, Atıksu arıtma tesislerinin enerji verimliliği esaslarına uygun, etkili bir şekilde işletiminin sağlanması (işletmecilerin eğitimi), Atıksu arıtma tesisleri alanında faaliyet gösteren tasarım ve mühendislik firmalarının konuyla ilgili olarak bilgilendirilerek etkin ve verimli enerji kullanımının gelecek projelere dahil edilmesinin sağlanması gerekmektedir.

- ✓ Bu çalışmada, Yerel yönetim sınırları içinde bulunan yerleşim alanları dikkate alınarak Adana Büyükşehir belediyesi Seyhan Atıksu Arıtma Tesisinin(AAT) **alıcı ortamı** değerlendirilmiştir.
- ✓ Seyhan Atıksu Arıtma Tesisi(A.A.T.) **Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği gereğince kurulmuştur.** Kuruluş amacı evsel atıksulardan kaynaklanan çevre kirliliğini önlemek ve oluşturacağı zararları bertaraf etmektir.
- ✓ A.A.T. faaliyete geçtiği yıldan itibaren **deşarj standartlarını yerine getirdiği akredite laboratuarda yapılan ölçümlerle** doğrulanmıştır.
- ✓ Arıtma tesislerinden günlük tonlarca çamur çıktığı, **çamurun kurutulup yakıldıktan** sonra geriye kalan kısmının **%90'lar seviyesinde tamamen bertaraf edilebileceği** düşünüldüğünde gelecekte çamur bertarafı ve enerji üretimi için **umut vermektedir.**

✓Yerel Yönetimlerde de Evsel Atıksulardan Sürdürülebilir Yeşil Enerji Üretimine bağlı olarak, Atık Su Arıtma Tesislerinin (A.A.T.) alıcı ortamları değerlendirildiğinde, tesisten çıkan çamurun kurutulup, yakılarak bertaraf edilebilecek ve çamurun yakılması sırasında elektrik üretecek sistemlerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılmasıyla **yerel yönetimlere katkı sağlayacaktır.**

✓Adana Büyükşehir Belediyesi Seyhan Atıksu Arıtma Tesisi(A.A.T.)'nin 2014 yılı toplam enerji ihtiyacı 12 534 611 kwh iken bunun 8 559 597 kwh gaz jeneratöründen(arıtma çamuru) elde edilmektedir.

✓ Arıtma çamurundan 8 559 597 kwh enerjiyi ağaçtan ve kömürden elde ettiğimizde bunların **çevreye verdiği zararlar**, arıtma tesislerinin önemini ve gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır.

✓A.A.T.'nin asıl amacı evsel atıksulardan kaynaklanan çevre kirliliğini önlemek olmakla birlikte; arıtma çamurundan da elektrik enerjisi üreterek tesisin enerji ihtiyacının önemli bir kısmını karşılayıp fosil yakıtlardan kaynaklanan zararları bertaraf etmesi düşünüldüğünde, **koku vb. sorunlar göz ardı** edilebilmeli.

✓ Atıksu Arıtma tesislerinden **çıkan çamurun bertaraf edilmesi** atıksu arıtma tesislerinin en büyük problemi olup 2016'da uygulanacak Avrupa Atıksu Standartları Mevzuatına göre de **arıtma çamurlarındaki patojenlerin ve organiklerin %75'inin giderilmesi zorunlu** hale gelecektir.

✓ Dünyada çamur uzaklaştırma yöntemleri çamurların **tarımda kullanılması, çamurun toprağın özelliklerini iyileştirmesi, ürün verimi ve kalitesini artırması** açısından ekolojik bir yaklaşım olarak görülmektedir.

✓ Çamurun işlenmesinin zorluğu ve ekonomisi, çamur susuzlaştırma ünitelerinden sonra oluşan son üründe kalan su miktarıyla direkt olarak ilgilidir. Bu nedenle; **çamur yönetiminde, daha yüksek kuru madde içeriğine sahip bir materyalin elde edilmesi önemli bir amaç** olarak ortaya çıkmaktadır.

✓ Atık su arıtma tesisinden çıkan çamuru kurutup, yakarak bertaraf edecek ve çamurun yakılması sırasında **elektrik üretecek sistemlerin yaygınlaşması ve geliştirilmesiyle;** Atıksu Arıtma tesislerinden çıkan çamur **yeni ilave tesisler yapılmak suretiyle** bertaraf edilerek elektrik enerjisi üretilebilir.

Kaynaklar

- [1] Metcalf And Eddy, Inc., 1991. Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse,3rd Edition, Mc Graw Hill Book Co., New York.
- [2] Liptak B.G., Bouis P.,A., 2000. Hazardous Waste and Solid Waste, Lewis Publishers, CRC Press LLC.
- [3] Friedland, A.J., 1990. The Movement of Metals Through Soils and Ecosystems. In CRC Press,Boca Raton,
- [4] Shaw,A.J., 1990. Heavy Metal Tolerance in Plants, Evolutionary Aspects, CRC Press, Boca Raton
- [5] <http://www.koski.gov.tr/mAtiksuAritma/atikSuAritma-TRKShema.php>
- [6] <http://www.meski.gov.tr/Kurumsal9.aspx>
- [7] <http://www.adana.bel.tr/atik-su-aritma-tesisleri-sayfa.html>



SABIRLA DİNLEDİĞİNİZ İÇİN TEŞEKKÜR EDERİM