



## KENTSEL ATIKSU ARITMA TESİSİNDE TÜKETİLEN ENERJİNİN KİRLİLİK GİDERİMİNE BAĞLI OLARAK İNCELENMESİ

\*İsmail GÜLSOY<sup>1</sup>, İbrahim KILIÇASLAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, [126171001@kocaeli.edu.tr](mailto:126171001@kocaeli.edu.tr)

<sup>2</sup>Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, [ikaslan@kocaeli.edu.tr](mailto:ikaslan@kocaeli.edu.tr)

*Geliş Tarihi: 15.06.2015*

*Kabul Tarihi: 25.11.2015*

### ÖZ

Bu çalışmada, kentsel atıksu arıtma tesisinde tüketilen elektrik enerjisi ile tesisin giriş ve çıkışında kirlilik parametrelerine bakılarak, tesisin birim enerji tüketimi analizi yapılmıştır. Kocaeli Plajyolu Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi'nde tesisin giriş ve çıkışında bir aylık süre ile KOI, BOI5, AKM değerleri ve enerji sarfiyatı ölçülmüştür. Bu veriler ile kirlilik giderimine bağlı olarak tesisin KOI-Enerji, BOI5-Enerji, AKM-Enerji ilişkileri incelenmiştir. Tesiste %78 KOI, % 95 BOI5 ve % 90 AKM gideriminin sağlandığı tespit edilmiştir. Yapılan hesaplamalara göre tesiste giderilen yük arttıkça birim enerji tüketiminin azaldığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Atıksu Arıtma Tesisi Enerji Tüketimi, Atıksu Giderim Verimi, Performans Analizi

## STUDY OF ENERGY CONSUPTION ACCORDING TO REMOVAL OF POLLUTION IN THE WASTE WATER TREATMENT PLANT

### ABSTRACT

In this study, consumed electric energy with values of influent and effluent water quality parameters and unit energy consumption analysis of a wastewater treatment plant was made. COD, BOD5 and TSS values in the raw wastewater and effluent along with unit based energy consumption of Kocaeli Plajyolu Wastewater Treatment Plant were observed. According to this data COD-Energy Consumption, BOD5-Energy Consumption and TSS-Energy Consumption relations were set. 78% COD, 95% BOD5 and 90% TSS removal efficiencies were observed during the observation period. According the calculated energy consumption per pollutant removed values, from the observed parameters, show a regular decrease.

**Keywords :** Wastewater Treatment Plant Energy Consumption, Wastewater removal efficiency, Performance analysis

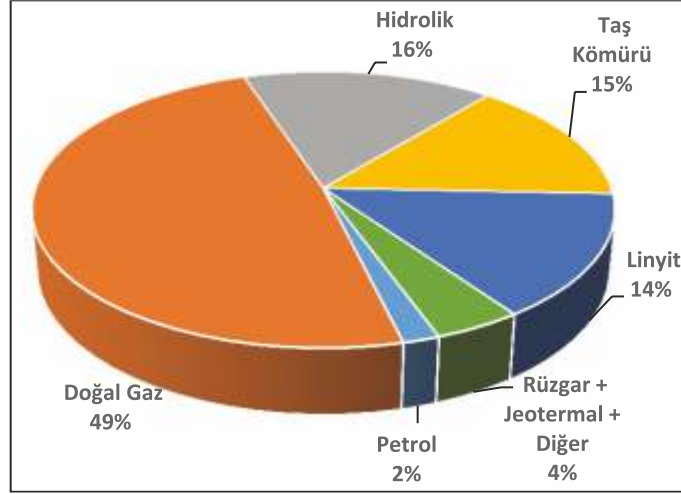
### 1.GİRİŞ

Elektrik enerjisi, hiç kuşkusuz insan hayatının vazgeçilmez en önemli unsurlarındandır. Teknolojik gelişmeler, dünya nüfusundaki artış, insanların refah seviyesindeki artış gibi sebeplerle dünyada enerjiye olan talep sürekli olarak artmaktadır [1].

Dünyada enerji talebi her ülkede farklı olmakla birlikte, küresel ölçekte sürekli artmakta olup, bu talebi karşılamak için enerji yatırımları yapılmaktadır. Bu yatırımların maliyetleri oldukça yüksek olmakla birlikte insan ve çevreyi önemli ölçüde olumsuz olarak etkilemektedir [2].

Dünyada kullanılmakta olan enerjinin %82,02'si fosil esaslı enerji kaynaklarından elde edilmektedir. 2014 yılı verilerine göre dünyada enerji kullanımında en büyük paya sahip olan kaynakların sırasıyla; petrol %31,14, kömür %22,08, doğal gaz %22,65 ve nükleer enerji %6,15 olduğu, geri kalan %17,98'i ise hidrolik ve yenilenebilir enerji kaynağı olduğu görülebilmektedir [3].

Ülkemizin 2014 yılı elektrik üretiminin % 79,60'ı fosil kaynaklardan karşılanmış olup elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımı Şekil 1'de gösterilmiştir [4].



Şekil 1: Türkiye Elektrik Üretim Kaynakları Göre Dağılımı

Fosil yakıtların rezervlerinin sınırlı olması oldukça önemli bir enerji kaynağı sıkıntısı olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca fosil yakıtların kullanılması, hava kirliliği, çevre kirliliği ve diğer etkenleriyle beraber ortaya çıkan küresel ısınma gibi bütün dünyayı etkileyebilecek önemli sonuçlar doğurmaktadır [5].

Fosil kaynakların görünür gelecekte tükenmesi, alternatif kaynakların henüz ekonomik olmaması, artan talep nedeniyle fiyatların aşırı artması, yerli kaynakların ithal bağımlılığı önleyememesi ve özellikle ekolojik dengenin alarm vermesi sebebi ile kaynak güvenliği ve temiz çevre için kullandığımız enerjinin tamamını faydaya dönüştürmemiz gerekmektedir.

Enerji etüt ve optimizasyonu ile üretilen elektrik enerjisinin tesislerde verimli kullanılması, yeni enerji santrallerinin kurulması kadar önemli hale gelmiştir. Dolayısı ile kullandığımız enerjinin etüdünü yapmak enerjiyi verimli kullanmamıza fayda sağlayacaktır.

Bu çalışmada, Kocaeli ili Plajyolu Kentsel Atıksu Arıtma Tesisinin bir aylık süre ile elektrik enerjisi tüketimi ölçülmüş ve bu süre içerisinde tesisin giderim verimliliği hesaplanmıştır. Bu veriler ile tesisin kirlilik giderimine bağlı olarak birim elektrik enerjisi tüketimi hesaplanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Kentsel atıksu arıtma tesisinin girişinden Debi, KOI, BOI5 ve AKM değerleri; çıkışından KOI, BOI5 ve AKM değerleri bir aylık süre ile ölçülmüştür. Ayrıca tesisin bir aylık süre ile tükettiği elektrik enerjisi tespit edilmiş olup toplam tüketime bakılarak KOI - Enerji, BOI5 – Enerji, AKM – Enerji ilişkileri incelenmiştir.

#### 2.1.1. Atıksu

Atıksu; evsel, endüstriyel, tarımsal ve diğer kullanımlar sonucunda kirlenmiş veya özellikleri kısmen veya tamamen değişmiş sular ile maden ocakları ve cevher hazırlama tesislerinden kaynaklanan sular, yapılaşmış kaplamalı ve kaplamasız bölgelerinden cadde, otopark ve benzeri alanlardan yağışların yüzey akışa dönüşmesi sonucunda gelen sulardır [6].

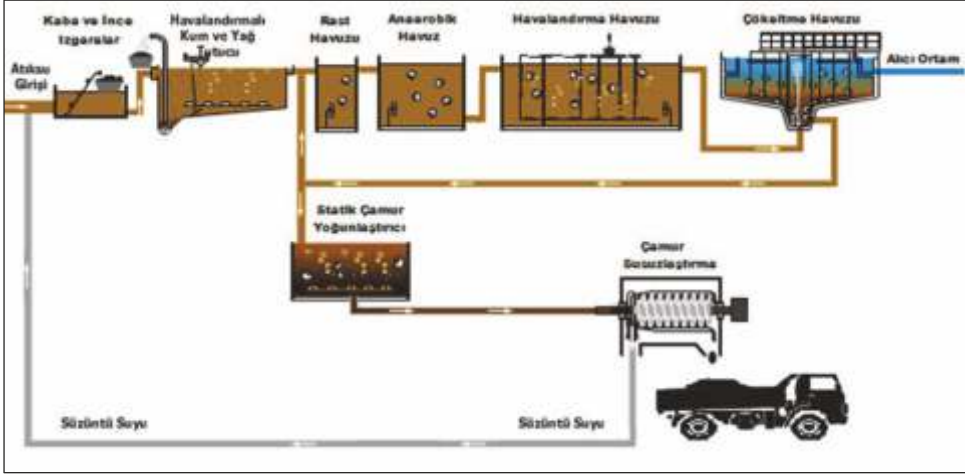
Atıksular birçok risk faktörü içermektedirler. Bazı risk faktörleri kısa sürede etkili olurlar ve ortaya çıkan etkinin şiddeti, insanların, hayvanların veya çevresel temas potansiyeline bağlı olarak değişmektedir [7]. Atıksuların içerdiği patajonler hastalığa neden olurlar, kimyasallar ise gıda zincirine girerek sağlık riski oluşturlar [8].

#### 2.1.2. Atıksu arıtma

Suların çeşitli kullanımlar sonucunda atıksu haline dönüşerek yitirdikleri fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özelliklerinin bir kısmını veya tamamını tekrar kazandırabilmek, ve boşaltıldıkları alıcı ortamın doğal fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik ve ekolojik özelliklerini değiştirmeyecek hale getirebilmek için uygulanan fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma işlemlerinin birine veya birkaçına atıksu arıtma adı verilmektedir [6].

#### 2.1.3. Kocaeli Plajyolu kentsel atıksu arıtma tesisi

Plajyolu Atıksu Arıtma Tesisi inşaatına 1988 yılında başlanmış ve 1993 yılında tamamlanmıştır. 1999 depreminde hasar görmüş, onarımı yapılarak 2001 yılına devreye alınmıştır. Mevcut tesisin AB deşarj kriterleri esas alınarak ileri azot gideren biyolojik sistemden ileri azot ve fosfor gideren biyolojik sisteme dönüştürülmesi 2009 yılında tamamlanmıştır. Arıtma tesisi projesinin günlük ortalama debisi,  $Q = 72.000 \text{ m}^3$ 'tür [9]. Plajyolu kentsel atıksu arıtma tesisi akım şeması Şekil 2'de gösterilmiştir [10].



Şekil 2. Plajyolu Kentsel Atıksu Arıtma Tesisleri Akım Şeması

#### 2.1.4. Atıksu arıtma tesislerinde kullanılan elektrik enerjisi miktarı

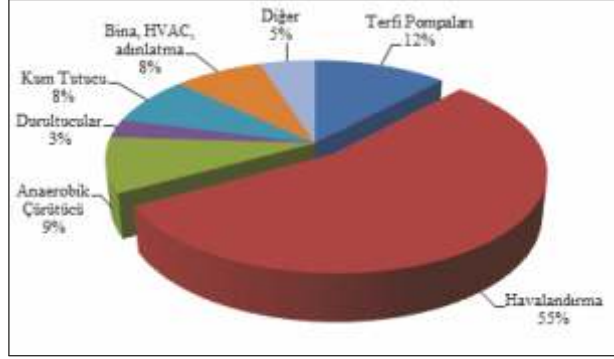
Atıksu arıtma tesislerinde atıksuyun terfi ettirilmesi, hareket ettirilmesi, havalandırılması, geri devrinin yapılması gibi birçok işlemde elektrik motorları ve pompaları kullanılmaktadır. Dolayısı ile su ve atıksu arıtma tesisleri önemli miktarda enerji tüketmektedirler. Amerika da tüketilen elektrik enerjisinin yaklaşık % 3- % 4 su ve atıksu tesisleri tarafından tüketilmektedir [11].

Kocaeli, 1,8 milyona ulaşan nüfusu, önemli sanayi tesisleri ve gelişmiş ekonomik yapısı ile Türkiye'nin büyük sanayi kentlerinden birisidir. İlin bir körfezin etrafında ve transit geçiş yollarının üstünde konumlanması, ulaşım türleri bakımından çeşitliliğe sahip olması ve Anadolu ile İstanbul'u birbirine bağlaması sanayi yatırımları için ili cazibe merkezi haline getirmiştir [12]. Bu cazibenin bir sonucu olarak da Kocaeli ili yoğun göç almaktadır. Nüfus artışı ve yeni atıksu arıtma tesislerinin devreye alınması ile birlikte Kocaeli Su ve Kanalizasyon İdaresi - İSU'nun atıksu arıtma tesislerinde yıllara göre tükettiği elektrik enerjisi miktarı artmış olup Çizelge 1'de sunulmaktadır [13].

Çizelge 1: İSU Atıksu Arıtma Tesisleri Yıllara Göre Elektrik Enerjisi Tüketimi

Yıl	Enerji Tüketimi(kWh/yıl)
2014	38.158.925
2013	37.864.552
2012	31.298.494
2011	26.119.839
2010	25.382.614

Atıksu arıtma tesislerinde tüketilen elektrik enerjinin yüzde dağılımı Şekil 3’de sunulmaktadır [14].



Şekil 3: Atıksu Arıtma Tesislerinde Enerji Kullanımı

## 2.2. Yöntem

Kocaeli ili İzmit İlçesi Plajyolu Atıksu Arıtma Tesisinde bir ay süreyle tesis girişinde günlük Debi, KOI, BOI5, AKM değerleri, tesis çıkışında KOI, BOI5, AKM değerleri ile tüm tesis için toplam enerji tüketimleri elde edilmiştir. Elde edilen bu verilerden yola çıkılarak, arıtma tesisinin giriş yükleri, tesise ait giderim verimleri, KOI, BOI5, AKM parametreleri için kWh/kg. cinsinden giderim- enerji değerleri hesaplanmıştır.

## 3. BULGULAR

### 3.1. Tesisin Giriş Değerleri

Tesisin Şubat-2015 tarihinde bir aylık süreyle giriş debisi incelendiğinde; günlük ortalama 70.789 m<sup>3</sup> tesise atıksu girişi tespit edilmiş olup bu değer tesise giren atıksuyun günlük ortalama debisi olan 72.000 m<sup>3</sup> yakın olduğu görülmektedir. Su kirliliği kontrol yönetmeliği, atıksuların alıcı ortama deşarj standardını en fazla olmak üzere KOI için 90 (mg/L), BOI5 için 35 (mg/L) ve AKM için 25 (mg/L) öngörmektedir[15]. Tesis girişinden alınan ölçümler ile tesise giren atıksuyun ortalama değerlerin KOI için 229 (mg/L), BOI5 için 104 (mg/L) ve AKM için 110 (mg/L) olduğu tespit edilmiştir. Deşarj standardının çok üzerinde atıksuyu tesise girdiği görülmekte olup tesis girişinden bir aylık süreyle alınan değerler Çizelge 2’de sunulmaktadır.

Çizelge 2. Atıksu Arıtma Tesisi Günlük Giriş Değerleri

Günler	Tesis Giriş Değerleri				
	Şubat 2015	Debi (m3/gün)	KOI (mg/L)	BOI5 (mg/L)	AKM (mg/L)
1		76.873	257	89,7	214
2		77.553	480	180	190
3		74.739	160	85	90
4		77.078	240	114	174
5		77.479	240	81,6	68
6		75.765	160	125	138
7		73.890	200	110	85
8		72.907	200	73,2	64
9		70.559	240	97	112
10		70.088	160	59,6	188
11		67.539	120	85	76
12		64.709	200	92,7	104
13		62.417	436	178	102
14		64.576	198	136	96
15		63.837	238	89,7	112
16		66.970	212	79	129
17		66.483	150	115	98
18		65.022	366	136	144
19		62.938	130	70	85
20		60.197	180	127	78
21		64.673	230	98	86
22		64.150	150	61,8	63
23		66.116	170	110	96
24		71.737	320	57,6	104
25		80.284	200	95	82
26		79.042	227	86	157
27		82.294	243	124	62
28		82.175	314	147	122
Min		60.197	120	58	62
Mak		82.294	480	180	214
Ort		70.789	229	104	110
St. Sap		6.643	86	32	42

### 3.2. Tesisin Çıkış Değerleri

Su kirliliği kontrol yönetmeliği atıksuların alıcı ortama deşarj standardını en fazla olmak üzere KOI için 90 (mg/L), BOI5 için 35 (mg/L) ve AKM için 25 (mg/L) olmasını öngörmektedir[14]. Tesisin Şubat-2015 tarihinde bir aylık süreyle çıkış değerleri incelendiğinde; tesis çıkışından alınan ölçümler ile tesisten çıkan atıksuyun ortalama değerlerin KOI için 45 (mg/L), BOI5 için 5 (mg/L) ve AKM için 11 (mg/L) olduğu tespit edilmiştir. Bu değerlere bakıldığında tesisin deşarj standardının altında arıtma yaptığı görülmekte olup tesis çıkışından bir aylık süreyle alınan değerler Çizelge 3'de sunulmaktadır.

Çizelge 3. Atıksu Arıtma Tesisi Günlük Çıkış Değerleri

Günler	Tesis Çıkış Değerleri			
	Şubat 2015	KOI (mg/L)	BOI5 (mg/L)	AKM (mg/L)
1		52	4,95	19
2		70	4,25	10
3		60	7	12
4		70	6,23	13
5		50	5,8	11
6		50	5,17	16
7		30	4	15
8		40	3,27	10
9		50	4,78	14
10		60	5,52	19
11		30	4,25	11
12		40	3,21	7
13		40	4,45	8
14		40	5,12	6
15		30	4,42	8
16		39	3,45	21
17		40	6	8
18		41	3,87	8
19		40	3,31	18
20		50	5,42	19
21		60	5,87	2
22		30	4,18	6
23		40	5,28	5
24		50	3,76	1
25		40	4,82	7
26		42	3,52	13
27		51	4,27	10

28	40	3,94	11
Min	30	3	1
Mak	70	7	21
Ort	45	5	11
St. Sap	11	1	5

### 3.3. Tesisin Enerji Tüketimi

Tesisin Şubat-2015 tarihinde bir aylık süreyle enerji sarfiyatı incelendiğinde; debiye ve kirlilik değerine bağlı olarak tüketim miktarı değişmekle birlikte tüm tesis için günlük ortalama 18.383 kWh enerji tüketildiği tespit edilmiş olup tüketim değerleri Çizelge 4'de sunulmaktadır.

**Çizelge 4.** Atıksu Arıtma Tesisinin Günlük Enerji Tüketimi

Günler	Tesis Enerji Tüketimi
Şubat 2015	(kWh)
1	18.206
2	16.893
3	17.275
4	17.276
5	17.615
6	18.285
7	16.959
8	16.544
9	18.262
10	16.939
11	20.301
12	18.003
13	19.070
14	16.451
15	17.189
16	18.322
17	19.100
18	17.901
19	18.298
20	18.833
21	19.207



22	20.421
23	21.478
24	17.034
25	19.043
26	19.480
27	20.235
28	20.098
Min	16.451
Mak	21.478
Ort	18.383
St. Sap	1.326

### 3.4. Tesis Giriş Yükleri

Atıksu arıtma tesisinin Şubat – 2015 boyunca giriş değerlerinden hesaplanan giriş kirlilik yükleri incelendiğinde kirlilik yük miktarının büyükten küçüğe doğru sırası ile KOI, AKM ve BOI5'e ait olduğu görülmekte olup bu yüklerin Min, Mak, Ortalama ve Standart Sapma değerleri Çizelge 5'de sunulmaktadır.

Çizelge 5. Atıksu Arıtma Tesisi Günlük Giriş Yükleri

Günler	Tesis Giriş Yükleri (kg/gün)		
	Şubat 2015	KOI	BOI5
1	19.756	6.896	16.451
2	37.225	13.960	14.735
3	11.958	6.368	6.727
4	18.499	8.787	13.412
5	18.595	6.322	5.269
6	12.122	9.471	10.456
7	14.778	8.128	4.877
8	14.581	5.337	4.666
9	16.934	6.844	7.903
10	11.214	4.177	13.177
11	8.105	5.741	5.133
12	12.942	5.999	6.730
13	27.214	11.110	6.367
14	12.812	8.782	6.199

15	15.198	5.726	7.150
16	14.198	5.291	8.639
17	9.972	7.646	6.515
18	23.798	8.843	9.363
19	8.182	4.406	4.909
20	10.835	7.645	4.695
21	14.875	6.338	5.562
22	9.623	3.964	4.041
23	11.240	7.273	6.347
24	22.956	4.132	7.461
25	16.057	7.627	6.583
26	17.943	6.798	12.410
27	19.989	10.204	5.102
28	25.778	12.080	10.025
Min	8.105	3.964	4.041
Mak	37.225	13.960	16.451
Ort	16.335	7.353	7.889
St. Sap	6.549	2.432	3.380

### 3.5. Tesis Çıkış Yükleri

Atıksu arıtma tesisinin Şubat – 2015 boyunca çıkış değerlerinden hesaplanan çıkış kirlilik yükleri incelendiğinde kirlilik yük miktarının büyükten küçüğe doğru sırası ile KOI, AKM ve BOI5'e ait olduğu görülmekte olup bu yüklerin Min, Mak, Ortalama ve Standart Sapma değerleri Çizelge 6'de sunulmaktadır.

Çizelge 6. Atıksu Arıtma Tesisi Günlük Çıkış Yükleri

Günler	Tesis Çıkış Yükleri (kg/gün)		
	Şubat 2015	KOI	BOI5
1	3.997	381	1.461
2	5.429	330	776
3	4.484	495	897
4	5.395	480	1.002
5	3.874	452	852
6	3.788	392	1.212
7	2.217	304	1.478

8	2.916	238	729
9	3.528	337	988
10	4.205	387	1.332
11	2.026	287	743
12	2.588	208	453
13	2.478	278	499
14	2.562	331	387
15	1.900	282	511
16	2.612	231	1.406
17	2.659	366	532
18	2.653	252	520
19	2.518	208	1.196
20	3.010	326	1.144
21	3.880	380	129
22	1.925	268	385
23	2.645	349	331
24	3.587	270	72
25	3.211	387	562
26	3.312	278	1.028
27	4.164	351	823
28	3.326	324	904
Min	1.900	208	72
Mak	5.429	495	1.478
Ort	3.246	328	798
St. Sap	949	75	394

### 3.6. Tesis Giderim Verimleri

Kentsel atıksu arıtımı yönetmeliği minimum arıtma verimliliğini KOI için %75, BOI5 için %70-90 ve AKM için %90 olarak öngörmektedir [15]. Atıksu arıtma tesisinin Şubat-2015 boyunca giriş ve çıkış yüklerine göre hesaplanan ortalama giderim verimi KOI için %78, BOI5 için %985 ve AKM için %90 olduğu görülmektedir. Bu değerlere bakıldığında tesisin standardın üzerinde arıtma yaptığı görülmekte olup tesisin bir aylık süreyle giderim verimi Çizelge 7'de sunulmaktadır.

Çizelge 7. Atıksu Arıtma Tesisine Ait Günlük Giderim Verimleri

Günler	Giderim Verimleri (%)		
	KOI	BOI5	AKM
Şubat 2015			
1	0,80	0,94	0,91

2	0,85	0,98	0,95
3	0,63	0,92	0,87
4	0,71	0,95	0,93
5	0,79	0,93	0,84
6	0,69	0,96	0,88
7	0,85	0,96	0,82
8	0,80	0,96	0,84
9	0,79	0,95	0,88
10	0,63	0,91	0,90
11	0,75	0,95	0,86
12	0,80	0,97	0,93
13	0,91	0,98	0,92
14	0,80	0,96	0,94
15	0,88	0,95	0,93
16	0,82	0,96	0,84
17	0,73	0,95	0,92
18	0,89	0,97	0,94
19	0,69	0,95	0,79
20	0,72	0,96	0,76
21	0,74	0,94	0,98
22	0,80	0,93	0,90
23	0,76	0,95	0,95
24	0,84	0,93	0,99
25	0,80	0,95	0,91
26	0,82	0,96	0,92
27	0,79	0,97	0,84
28	0,87	0,97	0,91
Min	0,63	0,91	0,70
Mak	0,91	0,98	0,99
Ort	0,78	0,95	0,90
St. Sap	0,07	0,02	0,07

### 3.7. Tesisin Birim Enerji Tüketimi

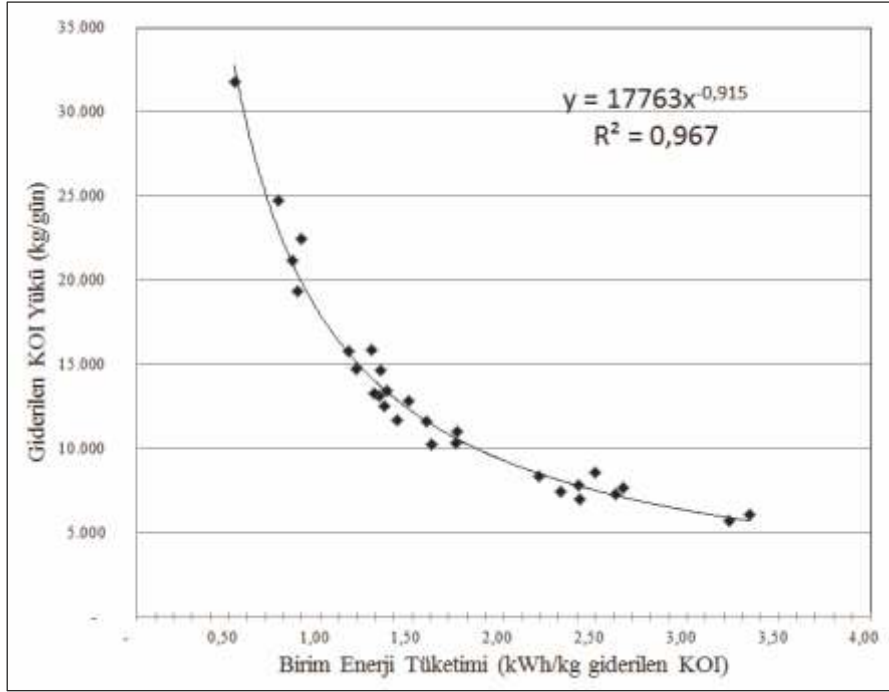
Atıksu arıtma tesisinin Şubat-2015 boyunca kirlilik giderilmesine bağlı olarak enerji tüketimi incelendiğinde kirlilik yükü miktarına bağlı olarak birim enerji tüketiminin değişmekte olduğu görülmektedir. Birim enerji tüketiminin büyükten küçüğe doğru AKM, BOİ5 ve KOİ için olduğu görülmekte olup birim enerji tüketim değerleri ile Min, Mak, Ortalama ve Standart Sapma değerleri Çizelge 8’de sunulmaktadır.

Çizelge 8. Atıksu Arıtma Tesisine Ait Günlük Birim Enerji Tüketimi

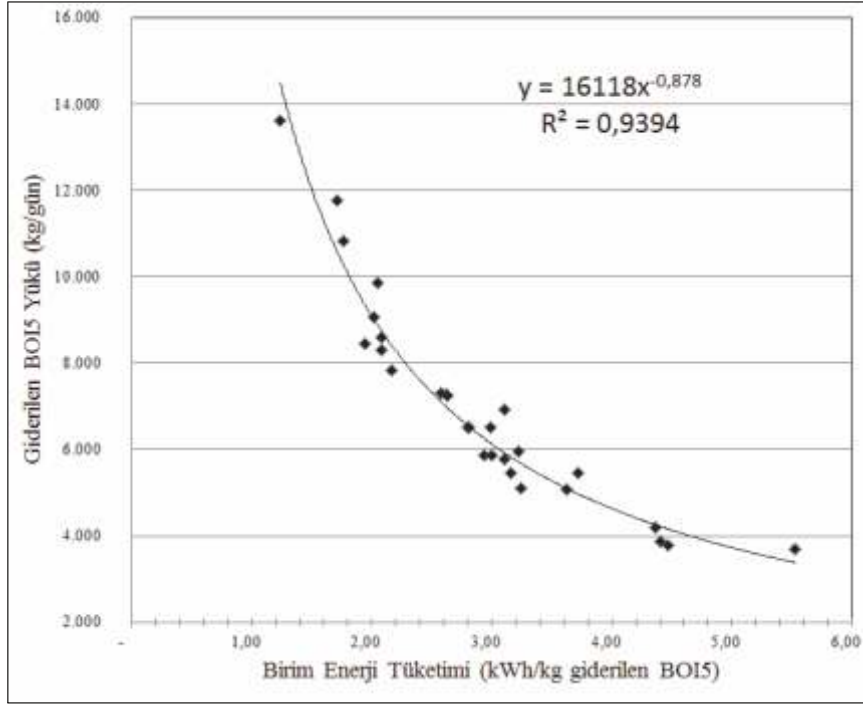
Günler	Enerji Tüketimi (kWh/kg giderilen)		
	Şubat 2015	KOI	BOİ5
1	1,16	2,79	1,21
2	0,53	1,24	1,21
3	2,31	2,94	2,96
4	1,32	2,08	1,39
5	1,20	3,00	3,99
6	2,19	2,01	1,98
7	1,35	2,17	3,28
8	1,42	3,24	4,20
9	1,36	2,81	2,64
10	2,42	4,47	1,43
11	3,34	3,72	3,38
12	1,74	3,11	2,87
13	0,77	1,76	3,25
14	1,61	1,95	2,83
15	1,29	3,16	2,59
16	1,58	3,62	2,53
17	2,61	2,62	3,19
18	0,85	2,08	2,02
19	3,23	4,36	4,34
20	2,41	2,57	5,30
21	1,75	3,22	3,54
22	2,65	5,52	5,58
23	2,50	3,10	3,57
24	0,88	4,41	2,31
25	1,48	2,63	3,16
26	1,33	2,99	1,71
27	1,28	2,05	4,73
28	0,90	1,71	2,20
Min	0,53	1,24	1,21
Mak	3,34	5,52	5,58
Ort	1,69	2,91	2,98
St. Sap	0,74	0,97	1,17

Çizelgelerde verilen hesap sonuçlarından elde edilen birim enerji tüketimlerinin grafik ifadeleri Şekil 4,5 ve 6'da verilmektedir.

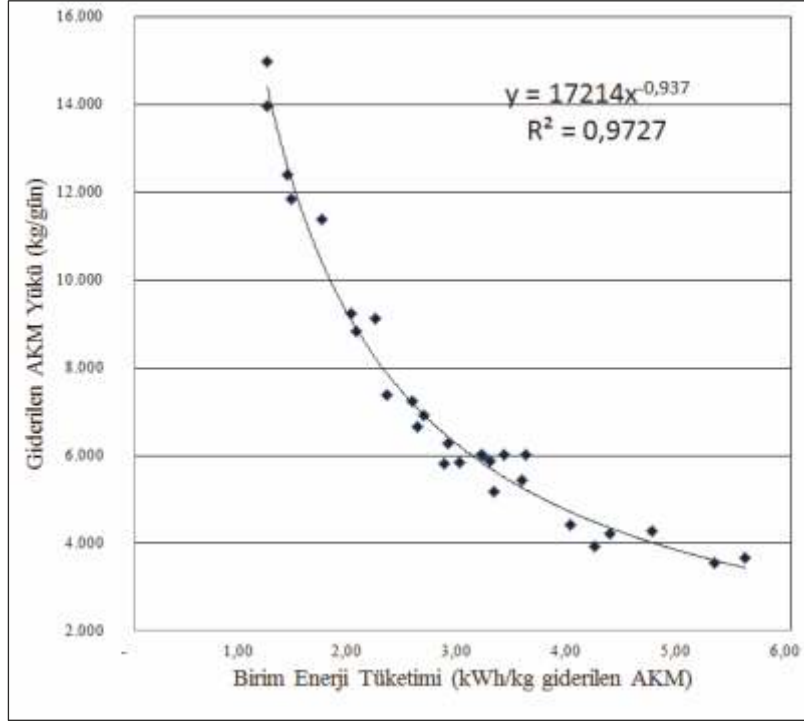
Şekil 4, 5 ve 6'da giderilen KOİ, BOİ5 ve AKM değerlerine karşı kWh/kg cinsinden birim enerji tüketimleri sunulmaktadır. Bu grafiklerde de görüleceği üzere giderilen kirlenici yükü arttıkça, toplam enerji sarfiyatının artmasına rağmen, birim enerji sarfiyatı düşmektedir. Bir başka deyişle, tesiste giderilen yük arttıkça birim enerji tüketimi azalmaktadır.



Şekil 4. Giderilen KOİ yüküne (kg/gün) bağlı olarak birim enerji tüketimi (kWh/kg KOİ)



Şekil 5. Giderilen BOI5 yüküne (kg/gün) bağlı olarak birim enerji tüketimi (kWh/kg BOI5)



Şekil 6. Giderilen AKM yüküne (kg/gün) bağlı olarak birim enerji tüketimi (kWh/kg AKM)

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada Kocaeli ili Plajyolu Atıksu Arıtma Tesisinde her bir parametre için (KOI, BOI5, AKM) kirlilik giderimi – enerji tüketimi analizi yapılmıştır. Bu amaçla tesisin bir aylık zaman diliminde (Şubat – 2015 ) giriş ve çıkış atıksu özellikleri incelenmiştir. Bu giderim esnasında tesiste tüketilen enerji miktarı tespit edilmiştir. Tesise ait bulgular çizelge 2,3,4,5,6,7,8’de ve şekil 4,5,6’da sunulmaktadır. Bu çizelgelerden ve şekillerden elde edilen veriler incelendiğinde şu sonuçlara varılmıştır.

Giderilen kirliletiçi yükü arttıkça, toplam enerji sarfiyatı artmasına rağmen, birim enerji sarfiyatı düşmektedir. 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.

Ayrıca yine aynı grafiklerden görülebileceği gibi, R2 değerleri son derece yüksek olup, tesisin işletme enerji tüketiminin giren kirliletiçi yükü ile son derece lineer bir şekilde bağlı olduğunu göstermektedir. Bunun yanında, grafiklerden okunan değerlere göre tesis işletmesinde birim enerji tüketiminin neredeyse tamamen giren atıksu özelliklerine ve debisine bağlı olduğu anlaşılmaktadır.



Kentsel atıksu arıtımı yönetmeliği minimum arıtma verimliliğini KOI için %75, BOI5 için %70-90 ve AKM için %90 olarak öngörmektedir [15]. Tesisin arıtma verimliliğini incelediğimizde ortalama arıtma verimi KOI için %78, BOI5 için %95, AKM için %90 olarak hesaplanmış olup tesisin yönetmelikte belirtilen standardın üzerinde arıtma yaptığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak atıksu arıtma tesislerinin büyük kapasitede inşa edilmesi elektrik enerjisinin verimli kullanılmasına fayda sağlayacağı görülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Yazar, bu çalışmadaki ölçümlerin yapılmasında katkılarından dolayı İSU Genel Müdürlüğü yetkililerine teşekkür eder.

## KAYNAKLAR

- [1] B Kocaman, “Akıllı Şebekeler ve Mikro Şebekelerde Enerji Depolama Teknolojileri”, Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Sayı:1, 2013
- [2] Ç Güler, Z Çobanoğlu, “Enerji ve Çevre”, TC Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No:41, 1994.
- [3] BP Statistical Review of World Energy, 2014. British Petroleum (BP), London, UK.
- [4] Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ), 2014 Faaliyet Raporu.
- [5] A Keçebaş, Engin Gedik, M Kayfeci, “Fosil Yakıtların Kullanımından Kaynaklanan Hava Kirliliği Üzerine Jeotermal Enerji ve Doğalgaz Kullanımının Etkisi: Afyon Örneği”, Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt: 7, No: 3, 2010.
- [6] Resmi Gazete, “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği”, 25687, 31 Aralık 2004.
- [7] Y. S. Kukul, A. D. Ünal Çalışkan, S. ANAÇ, “Arıtılmış Atık Suların Tarımda Kullanılması ve İnsan Sağlığı Yönünden Riskler” Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2007, 44 (3): 101-116
- [8] Salgot, M. "Hygienic Aspects of DESAR: Water Circuits." Decentralized Sanitation and Reuse, Integrated (2001).
- [9] Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSU) Genel Müdürlüğü Web Sayfası
- [10] İ Gülsoy, İ Kılıçaslan., “Atıksu Yönetiminde Scada Uygulaması”, E-Belediye Dergisi Sayı:45, 2013
- [11] J Daw., K Hallet., “Energy Efficiency Strategies for Municipal Wastewater Treatment Facilities” , National Renewable Energy Laboratory , NREL/TP-7A30-53341, 2012

- [12] Y Bayraktutan, Ş Tüylüoğlu, M Özbilgin, “Lojistik Sektöründe Yoğunlaşma Analizi ve Lojistik Gelişmişlik Endeksi: Kocaeli”, Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi C:4, S:3, 2012.
- [13] Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSU) Genel Müdürlüğü Faaliyet Raporları (2010-2011-2012-2013-2014)
- [14] S. J. Morgan, “Energy Audits Waste Water Treatment Plants”, Ohio Water Environment Association Conference, 2012
- [15] T.C. Resmi Gazete, “Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği”, 26047, 08 Ocak 2006.