



İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisleri için Mikro Hidroelektrik Santrali ve LED Aydınlatma Uygulanabilirliği ile Enerji Verimliliği: Gaziantep Örneği

Mustafa Mikail Özçiloğlu^{1*}, Bayram Durmuş²

^{1*} Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kilis, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-6775-9092), mozciloglu@kilis.edu.tr

² Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kilis, Türkiye (ORCID: 0000-0002-3482-3545), bayramdurmus2@gmail.com

(İlk Geliş Tarihi 8 Ekim 2020 ve Kabul Tarihi 31 Ocak 2021)

(DOI: 10.31590/ejosat.807643)

ATIF/REFERENCE: Özçiloğlu, M.M., Durmuş, B. (2021). İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisleri için Mikro Hidroelektrik Santrali ve LED Aydınlatma Uygulanabilirliği ile Enerji Verimliliği: Gaziantep Örneği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (21), 555-560.

Öz

Canlılar için her daim bir yaşam kaynağı olan suya, ihtiyaç giderek artmaktadır. Bu yaşam kaynağının sonsuz olmaması ve gün geçtikçe azalması nedeniyle bazı tedbirler alınması gerekmektedir. Atıksu arıtma tesisleri de bu amaçla kurulmuştur. Bu tesisler kullanılan suyun tekrardan tarım için elverişli hale getirildiği birimlerdir. Şehir merkezlerinde bulunan bu tesislere yüksek debi miktarına sahip su giriş çıkışı olmaktadır. Bu çalışmada arıtma tesisi çıkış noktasında bulunan parshall savağı üzerine yapılacak olan bir mikro hidroelektrik santralinden elde edilebilecek elektrik enerjisi, toplanan veriler ve teorik hesaplamalar sonucu bulunmuştur. Ayrıca enerji verimliliğini artırmak adına tesis içerisinde bulunan 132 adet yol aydınlatma armatürünün LED dönüşümü için gerekli çalışmalar yapılmış ve tasarruf edilecek toplam elektrik enerjisi miktarı bulunmuştur. Neticede tesisin aylık elektrik sarfiyatının %14,6'sının mikro hidroelektrik santrali ile geri kazanılabileceği ve %0,52'sinin ise LED armatür değişimi ile geri kazanılabileceği elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atıksu arıtma, Enerji verimliliği, Mikro hidroelektrik santrali, LED aydınlatma.

The Energy Efficiency by Application of Micro Hydroelectric Plant And LED Lighting for Advanced Biological Waste Water Treatment Plant: Gaziantep Example

Abstract

The demand of water which is always a source of life for living things has increased. Due to water is not infinite and decreasing, some precautions must be taken. Therefore waste water treatment plants have been established for this aim. In this plants, waste waters are treated and converted to suitable form for agriculture, industry, etc. High quantities of flowrate of waters enter and come out from these plants which has been established in city centres. In the study, the potential of electricity generation of micro hydroelectric plant which is to be established has been obtained by using collected data and theoretical calculations. Furthermore, in order to increase the energy efficiency, required studies were carried out to convert the 132 pieces road lighting armatures to LED lighting, thus the quantity of electricity energy which is to be saved was calculated. As a result of this study it is observed that electricity consumption of waste water treatment plant of 14,6% could recovered by micro hydroelectric plant and 0,52% could recovered by conversion the LED armatures.

Keywords: Treatment of wastewater, Energy efficiency, Micro hydroelectric power plant, LED lighting.

* Sorumlu Yazar: mozciloglu@kilis.edu.tr

1. Giriş

İlk yerleşim zamanlarında insan toplulukları daha az kişilerden oluşmaktaydı. Bu az sayıdaki insanlar ise genellikle temiz su kaynaklarının bulunduğu akarsu ve nehir gibi suya erişimin yakın olduğu yerlerde yaşardı. Toplulukların az kişilerden oluşması, temiz su kaynaklarına yakın erişimde hayatlarına devam etmeleri ve doğanın atıkları yok etmesi gücü ile atıklarını çok uzaklara gönderme ve atıktan kurtulma gibi bir düşünceleri yoktu. Fakat insanlar ne zaman ki tam düzenli bir yerleşik hayata geçmeye başladı bununla beraber bazı çevresel sorunlarda ortaya çıktı. Bunların başında ise atıkların giderilmesi gibi büyük bir sorun vardı.

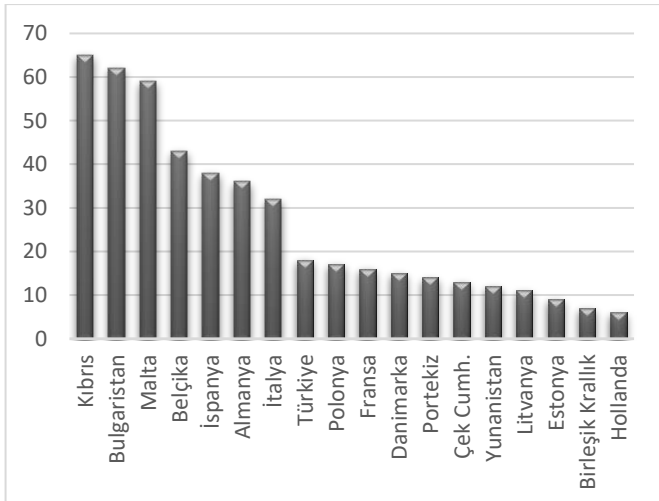
İnsanların yerleşik düzene geçmeleri ile kentlerde oluşan yoğunluk giderek arttı. Artan yoğunluklar neticesinde temiz suya ulaşım ve atıkların bertaraf edilmesi giderek zorlaştı. Bunun bir sonucu olarak ise su mühendisliğine yönelim arttı ve insanlar bu alanda kendini geliştirmeye başladı.

İngiltere’de 19. Yüzyılın ortalarında atık suların kirletilmesi yasaklandı ve bu konu ile ilgilenmesi için bir komisyon kuruldu. 1861 yılına gelindiğinde ise atık sularda arıtma yapılması konusunda bir yasa çıkartıldı ve bu tarih atık su arıtma sistemlerinin geliştirilmesinde bir dönüm noktası oldu.

Günümüzde ise birçok şehir merkezinde insan atıkları için biyolojik atık su arıtma tesisleri, sanayi atıkları için endüstriyel atık su arıtma tesisleri ve şehir dışında bulunan kırsal bölgelerde ise doğal ve paket arıtma sistemleri faaliyetlerini sürdürmektedir.

Avrupa, dünyanın diğer bölgelerine kıyasla geniş su kaynaklarına sahiptir ve su uzun süredir tükenmez bir kamu malı olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte Avrupa ülkeleri, son yıllarda hem su kıtlığı hem de su kalitesinin bozulması açısından artan su stresi ile karşı karşıya kalmıştır.

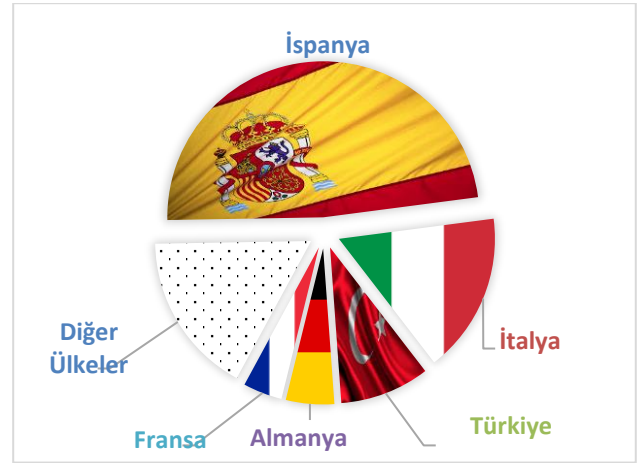
Dünya nüfusunun yaklaşık %70’ini oluşturan Avrupa ülkelerinin %50’ye yakını su stresi altındadır. Avrupa’daki su stresi endeksi verilerinin, ülkeler bazındaki oranı Şekil-1’de verilmiştir. Su stresi endeksi %10’dan az olan ülkelerin iyi durumda olduğu, %10 ile %20 arasında olan ülkelerin su kullanımı konusunda tedbirli olması gerektiği, %20’nin üzerinde bulunan ülkelerin ise su kullanımı ve su kaynakları üzerinde tedbir almalarının artık zorunlu olduğuna işaret etmektedir. (Wintgens et al., 2006)



Şekil 1. Avrupa Ülkelerinin Su Stresi Endeksi

Tüketilmiş suyun yeniden kullanılması birçok belediye için gerekli ve güvenilir bir su temini seçeneğidir. 2025 yılı için Avrupa ülkelerindeki suyun yeniden kullanım potansiyeli bazı parametreler ve denklemler kullanılarak hesaplanmıştır. Elde edilen verilerde, çoğu Avrupa ülkesi için atık suyun yeniden kullanım potansiyelinin yüksek olduğu görülmektedir.

Avrupa ülkeleri içerisinde İspanya, 1.213 Mm³/yıl ile en yüksek yeniden kullanım potansiyeli sıfatıyla birinci sırada yer alırken, İtalya 418 Mm³/yıl ile ikinci, Türkiye 234 Mm³/yıl ile üçüncü sıraya yerleşmiştir. 2025 yılı için Avrupa ülkelerinde elde edilecek toplam atık suyun yeniden kullanım potansiyelinin ülkeler bazındaki payı Şekil-2’de verilmiştir. Genel bir tahmin olarak 2,516 Mm³/yıl atık suyun yeniden kullanım potansiyeli olduğu öngörülmektedir.



Şekil 2. 2025 Yılı Öngörülen Atıksu Potansiyeli

Kocaman (2020), yapmış olduğu çalışmada kapalı bir otoparkta bulunan 2x36 W floresan tip armatürlerin yeni nesil LED armatürler ile değiştirilmesi sonucu bir yılda 23.757,12 kWh enerji tasarrufu sağlanacağını belirlemiştir. Ayrıca çalışmada LED armatürlerin ilk yatırım maliyetleri de ele alınmış olup toplamda 1.83 yıl içerisinde yapılan tasarruf ile ilk yatırım maliyetinin amorti edildiği sonucuna ulaşmıştır. Demir vd. (2020), yapmış oldukları çalışmada üniversite içerisinde bulunan bir fakülte binasındaki mevcut armatürlerin LED armatürler ile değiştirilmesi sonucu 10 yılda 2.050.391,44 ₺ tasarruf elde edileceğini belirlemiştir. Ayrıca çalışmada mevcut armatürlerin LED armatürler ile değiştirilmesi sonucu oluşacak maliyetin analizi de yapılmış olup 1.42 yıl içerisinde oluşacak maliyetin, sağlanan tasarruf ile amorti edileceği sonucuna ulaşmıştır. (KOCAMAN, 2020) (Demir et al., 2020)

Baran (2020), yapmış olduğu çalışmada düşü yüksekliğinin 15 metre olması durumunda atıksu arıtma tesislerine yapılacak olan mikro ölçekli hidroelektrik santrallerinde üretilen enerji ile tüm mesken abonelerinin %0,267 ile %0,298 arasındaki bir değerde enerji ihtiyacının bu tesislerden karşılanacağını belirlemiştir. Yine düşü yüksekliğinin 30 metre olması durumunda ise tüm mesken abonelerinin %0,535 ile %0,596 arasındaki bir değerde enerji ihtiyacının bu tesislerden karşılanacağını belirlemiştir. Ayrıca 2024 yılı için 15 metre düşü yüksekliğine sahip olduğunda 84.554 adet, 30 metre düşü yüksekliğine sahip olduğunda ise 169.104 adet meskenin enerji ihtiyacının atıksu arıtma tesislerine yapılacak olan mikro ölçekli hidroelektrik santralleri ile sağlanabileceği sonucuna ulaşmıştır. (BARAN, 2020)

2. Materyal ve Metot

Yerleşim merkezlerinde bulunan ileri biyolojik atıksu arıtma tesislerinin giriş merkezlerinde yüksek debide atıksu bulunmaktadır. Arıtma işlemlerinden geçen bu atıksu, tesis çıkış noktasında bulunan parshall savağına katı atıklardan arındırılmış, sadece sıvı modunda gelmektedir. Bu nedenle parshall savağı üzerine bir mikro hidroelektrik santrali kurulumu planlanmış ve tesis içerisinde elde edilen veriler ile yapılan teorik hesaplamalar sonucu elde edilebilecek elektrik enerjisi miktarı bulunmuş ve bu miktarın tesisin aylık sarfiyatına oranı hesaplanmıştır.

Enerji verimliliğini arttırmak adına tesis içerisinde bulunan 132 adet yüksek basınçlı sodyum buharlı yol aydınlatma armatürünün LED armatür dönüşümü planlaması yapılmış ve neticede LED armatür dönüşümünde tasarruf edilecek elektrik enerjisi miktarı bulunmuş ve bu miktarın tesisin aylık sarfiyatına oranı hesaplanmıştır.

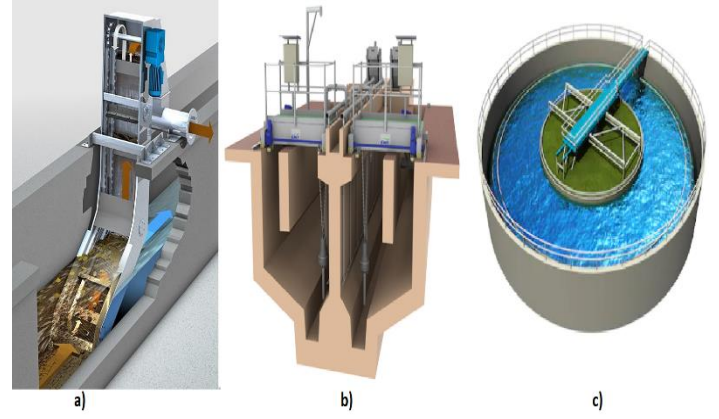
2.1. Atık Su Arıtma Tesisleri

Atık sular insanların yaşam alanlarında kullandıkları temiz suların sonucu olarak meydana gelirler. İçerisinde organik ve inorganik maddeler bulunan atık suların %99'u saf sudur. İnsanlar tarafından oluşturulan bu sular dünya üzerindeki tüm canlılar için bir tehdittir. Bundan dolayı kurulan atıksu arıtma tesisleri ile bu sular temizlenerek dünya üzerinde yaşamını sürdüren canlılar için oluşabilecek tehlikeleri ortadan kaldırmak hedeflenmektedir.

Arıtma sistemleri genel olarak doğal arıtma, fiziksel arıtma, biyolojik arıtma, ileri biyolojik arıtma ve kimyasal arıtma olarak tanımlanabilir. Aynı zamanda bu arıtma sistemlerinin kanalizasyon şebekesi olmayan yerlere kurulan paket arıtma üniteli sistemleri de mevcuttur.

Doğal arıtma yöntemi, şehir merkezlerine uzak birimlerde bulunan kırsal bölgelerde enerji maliyetsiz olarak faaliyet gösteren bir arıtma biçimidir. Fiziksel arıtma, arıtma tesisi su giriş ünitesine en yakın olan kaba ızgara, ince ızgara, kum yağ tutucu ve ön çökeltim havuzları gibi ünitelerden oluşmaktadır. Burada kaba ve ince ızgaradaki amaç, tesise giren su da bulunan büyük ölçekli cisimleri tutarak pompa, motor vb. ekipmanların içerisine girerek onlara zarar vermesini önlemektir. Kaba ve ince ızgaradan geçen su daha sonra kum yağ tutucu ünitesine gelir. Burada kaba ve ince ızgarada tutulamayan daha küçük parçacıklı kum, çakıl vb. maddeler ünite yapısı gereği havuz dibine çöker ve bir pompa yardımıyla bu maddeler atık sudan ayrıştırılmış olur. Ayrıca kum yağ tutucu ünitesi üzerinde bir de sıyrıcı kol bulunmaktadır, bu kol yardımıyla su yüzeyinde biriken yağ da ayrıştırılmış olur. Bu aşamaları tamamlayan atık su ön çökeltim havuzlarına gelir. Burada havuz yapısı gereği suda bulunan çamur dibine çöker ve yüzeyde bulunan su havalandırma havuzlarına aktarılır. Havalandırma havuzlarına gelen su için biyolojik ve ileri biyolojik arıtma devreye girmiş olur bu prosesleri tamamlayan su çıkışa verilir. Kimyasal arıtma yöntemleri ise daha çok endüstriyel tesislerin bulunduğu sanayi bölgelerinde kullanılır.

Kaba ve ince ızgara genel görünümü ile ızgara işlevini anlatan görsel Şekil 3a'da, kum yağ tutucu ünite ve havuz yapısı görünümü Şekil 3b'de ve ön çökeltim havuzlarının yapısına ait görünüm Şekil 3c'de görülmektedir.



Şekil 3. a) Kaba/İnce Izgara b) Kum-Yağ Tutucu Ünitesi c) Ön Çökeltim Havuzu

Kanalizasyon altyapısı olmayan ve atık su deşajında sorun yaşayan işletmeler için paket atıksu arıtma üniteleri oluşturulmuştur. Bu ünitelerdeki amaç kanalizasyon altyapısı bulunmayan veya şehir dışında olan fabrikalar, dinlenme tesisleri, kamp alanları ve tatil köyleri gibi işletmelerin atıksu deşaj problemlerinin önüne geçmektir. 400 kişi eşdeğerinde ve 80 m³/gün kapasiteye sahip bir paket atıksu arıtma ünitesinde yapılan bir çalışma ile paket atıksu arıtma tesisi çıkışındaki suyun tarımsal sulama alanlarında kullanıma uygun olduğu görülmüştür. (Topaç & Acar, 2020) Bu durum ise arıtma işlemini tamamlanmış olan suyun deşaj problemini minimum düzeye indirmekte ve en yakın tarım alanlarında suyun değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.

2.2. İnceleme ve Araştırma Yapılan Tesis

Gaziantep merkez ileri biyolojik atıksu arıtma tesisi içerisinde inceleme ve araştırma çalışmaları yapılmıştır. Bu tesis Gaziantep ilinin, Şahinbey ilçesi sınırlarında ve Sacır deresi yakınında bulunmaktadır.

İncelenen tesis ileri biyolojik arıtma proseslerinin uygulandığı, azot ve fosfor gideriminin yapıldığı bir tesistir. Tesisin kapasitesi 200.000 m³/gün olup tesise anlık debi girişi ise 7.000-8.500 m³/h arasındadır. Bu yaklaşık olarak günlük 1.000.000 kişinin üretebileceği bir atıksu kapasitesidir. İncelenen tesis iki farklı etapta oluşmakta olup, 1. Etapta biyolojik arıtma prosesleri uygulanırken, 2. Etapta azot ve fosfor gideriminin de yapıldığı ileri biyolojik arıtma prosesleri uygulanmaktadır. Tesisdeki inceleme ve araştırma çalışmaları 2. Etap üzerinden yapılmıştır. Gaziantep ilinin ve Gaziantep ileri biyolojik atıksu arıtma tesisinin konumu Şekil 4'de görülmektedir.



Şekil 4. Gaziantep İli ve Gaziantep Merkez İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesis

2.3. Hidroelektrik Santralleri

Hidroelektrik santralleri yüksekten gelen suyun bünyesinde barındırdığı potansiyel enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren sistemlerin bulunduğu merkezlerdir. Bu santrallerde üretilebilecek enerji miktarını etki eden iki temel unsur düşü ve debi miktarıdır. Düşü ne kadar yüksek ve debi ne kadar fazla ise suda bulunan potansiyel enerji miktarı o kadar fazla olur. Burada yüksekten gelen ve belirli bir potansiyel enerjiyi bünyesinde barındıran su, türbin kanatlarına çarparak üzerinde bulunan potansiyel enerjiyi kinetik enerjiye çevirir. Daha sonra ise türbin ile bağlantılı olan jeneratör yardımıyla bu kinetik enerji elektrik enerjisine dönüşmektedir.

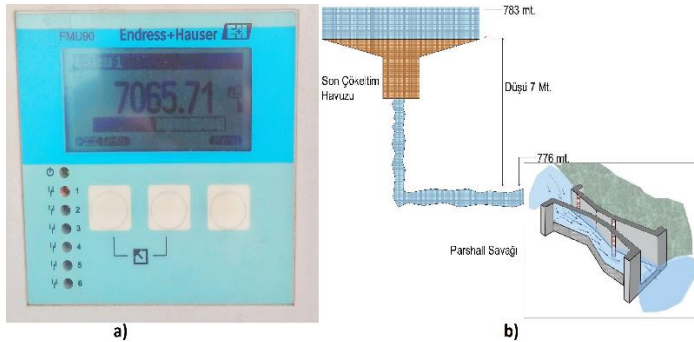
Hidroelektrik santrallerinin düşü ve debi miktarına göre mikro(küçük) HES olanı ve binlerce MW enerji üretimi kapasitesine sahip olanları da vardır. Mikro hidroelektrik santralleri kavramı genel olarak 100 KW altında enerji üretimi yapılan tesisler için kullanılır.(Erkan et al., 2018) Genel olarak hidroelektrik santralleri su tutma yapısı, su alma yapısı, cebri borular, türbin, jeneratör, transformatör ve bazı diğer ünitelerden oluşmaktadır.

Biyolojik ve ileri biyolojik arıtma proseslerini tamamlayan atıksu, son çökeltim havuzuna gelir. Burada temizlenerek savaklanan su, bir sonraki nokta olan parshall savağına geçer ve buradan tesis çıkışında bulunan dereye verilir. Parshall savağı üzerinde kurulumu tasarlanacak olan mikro hidroelektrik santrallerinde üretilebilecek enerji teorik olarak (1) numaralı denklem ile hesaplayacaktır. (Mohibullah et al., 2004)

$$P_{net} = e_o \times \rho \times Q \times g \times h \quad (1)$$

Burada bulunan e_o verimi, ρ sudaki yoğunluğu (997 kg/m^3), Q parshall savağında geçmekte olan suyun debi miktarını (m^3/s), g yer çekimi ivmesini ($9,81 \text{ m/s}^2$), h ise son çökeltim havuzu ile parshall savağı arasında bulunan yüksekliği ifade etmektedir.

Tasarlanacak olan mikro ölçekli hidroelektrik santralinde banki tipi türbin kullanımı planlanmış olup, yapılan araştırmalar sonucu bu türbinlerdeki verimin %68 olduğu görülmüştür.(KOÇ, 2019) Denklemde ihtiyacımız olan Q parshall savağındaki suyun debisi, suyun gün sonu ortalama değerine en yakın olan öğle saatlerinde alınmış ve bu Şekil 5’de görülmektedir.



Şekil 5. a)Tesis Çıkış Suyu Debimetre Göstergesi b) Son Çökeltim Havuzu ve Parshall Savağı Kot Farkı

Burada değer m^3/h formunda görünmekte olup, m^3/s formuna çevrildiğinde $1,96 \text{ m}^3/\text{s}$ elde edilmektedir. İhtiyacımız olan diğer bir veri ise h , son çökeltim havuzu ile parshall savağı arasındaki farktır. Bu ise yapılan ölçümler sonucu ortaya çıkmış ve 7 metre olarak kabul edilmiştir. Denklem (1)’in birimi $\text{kg.m}^2/\text{s}^3$ olmaktadır ve Watt olarak ifade edilecektir. Elimizdeki verileri (1) nolu denklemde yerine yazacak olursak;

$$P_{net} = 0.68 \times 997 \times 1.96 \times 9.81 \times 7 \quad (2)$$

$$P_{net} = 91.248,81 \text{ Watt} \quad (3)$$

Verimi %68 kabul ettiğimizde 1 m^3 suyun 1 metre yükseklikten düşmesi sonucu $6,65 \text{ kW}$ enerji elde edilecektir. Bu tesis için elde edilen veriler (2) numaralı denklemde yerine yazılmış ve teorik hesaplamalar sonucu (3) numaralı denklemde bulunan sonuca ulaşılmıştır. Burada parshall savağı üzerine tasarlanacak olan bir mikro hidroelektrik santralinin enerji potansiyelinin $91,25 \text{ kW}$ olacağı görülmektedir.

2.4. LED Aydınlatma

İnsanlık tarih boyunca hep aydınlık ortamlarda yaşamayı tercih etmiştir. Gece ve karanlık ortamları aydınlatma isteği ile önce ateşi kullanan insanlar daha sonraları mum ve ilerleyen zamanlarda elektrik ve akkor telli lambanın bulunmasıyla sürekli ve rahat bir aydınlatma biçimine kavuşmuştur. Daha sonra enerji tasarrufu üzerine yapılan çalışmalar ile önce floresan lambaların icadı gerçekleşmiş ve sonrasında ise günümüzde en verimli olarak kullanılan LED teknolojiye armatürler üretilmiştir.

Uluslararası Enerji Ajansının açıklamış olduğu verilere göre Dünya üzerinde kullanılan elektrik enerjisinin yaklaşık $1/5$ 'i aydınlatma için kullanılmaktadır. LED armatürlerin diğer aydınlatma türlerine oranla daha verimli olması, kullanım ömrünün daha fazla olması, ışık kalitesinin daha iyi olması ve floresan armatürlerde bulunan zararlı civa malzemesinin LED aydınlatma sistemlerinde kullanılmaması gibi etkenlerden dolayı bu aydınlatma türüne yönelim her geçen gün daha fazla artmaktadır. (Aydemir, 2019)

Dünyanın her yerinde özel işletmeler, belediyeler ve enerji kuruluşları yol aydınlatmaları için harcanan enerji miktarını düşürerek enerji tasarrufu sağlama çabasıdadır. Bunun için ise günümüz teknolojisinin zirvesi olan LED aydınlatma sistemi kullanılmalıdır.

2018 yılı içinde yayımlanan Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı’na dâhil edilen LED aydınlatma dönüşümü ile 2023 yılına kadar ülkemizde bulunan yol aydınlatma armatürünün %30’unun LED armatürlere dönüştürülmesi planlanmaktadır. Yani ülkemizde bulunan $7,5$ milyon armatürün $2,25$ milyonunun dönüştürülmesi planlanmaktadır. (Yılmaz et al., 2019)

İnceleme yapılan tesisimiz olan Gaziantep merkez ileri biyolojik atıksu arıtma tesisinde toplamda 66 adet yol aydınlatma armatürü ve bu yol aydınlatma armatürleri içerisinde 132 adet 150 W yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba bulunmaktadır. Yüksek basınçlı sodyum buharlı armatürler üzerinde yapılan çalışma sonucu 3 farklı markanın ürün özellikler Tablo 1’de verilmiştir. Markalar arasında değişken maliyet ve fiyatlar olduğu için aşağıda kullanılan tablolarda marka ismi yerine marka numarası verilerek tablolar oluşturulmuştur.

Tablo 1. Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Armatür Bilgileri

| Ürün | Güç (W) | Işık Akısı (Lm) | Kullanım Ömrü (h) | Etkinlik Fak. (Lm/W) |
|--------------|---------|-----------------|-------------------|----------------------|
| 1 Nolu Marka | 150 | 11.000 | 28.500 | 73 |
| 2 Nolu Marka | 150 | 14.000 | 24.000 | 93 |
| 3 Nolu Marka | 150 | 12.000 | 27.000 | 80 |

Tablo 1’de bulunan değerlere göre yüksek basınçlı sodyum buharlı armatürlerin kullanım ömrü ortalama değer olan 26.500 saat, etkinlik faktörü ise yine ortalama değer olan 82 Lm/W kabul edilmiştir. LED yol aydınlatma armatürleri üzerinde yapılan çalışma sonucu elde edilen 3 farklı markanın ürün özellikleri Tablo 2’te verilmiştir.

Tablo 2. LED Armatür Bilgileri

| Ürün | Güç (W) | Işık Akısı (Lm) | Kullanım Ömrü (h) | Etkinlik Fak. (Lm/W) |
|--------------|---------|-----------------|-------------------|----------------------|
| 1 Nolu Marka | 120 | 17.500 | <100.000 | 142 |
| 2 Nolu Marka | 100 | 12.500 | <100.000 | 125 |
| 3 Nolu Marka | 120 | 14.000 | <100.000 | 123 |

Tablo 2’te bulunan değerlere göre ise LED yol aydınlatma armatürlerinin ortalama gücü 113 W, ortalama ömrü 100.000 saat, etkinlik faktörü ise 130 Lm/W olarak kabul edilmiştir. Yapılan çalışmada Gaziantep ilinin yıllık ortalama güneşlenme süresi 8 saat 9 dakika ve güneş almama süresinin ise 15 saat 51 dakika olduğu görülmektedir.(AYDIN, 2020) Enerji birim fiyatı ise TEDAŞ güncel birim fiyatı baz alınarak dağıtım bedeli dahil 0,66 TL kabul edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda ise tesis içerisinde bulunan 132 adet yüksek basınçlı sodyum buharlı armatürün, LED armatür ile değiştirilmesi sonucu elde edilecek enerji tasarrufu belirlenmiştir. Bu değerler Tablo 3’de görülmektedir.

Tablo 3. Yüksek basınçlı sodyum buharı armatür ve LED armatür kıyaslanması

| Ürün | Etkinlik Faktörü (Lm/W) | Kullanım Ömrü (Yıl) | 132 Armatür için Aylık Tüketim (kWh) |
|--------------|-------------------------|---------------------|--------------------------------------|
| YBSB Armatür | 82 | 6,03 | 9.415 |
| LED Armatür | 132 | 22,76 | 7.093 |

4. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Parshall savağı üzerine kurulacak olan bir mikro hidroelektrik santrali ile tesis elektrik enerjisi tüketiminin %14,6’ünün geri kazanabileceği saptanmıştır. Bulunan bu veriler Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. Mikro HES ile üretilecek enerjinin, tüketime oranı

| Tesis | Tesisin Enerji Potans. (W) | Tesisin Elektrik Enerjisi Potans. (kWh/ay) | Tesisin Elektrik Tüketimi (kWh/ay) | Üretimin Tüketim Miktarına Oranı (%) |
|-----------|----------------------------|--|------------------------------------|--------------------------------------|
| GASKİ AAT | 91.250 | 65.700 | 450.000 | 14.6 |

Tesis içerisinde bulunan 132 adet yüksek basınçlı sodyum buharlı yol aydınlatma armatürünün, LED armatürler ile değiştirilmesi sonucu elde edilebilecek enerji kazanımı %0,52 olduğu saptanmıştır.

Genel olarak bakıldığında %0,52 oranının düşük olduğu göze çarpmaktadır fakat günlük 200.000 m³ atıksu arıtımı yapılan ve aylık sarfiyatı 450.000 kWh olan büyük bir tesis için sadece 132 armatür değişimi ile elde edilebilecek bu enerji kazanımının oldukça değerli olduğu düşünülmektedir. LED aydınlatma dönüşümünün, elektrik enerjisi kazancı 2.322 kWh civarında olmaktadır. Bulunan bu veriler Tablo 5’da verilmiştir.

Tablo 5. LED armatür dönüşümü ile elde edilecek enerjinin, tüketime oranı

| YBSB Arm. Aylık Tük. (kWh) | LED Arm. Aylık Tük. (kWh) | Enerji Kazancı (kWh) | Tesisin Aylık Elektrik Tük. (kWh) | Kazanç/ Tüketim Oranı (%) |
|----------------------------|---------------------------|----------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| 9.145 | 7.093 | 2.322 | 450.000 | 0.52 |

4. Sonuç

Bu çalışma kapsamında, saha gözlemlerinde toplanan veriler ve teorik hesaplamalar ile sonuç verileri elde edilmiştir. Burada toplanan saha verileri ve teorik hesaplamalar ile bulunan sonuçlar neticesinde olumlu sonuçlara ulaşılmış ve saha ile iklim şartlarında yani uygulamada sağlayacağı kazancın araştırılmasına bizi yönlendirmiştir. Teorik hesaplamaların en önemli avantajı, herhangi bir maliyet oluşturmadan yapılacak işlemlerin sonucunu yaklaşık olarak ortaya çıkarmasıdır.

Gaziantep merkez ileri biyolojik atıksu arıtma tesisinin temiz su çıkışı olan parshall savağı üzerine kurulacak olan bir mikro ölçekli hidroelektrik santralının aylık olarak 65.700 kWh elektrik enerjisi elde edeceği ve bunun tesis tüketiminin %14,6’ü olduğu saptanmıştır. Ayrıca tesis için maddi kazancın ise 43.350 TL olacağı belirlenmiştir.

Tesis içerisinde bulunan 132 adet yüksek basınçlı sodyum buharlı yol aydınlatma armatürünün ise piyasa araştırması ile bulunan LED armatürlerle değiştirilmesinden aylık olarak 2.322 kWh elektrik enerjisi elde edileceği ve bu elde edilen enerjinin tesis tüketiminin %0,52’si olduğu saptanmıştır. Yüksek basınçlı sodyum buharlı armatürlerin, LED armatürler ile değişiminden aylık olarak 1.500 TL maddi kazanç elde edileceği tespit edilmiştir.

Yapılan çalışma neticesinde, Gaziantep merkez ileri biyolojik atıksu arıtma tesisi parshall savağı bölgesine bir adet mikro ölçekli hidroelektrik santrali kurulumu ve yol aydınlatmada kullanılan 132 adet yüksek basınçlı sodyum buharlı armatürlerin LED armatürler ile değişimi sonucunda tesis enerji tüketiminin %15,12’sinin geri kazanılabileceği ve bu kazanımın maddi değerinin ise 44.850 TL olacağı belirlenmiştir.

Kaynakça

- Aydemir, F. (2019). Internet of Things Based Parking Lot LED Lighting System. European Journal of Science and Technology, 17, 71–76.
- Aydın, M. (2020). Türkiye Koşullarında Güneş Panelleri için Optimum Sabit ve Ayarlanabilir Eğim Açılarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Baran, B. (2020). Atıksu Arıtma Tesislerinden Elde Edilen

- Hidroelektrik Üretiminin Türkiye Mesken Elektrik Talebini Karşılama Oranı. *Academic Platform Journal of Engineering and Science*, 8(1), 139–145.
- Demir, H., Çıracı, G., Kaya, R., & Ünver, Ü. (2020). Aydınlatmada Enerji Verimliliği: Yalova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Durum Değerlendirmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 25(3), 1637–1652.
- Erkan, D., Yılmaz, T., Yücel, A., Yılmaz, A., Tel, A., & Uçar, D. (2018). Atıksu Arıtma Tesislerinde Enerji Kazanımı için Mikro Ölçekte Hidroelektrik Santrallerin Uygulanabilirliği. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 02, 20–25.
- Koç, F. (2019). Banki Tipi Türbinlerde Debiye ve Kanat Açısına Bağlı Performansın Deneysel Araştırılması. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kocaman, B. (2020). Kapalı Otopark Aydınlatmasında Floresan ve LED Lambanın Enerji Verimliliği Açısından Karşılaştırılması. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(3), 1640–1648.
- Mohibullah, Radzi, M. A. M., & Hakim, M. I. A. (2004). Basic Design Aspects of Micro Hydro Power Plant and its Potential Development in Malaysia. *National Power and Energy Conference, (PECon)*, 220–223.
- Topaç, F. O., & Acar, Ö. Ö. (2020). Paket Atıksu Arıtma Tesisi Çıkış Sularının Sulama Suyu Olarak Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 19, 858–865.
- Wintgens, T., Bixio, D., Thoeye, C., Jeffrey, P., Hochstrat, R., & Melin, T. (2006). Reclamation and Reuse of Municipal Wastewater in Europe. *Aquarec*.
- Yılmaz, E., Erden, O., & Yunus, N. (2019). Sokak Aydınlatması Dönüşümü Fayda Maliyet Analizi Üzerine Bir Mühendislik Ekonomisi Çalışması. *5(3)*, 280–289.