

Su Temini ve Atıksu Toplama Sistemlerinde Enerji Verimliliği

Sevgi TOKGÖZ GÜNEŞ

TMMOB Çevre Mühendisleri Odası İzmir Şubesi

ÖZET

Enerji harcamaları, bir yerel yönetimin yıllık giderleri içinde en büyük paya sahip kalemlerden biridir. Bu enerji giderlerinin en önemli kaynağı ise, su ve atıksu tesisleridir. Bir su temini veya atıksu toplama sistemindeki pompa, motor vb. tüm ekipmanlar yıl boyu sürekli çalıştıkları için, bu tesisler diğer belediye tesisleri içinde en çok enerji tüketen yerler olmaktadır. Dolayısıyla, bu tesisler kentin toplam sera gazı emisyonları içinde de en büyük paya sahiptirler. Su ve atıksu tesisleri tarafından kullanılan enerji, belediye enerji bütçesinin yaklaşık 1/3'ünü oluşturur. Elektrik harcamalarının işletme giderleri içindeki payı, atıksu tesisleri için %25 - %40 aralığında olup, su temini sistemleri için ise %80 düzeyine kadar çıkabilmektedir. Bu faaliyetlerden kaynaklanan ekonomik ve çevresel maliyetler, su ve atıksu tesislerinin – ekipman ve işletme açısından – enerji verimliliğinin geliştirilmesi, suyun verimli kullanımının teşvik edilmesi ve atıksudaki enerjinin elektrik ve ısı üretmek için geri kazanılmasıyla azaltılabilir.

Enerji verimliliğindeki gelişmeler aynı işi daha az enerji ile yapmaya olanak sağlar, su kullanım verimliliğindeki gelişmeler su talebini azaltır ki bu durum suyun arıtım ve dağıtım için gereksinim duyulan enerji miktarının azalmasına dönüşür.

Yerel yönetimler, su tasarrufu, su kaybının önlenmesi, arıtma sistemine gidecek yağmursuyu miktarının azaltılması ve atıksu sisteminin bakım ve onarım çalışmalarıyla yeraltısuyu ve deniz-suyu gibi girişimleri engellemek suretiyle su ve atıksu faaliyetlerinde kullanılan enerji miktarını azaltabilirler.

Bu çalışmada, ülkemiz su ve kanalizasyon idarelerindeki uygulamalar için su ve atıksu faaliyetlerinde enerji verimliliğinin artırılması stratejileri değerlendirilmiştir. Stratejiler donanımların iyileştirilmeleri, işletim değişiklikleri ve tesislerdeki değişiklikler olarak sınıflandırılarak her biri için gerek literatürden ve gerekse ülkemizdeki uygulamalardan örnek verilmiştir. Ayrıca, su ve atıksu faaliyetlerinde enerji verimliliğinin geliştirilmesinde tasarımdan itibaren uygulama ve devamında sürdürülebilirlik aşamaları üzerinde durularak, enerji verimliliğinin geliştirilmesinin ekonomik, çevresel vb. yararları sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: su, atıksu, enerji verimliliği, strateji, ekonomi, çevre

1. Giriş

Enerji, iklim değişikliği, fosil yakıtların sürdürülebilir kullanımının sağlanması ve enerji yakıtlarında kaynak güvencesi nedenleriyle Avrupa Birliği'nde ve ülkemizde öncelikli konular arasında yer almaktadır (Enerji Verimliliğine İlişkin Mevcut En İyi Teknikler Hakkındaki Referans Dokümanı, 2008). Enerji verimliliği, enerjide arz güvenliğinin sağlanması, dışa bağımlılıktan kaynaklı risklerin azaltılması, enerji maliyetlerinin sürdürülebilirliğinin sağlanması, iklim değişikliği ile mücadelenin etkinliğinin artırılması ve çevrenin korunması gibi ulusal stratejik hedefleri tamamlayarak bunları yatay kesen bir kavramdır. Bu kapsamda, enerjinin üretim, iletim ve nihai tüketim aşamalarında verimliliğinin geliştirilmesi, bilinçli kullanım ile tasarrufun sağlanması ve enerji yoğunluğunun sektörler kapsamında azaltılması ulusal enerji politikamızın öncelikli ve önemli bileşenlerinden birisidir (Ulusal Enerji Strateji Belgesi 2010-2023).

Enerji kullanımında verimliliğin artması, bu sorunların ele alınmasındaki en hızlı, etkili ve uygun maliyetli yöntem olarak görülmektedir. Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Direktifi (IPPC), tüm işletmelerin enerjiyi verimli biçimde kullanacak şekilde faaliyet göstermesini ve BAT belirlenirken dikkate alınacak konulardan birinin o işlemin enerji verimliliği yönü olmasını gerekli kılar (Enerji Verimliliğine İlişkin Mevcut En İyi Teknikler

Hakkındaki Referans Dokümanı, 2008). Mevcut tahminlere göre ülkemizde, 2011-2023 döneminde birincil enerji talebinde yaklaşık yüzde 90'lık bir artış yaşanacağı belirtilmekte ve böylesi bir ortamda, yeni üretim yatırımların devreye alınması, enerji kaynaklarının çeşitliliği (örneğin, yerli ve yenilenebilir kaynaklara duyulan ihtiyaç) ve enerji verimliliğinin en üst düzeye çıkarılmasının önemi vurgulanmaktadır. Yüksek düzeydeki enerji bağımlılığından kaynaklanan risklerin önlenmesi ve sürdürülebilir bir enerji modelinin geliştirilebilmesi için, temel olarak yenilenebilir enerjiye dayalı alternatif çözümlerin teşvik edilmesi konusunda çalışmalar gerçekleştirilmektedir (Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı, 2014).

Ülkemiz su sektörü kapsamında AB Direktiflerini yüksek oranda uyumlandırmıştır. 21 Mayıs 1991 tarih ve 91/271/EEC sayılı Avrupa Kentsel Atıksu Arıtımı Direktifi'ne uygun olarak Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği (tesislerinde atıksuyun toplanması, arıtılması ve deşarjı konularını düzenleyen) ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (yüzey sularında ev ve sanayi deşarjlarından kaynaklanan su kirliliğini düzenleyen) mevcuttur. Türkiye'de, bu enerji verimliliği rehberiyle ilgili bir yasa da 5627 sayılı ve 2007 tarihli Enerji Verimliliği Kanunu'dur. Anılan kanunun maksadı enerji kaynaklarının daha verimli bir şekilde kullanımının sağlanması, enerjinin gereksiz harcanmasının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerinde neden olduğu yükün azaltılması ve çevrenin korunmasıdır (Atıksu Arıtımında Enerji Verimliliği Projesi-Sonuç Raporu, 2010). Vizyon 2023 Strateji Belgesi öncelikli teknolojik faaliyet konusu olan "Su Kirliliği ve Kontrolü" alanında, hedeflerin gerçekleştirilebilmesi amacıyla gerekli olan teknolojik faaliyet alanları içerisinde, su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımının sağlanmasına yönelik teknolojilerin geliştirilerek yaygınlaştırılması olarak belirlenmiştir. Ayrıca, ülkemizdeki mevcut arıtma teknolojilerinin dünyada uygulanan arıtma teknolojisi ve yaklaşımlarının gerisinde kaldığı belirtilmektedir. Bunun için su kaynaklarının korunması ve atıksu deşarj limitleri için AB direktifleri doğrultusunda mevcut arıtma yapılarının yeni teknolojiler doğrultusunda yeniden tasarlanması, iyileştirilmesi ve "temiz üretim teknolojileri" kavramı dâhilinde yeni teknolojik uygulamaların hayata geçirilmesi hususlarına vurgu yapılmıştır. Ulusal Su Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi Eylem Planında ise, Strateji 2.2: Su temini, kullanımı ve arıtımında enerji tasarrufu sağlayan teknolojilerde, yenilenebilir ve alternatif enerji kaynaklarının su temini, kullanımı ve arıtma teknolojilerine adaptasyonu/yeni teknolojilerin geliştirilmesi Almanya, İngiltere, İsrail, Hindistan, Güney Kore ve Çin'e ait oldukça çeşitli uygulama örnekleri ilgili dokümanda verilmektedir (Ulusal Su Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi, Ek 2, TÜBİTAK Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı, 2011)

2. Enerji Verimliliği Stratejisi, Paydaşlar, Önlemlerin Uygulanması ve Başarı Bileşenleri

Enerji verimliliği stratejisinin uygulanmasında aktivitelere ve faaliyetlere genel yaklaşım; faaliyetlerin tasarımında hedef grupların dikkate alınması, faaliyet alanlarının tespit edilmesi, uygulama, yatay faaliyetler ve başlatma faaliyetleri için temel koşulların belirlenmesi, stratejinin başlatılması ve sürdürülebilirliği ile ilgili faaliyetler ve enerji verimliliğinin artırılması için kurumsal düzenlemeler ve yatay faaliyetlerin düzenlenmesi şeklindedir (Türkiye için Enerji Verimliliği Stratejisi, 2004). Enerji verimliliği stratejisinde sürece dâhil olan başlıca paydaşlar aşağıda verilmektedir. Bu süreçte başarı tüm paydaşların çalışmalara tam destek vermeleriyle mümkün olabilecektir (Atıksu Arıtımında Enerji Verimliliği Projesi - Sonuç Raporu, 2010).

- atıksu arıtma tesislerinin yenilerinin kurulması ve mevcut tesislerin işletim ve bakımından sorumlu olan belediyeler,
- atıksu arıtma tesisleriyle ilgili yetki sahibi kuruluşlar olan Çevre ve Şehircilik İl Müdürlükleri,
- atıksu arıtma tesisleri hazırlık ve gerçekleştirme süreçlerinde, yerel yönetimlerin kentsel ihtiyaçlarının uluslararası standartlara uygun biçimde karşılanabilmesi adına projeler geliştirmekte ve uygulamakta, kredi vermekte ve danışmanlık ve teknik destek hizmetleri de sağlamakta destek veren kurum olan İller Bankası,
- ülkedeki büyük ölçekli atıksu arıtma tesisleri hazırlamakta, kurmakta ve işletme/bakımını sağlamakta olan Büyükşehir belediyelerine bağlı su ve kanalizasyon idareleri.

Koordinasyonu Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile bu bakanlığın bağlı kuruluşu EİE (Yenilenebilir Enerji) Genel Müdürlüğü'nün sağlayacak olduğu 2010-2023 yıllarını kapsayan Enerji Verimliliği Strateji Belgesi ile Kamu kuruluşlarında enerjiyi etkin ve verimli kullanmak başlığındaki eylem konusu ile, kamu kuruluşlarının bina ve tesislerinde, yıllık enerji tüketimi 2015 yılına kadar %10 ve 2023 yılına kadar %20 azaltılması öngörülmüştür (Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2010-2023). Öngörülebilir bulunan bu değerlere ulaşmada, enerji verimliliğinin gerçekleştirilmesinde alınması gerekli olan önlemleri; işletimi sorunsuzca devam eden bir tesiste enerji verimliliğini sağlamak ve mevcut ya da yeni kurulmuş olan bir tesiste ekipman, proses vs. konularda tercih yapmak/ karar vermek (bu durumda, atıksu arıtma tesisi yeterli ise süreç yenileştirme (renovasyon) odaklı, yeni kurulacak bir tesis ise süreç tasarım odaklı olacaktır) şeklinde iki ana gruba ayırmak olasıdır (Atıksu Arıtımında Enerji Verimliliği Rehberi, 2010):

Enerji verimliliği çalışmalarının başarı bileşenlerini; karar mercilerinde enerji verimliliğinden elde edilecek fırsat ve kazanımlar konusunda bilinç oluşturulması, tesislerin enerji verimliliği esaslarına uygun etkin işletiminin sağlanması (işletmecilerin eğitimi), tasarım ve mühendislik firmalarının bilgilendirilmesiyle etkin ve verimli enerji kullanımının gelecek projelerine yansıtılmasının sağlanması, paydaşlar arasında işbirliği sağlanarak kabul edilip uygulanması ve güçlendirilerek yaygınlaştırılması ve ilgili tüm yasal mevzuatın enerji verimliliğini destekler nitelikte olması şeklinde sıralamak mümkündür (Atıksu Arıtımında Enerji Verimliliği Projesi -Sonuç Raporu, 2010).

3. Su ve Atıksu Sistemlerinde Enerji Gerektiren Faaliyetler

Su temini, iletimi ve dağıtımını ile kullanılmış suyun toplanması, atıksu arıtma sistemine iletilmesi ve arıtılması aşamalarındaki tüm faaliyetlerde enerji tüketen sistemlerin kaynakları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Su ve Atıksu Yardımcı Sistemleri ve Enerji Kullanımı (Barry, 2007).

Aşama	Faaliyet	Enerji Kullanan Sistemler
Suyu alma	Derin kuyudan	Dalgıç veya (şaft türbin derin kuyu) derin kuyu pompaj sistemleri
	Yüzeysel kaynaklardan	Yatay veya dikey santrifüj pompa sistemleri
Arıtma	Kimyasal (dezenfeksiyon ve klorlama)	Piston tip dozaj pompaları
	Fiziksel (ör. filtrasyon ve çöktürme)	Pompaj sistemleri, fan, karıştırıcı, santrifüj havalandırıcılar
Kaynak ile Şebeke arasında Borulama	İçme suyunu dağıtım şebekesine gönderme	Dalgıç veya (şaft türbin derin kuyu) derin kuyu pompaj sistemleri; yatay veya dikey santrifüj pompa sistemleri
	Güçlendirici pompaj	Dağıtım sistemine gönderilen suyun basıncını arttırmak için veya suyu daha yüksek seviyelere çıkartmak için kullanılan yatay veya dikey santrifüj pompa sistemleri
Dağıtım	Son kullanıcılara dağıtım	yatay veya dikey santrifüj pompa sistemleri
Yağmur ve Eysel Atıksu Sistemi	Kanal ve/veya yağmursuyu borulama	yatay veya dikey santrifüj pompa sistemleri
	Atıksu arıtma ve deşarj	Pompaj sistemleri, fan, karıştırıcı, santrifüj havalandırıcılar
Destek Sistemleri	Destek işlemleriyle ilişkili hizmet binaları	Işıklandırma, ısıtma-havalandırma-iklimlendirme sistemleri, vb...

4. Su Sistemlerinin Enerji Tasarrufunda Teknik ve Yönetimsel Yaklaşımlar

Herhangi bir kurumda kalıcı değişim, üst yönetim düzeyinde siyasi irade gerektirir. Suyun nihai kullanım verimliliği bağlamında, toplum iradesi suyun temini veya atıksuyun artımı veriminin geliştirilmesindeki bir girişimin başarı veya başarısızlığında kritik rol oynayabilir (Şekil 1). Bu durum, özellikle bir müdahale sonucunda tüketicilerden ek maliyetler veya sorumluluklar almaları istendiğinde geçerlidir. Dünyada olduğu üzere ülkemizde de üretim sektöründe enerji büyük ölçüde yönetilebilir bir maliyet olarak görülmeye başlanmış ve durum üretim maliyetlerinin azaltılmasına, teknoloji ve personel kapasitesinin artırılmasına yönelik yatırımların geliştirilmesine sağlanmaktadır. Bu şirketler, kolay ve uygun teknolojilerin kullanımı ve enerji verimliliği yatırımlarının hızlı bir geri ödeme periyoduna sahip olduğunu anlamaya başlamışlardır. Ülkemizde Ege Bölgesinde bir maya üretim fabrikasının uyguladığı anaerobik arıtma teknolojisi ile ürettiği enerjiyi sisteminde tekrar kullanması, bir tekstil üretim fabrikasının doğal gazdan elektrik enerji üretirken prosesinde kullanması gibi örnekler çoğaltılabilir.

- Üst yönetimin liderliği gereklidir
- Orta yönetimde sürdürülebilirlik – denetim uygulamaları – mümkün olduğunca erken
- Su sistemi planının belirleyerek ve haritasını oluşturmak
- Sistemin enerji denetimini yönetmek
- Hedef ve ölçütleri oluşturmak
- Kıyaslama ve ölçümleri geliştirmek
- Teknik personelin kapasitesini güçlendirmek
- Pompalar
- Kaçak Tespit ve Onarımı
- Basınç Yönetimi (Kaçak Azaltma)
- Otomasyon
- Ölçüm ve İzleme
- Düşük Sürtünmeli Borular
- Sistem Tasarımı ve Düzen



Şekil 1. Su ve Enerji Tasarruf Sistem Yaklaşımının Aşamaları

Su sektöründe verimlilik çalışmalarının uygulanmasındaki en büyük engel yönetim ve mühendis seviyesinde uzman eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Yönetim anlayışının tüm kavramları: etkinlik, verimlilik, güvenilirlik, işletme maliyetlerini minimize etmek ve gelir meydana getirmek olarak sıralanabilir. Yöneticiler eğer fırsatlar bu terimlerle kendilerine sunulursa ve uygulamada başarı sağlamış örneklerle konu desteklenirse su ve atıksu verimliliğine inanır hale geleceklerdir. Karar vericilere geliştirme/iyileştirme maliyetlerinin ne kadar sürede kendisini ödeyeceğini bilmek için fayda/masraf analizine gerek vardır.

5. Atıksu Tesislerinde Enerji Verimliliği ve Yönetimi

AB mevzuatına uyum çerçevesinde en yüksek masraflı olduğu tahmin edilen senaryoya göre eşdeğer nüfusu 10.000 ve üzeri olan tüm yerleşimler için ileri atıksu arıtma tesislerinin ve 2000-10.000 arası eşdeğer nüfusa sahip yerleşimler için de uygun arıtma tesislerinin kurulması gerekecektir. Kısa vadede farklı büyüklüklerde 3000'den fazla atıksu arıtma tesisinin inşa edilmesi gerektiği düşünüldüğünde tüm bu tesislerde enerji verimliliği çalışmalarının kayda değer ölçüde sağlayacağı tasarruf nedeniyle ne denli önemli olduğu açıktır. Atıksu arıtma alanında enerji verimliliği önlemleri; atıksu arıtma tesisinde suyun arıtılması aşaması, su arıtımından gelen çamurun arıtılması ve hava arıtımıyla ilgili önlemler olmak üzere başlıca üç sınıfa ayrılabilir (Atıksu Arıtımında Enerji Verimliliği Projesi Sonuç Raporu, 2010). Atıksu arıtma tesisleri büyüklük, tip ve proses konfigürasyonu açısından farklılık göstermesi nedeniyle, her bir tesisi kendi özelinde değerlendirilmelidir. Hollanda Hükümeti ile Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve Niğde Belediyesi arasında gerçekleştirilen bir projede yenilenebilir enerji ile ilgili olarak atıksu arıtma tesisinde enerji verimliliği revizyon çalışmalarını yaparak tesisi tam kapasite çalışır hale getirmişlerdir (<http://nigde.bel.tr/projeler/yeni-atik-su-aritma-tesisi-enerji-verimliliği-projesi>).

Atıksu arıtma tesisinin toplam enerji verimliliğini değerlendirebilmek tüm prosesin enerji tüketimi süreçler bazında izlenerek enerji analizinin yapılması gerekir. Proses mühendisleri-nin/işletmecilerin enerji verimliliği konusunda bilgili olması, alınacak önlemlerin uygulanması konusunda eğitilmiş olmaları ve konuya ilişkin görev

Çizelge 2. Su Temini ve Atık Su Arıtımında Verimi Artırmak için Önlemler (Barry, 2007).

Alan	İşlem	Tipik Geri Ödeme Süresi (yıl)
Elektrik Oranları	Pik elektrik dönemlerinde talebi azaltmak	0-2*
Elektrik Tesisatları	Kapasitör güç faktörü optimizasyonu	0.8-1.5
	Gerilim dengesizliğini azaltma	1-1.5
Operasyon ve Bakım	Rutin pompa bakımı	2
	Derin kuyu bakım ve <i>rehabilitasyonu</i>	1-2
Üretim ve Dağıtım	Otomasyon kullanımı (SCADA, valf üzerinde elektronik kontroller) ör, şebeke basıncı kontrolü pompaj ekipmanlarının çalışmasını optimize etmek için.	0-5
	Yeni verimli pompa	1-2
	Yeni verimli motor	2-3
	Pervane değişimi	0.5
Son Kullanım	Dağıtım şebekesi optimizasyonu (ör, gereksiz vanaların çıkarılması, bölgeleştirme vb.), düzenleme vanalarının montajı	0.5-3
	Verimli teknoloji kullanımı için teşvik programı	1-3
	Tüketimin etkin kullanımı	1-2

* depolama kapasitesine bağlı

tanımlarının net olması operasyonlarda enerji yönetiminin sağlanabilmesi açısından önemlidir. Atıksu arıtma tesislerinin işleticisi olan Yerel Su İdareleri'nin yükümlülükleri Rehber dökümanda, sorumluluk alanlarındaki atıksu arıtma tesisi için ekonomik ve teknik açıdan uygulanabilir önlemleri içeren Enerji Verimlilik Planı'nı hazırlayarak kaydedilen ilerlemeyi yıllık bazda raporlama ve diğer kurum ve kuruluşlarla işbirliği yaparak enerji verimliliğini arttırmak (zincirleme önlemler) şeklinde belirtilmektedir (Atıksu Arıtımında Enerji Verimliliği Rehberi, 2010). Enerji verimliliği yönetiminde mevcut en iyi tekniklerin (Enerji Verimliliğine İlişkin Mevcut En İyi Teknikler Hakkındaki Referans Dokümanı, 2008) atıksu arıtma tesislerinin gerek tasarım ve gerekse optimizasyon aşamalarında gözönünde bulundurulması gereklidir. Bu konuda gerçekleştirilen bir diğer çalışma, Sürdürülebilir Şehirler Projesi'dir (2014). Projede sürdürülebilirlik ölçüleri arasında bu çalışmaya ilişkin olarak; belediye su idarelerinin hesaplanamayan su kayıplarının azaltılması, arıtılmadan çevreye deşarj edilen atıksuların azaltılması, enerji verimliliğinin iyileştirilmesi yoluyla elektrik tüketiminin azaltılması, hava kirliliğinin ve karbon emisyonlarının azaltılması konuları yer almaktadır.

6. Sonuç ve Değerlendirme

Ülkemizde atıksu faaliyetlerine ilişkin çalışmalarda enerji verimliliği esasına dayalı sürdürülebilir yatırımlarının bir standartının oluşturulması amacıyla günümüze kadar gerçekleştirilmiş olan çalışmaların benzer şekilde su sektörüne ve nihai kullanıcı alanına da yaygınlaştırılması suyun yaşam döngüsü boyunca değerlendirilmesine olanak tanıyacaktır.

Su ile ilgili tüm paydaşların bilinçlendirilmeleri ve mevzuat ve rehber dokümanlar ile desteklenen tasarım, işletme ve denetim/kontrol mekanizmaları çerçevesinde sistemlerin verimliliğinin arttırılarak sürdürülebilirliğinin sağlanması başarıdaki en temel konulardır. Bu kapsamda, mevcut en iyi teknikler/uygulamalar örneklemelerin maliyet analizleri kapsamında değerlendirilerek mali açıdan yararlarının net bir şekilde ortaya konması enerji verimliliği çalışmalarının yaygınlaştırılmasına katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

Türkiye İçin Enerji Verimliliği Stratejisi, 2004, Türkiye'de Enerji Verimliliğinin İyileştirilmesi Projesi, (EİE) - (UETM) - Avrupa Komisyonu Türkiye Delegasyonu, Hazırlayan: MvV Consultants and Engineers.

Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2010-2023, http://www.dogaka.gov.tr/Icerik/Dosya/www.dogaka.gov.tr_493_CH4D50KX_Enerji-Verimliliği-Strateji-Belgesi-2010-2023.pdf

Ulusal Su Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi, Ek 2, TÜBİTAK Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı, 2011.

Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü (IPPC) Enerji Verimliliğine İlişkin Mevcut En İyi Teknikler Hakkındaki Referans Dokümanı, Avrupa Komisyonu G.Müdürlük (JRC) Ortak Araştırma Merkezi Geleceğe Yönelik Teknolojileri Arş.Ens., 2008.

www.csb.gov.tr/db/ippc/icerikbelge/icerikbelge1136.doc

Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı, 2014, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.

Atıksu Arıtımında Enerji Verimliliği Projesi Sonuç Raporu, Ankara, 2010.

Atıksu Arıtımında Enerji Verimliliği Rehberi, 2010, <https://www.csb.gov.tr/db/cygm/editordosya/aaevrehberi.pdf>

WATERGY: Energy and Water Efficiency in Municipal Water Supply and Wastewater Treatment Cost-Effective Savings of Water and Energy, The Alliance to Save Energy, Judith A. Barry, 2007.

Niğde Belediyesi Eysel Atıksu Arıtma Tesisi Enerji Verimliliği Revizyon Projesi, <http://nigde.bel.tr/projeler/yeni-atik-su-aritma-tesisi-enerji-verimliliği-projesi>

Türkiye Sürdürülebilir Şehirler Projesi (P128605) Çevresel ve Sosyal Yönetim Çerçevesi -Taslak Yönetici Özeti, 2014 http://www.ilbank.gov.tr/Surdurulebilir_Sehirler_projesi/index.php?lang=tr&pg=2