

# Geleceğin Akıllı Şebekelerinde Kentsel Katı Atık Tabanlı Dağıtık Elektrik Üretimi

Burhan Baran<sup>1</sup>, Barış Baykant Alagoz<sup>1</sup>, Asım Kaygusuz<sup>1</sup>, Murat Akcin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi  
İnönü Üniversitesi

burhanbaran@gmail.com, baykant.alagoz@inonu.edu.tr, asim.kaygusuz@inonu.edu.tr, akcin.murat@gmail.com

## Özet

Geleceğin akıllı şebekelerinde, dağıtık üretim aracı olarak yenilenebilir kaynakların, lokal üretim amaçlı kullanımının yaygınlaşması beklenmektedir. Bu bağlamda, Kentsel Katı Atık (KKA) tabanlı enerji üretiminin akıllı şebeke uygulamaları ile kentlerin enerji tüketimini karşılamada destekleyici kaynaklardan biri haline dönüşmesi muhtemeldir. Bu çalışmada, geleceğin akıllı şebeke mimarisinde, dağıtık enerji kaynağı olarak kentsel katı atık tabanlı enerji üretiminin rolü ve avantajları değerlendirilmiştir. Geleceğin Türkiye'sinde, katı atık enerji potansiyeli tahmin edilmiş ve bu tahminler doğrultusunda toplam enerji ihtiyacını karşılamada ne oranda bir destek sağlayabileceği konusunda öngörüler yapılmıştır. Katı atık tabanlı elektrik üretim tesislerinin, akıllı şebeke uygulamaları açısından önemi vurgulanmıştır.

Anahtar kelimeler: Smart Grid, Dağıtık üretim, Katı atık enerji dönüşümü

## 1. Giriş

Atık kavramı, klasik anlamı ile atılması gereken faydasız materyal yerine, sürdürülebilir bir çevre dostu kalkınma için dönüştürülmesi veya geri kazanılması gereken bir ham madde olarak ele alınmalıdır[1]. Doğal kaynakların, nüfus artışı karşısında, talebe cevap vermede yetersiz kalacağı, geleceğin dünyasında, kalkınma ve gelişmişlik, ülkelerin geri dönüşüm ve geri kazanım oranları ile bağıntılı olacaktır. Diğer yandan, yaşanabilir bir dünya, doğal kaynakların en verimli ve çevre-dostu bir şekilde kullanım kabiliyetimize bağlı olacaktır. Bu noktada, geri dönüşüm ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı enerji üretimi, iki önemli alt başlık olarak, gelecek için tasarlayacağımız bütün üretimsel, ekonomik ve sosyal sistemlerde mutlaka yer verilmesi gereken konular olmalıdır.

Bu bağlamda, nüfusumuz ile orantılı artma eğilimi içinde olan kentsel atıklarımızın, çevreye en az zarar verecek duruma getirilmesi, geri dönüşüm ile mümkündür. Kentsel atıklardan enerji üretimini, yenilenebilir enerji kaynakları kategorisinde değerlendirmeliyiz.

Geleceğin enerji dağıtım şebekesi, gelişen dünyanın taleplerine cevap verebilmesi için bugünden daha akıllı (Smart) olmak zorundadır. Bu konudaki çalışmalar, akıllı şebekeler (Smart Grids) başlığı altında toplanmış ve geleceğin akıllı şebeke mimarilerinin şu üç özelliği mutlaka barındırması gerektiği öngörülmüştür[2-5].

(i) *Dağıtık üretim*: Dağıtık üretim, merkezi olmayan ve şebekeye dağılmış olan hane üretici (domestic generation), yüksek güçlü üretim santrallerine kadar geniş bir spektrumda enerji üretiminin şebeke üzerinde entegrasyonunu hedefler. Böylece, yerinde (lokal) üretim ve tüketim ile iletim kayıpları düşürülerek enerji verimliliği artırılır, yenilenebilir kaynakların hane düzeyine kadar yaygınlaşmasına ve enerji üretiminde payının artmasına imkan sağlar. Klasik şebekede statik tüketici durumunda olan birimler, dağıtık üretim imkanları ile dinamik üreticiler haline dönüşebilir[4].

(ii) *Dağıtık Depolama*: Enerji üretim fazlasının şebekeye dağılmış depolama sistemlerinde depolanması ve gerektiğinde enerji talebini karşılamak üzere kullanılmasını hedefler. Yüksek hacimli enerji saklama sistemlerinden, hane halkı depolama sistemine kadar çok geniş ölçekte depolama sisteminin şebekeye dağıtılması yenilenebilir kaynaklar gibi enerji süreksizliği olan kaynakların etkin kullanımı için önem arz eder.

(iii) *Talep taraflı yük yönetimi*: Dağıtık üretim ve depolama olanaklarına sahip şebekelerinde, üretim-talep dengesi ve enerji fiyatları daha akıllı yönetilebilir. Tepe tıraşlama (Peak shaving) gibi operasyonlar ile enerji fiyatları ve enerji verimliliği artırılabilir[5].

Kentsel atık tabanlı enerji üretimi, kent ölçeğinde dağıtık kaynak olması ve atık depolama haznesinde biriktirebildiği enerji potansiyeli itibarı ile geleceğin akıllı şebekeleri için dikkate değer bir dağıtık üretim ve depolama adaydır. Enerji üretimini makul bir süreye kadar erteleyebilir ve devreye girdiğinde üretim kararlılığını, makul bir süre boyunca sürdürebilir. Güneş ve rüzgar enerji kaynakları gibi hava koşullarına bağlı olarak üretim kararsızlığı göstermez. Kentsel atık tabanlı enerji üretimi, nüfus yoğunluğu ile korale enerji potansiyeli sunması itibarı ile tüketim talebi dağılımı ile uyumlu bir dağıtık kaynak potansiyeli sunar. Bu

bağlamda, geleceğin akıllı şebekelerinde önemli bir yeri sahip olması beklenmelidir.

Bu çalışmada, kentsel atık enerji dönüşümü kısaca tanıtıldıktan sonra, geleceğe ışık tutması için, Türkiye'nin kentsel atık enerji potansiyeli için öngörüler yapılmıştır. Bu öngörüler ışığında, kent ölçeğinde dağıtık üretim aracı olarak kullanılması muhtemel, katı atık enerji üretim sisteminin akıllı şebeke uygulamaları için avantajları tartışılmıştır.

## 2. Kentsel Katı Atık Enerji Üretim Teknolojisi

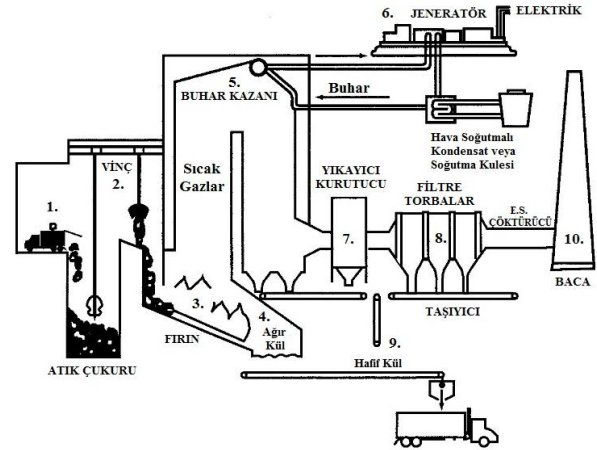
Atık tabanlı enerji tesisi (Waste-to-Energy Plant), kentsel katı atıkların yakılması sureti ile açığa çıkan ısı enerjisinin kullanılabilir elektrik enerjisine dönüştürüldüğü tesislerdir. Bu tesislerde, katı atıklar, diğer fosil tabanlı yakıtlar gibi doğrudan yakılmaktadır ve açığa çıkan ısı enerjisi, buhar türbinleri aracılığı ile mekanik enerjiye ve nihai olarak jeneratörler ile elektrik enerjisine dönüştürülmektedir[6]. Katı atıkları yakmadan önce, atıklar ayrıştırılır ve parçalanır. Bu işlemden sonra, metaller veya yanma verimi düşük parçaların ayrıştırılmasıyla, atık yakma işleminin başarısı artırılmış olur. Yakma odasında, ayrıştırılmış katı atıkların yakımı ile 1000 °C ulaşabilen sıcaklıklar elde edilmektedir. Bu sıcaklık seviyesi, buhar türbin sistemlerinden elektrik üretimi için kâfi derecede mekanik güç üretebilmektedir. Katı atık karışımı yakıldıktan sonra geriye su buharı, kül ve yanma sonucu oluşan gazlar kalır. Katı atık yakımı sonunda açığa çıkması öngörülen enerjinin bir kısmı, atıkta bulunan sıvısının buharlaşması ve yanma odası ısı kayıpları nedeniyle yitirilir. Katı atık yakılması sonucunda açığa çıkan ısı enerjisinin kayıplar dışında kalan kısmı kullanılabilir enerjiye dönüştürülür. Katı atığın yüksek sıcaklıklarda yakılmasıyla hacmi % 80-90 civarında küçülmektedir ve depolama ve saklama açısından avantaj sağlamaktadır. Bu yakma şekli daha basit olan açıktan yakmaya göre çok daha avantajlı ve çevre dostu bir yakma şeklidir.

KKA'ların neredeyse tamamı yüksek sıcaklıklarda yanıcıdır. Katı atık yakım tesisinde, enerji verimi yüksek yanıcı maddelere kağıt, gıda, plastik, kauçuk ve ahşap örnek olarak verilebilirken, cam, metal, seramik ve kil gibi materyaller ise yanıcı olmayan maddeler kategorisine girer[7,8]. Yanıcı olmayan bu maddelerin yakımdan önce ayrıştırılması ile hem bu materyallerin geri dönüşümüne imkan sağlanır, hem de sistemin yanma verimi artırılır. Ayrıca, alınan tedbirler ve filtreler yardımı ile gaz ve duman emisyonu da açıktan yakmaya nazaran önemli oranda azaltılabilir.

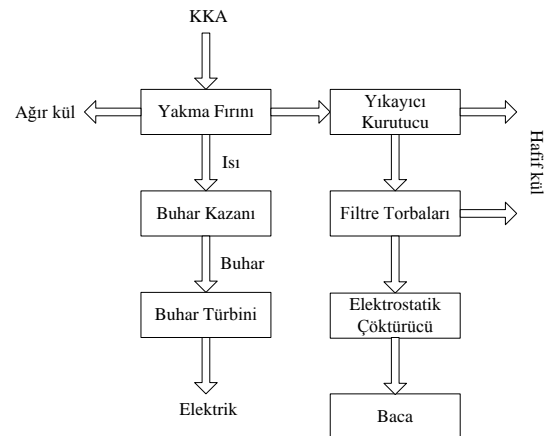
Yakma sonrası oluşan külün depolanması ile ilgili bazı tartışmalar hala devam etmektedir. Oluşan bu külde insana ve çevreye zararlı yüksek seviyede kadmiyum, civa, kurşun v.b. ağır metaller ve diğer toksinler bulunmaktadır. Ancak, katı atık tabanlı enerji üretim tesislerinde kurulabilecek gelişmiş kirlilik kontrol sistemleri ile bu kaygılar giderilmektedir. Bu tesislerde kullanılan yıkayıcı-kurutucular, elektrostatik çöktürücüler ve filtre torbaları, yanma sonrası oluşan asit, ağır metal ve uçucu külün çoğunun ortadan kaldırılmasını sağlar[7].

Şekil 1'de katı atık tabanlı enerji üretim tesisi şematik gösterimi verilmiştir. Şekil 2'de katı yakıt tabanlı enerji üretim süreçleri akış diyagramı görülmektedir. Bu süreçler kısaca şöyle özetlenebilir:

- 1- Yakılmaya hazır katı atık araçlar tarafından atık çukuruna dökülür.
- 2- Katı atık, vinç aracılığıyla çukurdan alınıp fırının içine atılır.
- 3- Katı atık fırında yüksek sıcaklıklarda yakılır.
- 4- Ağır kül toplanır ve bertarafı için kaldırılır.
- 5- Fırından gelen ısı buhar kazanında buhara dönüştürülür.
- 6- Buhar kazanından gelen buhar, buhar türbinlerine sürülerek elektrik üretilir.
- 7- Duman ve gazlar tehlikeli kimyasallardan arındırılması için yıkayıcı-kurutucu'dan geçer.
- 8- Artan küçük kül partikülleri filtre torbaları sayesinde kaldırılır.
- 9- Yıkama ve filtrelemeden sonra kalan hafif kül toplanır.
- 10- Kalan gazlar ise bacadan gönderilir.



Şekil 1. Katı atık tabanlı enerji üretim tesisi şematik gösterim[8]



Şekil 2. Katı atık tabanlı enerji üretim süreçleri akış diyagramı

### 3. Kentsel Katı Atık Enerji Potansiyeli ve Geleceği Dönük Öngörüler

Üretebilecek enerji miktarı, yakılan KKA miktarına ve niteliğine bağlıdır. Katı atıktan elde edilebilecek elektrik enerjisinin tahmini için Dulong formülü yaygın olarak kullanılmaktadır[9,10]. Bu analiz yöntemi, literatürde temel analiz olarak kabul edilmiş ve atık malzemedeki C, H, O, N, S atomları oranlarına bağlı olarak, bu malzemenin yakılması sonucu açığa çıkacak enerjinin ısı değeri hesaplanabilmiştir[9]. Abdur, kilogram kurutulmuş atık başına ısı enerji potansiyelini (HE) kilo joule (kj) olarak, Dulong formülasyonu yardımı ile şöyle ifade etmiştir. [9]

$$HE[KJ/kg] = 337C + 1428(H - O/8) + 9S \quad (1)$$

Burada, C atıktaki karbon yüzdesini, H hidrojen yüzdesini, O oksijen yüzdesini, S sülfür yüzdesini göstermektedir. Bu formül, ortalama atık materyal karışımının (Yiyecek, kağıt, polyester, tahta, plastik, tekstil ..vs)  $C_6H_{10.98}O_{3.54}$  eşdeğer yanıcısına yakınsadığı varsayılmıştır. Dünya genelinde KKA bileşimi yaklaşık olarak benzerlik göstermektedir[10]. Abdur'un yaptığı analize göre, kilogram başına kuru kentsel atığının barındırdığı enerjinin ısı değeri  $HE=214.24$  kj/kg olarak hesaplanmıştır. Bu ısı enerjisinin buhara dönüştürülmesinde %30 kayıp oranı öngörülmüştür. Bu buhar enerjisinden üretilebilecek elektrik enerjisi,

$$UE[kWh/kg] = 0.01316 \quad (2)$$

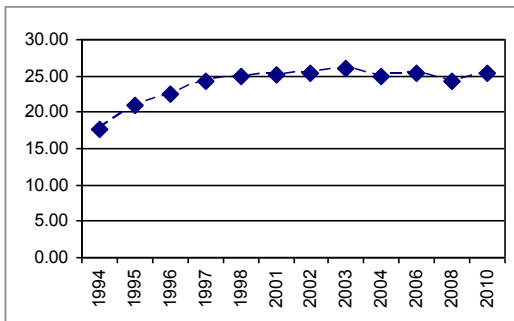
olarak öngörülmüştür [9]. Buna göre  $M_a$  kilogram atık kütlesi için elde edilebilecek elektrik enerjisi,

$$P[kWh] = 0.01316 M_a \quad (3)$$

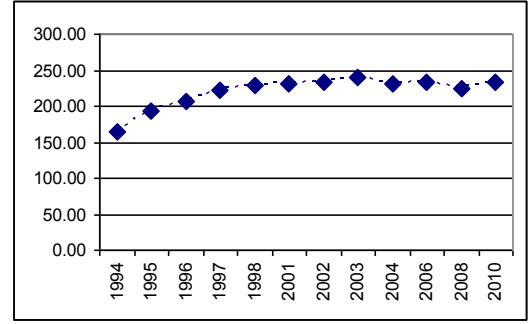
ile belirlenebilir. Pratikte elde edilebilecek enerji bu miktardan küçük olacaktır. Sistemde hesaba katılmamış ısı kayıpları için toplam enerjinin %10 civarında kayıp öngörülürse ve katı atık tesisinin servisini sürdürülebilmesi için harcadığı enerjinin de, toplam üretiminin %20'si civarında olacağı varsayılırsa, net enerji üretimi kaba tahmini için,

$$P_n[kWh] = 0.0092120 M_a \quad (4)$$

ifadesi kullanılabilir. TÜİK istatistiklerine göre Türkiye'nin yıllara göre KKA üretimi Şekil 3'de gösterilmiştir. Bu katı atık üretimi için Denklem 4 yardımı ile elektrik enerjisi üretim potansiyeli tahminleri yıllara göre Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 3. Türkiye'nin yıllara göre kentsel katı atık kütlesi (Mton) [11]



Şekil 4. Denklem (4)'e göre Türkiye'nin yıllara göre kentsel katı atık elektrik enerjisi üretim (GWh) potansiyeli tahmini.

Şekil 4'de görüleceği üzere, 1995'de sonra kentsel atık tabanlı elektrik enerjisi üretim potansiyeli 200 GWh ile 250 GWh bandı içine girmiştir. Bu bant içindeki ortalama değeri 228.61 GWh olarak hesaplanmıştır. 2010 yılı Türkiye enerji talebi yaklaşık olarak 210 TWh olarak gerçekleşmiştir. Buna göre, 2010 yılı kentsel katı atık tabanlı enerji üretimi, tam kapasite gerçekleştirilmiş olsa idi elektrik enerji talebinin %0.11'ini karşılayabilirdi. O halde 2010 yılı için elektrik enerji tüketimine karşılık [12], katı atık enerji üretiminden sağlanabilen elektrik enerji için,

$$P_n \approx 0.0011 P_a \quad (5)$$

yazılabilir. Burada,  $P_a$  katı atık üreten sisteminin (nüfusun) ortalama elektrik enerji sarfiyatıdır. Denklem (5), Türkiye için katı atıktan elektrik enerjisini geri kazanımını kabaca formüle eder. Enerji talebi ve katı atık miktarları nüfusa bağlı olduğu için, Denklem 5 kent ölçeğinde de büyük oranda geçerliğini koruyacaktır.

Katı atık elektrik enerji üretim potansiyelinin kentsel dağılımının kestirimi için, birey başına katı atık elektrik enerji üretimi hesaplanması faydalı olacaktır. Şekil 4'teki verilere göre katı atıklardan elde edilen 228.61 GWh ortalama enerji değerinin, 2010 yılı Türkiye nüfusuna oranlanması ile birey başına katı atıktan elektrik enerji üretim potansiyeli 3.20 kWh/kişi hesaplanmıştır. Bu durumda, kent nüfusuna bağlı katı atık elektrik enerji üretim potansiyeli için,

$$P_n[kWh] \approx 3.20N \quad (6)$$

yazılabilir. Burada  $N$  kent nüfusunu temsil eder. Çizelge 1'de belli başlı büyük şehirlerde Belediyeler tarafından KKA hizmeti verilen nüfusa [13] göre KKA elektrik enerji üretim potansiyellerinin kestirimi verilmiştir.

Kentsel katı atık tabanlı elektrik üretiminin önemi bir avantajı, enerji üretim maliyetinin diğer kaynaklara göre nispeten düşük olmasıdır. Üstün ve ekibinin yaptığı

çalışmada, enerji üretim maliyetleri belirlenmiştir[10]. Bu çalışmada sunulan değerler Tablo 1'de verilmiştir. Petrol ve doğalgaza göre enerji maliyetinin düşük kalması dikkat çekici bir husustur.

Çizelge 1. Ankara, İstanbul, İzmir, Adana, Diyarbakır ve Malatya için kentsel katı atık elektrik enerjisi potansiyeli kestirimleri.

Başlıca Şehirler	KKA Hizmeti Verilen Belediye Nüfusu [13]	KKA Enerji Potansiyeli (kWh)
Adana	1.877.373	6.007.594
Ankara	4.672.162	14.950.918
Diyarbakır	1.124.305	3.597.776
İstanbul	13.120.596	41.985.907
İzmir	3.670.764	11.746.445
Malatya	610.823	1.954.634

Çizelge 2. Yakıt türüne göre maliyet kıyaslaması [10].  
(CIF:Fiyat sigorta ve nakliyat )

Yakıt Adı	Fiyatı (cent/kWh)
Petrol (C.I.F.)	0,75
Lastik	1,59
Doğal gaz (C.I.F.)	2,94
Kömür (C.I.F.)	3,41
Çöp	0,74

#### 4. Geleceğin Akıllı Şebekelerinde Katı Atık Enerji Dönüşümünün Dağıtık Üretimde Önemi

Kent katı atıklarının doğaya zararlarının minimize edilebilmesi ve sürdürülebilir-yaşanabilir bir çevre için atıkların toplanması ve depolanması bir gerekliliktir. Bu konuda, kentlerimizde belediyeler tarafından kentsel atık toplama ve depolama faaliyetleri hali hazırda yürütülmektedir. Çöp toplama tesislerinde, geri dönüşüm amaçlı çöp ayrıştırma işlemlerinden sonra, faydasız görülen katı atıklar çöp depolama alanlarında toplanmaktadır. Bu faaliyetler ve altyapının oluşturulması için enerji ve mali kaynaklar zorunlu olarak harcanmıştır ve harcanmaktadır. Bu aşamadan sonra, bir depolama tesisinin bir KKA enerji üretim tesisine dönüştürülmesi, hem maliyet hem de teknik bakımdan büyük zorluklar içermemektedir. Bu itibarla, bütün kentlerin katı atık depolama sahaları, bir katı atık enerji üretim tesisine kolaylıkla dönüştürülebilir. Üretilen enerji elektrik enerjisine dönüştürülmek sureti ile hem tesisin iç enerji ihtiyacında, hem de gerektiği noktalarda kentin elektrik talebini karşılamada ikincil (destekleyici) kaynak olarak kullanılabilir. Bu enerji potansiyelinin akıllı şebeke uygulamaları ile daha etkin ve yönetimi kullanımı mümkün olabilecektir.

Akıllı şebeke uygulamaları açısından KKA tabanlı elektrik üretiminin avantajları şöyle özetlenebilir:

- Kentsel kullanım için, etkin bir dağıtık kaynak uygulaması sağlar. Denklem (6) ve (5) ile gösterildiği üzere kent nüfusu ile korelasyonlu üretim potansiyeli, bu kaynağı ülkenin coğrafi nüfus dağılımına adapte olabilen bir elektrik kaynağına dönüştürür. Bu özelliği ile diğer olası yenilenebilir enerji kaynaklarına göre uygulama avantajları içerir. Örneğin rüzgar ve güneş enerjisi potansiyeli iklim koşullarına bağlıdır ve üretim potansiyellerinin coğrafi dağılımını, etkin olarak iklimsel parametreler belirler. Oysaki kentsel katı atık tabanlı enerji üretiminde, enerji üretim potansiyelini nüfus yoğunluğu belirler.
- Elektrik üretim profilleri, rüzgar ve güneş üretimine kıyasla daha sürekli. Daha kararlı ve ayarlanabilir bir güç profili sunabilirler. Bu bağlamda, güvenilir bir dağıtık kaynak uygulaması sağlar.
- Talep edilmeyen potansiyeli belli bir kapasiteye kadar atık materyal ya da gaz olarak, sonra kullanılmak üzere depolama kabiliyetine sahiptir. Bu anlamda, enerji üretimini erteleyebilme özelliği, akıllı şebeke uygulamalarında Talep taraflı yük yönetimi için önemli avantajlar sağlayabilir. Örneğin, kent enerji talebinin tepe dönemlerinde, devreye sokularak tepe tıraşlama [5] uygulamasında rol alabilir.
- Kentsel atıkların bertaraf edilmesi sürecine katkı sağlaması itibarı ile çevre dostu enerji üretimin vizyonunu destekler. Kentsel atıklar nedeni ile oluşan çevre kirliliği ve karbon salınımının kontrol altına alınmasında rol oynar. Enerjisi alınmış kuru atık malzeme (kül, kalıntı.. vs) hacimce daha az yer kaplar ve atık depolamada kolaylık ve hijyen sağlarlar. Gelecekte, bu kalıntılar için kullanım alanları bulabilir. Böylece, atıktaki potansiyel enerjinin alınması, katı atık geri dönüşüm zincirinin bir halkası haline dönüşebilir.
- Bütün bu avantajları yanında elektrik üretim maliyetinin diğer kaynaklardan düşük olabilmesi (Bakınız Çizelge 2), önemli bir iktisadi avantajı da barındırdığını göstermektedir.

#### 5. Sonuçlar

Bu çalışmada KKA enerji dönüşümünün, geleceğin akıllı şebekelerinde olası kullanımı ve avantajlarını değerlendirdik. 2010 yılı Türkiye katı atık verilerine göre yaptığımız hesaplamalar 228.61 GWh bir elektrik enerji üretim potansiyeline işaret etti. Bu çapta bir enerji potansiyelinin, coğrafi alanda, nüfus yoğunluğu dağılımı ile uyumlu bir dağılım göstermesi, kentsel katı atıklardan elektrik üretimini, geleceğin akıllı şebekeleri için önemli bir dağıtık kaynak adayı haline getirmektedir.

Hem çevre-dostu olması, hem de üretim sürekliliği yanında bahsi geçen diğer bütün avantajları dikkate alındığında, katı atık tabanlı elektrik üretim tesislerinin, her kentte kurulmasını tavsiye ediyoruz. Akıllı şebeke topolojisinde, KKA tabanlı dağıtık üretime mutlaka yer verilmelidir.

## 6. Kaynaklar

- [1] Igoni A.H., Ayotamuno M.J., S.O.T. Ogaji, S.D. Probert, "Municipal solid-waste in Port Harcourt, Nigeria, Applied" *Energy* 84 664–67, 2007.
- [2] Alagoz B.B., Kaygusuz A., Karabiber A, "A user-mode distributed energy management architecture for smart grid applications", *Energy* 44 167-177, 2012.
- [3] Bayod-Rujula AA. "Future development of the electricity systems with distributed generation", *Energy* 34 377-8, 2009.
- [4] Grijalva S, Tariq MU., "Prosumer-based smart grid architecture enables a flat, sustainable electricity industry. In: Innovative Smart Grid Technologies (ISGT)IEEE PES", p. 1e6., 2011.
- [5] Vytelingum P, Voice TD, Ramchurn SD, Rogers A, Jennings NR. "Agent-based micro-storage management for the smart grid. In: The ninth international conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2010)", p. 39e46., 2010.
- [6] Pace University, "Electricity from: Municipal Solid Waste", White Plains, New York, 2000 [http://www.powerscorecard.org/tech\\_detail.cfm?resource\\_id=10](http://www.powerscorecard.org/tech_detail.cfm?resource_id=10).
- [7] The University of Tennessee, "Waste-to-Energy Incineration, Tennessee Solid Waste Education Project", <http://www.tnswep.ra.utk.edu/activities/pdfs/mu-W.pdf>
- [8] Keep America Beautiful, "Waste-to-Energy", 2012, [http://www.kab.org/site/PageServer?pagename=waste\\_to\\_energy](http://www.kab.org/site/PageServer?pagename=waste_to_energy).
- [9] Rouf, Md. A., "Prospect of Electric Energy from Solid Wastes of Rajshahi City Corporation: A Metropolitan City in Bangladesh", *2011 2nd International Conference on Environmental Engineering and Applications IPCBEE*, vol.17, 2011.
- [10] Üstün A.K., Kurban M., "*Elektrik Enerjisi Üretiminde Kentsel Katı Atık Potansiyel Analizi ve Uygulaması, 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11)*", Elazığ, Turkey, 16-18 May 2011.
- [11] Tuik kentsel atık tahmini referansı, 2012, [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr).
- [12] Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlüğü, APK Dairesi Başkanlığı, "Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu", Sayfa 4, Kasım 2011.
- [13] Türkiye İstatistik Kurumu, "Belediye Atık İstatistikleri 2012", [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr).