

Katı Atık Düzenli Depolama Sahalarında Depo Gazından Elektrik Üretimi:

Kayseri Örneği

Ali DURMUŞ^{1+*} and Abdulkadir DAĞLI²

¹Elektrik ve Enerji Bölümü, Meslek Yüksekokulu, Kayseri Üniversitesi, Kayseri, Türkiye

²Elektrik ve Enerji Bölümü, Meslek Yüksekokulu, Kayseri Üniversitesi, Kayseri, Türkiye

*Corresponding author: alidurmus@erciyes.edu.tr

+Speaker: alidurmus@erciyes.edu.tr

Presentation/Paper Type: Oral / Full Paper

Özet – Dünyadaki ve Türkiye’deki teknolojik gelişmelere ve nüfus artışına bağlı olarak elektrik enerji tüketimi artmıştır. Bu artan enerji talebini karşılayabilmek için dünyadaki fosil tabanlı kaynakların yakın gelecekte tükeneceği ve çevreye verdiği zararlardan dolayı yeni nesil enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretimi çok daha önemli hale gelmiştir. Dünya nüfusundaki hızlı artış aynı zamanda büyük bir çöp problemini ortaya çıkarmıştır. Bu çöplerin düzenli bir şekilde toplanması, ayrıştırılması, geri dönüşümde kullanılması ve yok edilmesi önemli bir problem haline gelmiştir. Eğer çöpler düzenli bir şekilde toplanmazsa yaydığı kötü kokularla ve içerisindeki kimyasal maddelerin toprağa ya da suya karışması ile ciddi çevre sorunlarına yol açar. Günümüzde artan enerji talebi ve çöplerin meydana getirdiği çevresel sorunlar göz önüne alındığında çöpler yok edilirken elektrik enerjisi üretmesi bu iki sorunun ortadan kaldırılması için en ideal yol olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada katı atık düzenli depolama sahalarında depo gazından elektrik üretimi konusu incelenmiş olup, Kayseri bölgesinde yer alan kentsel katı atık düzenli depolama ve enerji üretme tesisine ait bilgiler verilmiştir.

Keywords – Biyogaz, elektrik üretimi, yenil nesil enerji, katı atık.

I. GİRİŞ

Konvansiyonel yakıt türlerinin sınırlı bir zaman sonra ömürlerinin biteceği gerçeğine ek olarak kullanım esnasındaki çevresel sorunları da göz önüne aldığımızda yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek kaçınılmaz olmuştur. Doğal kaynaklardan elde edilen ve süreklilik arz eden kaynaklar yenilenebilir enerji kaynakları olarak adlandırılır. Bunların başlıcaları; rüzgar, güneş, jeotermal, hidrolik, dalga ve biyogazdır. Yenilenebilir enerji kaynakları, tükenilebilir enerji kaynaklarının aksine çevreye ve insan sağlığına zarar verecek atıklar bırakmadıkları için güvenilir kaynaklar olarak değerlendirilmektedir. Buna ek olarak ülkemizin doğalgaz ve petrol gibi yakıt türleri açısından yetersiz oluşu, elektrik enerji talebini sağlamak ve ithal edilen enerji kaynaklarını azaltmak için de oldukça önemlidir. Günümüzde ülke nüfuslarının her geçen gün hızla artışı, modern toplumların tüketim kalemlerindeki çeşitlilikler ve ihtiyacından fazlasını tüketme alışkanlığı gibi daha birçok sebepten dolayı kentlerde çöp dağları oluşmasına yol açmıştır. Meydana gelen bu kontrolsüz çöpleşme, çevresel sorunlar başta olmak üzere daha birçok problemi beraberinde getirmektedir. Kentlerde toplanan katı atıklar belirlenen arazilere gelişigüzel atılarak vahşi depolama sistemleri şeklinde toplanmaktadır. Söz konusu yöntem, başta çevre olmak üzere insan sağlığı açısından da birçok olumsuzluğa sebep olmaktadır. Bu çevresel olumsuzlukların ortadan kaldırılması ve enerji üretiminde kullanılan çöp gazı enerjisi kalabalık nüfuslu kentlerde düzenli depolama alanlarında toplanan çöp yığınlarından elde edilir. Düzenli katı atık

depolama sistemi diye bilinen bu çalışma, katı atıklardan süzülen sıvıların yeraltı sularına zarar vermeyeceği sızdırmaz bir alana belirli plan doğrultusunda, üstü örtülerek depolamayı ifade etmektedir. Katı atıklardan elektrik enerji üretme metodunda, düzenli katı atık depolama alanlarında biriktirilen çöplerin içerisinde oluşan metan gazı borulama sistemi ile çekilerek bu gazla çalışan motorlarda yakılmak suretiyle güç elde edilir. Böylece motor miline bağlı elektrik jeneratöründe elektrik enerjisi üretilmiş olur. Katı atık düzenli depolama sahalarındaki atıkların içeriğine bağlı olarak farklı oranlarda metan (CH₄), karbondioksit (CO₂) ve nitrojen (N) gibi çeşitli gazlar bulunur. Biyogaz üretim akış şeması Şekil 1’de görülmektedir [1].

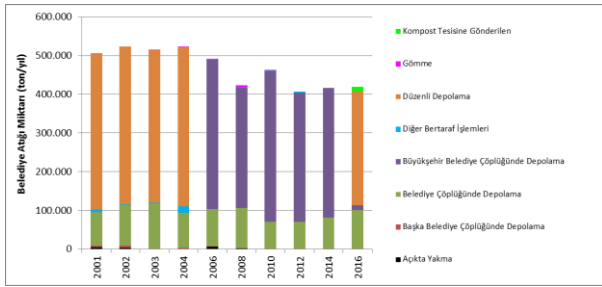


Şekil 1. Biyogaz Üretim Akış Şeması

Çöplerde oluşan metan gazı karbondioksit gazına göre çok daha fazla doğaya zarar verdiği düşünülürse bu yöntemin çevreci ve ekonomik yönden de birçok avantajlara sahip olduğu söylenebilir. Bu çalışmada Kayseri bölgesinde yer alan kentsel katı atık düzenli depolama ve enerji üretme tesisi incelenmiştir.

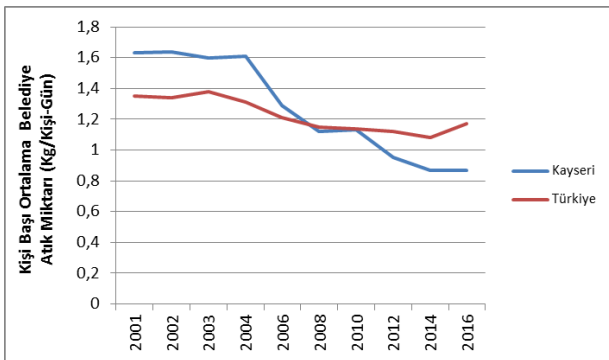
II. KAYSERİ İLİ BİYOGAZ POTANSİYELİ

Fosil yakıtlardan faydalanarak elektrik üretme hem dünyada hem de ülkemizde gün geçtikçe azalmaktadır. Buna karşılık yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanarak elektrik enerjisi üretme gelişen teknolojinin de desteğiyle her geçen gün artmaktadır. Bu çalışmada konu edilen katı atıklardan biyogaz üretme teknikleri dünyada ve ülkemizde hayvansal ve bitkisel atıklardan biyogaz üretme şeklinde yapılmaktayken, son yıllarda katı atıklarda biriken biyogazı yakıt olarak kullanan uygulamalar yaygınlaşmaya başlamıştır. Kentlerdeki meskenler ve ticari işletmeler başta olmak üzere park, bahçe ve sokaklardan toplanan katı atıklar düzenli depolama sahalarında biriktirilmektedir. Aşağıda Şekil 2’de TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) 2016 yılı rakamlarına göre Kayseri ilindeki katı atıkların %70’ i düzenli depolama sistemiyle toplandığı görülmektedir [2].



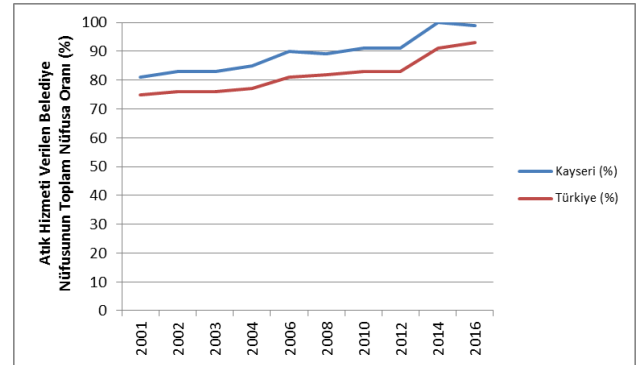
Şekil 2. Kayseri İli Belediye Atığı Miktarı

Bu şeklin daha anlamlı yorumlanması için kişi başına atık miktarının da bilinmesinde fayda vardır. Şekil 3’de Kayseri ilinde kişi başına düşen atık miktarları yıllara göre verilmiştir. Bu şekilde görüleceği üzere günlük kişi başına düşen ortalama belediye atık miktarı 0,87 kg’dır. Bu miktarın ülkemiz ortalamasının 1,17 kg olduğu düşünülürse ortalamamızın altında bir kişi başı katı atık üretildiği görülmektedir [2].



Şekil 3. Kayseri İli Belediye Atığı Kişi Başı Miktarı

TÜİK raporlarından alınan bilgiye göre Kayseri ilinde atık toplama çalışmaları yapılan nüfusun, toplam nüfusa oranı %99 olup bu oran Türkiye ortalaması olan %93’ün üstündedir. Bu durum Şekil 4’de gösterilmiştir [2].



Şekil 4. Kayseri İli Belediye Atığı Hizmeti Verilen Nüfusun Toplam Nüfusa Oranı

Yukardaki verilere bakıldığında, Kayseri ilinde kişi başı katı atık miktarları ülkemiz ortalamasının altında olmasına rağmen, düzenli depolanan katı atık miktarlarının biyogaz üretimi için oldukça yeterli olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verileri incelendiğinde Ülkemizin katı atık potansiyelinin miktarı ortalama 8,6 milyon ton eşdeğer petrol (MTEP) civarında ve buradan elde edilecek biyogaz değeri yaklaşık 1,5-2 MTEP olduğu öngörülmektedir [3]. Bu değerler biyogazın yakıt olarak kullanılmasının yatırımcı açısından da karlı bir değer olduğunu ifade etmektedir.

III. BİYOGAZDAN ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETMEK

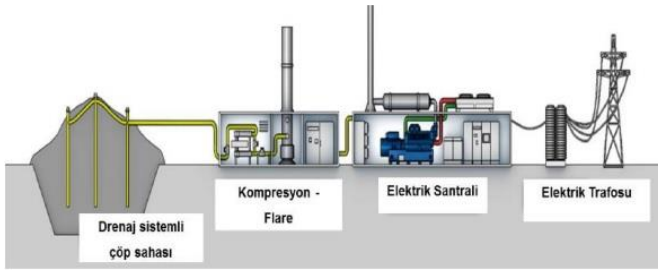
Elektrik enerjisi üretimi için alternatif yeni nesil enerji kaynaklarının kullanımının artırılması, aynı zamanda bu tür kaynakların ucuz, güvenilir ve daha verimli şekilde ülke ekonomisine katkı sağlaması için birçok çalışmalar yapılmaktadır. Bütün bu faydalarına ilave olarak atıkların bertaraf edilmesinde, sera gazı salınımının azaltılmasında, ekolojik sistemin korunmasında yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin olarak kullanılması gerekmektedir [4]. Biyogazdan elektrik enerjisi üretmek için ilgili kurum ve kuruluşların görüşü alınarak elektrik enerjisi üretimi yapılacak saha belirlenir. İlgili mevzuatlar göz önüne alınarak bu sahaların fizibilite çalışmaları yapılır.

Biyogaz tesisinde üretilen elektrik enerjisi yurt içi veya yurt dışı sektörlerde ticari bir değer ve yetki kazanması için üretim lisansına sahip firmaya Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından "Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi" (YEK Belgesi) verilir [4]. (enerji.gov.tr) İlgili kanun ve yönetmeliklerle belirlenen Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi ve Uygulanacak Fiyatlarla ilgili bilgiler Tablo 1’de verilmiştir [4].

Tablo 1. Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tiplerine Uygulanacak Fiyatlar

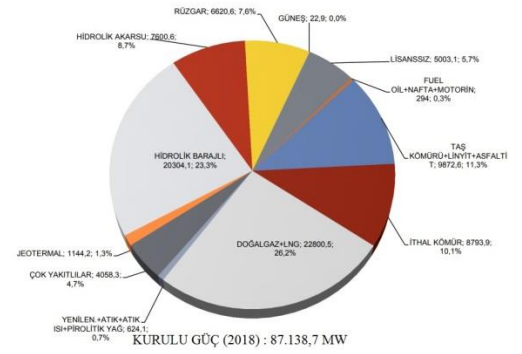
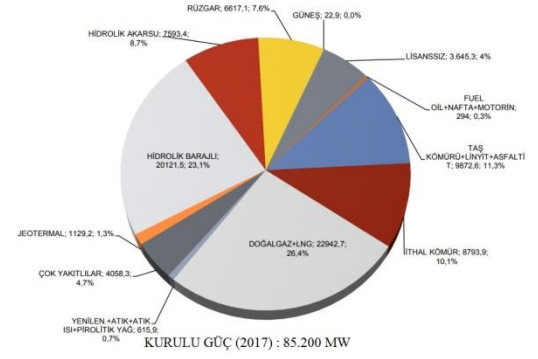
I Sayılı Cetvel (29/12/2010 tarihli ve 6094 sayılı Kanunun hükmüdür.)	
Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	Uygulanacak Fiyatlar (ABD Doları cent/kWh)
a. Hidroelektrik üretim tesisi	7,3
b. Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	7,3
c. Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	10,5
d. Biyokütleyle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil)	13,3
e. Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	13,3

Bu tabloya bakıldığında Yenilenebilir Enerji Kaynakları içinde en fazla devlet desteğinin sağlandığı kaynakların başında biyogaz gelmektedir. Düzenli katı atık toplama tesislerinde elde edilen biyogaz elektrik motorlarında yakıt olarak kullanılarak sisteme bağlı jeneratörler vasıtasıyla elektrik enerjisine dönüştürülmüş olur. Biyogaz tesislerinden elektrik üretiminin tüm yatırımcılar için avantajlı olduğu söylenebilir. Biyogaz sistemlerinin genel çalışma prensibi Şekil 5'de görülmektedir [5].

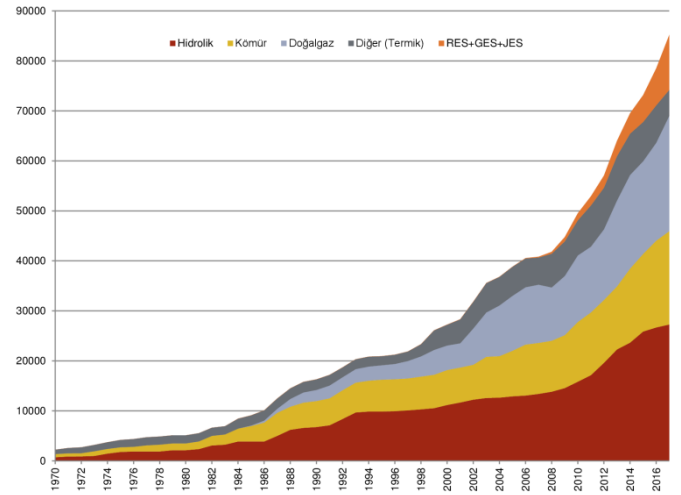


Şekil 5. Biyogaz Sistemlerinin Genel Çalışma Prensibi

Katı atık düzenli depolama sahalarda depo gazından elektrik üretimi ile ilgili sistemin çalışma prensibi incelendiğinde genel olarak; çöp sahasındaki drenaj sistemli özel borulama ünitesinden alınan biyogaz, basınç düzenleme ünitesinde işlenerek elektrik santralinin bulunduğu bölüme iletilir. Bu bölüme iletilen biyogazla içten yanmalı motorlar çalıştırılarak mekanik güç elde eder. Elde edilen mekanik güç motor miline bağlı olan jeneratörü çevirmek suretiyle hareket enerjisinden elektrik enerjisini üretmiş olur [5]. Şekil 6'da son iki yıla ait Türkiye'deki elektrik enerjisi kurulu gücünün üretim kaynaklarına göre dağılımları görülmektedir. Ayrıca Şekil 7'de ülkemizdeki elektrik enerjisi üretimde kullanılan kaynakların yıllara göre değişimini gösteren grafik verilmiştir [6]. Bu eğrinden görüleceği üzere yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimindeki oranı son yıllarda gittikçe artmaktadır. Türkiye'de son iki yıla ait elektrik enerjisi kurulu gücü, üretim kaynaklarına göre dağılımı ve puant grafikleri incelendiğinde Yenilenebilir Enerji Kaynaklı üretim değerleri az miktarda da olsa artış gösterdiği ancak bunun yeterli olmadığı görülmektedir [6].



Şekil 6. 2017 ve 2018 Yılına Ait Türkiye'deki Elektrik Enerjisi Kurulu Gücünün Üretim Kaynaklarına Göre Dağılımları



Şekil 7. Türkiye'deki Elektrik Enerjisi Kurulu Gücünün Değişimi

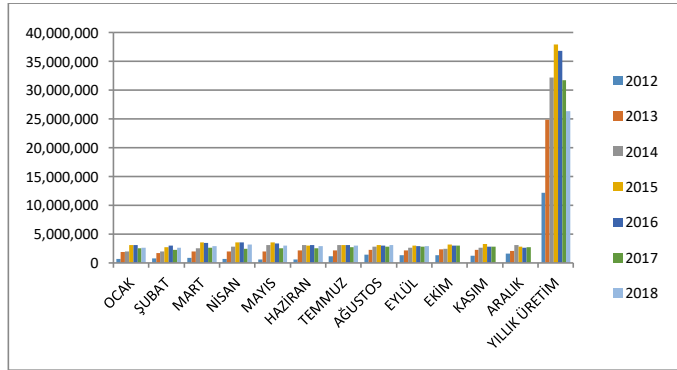
IV. KAYSERİ KENTSEL KATI ATIK DÜZENLİ DEPOLAMA SAHASINDAN ELEKTRİK ÜRETME TESİSİ

Bu bölümde Kayseri bölgesinde yer alan kentsel katı atık düzenli depolama ve enerji üretme tesisine ait bilgiler verilmiştir. Bu tesise ait görüntüler Şekil 8'de verilmiştir [5].



Şekil 8. Kayseri Katı Atık Düzenli Depolama Sahalarında Depo Gazından Elektrik Üretim Tesisinin Görüntüsü

Bu tesiste günlük ortalama bin ton katı atık toplanmaktadır. Toplanan atıklardan ortaya çıkan gazlar alana daha önceden yerleştirilen borular vasıtasıyla çekilerek gaz işleme ünitesine getirilir. Bu üniteye gazlar yakıt olarak kullanılmaya hazır hale getirilerek gaz motorlarına verilir. Motorda oluşan mekanik enerji, jeneratörün milini çevirir böylece elektrik enerjisi elde edilmiş olur. Bu işletmede her bir motorun gücü 1350 MW olan 5 adet motor kullanılmıştır. Tesis 2011 yılında işletmeye alınmış ancak 2012 yılından itibaren elektrik üretmeye başlamıştır [5]. O tarihten itibaren yıllara göre elektrik enerjisi üretim miktarları Şekil 9'da görülmektedir.



Şekil 9. Üretilen Net Elektrik Enerjisinin Yıllara Göre Dağılımı

V. SONUÇ

Bu çalışmada çevre ve insan sağlığı açısından büyük öneme sahip olan Kayseri katı atık düzenli depolama sahalarında depo gazından elektrik üretim tesisinin elektrik enerjisi üretimi incelenmiştir. Ülkemizde 2018 yılı haziran ayı sonu değerleriyle toplam elektrik kurulu gücü 87138,7 MW civarında olup bu üretilen miktarın yaklaşık 37000 MW kadarı yenilenebilir enerjiye aittir. Kalan diğer kısım ise tükenilebilir kaynaklardan olup bu kaynaklarda yurt dışından temin edilmektedir. Verilen rakamlardan su gücüyle kurulan santralleri çıkardığımızda yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki oranı oldukça düşük oranlarda kalmaktadır. Biyogaz elektrik üretim tesisleri Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tiplerine Uygulanacak Fiyat tarife değerlerine bakıldığında üretilen elektrik enerjisi kendi ihtiyaçlarından fazla ise elektrik şebeke hattına bu fazla enerjiyi vermeleri durumunda 1kWh elektrik

enerjisine devlet 13,3 \$ teşvik sağlamaktadır. Bu rakamlar mevzuatta belirtilen yönetmeliklerle garanti altına alınmıştır. Katı atık toplama tesisleri genellikle belediyelerin çöp toplama merkezlerinde kurulu olduklarından dolayı enerji iletim hatlarına ait şebekelere de yakın yerlere konumlandırılmaktadırlar. Bu da üretilen enerjinin enterkonekte sisteme bağlanmasında kolaylık sağlamaktadır. Biyogaz tesisleri aracılığıyla, zararı karbondioksitten 21 kat daha fazla olan metan gazının yakıt olarak kullanılmasında bu gazın doğaya salınımı minimize edilmiştir. Yukarıda sayılan avantajlarından dolayı katı atık düzenli depolama tesislerinin sayılarının artması ülkemizin enerjide dış kaynaklı yakıt kullanımını azaltacaktır.

REFERANSLAR

- [1] (2018) T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı website. [online]. Available: <http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FSayfalar%2FBiyogaz+%C3%9Cretimi+Ak%C4%B1%C5%9F+%C5%9Eemas%C4%B1.pdf>
- [2] (2018) T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, İl düzeyinde Çevresel Göstergeler website. [online]. Available: <http://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/il-gostergeleri-i-85803>
- [3] (2018) T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı website. [online]. Available: <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Biyokutle>
- [4] (2018) Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun website. [online]. Available: [http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fSayfalar%2fYenilenebilir+Enerji+Kaynaklar%C4%B1n%C4%B1n+Elektrik+Enerjisi+%C3%9Cretimi+Ama%C3%A7lı+C4%B1+Kullan%C4%B1m%C4%B1na+%C4%B0li%C5%9Fkin+Kanun+\(Kanun+No+5346\).pdf](http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fSayfalar%2fYenilenebilir+Enerji+Kaynaklar%C4%B1n%C4%B1n+Elektrik+Enerjisi+%C3%9Cretimi+Ama%C3%A7lı+C4%B1+Kullan%C4%B1m%C4%B1na+%C4%B0li%C5%9Fkin+Kanun+(Kanun+No+5346).pdf)
- [5] S. Yinanç, "Organik Rankine Çevrimi Kullanılarak Biyogaz Tesisi Atık Isısından Elektrik Enerjisi Elde Edilmesi," M. Eng. Thesis, Erciyes Institute of Science, Kayseri, Turkey, August 2017.
- [6] (2018) Türkiye Elektrik Enerjisi İstatistikleri website. [online]. Available: http://www.emo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=88369