

TÜRKİYE'DE SÜRDÜRÜLEBİLİR KÖMÜR TEKNO-EKONOMİSİNİN KOŞULLARI

İskender GÖKALP

ICARE-CNRS, Orléans, Fransa

Mücella ERSOY

TKİ Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye

ÖZET

Günümüzde bütünsel bir sektör olma özelliği taşıyan enerji sektörü, imalat sanayinden gıda sanayine, ulaşımdan sağlığa kadar uzanan sosyo-ekonomik diğer tüm sektörleri etkilemektedir.

Türkiye, toplam dünya enerji tüketiminin %1'inden daha azını tüketmektedir. Ülkenin petrol ve doğalgazda dışa bağımlılığı %90'ların üzerindedir. Türkiye aynı zamanda gaz türbinleri veya buhar türbinleri gibi enerji çevrim teknolojilerinde de hemen hemen %100 dışa bağımlıdır. Ülke ihracattan elde ettiği gelirin büyük bölümünü fosil kaynakların ithalatına ayırmak durumundadır (2008 yılında %25'i). Çeşitli yönlerden Türkiye enerji durumunun sürdürülebilirlikten uzak olduğu açıktır.

Bu bildirinin ilk amacı enerji sektörüne yeni bir bakış açısı olarak enerji tekno-ekonomisi kavramını geliştirmek ve bu kavramı Türkiye kömür enerjisi sektörü etrafında geliştirip örneklemektir. Böylece enerji sektörüne bütünsel bir yaklaşımın gerekliliği vurgulanmak istenmektedir.

Sürdürülebilir enerji eylem ve politikaların uygun bir şekilde geliştirilmesi ve uygulanabilmesi için aşağıda sıralanan üç enerji göstergesi kullanılarak ölçülebilir bir yol haritası izlenmelidir:

- Enerji Bağımsızlığı göstergesi
- Temiz ve/veya Yenilenebilir Enerji payı göstergesi
- Enerji-Ekonomi Etkileşim göstergesi

Bu üç gösterge, hem enerji sorununun analiz edilmesinde, hem de enerji sürdürülebilirliğinin iyileştirilmesi için alınan her önlemin ya da yapılan her projenin etkisinin değerlendirilmesi ve doğrulanmasında ölçüt olarak kullanılmalıdır. Bu bildirinin ikinci bir amacı da yukarıdaki üç göstergenin anlamlarını ve önemlerini Türkiye kömür enerjisi tekno-ekonomisinin sürdürülebilir gelişme koşulları ile irdelemektir.

1. GİRİŞ

Enerji sorununun analizinde ve soruna çözüm üretilmesinde çok boyutlu yaklaşımların gerektiğine şüphe yoktur. Enerji sorununun çok boyutluluğu, bilimsel ve teknik, ekonomik ve sosyal, politik ve jeopolitik etkenlerin rol oynamasından ileri gelir. Böylesi bir açıdan bakılınca, enerji konusunda karmaşık sistemlerin analizinde uygulanan yaklaşımlardan yararlanılması düşünülebilir. Bu türden yaklaşımlar genellikle sosyo-teknik sistemlerin analizleri için geliştirilmiştir (1).

Bu yaklaşımların bir özelliği bütünsellikleridir. Başka bir deyişle, birden fazla etkeni göz önüne almayı hedeflemeleridir. Bunun kolay olmadığı açıktır. Sadece iki etkenin bulunduğu durumlarda bile etkenlerin etkileşimini kavrayabilmek kolay değildir. Bunun nedeni her etkenin özgül etkisinin başka bir etkenin varlığı ile değişmesidir. Mesela, ekonomik etkenin özgül etkisi politik etkenin eş zamanlı varlığı halinde tümüyle değişebilir. Demiryollarının gelişimi bu duruma bir örnek teşkil eder. Demiryolları ağlarının oluşturulmasında ve gelişme hızlarında, ülkelerdeki politik ve ekonomik etkenlerin karşılaştırmalı ağırlıkları önemli olmuştur. Ortaya çıkan şebeke yapısı ve şebekenin oluşma hızı ülkeden ülkeye değişmiştir. Aynı sosyo-teknik sistemin değişik etkileşimler sonucunda değişik yapılar göstermesi ancak karşılaştırmalı araştırmalarla incelenebilir (2). Dolayısıyla, karmaşık sistemlerin analizi için uygulanan yaklaşımlarda rastlanılan ikinci bir özellik karşılaştırmalı yöntemin önemidir.

Sosyo-teknik sistemlerin en güzel örneklerini ulaşım ve enerji sistemleri oluşturur (3). Dolayısıyla bu türden sistemler aynı zamanda büyük ölçekli sistemlerdir. Büyük ölçeklilik ve aynı zamanda bütünsel etkileme özellikleri bu türden sistemlerin "büyük ölçekli sosyo-teknik sistem" olarak adlandırılmalarına yol açmıştır (4). Elektrik enerjisi sistemleri bu türden analizlere en büyük örnektir ve bugün kullanılan birçok kavramın türetilmesine ön ayak olmuştur (5).

Bu bildiride, Türkiye enerji sistemine bütünsel bir yaklaşımın ilk adımları atılacaktır. Bu amaçla Türkiye enerji sisteminin bazı bileşenleri tanımlanıp tartışıldıktan sonra Türkiye’de sürdürülebilir kömür tekno-ekonomisinin kurulabilmesi için bazı fikirler önerilecektir.

2. TÜRKİYE ENERJİ SİSTEMİNİN BİLEŞENLERİ

Türkiye sürdürülebilir enerji eylem ve politikalarının uygun bir şekilde geliştirilmesi ve uygulanabilmesi için aşağıda sıralanan üç enerji göstergesi kullanılarak ölçülebilir bir yol haritası oluşturulması önerilebilir:

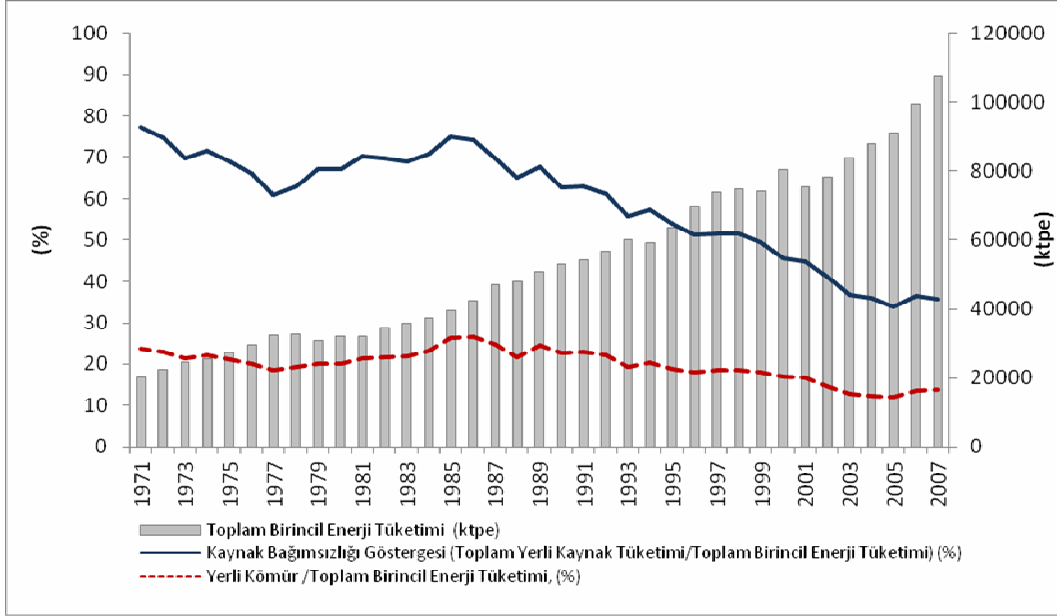
- Enerji Bağımsızlığı göstergesi
- Temiz ve/veya Yenilenebilir Enerji payı göstergesi
- Enerji-Ekonomi Etkileşim göstergesi

Bu üç gösterge, hem enerji sorununun tartışılmasında, hem de enerji sürdürülebilirliğinin iyileştirilmesi için alınan her önlemin ya da yapılan her projenin etkisinin değerlendirilmesi ve doğrulanmasında ölçüt olarak kullanılabilir. Bu göstergeler elbette yukarıda sözünü ettiğimiz enerji sisteminin tüm karmaşıklığını yansıtmaktan uzaktır; ama bütünsel bir yaklaşımın ilk aşaması olarak düşünülebilirler.

2.1. Enerji Bağımsızlığı Göstergesi

Bu gösterge çeşitli şekillerde oluşturulabilir ama ana elemanlarından bir tanesi enerji kaynağı güvenliğidir. Yerli kaynakların en güvenilir kaynak olduğunu dikkate alarak ilk yaklaşım olarak, sadece yerli enerji kaynaklarını göz önüne alabiliriz. Elbette enerji bağımsızlığı sadece kaynak bağımsızlığına indirgenemez. Enerji kaynaklarını yakıtı veya enerjiye çevirecek bilgi ve bilhassa teknoloji bağımsızlığı önemli diğer elemanlardır. Örneğin doğal gaz kaynaklarına sahip olan bir ülke doğal gazı elektriğe çevirecek gaz türbini teknolojisine sahip değilse, o ülkenin enerji bağımsızlığının olduğu söylenemez. Enerji sisteminin kurulması, genişletilmesi veya iyileştirilmesi için gerekli yatırım kaynaklarına sahip olmak da enerji bağımsızlığının diğer önemli bir

elemanıdır. Ayrıca ülke koşullarına uygun enerji stratejisi üretme kabiliyetini de enerji bağımsızlığının diğer bir elemanı olarak görebiliriz. Bu son eleman çok boyutlu ve uzun dönemli düşünme kabiliyetini yani sistem analizine yatkınlığı gerektirir. Bu türden kabiliyetleri edinmenin yolu da, çok disiplinli eğitimden ve de yenilikçi, araştırma ve geliştirme deneyiminden geçer.

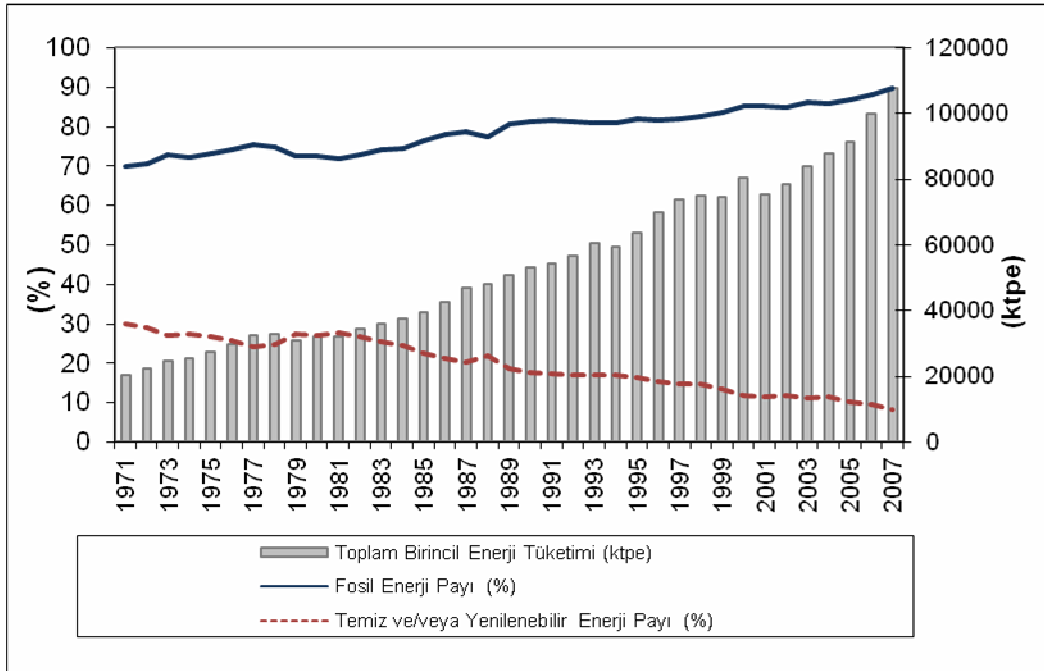


Şekil 1. Yerli Kaynak (yerli kömür, odun ve hayvan ve bitki artıkları, hidrolik, rüzgar, güneş, jeotermal, biyoyakıt) Tüketiminin Toplam Enerji Tüketimi İçindeki Payı (1970-2007).

Enerji bağımsızlığı göstergesini bütün bu karmaşıklıkla ile aktarabilmek bu bildirinin kapsamını aşar. Şekil 1'de enerji bağımsızlığı göstergesine bir ilk yaklaşım olarak kaynak bağımsızlığına odaklanılmış ve sadece yerli enerji kaynakları göz önüne alınmıştır. Aksi söylenmediği takdirde bildiriye kullanılan bütün veriler Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesinin 2007-2008 Türkiye Enerji Raporu adlı çalışmasından alınmıştır (6). Yerli enerji kaynağı payının toplam birincil enerji tüketiminde 1970'lerin başındaki %80'e varan değerinden 2007'de %30'un biraz üstüne düştüğü gözlenmektedir. Aynı Şekil, yerli kömür (yerli taş kömürü + linyit) kullanım oranındaki düşüşü de göstermektedir. Göz önüne alınan 35 senelik sürede Türkiye'nin toplam birincil enerji tüketimi 5 misli büyürken, enerji kaynakları itibariyle enerji bağımsızlığı %80 lere %30 lara düşmüştür. Ayrıca, enerji bağımsızlığı göstergesinin bütün bileşenlerini rakamlarla ifade edebilsaydık, Türkiye'nin enerji bağımsızlığının veya güvenilirliğinin çok daha düşeceğini görmüş olurduk.

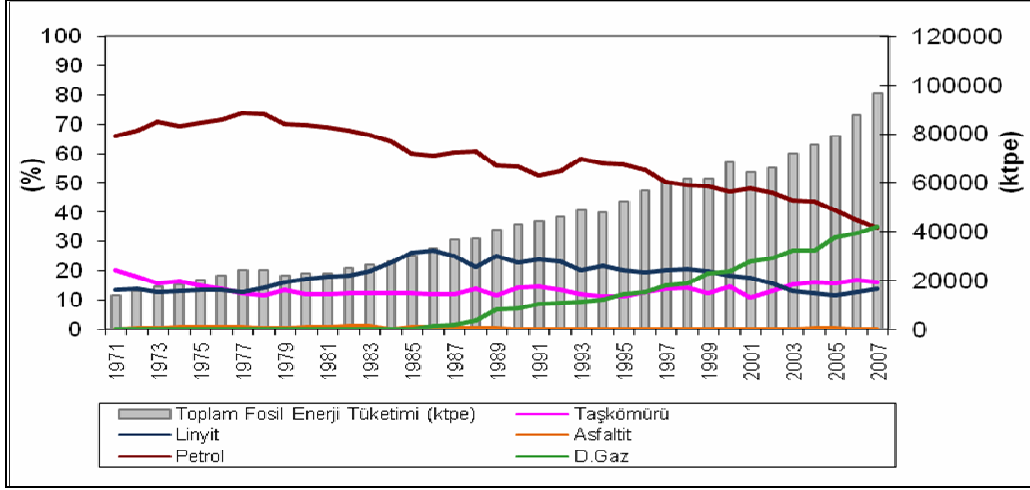
2.2. Temiz ve/veya Yenilenebilir Enerji Payı

Sürdürülebilir enerji stratejilerinin önemli bir diğer göstergesi temiz ve/veya yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasıdır. Bu göstergeye bir ilk yaklaşım olarak fosil enerji dışı bütün enerjileri temiz enerji olarak tanımlayabiliriz ki elbette bunların hemen hemen hepsi yenilenebilir enerji kaynakları olarak da düşünülebilir. Şekil 2 bu göstergenin Türkiye'deki değişimini göstermektedir.



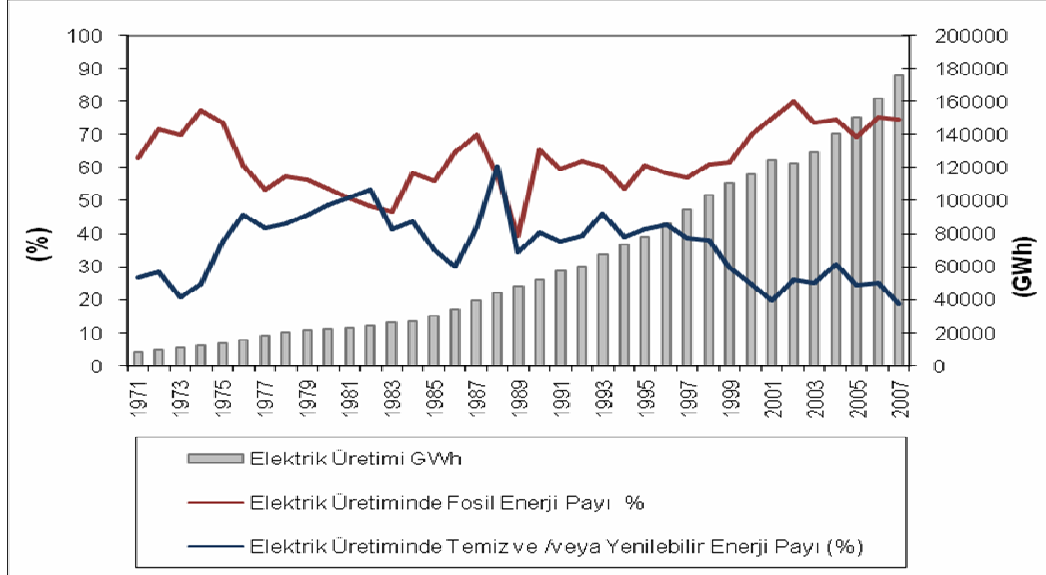
Şekil 2. Toplam Birincil Enerji Tüketimi İçinde Fosil Enerji (Kömür, Doğal Gaz, Petrol) ve Temiz ve/veya Yenilenebilir Enerji (hidrolik, rüzgar, güneş, jeotermal, biyoyakıt, odun, hayvan ve bitki artıkları) Payları (1971-2007)

Şekil 1 de görülen, enerji bağımsızlığının gerilemesine paralel olarak temiz ve/veya yenilenebilir enerji kaynakları payı da azalmıştır. Bu oran dönemin başındaki %30 değerinden dönemin sonunda %10'lara düşmüştür. Fosil yakıt kullanma oranı da dolayısıyla %90'ları bulmuştur. Şekil 3'de, fosil enerji tüketiminde yakıt payları verilmektedir. 1985'lerden itibaren, doğal gaz payının arttığı ve özellikle petrolün yerini aldığı gözlenmektedir. Taş kömürü payının hemen hemen sabit kaldığı ve 1977 ile 1986 yılları arasında, toplam enerji tüketimindeki artışın linyitin kullanım payının artması sayesinde karşılandığı anlaşılmaktadır.



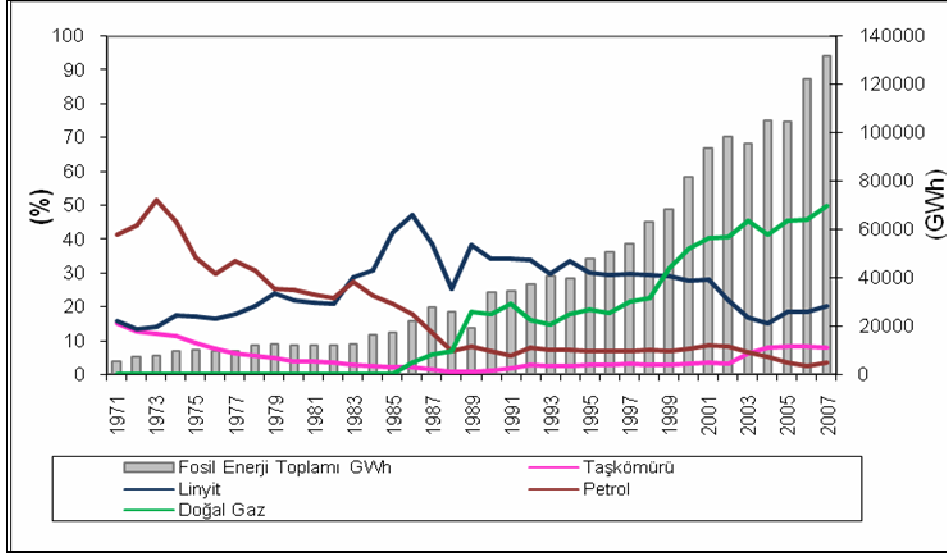
Şekil 3. Toplam Fosil Enerji Tüketimi İçinde Yakıt Payları (1971-2007).

Şekil 4 toplam elektrik üretimi içindeki fosil ve temiz enerji kaynaklarının kullanım paylarını vermektedir. 1980'lerin başına kadar, temiz enerji kaynakları payının arttığı ve fosil enerji kaynakları payına ulaştığı görülmektedir. Ancak, sonraki yıllarda, iki kaynak arasındaki makas açılmıştır. Dönemin sonunda, yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam elektrik üretimindeki payı dönemin başındaki %20'ler civarındaki değerine yeniden düşmüştür.



Şekil 4. Toplam Elektrik Üretimi İçinde Fosil Enerji ve Temiz ve/veya Yenilenebilir Enerji Payı Payı (1971-2007)

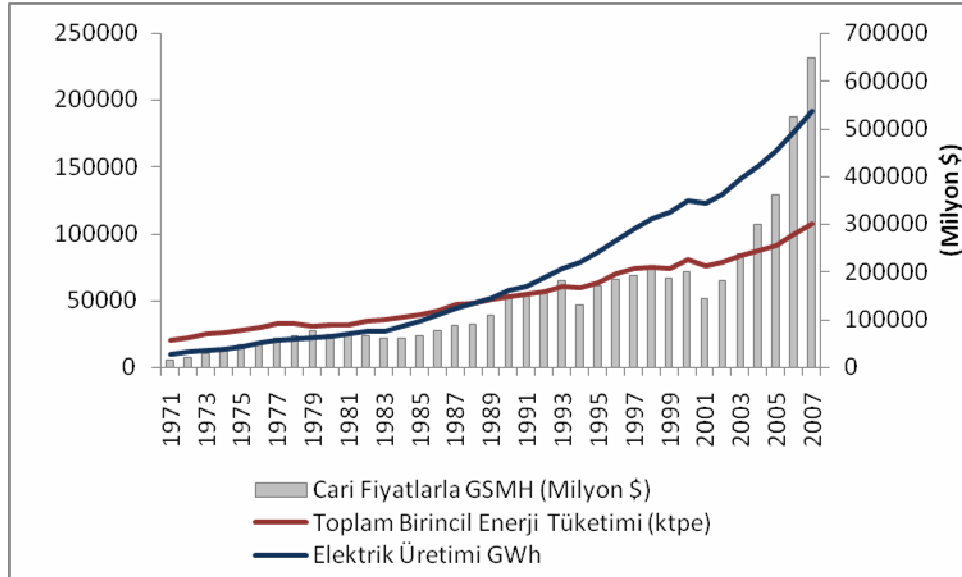
Şekil 5 toplam elektrik üretimindeki fosil yakıt paylarının dağılımını göstermektedir. Petrol payının önemli düşüşünün doğal gaz payının artmasıyla orantılı olduğu gözlenmektedir. Taş kömürü payı özellikle son senelerde artmış; linyitin payı ise 1985'lerdeki %50'lerden dönem sonunda %20'lere düşmüştür.



Şekil 5. Fosil Enerjiye Dayalı Elektrik Üretimi İçinde Yakıt Payları (1971-2007).

2.3. Enerji Ekonomi Etkileşimi Göstergesi

Enerji sektörünün ülke ekonomisindeki payı büyümeyle beraber doğal olarak artmıştır. Bu gelişme çeşitli rakamlarla gösterilebilir. Bu bölümde enerji-ekonomi etkileşimini gösteren birkaç genel göstergelyi aktaracağız.

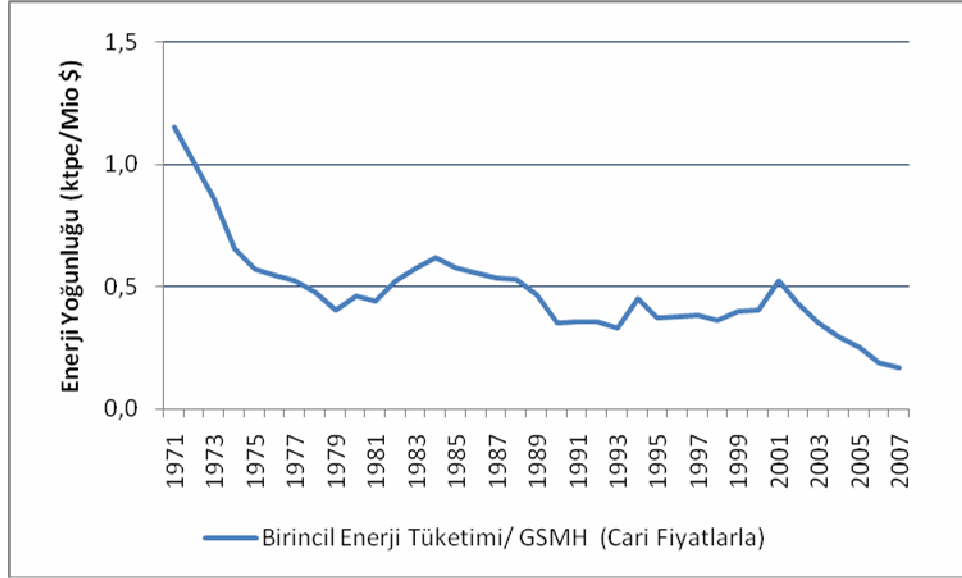


Şekil 6. GSMH ve Birincil Enerji Tüketimi ile Elektrik Üretimi Gelişimi (1971-2007)

Kaynak: DPT(7), DTM(8)

Şekil 6 GSMH'nın artışına paralel olarak toplam birincil enerji tüketiminin ve elektrik üretiminin arttığını göstermektedir. Elektrik üretiminin çok daha fazla arttığı da gözlenmektedir. Bu durum genellikle bütün ülkeler için geçerlidir. Şekil 7, Türkiye

enerji yoğunluğunun gelişimini vermektedir. Dönemin büyük bir bölümünde bu göstergenin 0,5 ktpe/Mio \$ civarında sabit kaldığını ama 2001 den itibaren bir azalma trendine girdiğini görüyoruz. Aynı göstergenin sadece elektrik üretimi kullanılarak hesaplanması halinde aynı gidişatı göstermeyeceği açıktır.



Şekil 7. Enerji Yoğunluğu -GSMH Başına Tüketilen Birincil Enerji Miktarı (1971-2007)

Kaynak: DPT(7), DTM(8)

Türkiye'nin fosil kaynaklara yüksek orandaki dış bağımlılığının elbette ülkenin dış ticaretine de etkisi vardır. Türkiye'de ihracatın ithalatı karşılama oranı son 20 senedir %60 lar civarında değişmektedir. DPT Ekonomik Gelişmeler Mayıs 2009 Raporunun rakamlarına göre(9), toplam ithalatın içinde enerji ithalatının payı 2007 yılında %20 iken, 2008 yılında %24'e yükselmiştir. Türkiye toplam ihracat gelirlerinin ¼ ini fosil enerji kaynaklarının ithaline ayırmaktadır ve bu rakam içinde fosil kaynakları enerjiye çeviren teknoloji ithalatına ayrılan pay yoktur.

3. TÜRKİYE SÜRDÜRÜLEBİLİR KÖMÜR TEKNO-EKONOMİSİ

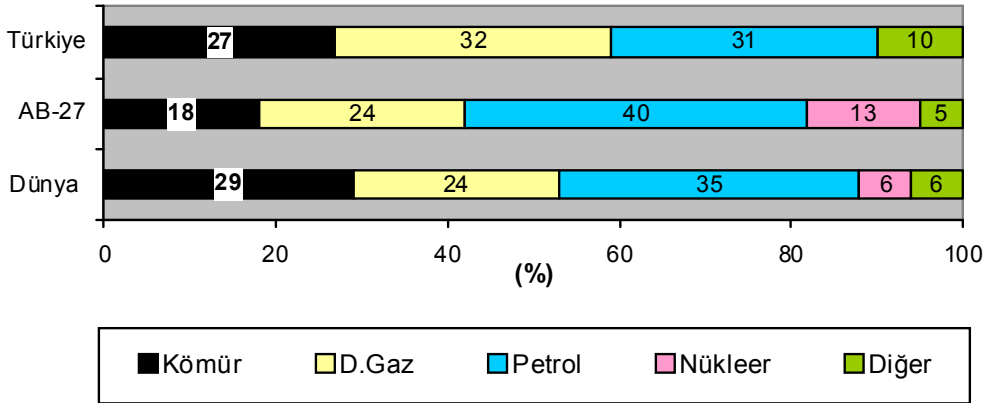
Yukarıda kısaca değindiğimiz göstergeleri kullanarak, Türkiye kömür tekno-ekonomisi hakkında aşağıdakiler söylenebilir:

3.1. Enerji Bağımsızlığı Göstergesi

Türkiye'de enerji kaynağı bağımsızlığını arttırmanın önemli yollarından birinin yerli kömür özellikle linyit kullanımını arttırmak olduğu açıktır. Şekil 2'den görüldüğü gibi

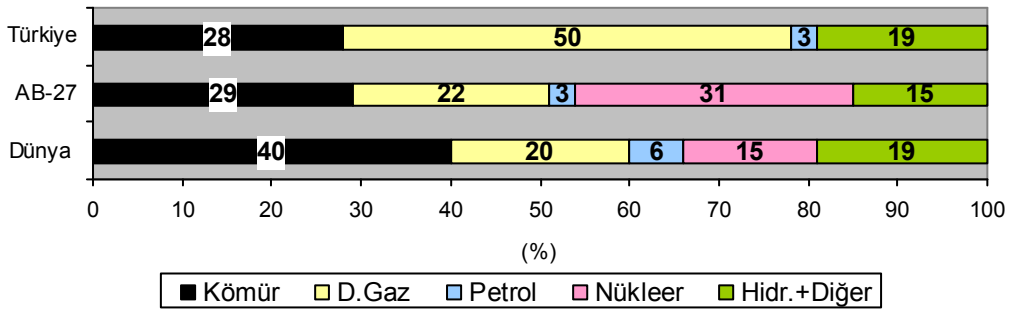
35 yıllık dönem incelendiğinde, dönemin başında %25 ler seviyesinde olan birincil enerji tüketiminde yerli kömür kullanımı dönemin sonunda yaklaşık yarısına düşmüştür. Elektrik üretiminde kömürün payı ise aynı dönemin başında % 30'lar civarında iken, 1986 yılında en yüksek seviyesi % 50'lere yükselmiş ancak dönemin sonunda %28'e gerilemiştir(Şekil 5).

Şekil 8 ve 9'dan görüldüğü gibi 2007 yılında Türkiye birincil enerji tüketiminde kömürün payı (%27), AB-27 ye kıyasla yaklaşık %10 daha fazla iken, elektrik üretimindeki payı (%28) AB-27 ve Dünya ortalamasının altında kalmaktadır. Türkiye'nin en önemli yerli kaynaklarından kömürü elektrik üretiminde ne kadar sınırlı kullandığı, buna karşın doğal gazın payının hem Dünya hem de AB-27 ortalamasının çok üstünde olduğu Şekil 9'da açıkça görülmektedir. Bu amaçla kömürün aranmasından tüketimine uzanan zincirde öncelikle verimliliği artırıcı, temiz teknoloji odaklı çözümlere yönelmek önem kazanmaktadır.



Şekil 8. 2007 Yılı Birincil Enerji Tüketiminde Karşılaştırmalı Yakıt Payları

Kaynak: EURACOAL, IEA, (11)



Şekil 9. 2007 Yılı Elektrik Üretiminde Karşılaştırmalı Yakıt Payları

Kaynak: EURACOAL, IEA, (11)

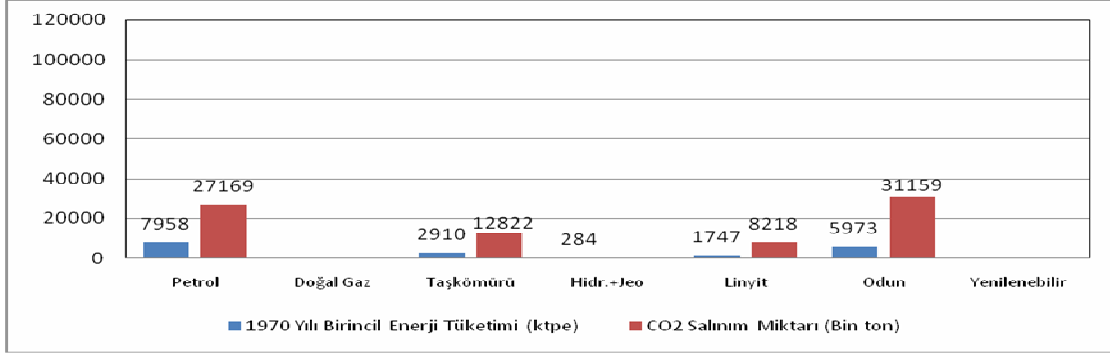
Kömür kullanımını arttırabilmek için gerçekçi ve bütünsel bir strateji oluşturulmalıdır. Bu strateji arama; işletme; yakıtta dönüştürme (temizleme/iyileştirme, gazlaştırma, sıvılaştırma); enerjiye dönüştürme (yakma); arama-enerjiye dönüştürme sürecinin çevreye olan tüm etkilerini bertaraf etme; kömürü tükenen sahaların yeniden kazanılması; CO₂ ve diğer zararlı gazların ve maddelerin salımına çözüm getirilmesini kapsamalıdır.

3.2. Temiz ve /veya Yenilenebilir Enerji Payı Göstergesi

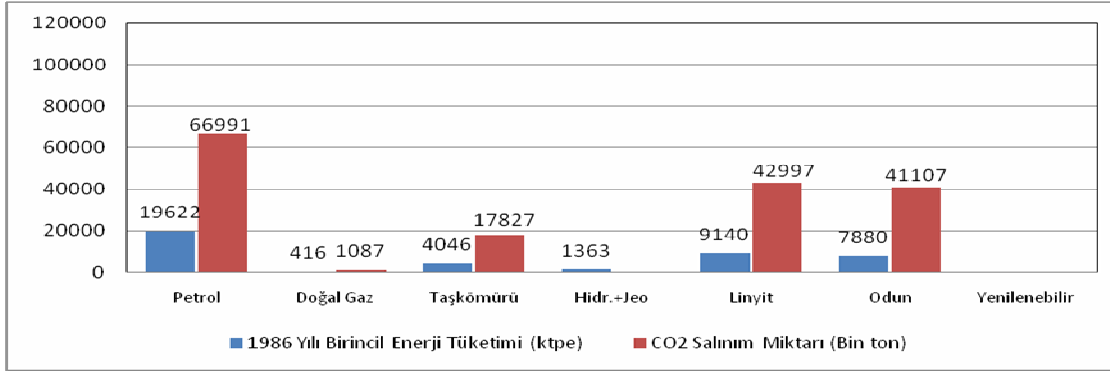
Bu gösterge, fosil yakıtlar ve özellikle kömür kaynağı için, CO₂ tutma potansiyeli ve NO_x, SO_x, CO, partikül salımlarını azaltma potansiyeli olarak düşünülebilir. Bunlar arasında enerji ve çevre etkileşiminin en bariz göstergesi CO₂ salımları ile ilgili gelişmeler, önlemler ve yürürlüğe konulmakta olan yaptırımlardır. Ayrıca CO₂ salımlarının yeni bir ekonomik pazar oluşturması hızlanmaktadır. Şekil 10, Türkiye'nin üç dönemi için CO₂ salımlarının gelişmesini ve dağılımdaki değişimleri özetlemektedir. Son dönemde kömürün (taş kömürü + linyit) fosil kaynaklar içindeki en fazla salım payını oluşturduğu gözlenmektedir. Dolayısıyla, sürdürülebilir kömür tekno-ekonomisi koşulları arasında CO₂ salımını bertaraf etme çabaları ön sırada gelmelidir.

3.3. Enerji Ekonomi Etkileşimi Göstergesi

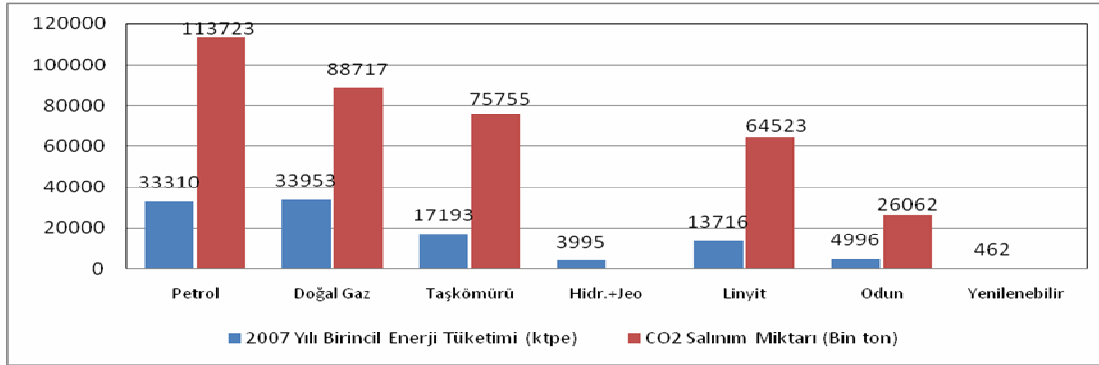
Yerli kömür tekno-ekonomisinin genel ekonomiye, örneğin istihdamı artırma yoluyla, olumlu etkisi olduğu açıktır. Genel enerji arz güvenliği açısından ithal taş kömürünün arz çeşitliliğinin ve güvenilirliğinin yüksek olduğunu biliyoruz. Aynı zamanda, doğal gaza göre ithalat maliyeti açısından da ithal kömür daha elverişlidir. İthal kömürün toplam kömür tüketimi içindeki payı 1970-2007 dönemi için incelendiğinde, 1970'li yıllarda %1-2 seviyelerinde olan payın, 1980'li yıllarda %10-15, 1990'lı yıllarda % 20-25, 2000'li yıllarda % 50 seviyelerine ulaştığı görülmektedir. 2007 verileri ile toplam birincil enerji tüketiminde ithal kömürün payı (14643 ktpe) ile toplam tüketilen yerli kömür payı (14805 ktpe) yaklaşık olarak birbirine eşittir. Toplam enerji ithalat giderleri içinde ithal kömür için ödenen tutarın yıllar itibariyle yükselen miktara bağlı olarak arttığı da açıktır.



a) 1970 Yılı



b) 1986 Yılı



c) 2007 Yılı

Şekil 10.1970, 1986 ve 2007 Yılları Birincil Enerji Tüketimleri ve CO₂ Salım Miktarları

Kaynak: CO₂ salım miktarları "IPCC 2006 Revized Guidelines" kullanılarak hesaplanmıştır.

4. SONUÇ

Yukarıdaki bölümlerde Türkiye enerji kaynağı bağımsızlığını arttırmanın önemli yollarından birinin yerli kömür ve özellikle linyit kullanımını arttırmaktan geçtiğini göstermeye çalıştık. Böylesi bir gelişimin, ithalat-ihracat dengesine, istihdama, kısaca

genel ekonomiye olumlu katkısı olacağı açıktır. Ayrıca, teknolojik açıdan, kömürü enerjiye çevirme teknolojilerinde bağımsızlığa ulaşmanın, Türkiye'nin bugünkü teknoloji geliştirme durumunu göz önüne alarak, başka enerji üretme teknolojilerine göre daha çabuk bir süreç olabileceği öne sürülebilir. Nihayet, kömürden kalkarak, çeşitli teknolojilerle sıvı ve gaz yakıtlara ulaşıldığını da biliyoruz.

Kömürün sürdürülebilir bir strateji dahilinde Türkiye enerji politikasındaki katkısını arttırabilmek, bu enerji kaynağının çevre ile ilgili olumsuzluklarını azaltmak hatta sıfırlamaktan geçmektedir. Bunun için de Türkiye'de bu konuya yönelik ARGE desteklerinin ve faaliyetlerinin artması gerekmektedir. Bu yöndeki çabaların, çeşitli kamu ve özel paydaşların katılmalarıyla acilen yapılandırılması gereken Temiz Kömür Teknolojileri Geliştirme Merkezi bünyesinde hayata geçirilmesi uygun bir strateji olarak önerilebilir.

Kaynaklar

1) Hughes T.P., *Networks of power, Electrification in Western society 1880-1930*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1983.

(2) Fremdling R., Railroads and the German economic growth. A leading sector analysis with a comparison to the United States and Great Britain. *The Journal of Economic History*, Vol 37, no 3, pp 583-604, 1977. Gökalp I., Reflexions sur les origines du réseau ferroviaire en Asie Mineure. *Proceedings of the 11ème Colloque International d'Histoire*. Vol 2, Economies méditerranéennes : Equilibres et Intercommunications, XIIIème – XIXème siècles, Athènes. Fondation Nationale de la Recherche Scientifique, pp. 357-376.

(3) Gökalp I., Global networks : space and time, in *Global telecommunication networks: strategic considerations*, Ed. by G. Muskens and J. Gruppelaar, Kluwer, 1988, pp. 185-210

(4) Gökalp I., On the analysis of large scale systems, *Science, Technology, & Human Values*, Vol. 17, No. 1. 1992, pp. 57-78.

(5) Hughes T.P., Technological Momentum, in M.R. Smith et L. Marx, Eds, *Does Technology Drive History ? The Dilemma of Technological Determinism*, MIT Press, Cambridge, MA, 1994, pp. 101-114

(6) 2007-2008 Türkiye Enerji Raporu, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2009

(7) DPT, Ekonomik ve Sosyal Göstergeler (1950-2005), <http://www.dpt.gov.tr>

(8) DTM, Türkiye'nin Ekonomik Göstergeleri, <http://www.dtm.gov.tr>

(9) DPT, Ekonomik Gelişmeler Raporu, Mayıs 2009, <http://www.dpt.gov.tr>

(10) Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2006 Guidelines,

<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

(11) Ersoy, M., Sürdürülebilir Kalkınmada Avrupa Birliği ve Türkiye Kömür Madenciliği. 3. Madencilik ve Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 2009, s.27-35.