

SEKTÖRLER ARASI TÜMLEŞİK, SÜRDÜRÜLEBİLİR ENERJİ POLİTİKALARININ GELİŞTİRİLMESİNDE YENİ BİR YOL HARİTASI VE ÖRNEK MODEL

Prof. Dr. Faruk ELALDI, Prof. Dr. Berna DENGİZ, Prof. Dr. Birol KILKIŞ,
Y. Doç. Dr. Levent ÇOLAK

Başkent Üniversitesi, Sürdürülebilir Enerji Sistemleri Araştırma Merkezi-SESAM
Bağlıca Kampüsü, Ankara

ÖZET

Bu bildiride Türkiye için ekonomik ve çevresel önemi büyük olan tarım sektörünün gereksinim duyduğu enerjinin ve buna karşılık diğer sektörlerle sağlayabileceği enerjinin nitelik ve nicelik yönlerinden sürdürülebilir ve dengeli olmasını sağlayacak yeni bir model tanıtılmaktadır. Tarım, sanayi, enerji, ulaşım ve yapı sektörlerinin tümleşik olarak ele alındığı bu sürdürülebilirlik modelinde organik ve sürdürülebilir bir çiftlik modeli ele alınmış, optimum örnek çözümler elde edilmiştir. Bu örnekleme göz önünde tutularak tümleşik ve sürdürülebilir enerji politikalarının oluşturulmasında ülkemiz için yararlı olabilecek genel bir yol haritası çizilmekte, Başkent Üniversitesi Sürdürülebilir Enerji Sistemleri Araştırma Merkezi'nin kuruluş gerekçeleri ve misyonu tanıtılmaktadır.

GİRİŞ

Türkiye, öngörülen veya daha yüksek kalkınma hızlarını sürdürebilecek temel girdi olan enerji taleplerinin önümüzdeki 20–25 yıllık projeksiyonunu çok iyi yapmak ve bu doğrultuda gerekli enerji yatırımlarını gerçekleştirmek zorunluluğundadır. Bu zorunluluk mevcut enerji kaynaklarının daha verimli kullanımını sağlamayı, yeni ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına yönelmeyi ve bu enerji kaynakları arasındaki entegrasyonu gerçekleştirmeyi, ayrıca küresel ısınmaya karşı, karbon salımlarının azaltılması gibi uluslararası kısıt ve önlemlere uymayı gerekli kılmaktadır. Özellikle enerji kaynaklarının % 70' i dışa bağımlı olan ülkemizde, enerji arzı, gelişmekte olan ekonomimizin yarattığı ve hızla artan enerji talebini karşılayamamaktadır. Temin

edilebilen enerjinin birim fiyatları ise dünya ortalamalarının üstündedir. Ayrıca küresel ekonomiye entegre olan ve bu rekabet ortamına açılan her kuruluşumuzun ürün ve hizmet kalitelerini en üst düzeye çıkartırken, maliyetlerini en düşük seviyede tutmaları yaşamsal ve devamlılık gerektiren bir uğraş haline gelmiştir. Bu nedenle maliyet yapısının önemli bir faktörü olan enerji tüketiminde yapılabilecek her türlü atık enerji israfının önlenmesi firmalara rekabet avantajı ve karlılık artışı sağlayacağı bir gerçektir. Genel anlamda problemi çözümleyebilecek temel eylem alanları şu şekilde özetlenebilir.

- Ulusal kömür yataklarına dayalı ancak çevresel ayak izi en az olan teknoloji yatırımlarına hız vermek,
- Enerji üretim maliyetlerinin düşürülmesi için gerekli tedbirleri almak,
- Enerji kaynakları arasındaki fiyat dengelerini iyi ayarlayarak tüketimde sadece bir veya birkaç enerji çeşidine yönelmeyi azaltmak,
- Yenilenebilir ve yerel enerji kaynaklarının kullanımını teşvik etmek,
- Enerji konusunda yapılacak ARGE çalışmalarını teşvik edici tedbirler almak,
- Enerji tasarrufunu sağlayacak ısı yalıtımı ve benzeri önlemleri en üst düzeye çıkartmak.

Sürdürülebilir ve tümleşik enerji politikalarının oluşturulmasında özellikle elde edilmiş pahalı enerjinin en verimli kullanımını sağlayacak atık enerjinin değerlendirilmesi, dolayısı ile kullanım maliyetlerinin düşürülmesi, enerji transferindeki kayıpların asgariye indirilmesi ve bunların sonucu ekolojik dengeye olumlu yönde katkıda bulunacak çevre dostu politikaların ele alınması artık vazgeçilmez bir gereklilik halini almıştır. Ülkemizde makro seviyede üretim noktası ile tüketim noktası arasındaki iletişim hatlarında yaklaşık %20 oranında enerji kaybı olmaktadır. Gelişmiş ülkelerde yaklaşık % 8 ve altında olan bu oranın yüksekliği nedeni ile kaybedilen enerji miktarı ile ülkemizin tüm konutlarına bir yıl boyunca elektrik vermek mümkündür.

Ülkemizin yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının en iyi şekilde değerlendirilmesini sağlayacak, ülke koşullarına ve teknolojik gelişmelere uygun, uzun erimli, merkezi-kamusal planlamayı esas alan, ülkemiz insanının enerjiye sürekli, güvenli, ucuz ve kolay erişimini öngören ve sosyal-çevresel ve ekonomik politikalar ile tümleşik bir enerji politikasına acilen gereksinim vardır. Bu çerçevede sunulan küçük ölçekli bir uygulama modeli (AÇKAR/SESAM) enerjinin verimliliği, atık enerji kullanımı, çevre,

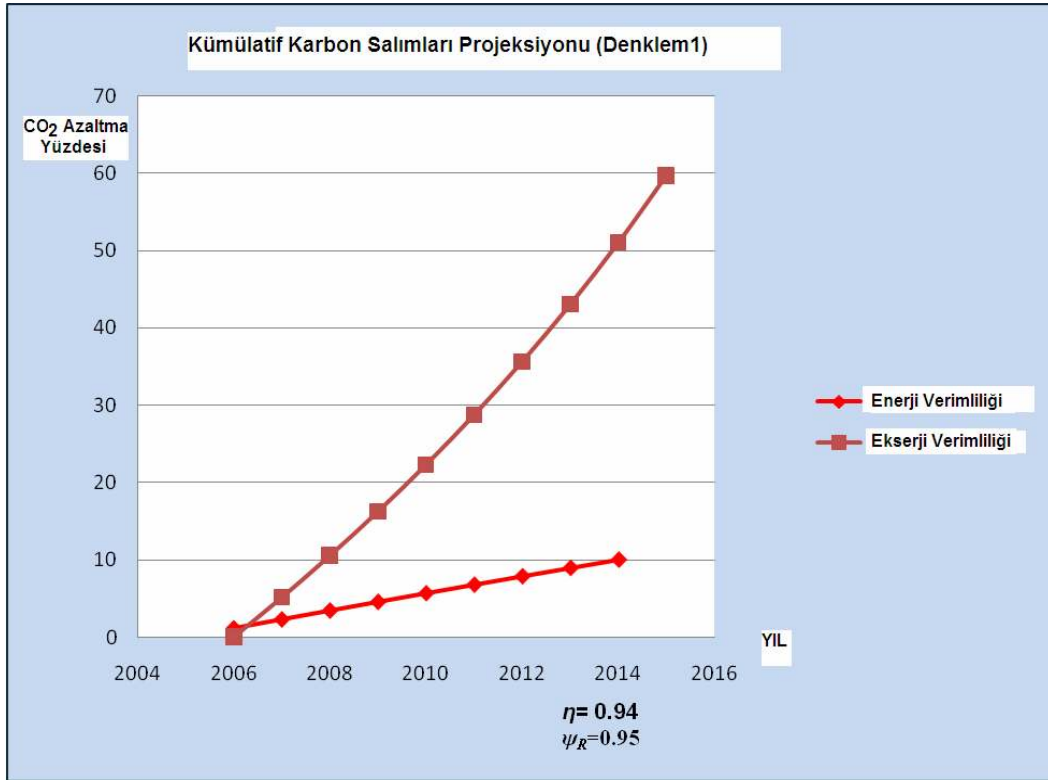
nakil maliyetleri ve istihdam açısından uygulanabilir ve sürdürülebilir bir model olarak sunulmaktadır. Bu sunuda enerjinin niceliği kadar niteliğinin de tümleşik ve akılcı enerji stratejilerinde önemli olduğu ve geliştirilecek yol haritalarında termodinamiğin ikinci kanununun da yer almasının gerekliliği vurgulanmaktadır.

Ne yazık ki ülkemizde şu ana kadar geliştirilmiş bulunan enerji politikaları ve yol haritalarında [1] enerji arzı ve talepleri arasındaki dengelerin sağlanmasında enerji niteliği hiç göz önünde tutulmamıştır. Hâlbuki enerjinin niteliği, akılcı ve verimli kullanılmadığı ölçüde geri dönüşümü olmaksızın yıkıma uğramakta, bunun sonucu olarak da enerji talepleri ve çevresel sorunlar büyük ölçüde artmaktadır. Örneğin, konfor ısıtmasında kullanılan doğal gazlı, yoğunmalı bir kazanın ısı verimi % 97 gibi çok yüksek olabilmesine karşın enerji niteliğinin kullanmasının bir ölçütü olan ekserji verimi sadece % 6 dolayında kalmaktadır [2]. Termik bir santralde bu değer ancak % 25 dolayındadır. Denklem 1 de görüldüğü üzere tüm sektörlerdeki bu verimsizlik karbon salımlarını büyük ölçüde arttırmaktadır.

$$\sum CO_{2i} = CO_{2i} + \Delta CO_{2j} = \left(\frac{c_i}{\eta_i} \right) + \left(\frac{c_j}{\eta_i \eta_T} \right) (1 - \psi_{Ri}) + \left(\frac{c_j}{\eta_j \eta_T} \right) \quad (1)$$

Denklemdaki ilk terim kazan verimine bağlı karbon salımını, ikinci terim kazanın neden olduğu ekserji yıkımına ilişkin ve aslında büyük ölçüde önlenabilir karbon salımını, son terim ise kazanın bulunduğu binadaki elektrik talebinin santralde neden olduğu karbon salımıdır. Bu denklemde, ψ_{Ri} akılcı ekserji yönetimi verimini [2], c_i tüketilen yakıtın ısı değerine bağlı birim karbon çıktısını (kg CO₂/kW-h), η_i ısı verimi, η_T şebeke ve enerji dönüşüm kayıplarını simgelemektedir. Denklemden görüldüğü üzere ekserji yıkımlarının neden olduğu karbon salımlarının büyük ölçüde azaltılması tüm sektörlerde ψ_{Ri} 'nin yükseltilmesi ile mümkündür. Ulusal enerji stratejilerimizde bu önemli faktörün göz önünde tutulması ile oluşabilecek karbon salımlarındaki azaltma payı Şekil 1 de görüldüğü gibi yapılabilecek tüm enerji tasarrufu önlemlerinin ve birinci kanun verimlerinin yükseltilmesine bağlı azaltma payından çok daha yüksektir. Akılcı ekserji yönetim veriminin yükselmesi ise tüm sektörlerin bir arada

düşünülp sektörler arasında tümleşik bir strateji platformunda kapalı döngülü bir ekserji dengelemesi ile mümkündür.



Şekil 1. Enerji Niteliğinin Karbon Salımlarının Azaltılmasındaki Rolü [2].

Tüm bu olumsuzlukların ötesinde, hemen hemen tüm projeksiyonlar büyük ölçüde elektrik enerjisine dayandırılmakta, buna karşın atık ısının geri kazanılarak akılcı kullanımı kanun ve yönetmeliklerimizde enerji kaynağı olarak dahi tanınmamaktadır. Örneğin T.C. Enerji Bakanlığının yürütmüş olduğu elektrik enerjisinde şebekeye gömülü kojenerasyon ve alternatif kaynaklardan elde edilen elektrik gücü modelinde (WADE) bile atık ısının ülkemizin enerji bilançosundaki önemi gözden kaçmıştır [3].

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ SÜRDÜRÜLEBİLİR ENERJİ SİSTEMLERİ ARAŞTIRMA MERKEZİ-SESAM

15 Şubat 2008 tarih ve 26788 sayılı Başbakanlık genelgesi ile ülkemizde “Ulusal Enerji Verimliliği (ENVER) Hareketi” başlatılmıştır. Bu bağlamda Devlet Planlama Teşkilatı, Sürdürülebilir Kalkınma-Enerji Raporu’nu hazırlamıştır. Bu raporda, öncelikli konular sırası ile aşağıdaki tümleçte özetlenmiştir:

“Arz güvenliği, enerji verimliliği, kayıp/kaçığın azaltılması, yerli kaynak kullanımı, yenilenebilir kaynaklara önem verilmesi, enerji yoğunluğunun azaltılması, sektöre yetişmiş ve eğitilmiş insan gücü kazandırılması.”

Ayrıca pik yüklerin azaltılması, enerji depolaması, kojenerasyon ve ısı pompaları yöntemlerinin de (özellikle hastane, otel vb.) önemleri vurgulanmakta eski yöntem bina ısıtma sistemlerinin daha verimli ve yeni teknolojilere sahip sistemlerle değiştirilmesi önerilmektedir. Bu olumlu stratejilere karşın akılcı ekserjinin akılcı yönetiminden söz edilmemektedir. SESAM vizyon ve misyonunda ise ağırlıklı olarak Şekil 1 de görülen tümleşik yani enerjinin nitelik ve niceliğinin tüm sektörlerde beraberce ve aynı anda en verimli paylaşımı yer almaktadır [4]. Bu bağlamda:

- Arz güvenliği:

Günümüzde özellikle elektrik enerjisinin arz güvenliği için merkezi büyük santraller yerine dağıtık yani yerel enerji sistemleri yaygınlaşmaktadır. Böylelikle uzaktaki enterkonnekte sistemlere ilişkin hat kayıpları ve riskler azalmaktadır. Birçok ülke dağıtık enerji sistem oranını % 10 un üzerine çıkartmıştır. Şu anda ülkemiz dağıtık enerji sistemlerinde ilk 37 sırayı alan ülkeler arasında değildir. SESAM, dağıtık enerji modeline odaklı çalışmaların yeterli bir altyapıda yapılmasını kolaylaştıracak, bilgi ve teknoloji ile destekleyecek ve faydalı ürünlerin topluma sunulmasında etkin olacaktır.

- Enerji Verimliliği:

Enerji verimliliği sadece nicelik değil nitelikte de aranmalıdır. Merkez her iki parametreyi de gözetken çözümlere olanak vermektedir.

- Kayıp/kaçığın azaltılması:

Ülkemizdeki tüketilen elektrik enerjisinin yarıya yakını binalarda tüketilmektedir. Enerji niceliğine ilişkin verimler % 35 ile % 97 arasında değişmesine karşın nitelikteki verim % 4 ile % 20 arasında değişmektedir. Dolayısı ile kayıpların azaltılmasında enerjinin kalitesine dayalı önlemler ağırlık kazanmaktadır.

- Yerli Kaynak Kullanımı ve Yenilenebilir Kaynaklara Önem Verilmesi:

Ülkemiz yerli ve alternatif enerji kaynaklarının büyük bölümünü henüz kullanmamakta, bazen çevreye zararlı ve verimsiz bir biçimde kullanabilmektedir. Örneğin, Kızıldere jeotermal enerji sahasında -son zamanlardaki bazı iyileştirme

alışmaları dışında- büyük enerji kayıpları ve evre sorunları vardır. Bu sahadan Menderes nehrine saatte 750 ton çevreye zararlı jeotermal su 147° C da atılmaktadır. Yıllar süren bu uygulama ile tüm Menderes havzasında tarım ve hayvancılık sektörü büyük sekteye uğramıştır. Bu olumsuz uygulamanın enerji kaybı ise 86 MW_t dolayındadır. Bu enerji ile Denizli kentinin ısıtılması mümkün görülmektedir. Görüldüğü üzere sorun ve çözümler tek bir sektörle sınırlı kalmamakta bu örnekten görüldüğü üzere tarım ve hayvancılık, enerji, kentsel yaşam, binalar, karbon salımları ve çevresel kirlenme gibi konular i içedir. Ülkemizde tarım sektörünü yakından ilgilendiren organik atıklardan biyogaz eldesi de büyük potansiyele sahiptir Tablo 1’de bu potansiyel görülmektedir. Ülkemizde organize çalışmalar 1970’li yıllarda MTA tarafından başlatılmış, teknik elemanlar in’e gönderilmiştir. Ancak bu güne kadar bu sürdürülebilir enerji kaynağı kaleminde önemli bir gelişme olmamıştır.

Tablo 1. Türkiye’de Biyogaz Potansiyeli.

Hayvan Cinsi	Hayvan Sayısı	Yaş Gübre (ton/yıl)	Biyogaz Miktarı (m ³ /yıl)	Taşkömürü Eşdeğeri (ton/yıl)
Sığır	11,054,000	40,347,100	994,860,000	710,613
Koyun-Keçi	38,030,000	26,621,000	1,901,500,000	1,358,215
Tavuk-Hindi	243,510,453	5,357,207	487,020,906	347,871
Toplam	292,594,453	72,325,307	1,672,030,906	2,416,699

- Enerji Yoğunluğunun Azaltılması:

Ağır endüstri dışında sağlık sektörü, tarım sektörü, bina sektörü enerji yoğun olgulardır. SESAM, özellikle yeşil bina, yeşil hastane, yeşil okul, yeşil tarım kavramlarını ülkemizde yaygınlaştıracak çözümlere öncelik vermektedir.

- Sektöre Yetişmiş ve Eğitimli İnsan Gücü Kazandırılması:

Başkent niversitesinde başlatılan Enerji Mühendisliği yüksek lisans programı ile tüm sektörlerin paydaş çözümlerine olanak verecek dersler hazırlanmıştır.

- Pik Yük Azaltımı ve Enerji Depolaması:

Şu anda özellikle elektrik enerjisi üretiminde karşılaşılan en büyük sorun pik yükleri karşılayacak gaz türbinli santrallerin yüksek yatırım maliyetleri ve sürekli çalışmadıkları için de en pahalı üretim araçları oluşlarıdır. Bu sorunun en ucuz maliyetle ve kalıcı çözümü enerji depolamasıdır. Örneğin soğutma amaçlı çiller grupları şu anda ülkemizde binaların pik soğutma yüklerine göre seçilmekte ve işletilmektedir. Bu yatırım maliyetlerinde gereksiz artışa neden olduğu gibi pik elektrik yüklerinin yükselmesine ve aynı zaman dilimine denk gelmesine neden olmaktadır. Hâlbuki pik yük saatleri dışında üretilip depolanacak soğutma enerjisi (buz tankları gibi) pik yüklerin % 40 azalmasına yol açabilmektedir.

- Sağlık Sektöründe kojenerasyon ve ısı pompası uygulamaları:

Hastaneler en enerji-yoğun yapı türlerinden birisidir (75 W/m²). SESAM içerisinde yeşil hastane odaklı bu alt birimde de kojenerasyon ve ısı pompaları yer almaktadır. Hastanelerde gerekli enerji düzeni, sürekliliği, kalitesi ve güvenirliliği ne kadar önemli ise hastanelerdeki enerji talep çeşitliliği ve günün her saati-yılın her günü işletim modeli de o kadar önemlidir. Bu ara kesitler hastaneleri kojenerasyon sistemleri için, kojenerasyon sistemlerini de hastaneler için ideal kılmaktadır. MRI cihazlarının elektrik kesintilerinde klasik jeneratörlerle etkin kullanımı imkânsızdır. Yeni teknoloji tıbbi cihazlar % 99.9999 ve daha üstü güvenirlilik ve kalitede kesintisiz elektrik gücü talep etmektedir. Aksi durumda hasta risk altına girdiği gibi çok pahalı cihazlar kullanılmaz duruma gelmektedir.

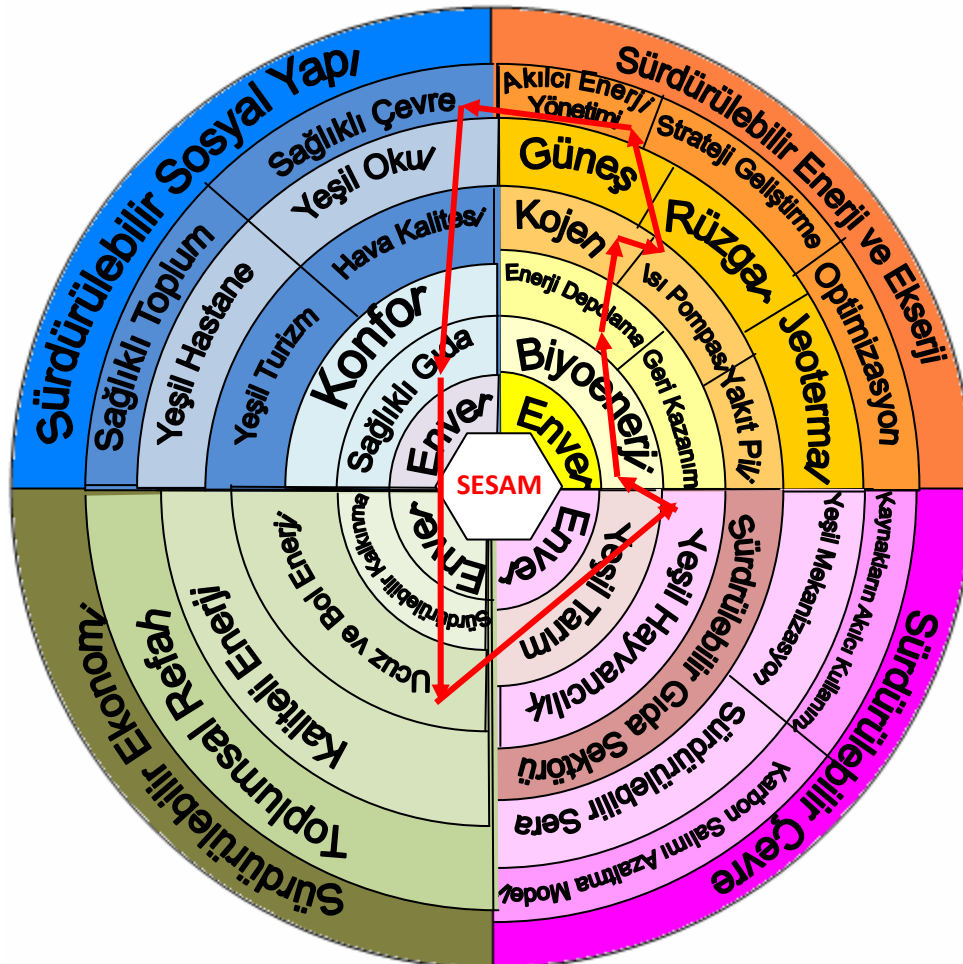
- Tarım Sektörü

Tarım sektöründe, sürdürülebilir enerji kaynakları, küçük ölçekli akarsu santralleri ve yeni nesil ısı pompalarının önemi ve biyogaz eldesi gibi bağıntılarla tarım sektörü ile diğer tüm sektörler ilintili duruma gelmiştir. Tarımsal alanların alternatif yakıt eldesinde optimum kullanımı da güncel konular arasında yer almaktadır.

Yukarıda özetlenen tümleşik enerji alanlarında faaliyet göstermek üzere dört ana dal seçilmiştir. Bunlar:

- 1- Yenilenebilir Enerji Teknolojileri Birimi
- 2- Sağlık Bilimlerinde Enerji Teknolojileri Birimi

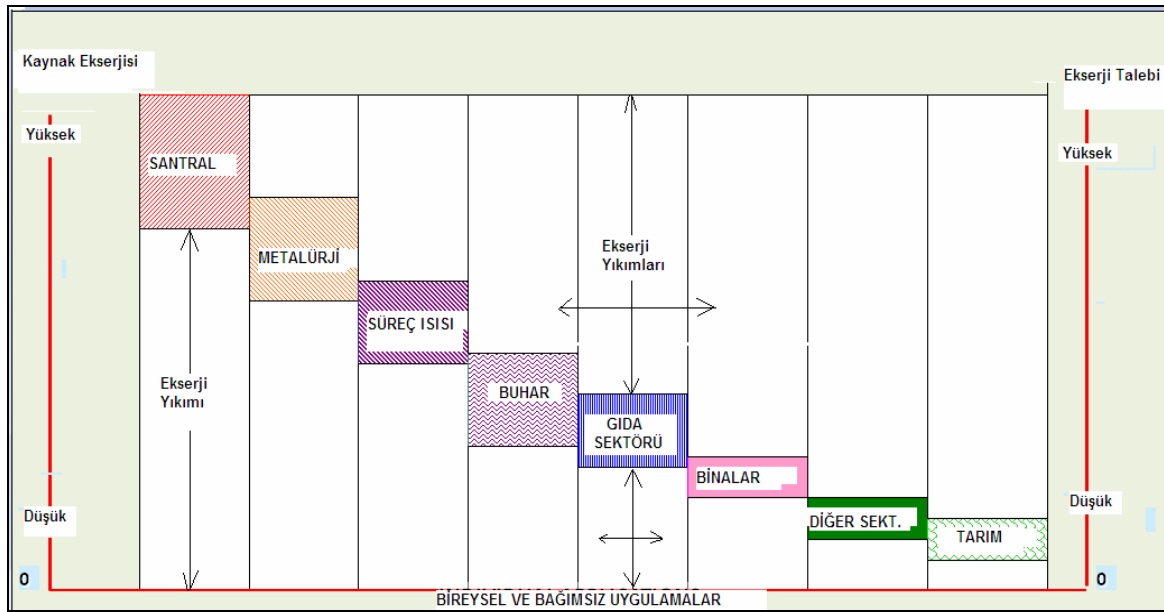
- 3- Enerji Verimliliği Metrolojisi, Standardizasyon ve Kalibrasyon Birimi
4- Sürekli Eğitim Merkezi



Şekil 2. SESAM Sürdürülebilirlik Gülü.

Şekil 2 esasen enerji, ekonomi, çevre ve toplum refahı dörtlüğünün tümleşik bir enerji stratejisinin ülke çapında uygulanmasına yönelik ipuçlarını ve yol haritasını vermektedir. Öncelikle dörtlüğün tüm parametrelerinin beraberce sürdürülebilir olması gerekmektedir. Tüm bu parametreler arasında ise ekserji ortak paydadır. Örneğin enerji sektörü ile sosyal yapının sürdürülebilir olması ve toplum refahının yükselmesi için bu iki sektörün arasında oluşan enerji, ekonomi, çevresel ayak izi akışları ve etkileşimlerinde enerjinin, çevrenin, kentleşmenin, ekonominin ortak paydası olan ekserji akışlarında ekserji yıkımları en aza indirilmelidir. Bunun için de sektörler mutlaka ilişkilendirilmelidir. Şekil 3 de bu tür bir ilişkilendirmenin olmadığı

bir toplumsal yapı gösterilmiştir. Böyle bir yapıda her bir sektörel uygulama diğerinden bağımsız bir şekilde birincil enerji kaynaklarını kullandığında çok büyük oranlarda enerji niteliği kaybı (ekserji yıkımı) meydana gelmektedir. Bu yıkımlardan geri dönüş mümkün olmadığından her bir ekserji yıkımı yeni bir ekserji dolayısı ile enerji talebi anlamına gelmektedir. Örneğin termik bir santral atık ısısı kullanılmadığında bina ısıtması ve soğutmasında ikinci kez birincil enerji kaynağı kullanımı gündeme gelmektedir. Aynı şekilde tarım sektöründe sera ısıtması fosil kökenli birincil enerji kaynakları kullanıldığında büyük ekserji yıkımı oluşmaktadır.



Şekil 3.Farklı Sektörlerde ekserji yıkımına Neden Olan Paydaşsızlık Eylemi.

Şekil 4 de ise tüm sektörlerin enerji niteliği bağlamında bir araya gelmesi ile oluşan kapalı döngülü paydaş görülmektedir. Bu durumda bir sektörün atığı diğer sektörün girdisi olmakta ve ekserji yıkımları ideal olarak sıfır değerine yaklaşabilmektedir.

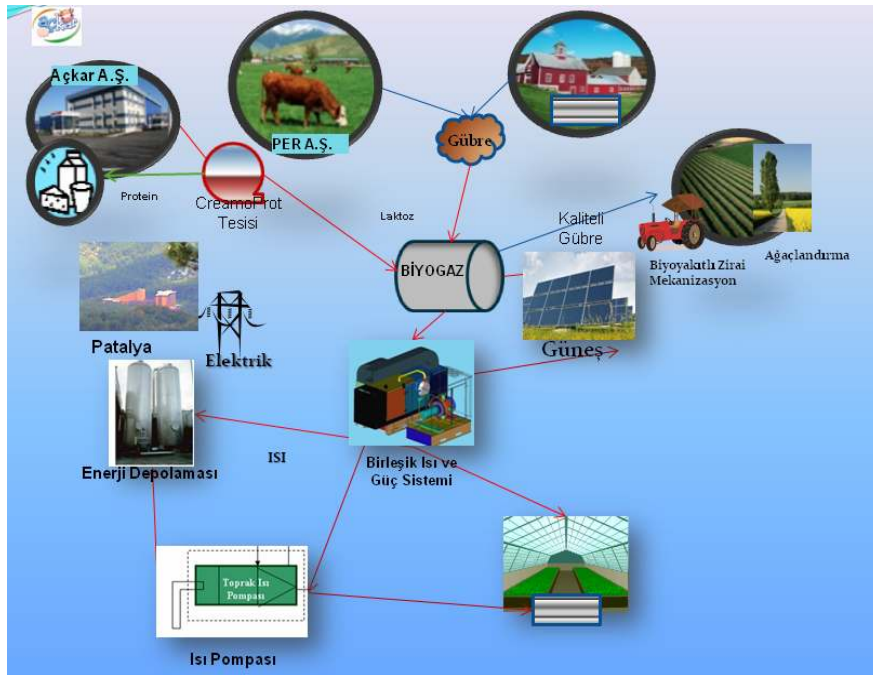


Şekil 4. Sektörler Arası Paydaş.

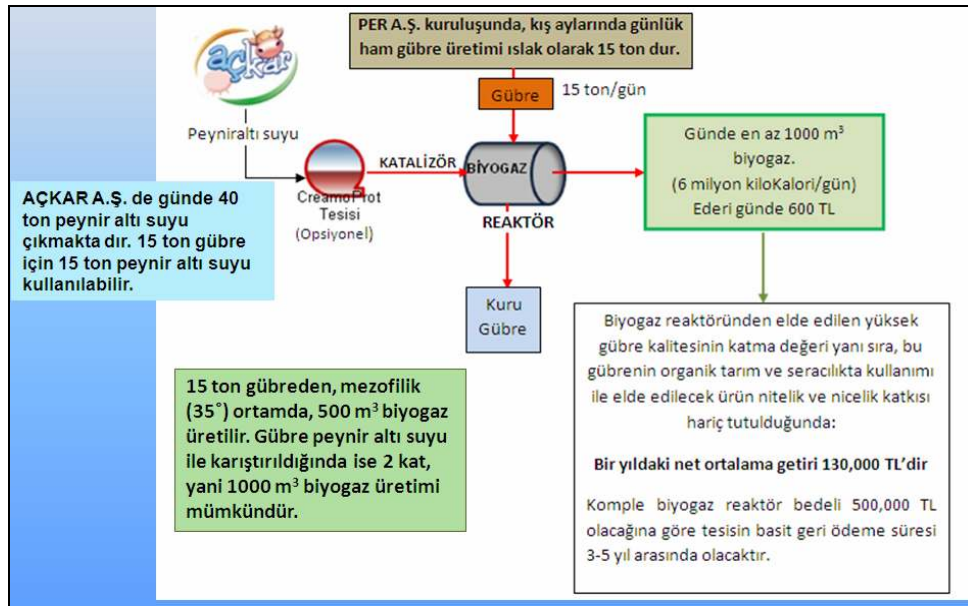
ÖRNEK

Şekil 4 de görülen paydaşlaşma Başkent Üniversitesi bünyesindeki çiftlik, süt endüstrisi ve turizm sektörü (Patalya Termal Resort) çerçevesinde planlanmıştır. Bu uygulama modelinde. Açkar Süt Endüstrisi, PER A.Ş. çiftliği, Kızılcahamam Patalya Oteli kapalı bir paydaş döngüsünde enerji ve ürün paylaşmakta ve böylelikle ekserji yıkımını ve enerji kayıplarını en aza indirmekte, enerji talebi de azaldığı için sürdürülebilir ve atık enerji kaynaklarını kolaylıkla kullanabilmektedir. Açkar Süt ürünleri fabrikasında elde edilen peynir altı suyu çevreye atım yerine ayrıştırılmakta ve projenin birinci aşamasında PER AŞ de kurulacak biyogaz tesisinde katalizör olarak kullanılmaktadır (Şekil 5). Peynir altı suyunun bir kısmı projenin ileriki aşamalarında gıda sektöründe de kullanılabilecektir. Biyogaz tesisinin ana girdisini ise çiftlikteki büyük baş hayvanlar sağlamaktadır. Biyogaz tesisinde elde edilen yakıt ise bir kojenerasyon tesisinde kullanılarak elektrik enerjisi ve faydalı ısı şekline dönüşecektir. Güneş enerjisi ise biyogaz tesisinin sürdürülebilir işletiminde ve diğer amaçlarla kullanılacaktır. Rüzgâr enerjisinden ise ek elektrik gücü elde edilecektir. Elde edilen elektrik enerjisinin bir kısmı ile toprak kaynaklı ısı pompası tahrik edilerek daha fazla ısı ve soğuk enerjisi elde edilecek, pik yük talepleri ise sıcak ve soğuk enerji depoları aracılığı ile azaltılacaktır. Çiftlikte kullanılmayan elektrik gücü ısı ve soğuk ise Patalya Otelinde tüketilecektir. Atık ısının düşük ekserjili kısmı ise yeni ve organik bir sera sisteminde kullanılacaktır. Yapılan projeksiyonlarda projenin ilk

aşamasında dahi önemli tasarruf kalemleri belirlenmiştir. Bu projeksiyon Şekil 6 da verilmiştir.



Şekil 5. Tümlleşik Tarım, Gıda ve Turizm Sektörü Paydaşı.



Şekil 6. Örnek Uygulama Projeksiyonu.

KAYNAKÇA

- 1- DPT. IX Kalkınma Planı, Enerji Özel İhtisas Komisyonu Raporu, TC Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı: Ankara, 2007.
- 2- Kilkis, S. Development of a Rational Exergy Management Model to Reduce CO₂ Emissions with Global Exergy Matches, Honors Thesis, Georgetown University: Washington DC, 112 sayfa, 21 şekil, 2007.
- 3- WADE. Dağıtık Enerji Sistemleri Türkiye Modeli: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Proje I Çalıştayı Raporu, REC: 27 Mayıs, Ankara, 2008.
- 4- Baskent Üniversitesi, Sürdürülebilir Enerji Sistemleri Araştırma Merkezi: DPT Araştırma Altyapısı Projesi Başvurusu, 2008.