

TÜRKİYE'DE TEKNOLOJİK FAALİYETLERDE KOJENERASYONUN ÖNEMİ

Volkan VARAL

Türkiye Kojenerasyon Derneği

Teknik Koordinatörü

1.Giriş

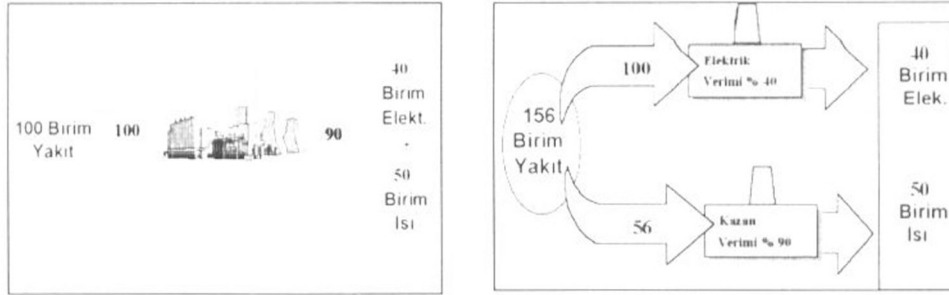
Kojenerasyon Teknolojisinde, doğalgaz, nafta, fuel oil, kömür ve biyokütle gibi enerji kaynakları gaz türbini veya gaz motorlarında elektrik enerjisine çevrilirken, çevrim sonunda çıkan ısıyı da atık ısı kazanları vasıtasıyla ilave elektrik üretimi, ısınma veya proses kullanımı amacıyla değerlendirilmektedir.

Biyokütle ve biyogazın yenilenebilir enerji kaynakları olması ve enerji kaynak çeşitliliği sağlaması sebepleriyle, Türkiye Kojenerasyon Derneği biyokütle ve biyogaz kullanılan Kojenerasyon sistemlerini teşvik etmekte ve desteklemektedir. Bu amaçla ilk biyokütle tesisini kuran Kastamonu Entegre Tesislerine birkaç yıl önce en başarılı Kojenerasyon tesisi ödülü verilmiştir. Ayrıca Derneğimiz tarafından düzenlenen 14.Enerji ve Çevre Teknolojileri Konferansı-ICCT'da (15-16-17 Mayıs 2008 WOW Convention Center/İstanbul), biyokütlenin Kojenerasyon tesislerinde kullanım teknolojileri ve biyokütle Kojenerasyon ilişkileri detaylı olarak tartışılacaktır.

2.Kojenerasyon Teknolojisi ve Önemi

Primer enerji kaynakları kullanılarak, aynı süreçte bir yandan mekanik enerji/elektrik enerjisi üretilirken bir yandan da çevrim sonucunda çıkan ısının değerlendirilerek ısıtma, soğutma veya proses amaçlı kullanıldığı kojenerasyonda, geleneksel teknolojilerle yapılan ısı ve elektriğin ayrı üretiminden daha yüksek verimler elde edilmekte ve birim enerjiden elde edilen fayda maksimize edilmektedir. Şekil 2.1 'de çevrim verimlerini ve elde edilen tasarrufları görmek mümkündür. Elektrik ve ısının ayrı elde edildiği tesislerde 156 birim yakıt karşılık 90 birim faydalı enerji üretilirken, bu kojenerasyonda 100 birim enerjiyle yapılabilmekte ve yaklaşık %36 tasarruf sağlanmaktadır.

Sadece elektrik üretiminde verim %30-40'ı geçmez iken, kojenerasyonda ikili üretim yapılarak %80-90 verimlere ve buna soğutma da eklenerek %94 verimlere ulaşmak mümkün olmaktadır. Ayrıca elde edilen faydalı enerjide de çeşitlilik sağlanmakta ve bu da fizibilitesi iyi yapılmış tesislerde yatırımların çok kısa sürede kendilerini amorti etmelerini sağlamaktadır.



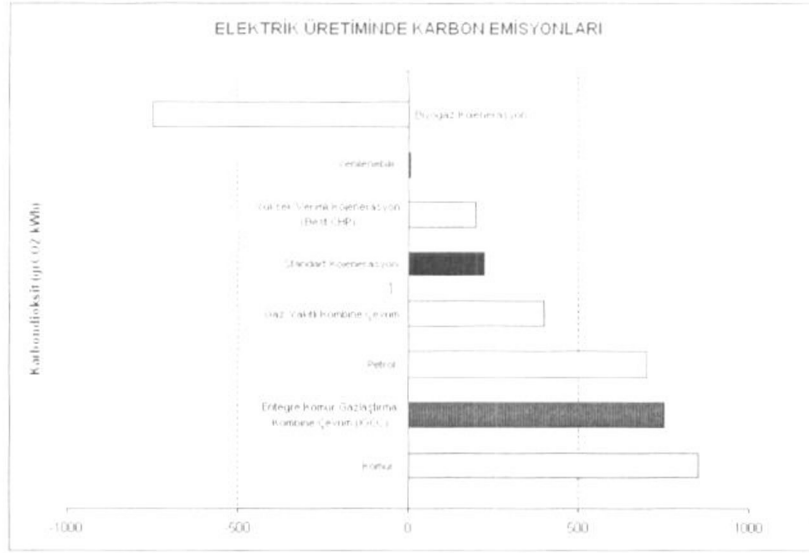
Şekil 2.1 Kojenerasyon ve Geleneksel Üretim Teknolojileri Verim Farkları

Yüksek verimli çevrim sayesinde aynı elektrik ve ısı üretimi için daha az yakıt kullanılmakta ve büyük kısmı dışa bağımlı olan enerji kaynaklarının daha verimli bir şekilde kullanımı sağlanmaktadır. Ayrıca yüksek verim dolayısıyla atmosfere yaklaşık %50 oranında daha az CO₂ salınması sağlanarak sera gazı emisyonlarını düşürücü yönde katkı yapılmaktadır.

Kojenerasyon, yerinde üretim yapma dolayısıyla, %7-8 dolaylarında olan iletim dağıtım kaçaklarını ortadan kaldırmaktadır ve bu yerinde üretim ile daha kaliteli enerji arzı sağlanabilmektedir. Bu teknoloji ile çok çeşitli yakıtlar kullanılabilmesi dolayısıyla fiyat verimliliğine katkıda bulunmakta ve atıkların değerlendirilmesine de olanak sağlamaktadır.

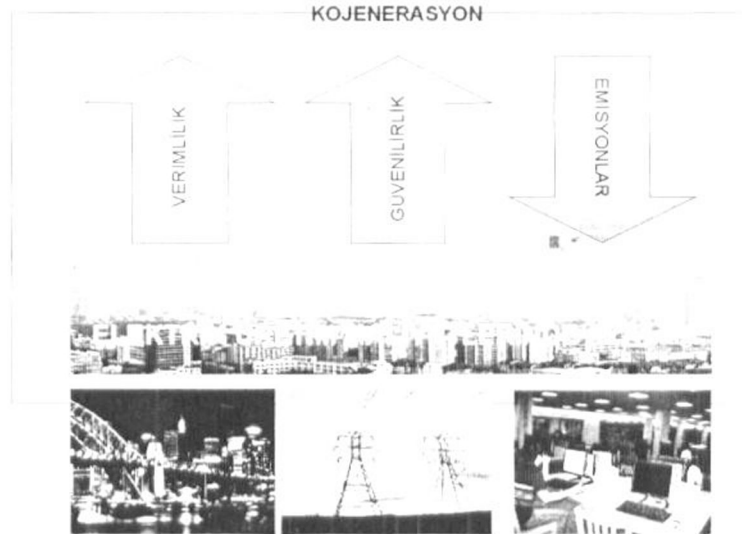
Uygulama koşulları ve üretimler dikkate alındığında üç farklı Kojenerasyon tipi mevcuttur:

- Endüstriyel Kojenerasyon
- Isıtma-Soğutma Amaçlı Kojenerasyon
- Tarımsal Kojenerasyon



Şekil2.2 Sera Gazı Salınımları

Endüstriyel kojenerasyonda, bir yandan tesisin elektrik ihtiyacı kesintisiz olarak karşılanırken, bir yandan da proses için ihtiyaç duyulan ısı enerjisi, sıcak su veya buhar olarak tesise gönderilir. Isıtma-soğutma amaçlı kojenerasyonda, endüstriyel ve oturma amaçlı konutların elektrik ihtiyacı karşılanırken, atık ısı da bu konutların ısıtılmasında veya soğutulmasında kullanılır (Bölgesel Isıtma-Soğutma). Tarımsal kojenerasyon, sera, balık üretim veya benzeri tesislerin ısıtılması ve elektrik ihtiyaçları amacıyla kurulan sistemlerdir.



Fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılması amacıyla ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının teşvik edilmesi dolayısıyla, biyoyakıtlar kullanan Kojenerasyon teknolojisi yüksek bir potansiyel bulunmaktadır. Özellikle doğalgaz fiyatlarının % 110 artışı sebebiyle, kojenerasyondaki gelişimin %50 oranında biyoyakıtlar ile olacağını tahmin etmekte ve bu projelerin, orman bölgelerinde, Trakya, güneydoğu bölgelerinde (GAP) gelişmesi beklemekteyiz. Bu bölgelerde, ağaç yongaları, hıyar talaşı, ayçiçeği sapları, pamuk kök ve saplarının biyokütle esaslı Kojenerasyon tesisleri için iyi birer yakıt kaynağı olduğu görülmektedir.

Enerji Verimliliği Yasası, enerji kaynağı olarak biyokütle kullanan enerji üretim tesislerine teşvikler getirmekte ve alternatif enerji kaynaklarının kullanımını özendirilmektedir. Bu da tesis yatırımlarında veya işletilmesinde maliyetleri düşürücü etki sağlayacak ve yatırımların geri dönüşüm sürelerini fosil yakıt kullanan tesislere oranla kısaltacaktır.

3.Üretimde Enerji Tasarrufu

14 Şubat 2004'te Avrupa Birliği Enerji Komisyonu, Kojenerasyon sistemlerinin sağladıkları çok büyük enerji tasarrufu dolayısıyla üye ülkelerde yaygınlaştırmak için bir Yüksek Verimli Kojenerasyon Yasası (Cogeneration Directive) çıkartmıştır. Bu yasaya göre, buharın kazanlarda ve elektriğin de konvansiyonel santrallerde (sadece elektrik üretim amaçlı) ayrı ayrı üretilmesiyle ortaya çıkan yakıt tüketimine nazaran en az %10 tasarruf sağlayan Kojenerasyon sistemlerini Yüksek Verimli Kojenerasyon olarak tarif etmiş ve verim derecelerine göre primlendirme sistemi getirmiştir. Bu yasa Derneğimiz tarafından ülkemiz şartlarına adapte edilerek, Yüksek Verimli Kojenerasyon Yasa Taslağı adı altında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın görüş ve onayına sunulmuştur. Bu taslağın bazı maddeleri 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu'na dâhil edilmişse de, yasanın özü hala taslak halindeki ana metinde destek beklemektedir. Bu taslağın yasalaşması halinde getireceği prim teşviki ile sadece bugünkü tesislerde bile yılda 3 milyar m³'lük doğalgaz tasarrufu sağlanacağını hesaplamaktayız. Bu yasanın kanunlaşması için Kimya Mühendisleri Odası'nın da değerli desteklerini bekliyoruz.

4.Sonuç

Enerji üretiminde son derece verimli bir teknoloji olarak Kojenerasyon, alternatif yakıtlar kullanıldığında faydalarını arttırmaktadır. Enerji Verimliliği Kanunu ile birlikte, bu yakıtların kullanımına gelen teşvikler dolayısıyla da yatırımlar daha fizibil hale gelmektedir. Özellikle biyoyakıtların bol elde edildiği bölgelerde bu yakıtları kullanan kojenerasyonun tesis yatırımlarının hızlanması beklenmektedir.

KATI KATALİZÖRLER İLE BIODİZEL ÜRETİMİ

E. S. UMDU, S. SOFUOĞLU, E. ŞEKER

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü
35430 Gülbahçe Köyü, Urla – İZMİR

ÖZET

Bu çalışmada ayçiçek ve mısır özü yağlarından biyodizel üretiminde kullanılabilen katı katalizörlerin taraması yapılmıştır. Yüksek yüzdelik oranlarına (mesela %50) sahip karışık oksit katalizörleri sol-jel yöntemi kullanılarak hazırlandı. Bunlar arasında Al_2O_3 bazlı CaO katalizörleri %100 yağ dönüşümü göstermiştir.

GİRİŞ

Günümüzde yaygın olarak tüketilen fosil yakıtlar tüm dünyada artmakta olan enerji ihtiyacına cevap verememekte ve yoğun kullanımları pek çok çevresel soruna da yol açmaktadır. Türkiye ekonomisi dünyadaki diğer gelişmekte olan ülke ekonomileri gibi fiyatlardaki önceden tahmini zor olan değişimlerden olumsuz etkilenmektedir. Bilakisde Türkiye’de kullanılan enerjinin büyük kısmının, %45, endüstride, %29 ve %19’luk kısımları ise konut ve taşımacılık sektörlerinde harcandığı düşünüldüğün de ekonomiye katkı sağlayabilecek diğer alternatif yakıtların önemini gözler önüne sermektedir [1]. Bu nedenlerle dünyada ve Türkiye’de biyolojik yakıtlara ve bunları kullanan çevrim teknolojilerine son yıllarda ilgi artmıştır.

Biyolojik yakıtlar içinde bitkisel yağlar, bir çok avantajları açısından potansiyel bir alternatif olarak görülmektedir. Bitkisel yağların kullanımı hava, su ve toprak kirlenmesini önlemeye katkıda bulunurken mesela kömür kullanımı hava, su ve toprak kirliliğine yol açmaktadır. Biyodizelin yanması sonucu açığa çıkan emisyon gazları, petrol bazlı dizelin kullanımı sonucu oluşan gazlara oranla çok daha düşüktür. En önemlisi de bitkisel yağlardan elde edilen dizelin yanması sonucu ortaya çıkan karbon dioksitin (bilindiği gibi sera etkisine sahip) yeni bitkilerin yetişmesinde veya var olan bitkilerin büyümesinde kullanılacağı için atmosfere atılacak net karbon dioksit miktarı da neredeyse sıfır olacaktır.

Biyodizel tarımsal ya da hayvansal yağlardan yerel kaynaklarla üretilirliği nedeniyle ülkemizde öne çıkmaktadır. Biyodizel basitçe bitkisel ya da hayvansal kaynaklı bir yağın katalizör eşliğinde kısa zincirli bir alkol ile reaksiyona sokulması sonucu oluşan metil esterler olarak tanımlanabilir. Biyodizel yapımında yağın yanında metil alkol ve katalizör olarak da $NaOH$ kullanılmaktadır. Ne yazık ki, bazı katalizör çok aşındırıcı (dizel motorlarının ömrünü düşürüyor) ve yüksek miktarlarda ise insan sağlığına da zararlıdır. Bunun için homojen katalizör kullanan proseslerde “temizleme” basamaklarının olması zorunludur; bu da prosesin kompleks olmasına ve büyük miktarlarda yıkama suyunun kullanılmasına –diğer bir deyişle ekstra atık çıkmasına ve atık temizleme ünitelerinin olmasına- yol açar. Bunları önlemek için

homojen katalizörler yerine katı katalizörlerin kullanımı uygun bir çözüm olarak görülmektedir. Literatürde homojen katalizörler ile biyodizel üretimi üzerine çalışmalar çokça mehcuttur [1-4]. Homojen katalizör olarak genellikle sodyum hidroksik kullanılmaktadır. Buna karşın katı katalizörlerin kullanımı üzerine olan çalışmalar nispeten daha azdır [5-6]. Katı katalizörler üzerine yapılan çalışmalar daha çok katalizör taraması yönündedir. Diğer bir deyişle, katalizörlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin biyodizel üretimi üzerindeki etkileri detaylı olarak incelenmemiştir. Bu çalışmada sol-jel yöntemi ile tek aşamada sentezlenen silikon oksit ve alüminyum oksit bazlı karışık oksit katı katalizörlerinin, biyodizel dönüşüm aktiflikleri ile fiziko-kimyasal özellikleri arasındaki bağıntı incelenmiştir.

DENEYSEL

Bu çalışma için bilinen bir sol-jel yöntemleri [7] bizim amacımıza uygun şekilde değiştirilerek ağırlıkça %50 ve 80 miktarlarına sahip CaO/SiO_2 , MgO/SiO_2 , $\text{B}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ ve $\text{CaO/Al}_2\text{O}_3$, $\text{MgO/Al}_2\text{O}_3$, $\text{B}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ karışık oksit katalizörleri sentezlendi. Mesela, %50 CaO/SiO_2 hazırlanmak için; gerekli miktarlarda tetraethyl ortosilicate (TEOS), etil alkol, HCl ve su geri dönüşümlü soğutucu altında 80 °C'de 2 saat boyunca karıştırıldı. Daha sonra, %50 miktarını sağlayacak kalsiyum nitrat tuzu bu karışımda çözüldü ve jelleşme olması için bir miktar NH_4OH eklendi. Jelleşme süresi kullanılan miktar ve tuz tipine göre 1 ile 8 saat arasında değişti. Bu şekilde elde edilen jeller 120 °C'de 18 saat kurutulduktan sonra, 500 °C'de 6 saat boyunca kalsine edildiler. Katalizörler 300 numaralı elekten geçecek şekilde öğütülerek desikatörde saklandılar. Benzer şekilde de diğer SiO_2 ve Al_2O_3 bazlı katalizörler hazırlandı.

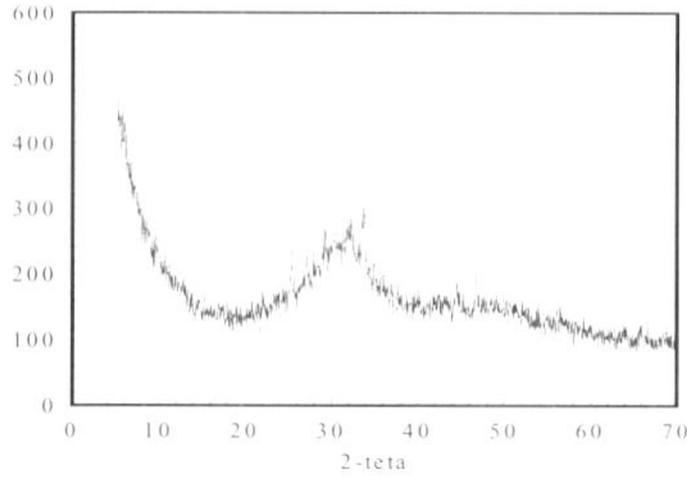
Katalizörlerin aktifliği 50 °C'de ayçiçek ve mısırözü yağları kullanılarak test edildi. Ürün analizinde (biyodizel, reaksiyona girmemiş yağ ve metil alkol miktarları) yakın kızıl ötesi (NIR) cihazı kullanılarak yapıldı. Katı katalizörlerinin performansını karşılaştırmak için NaOH kullanan homojen reaksiyon baz alındı. İlk önce, ayçiçek ve mısır özü yağları için gereken optimum metil alkol ve NaOH miktarı, istatistik deney dizayn yöntemi ile tayin edildi. Bu amaç için sınırlanmış bileşik merkez deney tasarımı kullanılmıştır. Deneysel tasarımda kullanılan yıldız uzaklığı 1.414 ve merkez noktada tekrar sayısı 5 adettir. Deneysel tasarımı basitleştirmek amacıyla reaksiyon sıcaklığı ve reaksiyon süresi sırasıyla 50 °C ve 1 saat olarak belirlenmiştir. Ayrıca tüm deneylerde karıştırma hızı sabit ve 1100 rpm dir. Metil alkol (MeOH) ile yağın mol oranı ve ağırlıkça sodyum hidroksit (NaOH) miktarı değişkenler olarak seçilmiştir. Belirtilen deney parametreleri ile her bir yağ için 13 deney yapılmıştır. MeOH/yağ mol miktarları en düşük 4 ve en yüksek 8.25 olarak hazırlanmıştır. En düşük ve en yüksek NaOH miktarları ise 2.6 ve 4 g/kg olarak belirlenmiştir. Deneylerde kullanılan reaktantların miktarları yağ baz alınarak hazırlanmış ve tüm deneylerde 20 ml yağ kullanılmıştır.

Katalizörlerin kristal yapıları X-ışınımı kırınımı (XRD) cihazı ile tayin edilmiştir. Bu veriler kullanılarak da ortalama kristal boyutlar Scherrer denklemi kullanılarak hesaplanmıştır. Bazı katalizörlerin toplam yüzey alanı da azot adsorpsiyon tekniği ile bulunmuştur.

TARTISMA

%50'lık oksit içeren katalizörlerde oksit kristal boyutları destek maddesi tipi ile değişim göstermektedir. SiO_2 'li katalizörlerde genelde küçük (5-10 nm) kristaller var (örnek olarak %50CaO/ SiO_2 katalizörünün XRD'sı Şekil 1'de sunulmuştur) ama destek malzemesi Al_2O_3 olduğu zaman, aynı ikinci oksitlerin kristal boyutları daha büyük olmuştur. Destek malzemesine göre kristal oluşum trendi, bor içeren katalizörler görülmemiştir; SiO_2 ve Al_2O_3 malzemelerinde %50 B_2O_3 miktarında dahi >5 nm kristal oluşumu gözlemlenmiştir. Tek aşamalı sol-jel yöntemi ile küçük kristal boyutlarında ve %50 miktarlara sahip katalizörler üretilmektedir. Diğer bir deyişle, aktif yüzey alanını kaybetmeden yüksek yüzdelikli karışık oksitlerin hazırlanabildiği bulunmuştur.

Deneyisel tasarım sonuçlarımız, ayçiçek ve mısır özü yağları için %100 yağ dönüşümüne metil alkol ve NaOH miktarı, $(\text{MeOH}/\text{yağ})_{\text{mol}}=4$ ve 2.6 g NaOH/kg yağ değerlerinde ulaşıldığını göstermiştir. Bu oranlarda reaksiyona girmeyen metil alkol miktarı da düşük kaldığı bulunmuştur. Deneyisel tasarım sonuçların gösterdiği $(\text{MeOH}/\text{yağ})_{\text{mol}}$ 'nı 4 alarak katı katalizörlerimizin aktifliği denendi. Bütün katı katalizörlerin toplam metil alkol ve yağ miktarı içinde oranı ağırlıkça %6'da sabit tutuldu. Saf CaO ve %50 ve 80 CaO içeren Al_2O_3 katalizörlerde 100% yağ dönüşümü elde edilebilmiştir. Diğer katalizörlerde dönüşüm ölçülemeyecek derecede az olmuştur. Bilindiği gibi oldukça güçlü CaO bazık bir katalizördür. Bulunan sonuçlar beklentiler doğrultusundadır. Fakat, destek malzemeleri düşünüldüğünde tam tersi bir durum ortaya çıkmaktadır. SiO_2 malzemesi Al_2O_3 'e göre çok daha az asit ve baz özellik gösterir ve bu yüzden genel olarak SiO_2 destekli CaO'den de Al_2O_3 'li katalizörlere benzer aktiflik davranışı beklenmekteydi. Karışım oksitlerin asit ve baz özellikleri karışım miktarı ve oksit cinsi ile doğru olmayan bir davranış gösterdiği bilinmektedir. Katalizörlerin asit ve baz özellikleri katalizör formülü ile nasıl değişiyor ve bunlarla katalizörlerin aktifliği arasında bir bağıntı üzerine çalışmalarımız devam etmektedir.



Şekil 1: %50CaO/SiO₂ katalizörünün XRD grafiği

SONUÇLAR

Bu çalışmada nano kristal boyutlu %50 ve 80 oranlarına sahip SiO₂ ve Al₂O₃ destekli karışık oksit katalizörleri tek aşamalı sol-jel yöntemi ile hazırlanabilmektedir. belirtilen katalizörler arasından Al₂O₃ destekli CaO karışık oksidi, ayçiçek ve mısır özü yağlarından %100 dönüşümle biyodizel üretilmiştir. Aynı yüksek aktiflik SiO₂ bazlı katalizörlerde ise gözlemlenmemiştir. Bunun sebepleri katalizörlerin asit baz yapılarının analitik olarak incelenmesi sonucunda açıklanabilecektir.

Kaynaklar:

1. F. Karaosmanoğlu, Energy Sources, 1999, 221 – 231.
2. J. V. Gerpen, Fuel Processing Technology 86, 2005, 1097 – 1107.
3. S. N. Naik, L. C. Meher, D. Vidya Sagar, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 10, 2006, 248 – 268.
4. D. D. McLean, Y. Zhang, M. A. Dube, M. Kates, Bioresource Technology 89, 2003, 1–16.
5. X. Huang, W. Xie, Catalysis Letters Vol. 107, Nos. 1 – 2, February 2006.
6. W. Xie, H. Li, Journal of Molecular Catalysis A: Chemical 255, 2006, 1 – 9.
7. D. Wang, H. Luo, R. Kou, M.P. Gil, S. Xiao, V.O. Golub, Z. Yang, C.J. Brinker, Y. Lu, Angew. Chem. Int. Ed. 43, 2004, 6169-6173.

YAKIT ALKOLÜ:MEVCUT DURUMU VE GELECEĞİ

Ash İŞLER

Kimya Yüksek Mühendisi
İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL

Filiz KARAOSMANOĞLU

Prof. Dr.
İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL

ÖZET

Yüzyılımızda, biyokökenli endüstriyel ürünler giderek artan oranlarda yaşamımıza girmekte; biyomalzemeler, biyoyakıtlar ve biyokimyasallar olmak üzere çok sayıda “Yeşil Ürün” karşımıza çıkmaktadır. Biyokökenli endüstriyel ürün teknolojisi 60’lı yıllarda “Yeşil Devrim” tanımlaması ile etkisini göstermeye başlamıştır. “Biyoteknoloji Yüzyılı” olarak tanımlanan 21. yüzyılda ise, biyorafineri uygulamaları ile, biyoürünlerin artan oranlarda endüstride kullanım alanı bulacağı öngörülmektedir. Taşıtlarda yeşil ürün olarak kullanılan en önemli biyoyakıtlardan biri, ticari uygulamada önde yer alan ve giderek kullanım seçenekleri de artan birinci kuşak biyoyakıt:biyoetanol, yaygın ismi ile yakıt alkolüdür. Bu çalışmada, yakıt alkolünün Dünya’da ve Türkiye’deki mevcut durumu ve geleceği incelenmektedir.

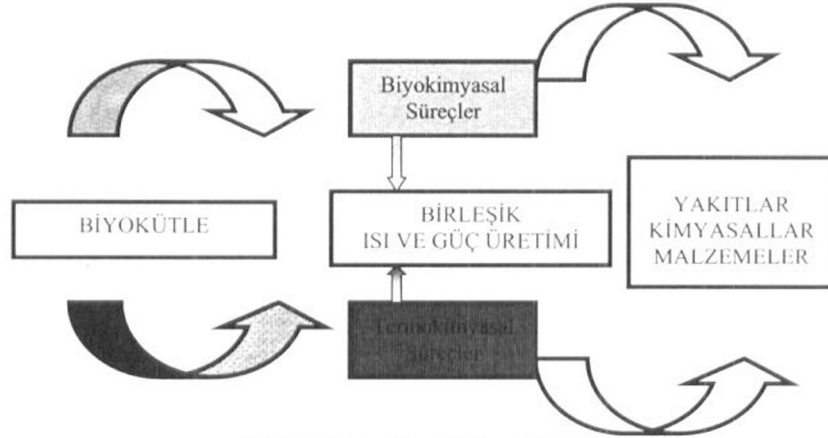
GİRİŞ ve AMAÇ

Yenilenebilir enerji teknolojisi içinde, motor biyoyakıtları, hızlı gelişimleri, akaryakıt sektörü içinde buldukları ticari konum ve hedeflenen kullanım oranları ile ülke uygulamalarına girmektedir. Motor biyoyakıtları, biyorafineri teknolojinin önemli biyokökenli ürünleridir. Hayvansal veya bitkisel kökenli, gıda ve yem dışı, yenilenebilir alanlarda kullanım ürünlerine sahip ve bazı istisnalar dışında sentetik, toksik veya çevreye zarar verecek herhangi bir madde içermeyen ürünlere “*Biyokökenli Ürünler*” denmektedir. Biyokökenli ürünler fotosentez kaynaklı olup, bitkilerin depoladığı biyolojik karbondan, biyoteknoloji ile üretilen yeşil ürünlerdir. İnsanlığın kullandığı en eski biyokökenli ürün, Mısırlıların lambalarda aydınlatma yakıtı olarak kullanmış olduğu hint tohumu yağıdır. Biyokökenli ürünler, biyokimyasallar, biyomalzemeler ve biyoyakıtlar olarak sınıflandırılmaktadır.

Biyokökenli endüstriyel ürün teknolojisi 60’lı yıllarda “Yeşil Devrim” tanımlaması ile ortaya çıkmış ve “Biyoteknoloji Yüzyılı” olarak tanımlanan 21. yüzyılda ise, biyorafineri uygulamaları ile biyoürünler giderek artan oranlarda endüstride kullanım bulmaktadır. Biyorafinerilerde farklı dönüşüm süreçleri ile yakıt, ısı, soğuk, elektrik, kimyasal ve malzemelerden oluşan esnek bir ürün karışımı oluşturulabilmektedir. Biyorafineri teknolojisi kapsamında hammadde kaynağı olan biyokütle, dönüşüm süreçleri ve elde edilen ürünler Şekil 1’de gösterilmektedir. Şekilde de gösterildiği gibi, kullanım alanlarına göre farklı endüstriyel ürünler elde edilebileceği gibi, yan ürünler, artıklar ve biyokütleden elektrik üretimi, kojenerasyon ile trijenerasyon uygulamaları da mümkündür.

Endüstrinin her alanına yeni seçenekler sunan biyoürünler, yakıt ve otomotiv, yağlama yağı gibi ilgili sektörlerle girdi sağlayabilecek nitelikte olup, biyorafineri teknolojileri kapsamında,

biyoürünlerin ve özellikle motor biyoyakıtlarının artan oranlarda yaşamımızda yer bulacağı öngörülmektedir. Motor biyoyakıt endüstrisi, yüzyılımızın en önemli iş alanlarından biri haline gelmektedir.



Şekil.1: Biyorafineri Teknolojisi.

Motor biyoyakıtları üç sınıfta incelenmektedir:

- *Birinci Kuşak Motor Biyoyakıtları(2000-2010):* İçten yanmalı motorlarda tasarımda değişikliğe gerek duyulmadan kullanılabilecek 2005-2010 döneminde uygulamada olacak yakıtlardır. Bu yakıtlar, biyoetanol ve biyodizel olarak ticari uygulamadadır.
- *İkinci Kuşak Motor Biyoyakıtları(2010-2030):* 2010 sonrasında esnek yakıtlı taşıtlarda kullanılabilecek yakıtlardır. Bu yakıtlar, bitkisel yağ, biyodizel (yağ asidi etil esteri), biyoetanol (selülozik kaynaklardan), biyokütleden dönüşüm teknolojileri ile elde edilen biyometanol, biyobutanol, biyo-etil tersiyer butil eter, biyo-metil tersiyer butil eter, biyo-dimetileter, biyometan, biyohidrojen ve biyokütleden sıvı yakıt teknolojisi ürünleri (BTL Ürünleri: Fischer-Tropsch Motorini ve Fischer Tropsch Benzini) şeklindedir.
- *Üçüncü Kuşak Motor Biyoyakıtları(2030 ve Sonrası):* Entegre biyorafineri teknolojisi ile ağaç, çimen, ot, atık-artıklar ve yeni yağlı tohumlardan elde edilecek sıvı ve gaz biyoyakıtlardır.

Bu çalışmada, biyoetanolün (yakıt alkolü) mevcut durumu ve geleceğinin irdelenmesi hedeflenmiş ve yakıt alkolü, yakıt alkolü-dünya, yakıt alkolü-Türkiye geleceği başlıkları ile konu incelenmiştir.

YAKIT ALKOLÜ

Yakıt alkolü, metil alkol ve etil alkolü kapsayan bir tanımlama olmasına karşın, yaygın olarak bu isim biyokütle kaynaklarından elde edilen etanol için kullanılmaktadır. Biyoetanolün üretimi, biyokütle kaynaklarından fermentasyon ve asidik hidroliz yöntemleri ile gerçekleştirilmektedir. Üretimde hangi kaynağın seçileceği iklim koşullarına göre belirlenmektedir. Şeker kamışı, şeker pancarı, melas, mısır, buğday, pirinç, patates, çavdar,

arpadan fermentasyonla, her tip selülozik biyokütleden ise, asidik hidroliz ile biyoetanöl üretilmektedir. Dünya etanol üretiminin %95'i fermentasyonla yapılmaktadır. Tablo 1'de hammaddeler-verim-maliyet konularında genel bir fikir vermek üzere biyoetanole ilişkin bazı veriler sunulmaktadır.

Tablo 1. Biyoetanöl üretimi için çeşitli veriler.

Tarımsal Ürün	Verim (ton/ha)	Biyoetanöl Verimi (litre/ton)	Biyoetanöl Verimi (litre/ha)	Üretimdeki Hammadde Maliyeti (Avro/m ³)	Üretimdeki Süreç Maliyeti (Avro/m ³)	Üretim Toplam Maliyeti (Avro/m ³)
Şeker Pancarı	66	100	6600	200-324	218	415-539
	78	100	7800			
Buğday	3.5	350	1225	220-343	284	359-482
	7.0	350	2450			
	9.0	350	3150			
Saman	-	183	-	240	355	557

Biyoetanölün motor yakıtı olarak tarihçesi içten yanmalı motorların tarihine dayanmaktadır. N.A. Otto 1897'de motor çalışmalarında alkol kullanmış, daha sonra Henry Ford tasarım çalışmalarında alkollerin yanmasını da dikkate almıştır. Bu konudaki bilimsel çalışmanın özellikle İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra yoğunlaşmış ve petrol krizleri ardından araştırma ve uygulamalar artmıştır.

Biyoetanöl alternatif bir akaryakıt olarak kullanılabileceği gibi, akaryakıt katkısı (harmanlama bileşeni), yakıt hücresi yakıtı veya biyodizel ile biyo-etil tersiyer butil eter üretiminde hammadde olarak da enerji teknolojisinde değerlendirilebilmektedir. Günümüzde biyoetanölün yakıt olarak yaygın kullanımı benzin ve motorin alternatif yakıtı olarak dört şekildedir:

- Gasohol: % 10 alkol+ % 90 benzin karışımı
- E25 : % 25 alkol+ % 75 benzin karışımı
- E85 : % 85 alkol+ % 15 benzin karışımı
- E-Dizel: En fazla % 15 oranında alkol içeren motorin (Oksi-Motorin, Diesohol) -

Benzin alternatifi olarak Gasohol, motorin alternatifi olarak E-Dizel uygulamada önde gitmektedir. E-Dizelin avantajları arasında; motorinin soğukta akış özelliğini iyileştirmesi, motorinin korozyon dayanımını, ısı kararlılığını, yağlayıcılık özelliklerini artırması, egzoz gazı emisyonları ve yaşam döngüsü emisyonları ile yakıtın kükürt içeriğini azaltması sayılabilmektedir. E-Dizelin dezavantajları olarak, düşük setan sayısına sahip olması ve yakıt tüketimindeki çok az oranda gerçekleşen artış sayılabilir. Setan sayısını artırıcı katkı maddesi eklenmesi ile, daha yüksek setan sayılı E-Dizel eldesi mümkündür. Yakıt alkolü kullanımının çevresel etkisi çok önemlidir. Örneğin, 1 litre benzin yerine E10 kullanıldığında, eğer etanol

tahıldan üretilmişse sera gazı emisyonunda %3-4, eğer selülozdan üretilmişse %6-8 oranında azalma gözlemlenmektedir.

Mevcut standartlara göre yağ asidi metil ester karışımı olarak tanımlanan biyodizelin hammaddesi olarak metanol yerine biyoetanol kullanılması da çeşitli avantajlar sunmakta olup, 2010 sonrasında esnek yakıtlı taşıt uygulamalarında, etil esterlerin de motor biyoyakıtı olarak yer bulması beklenmektedir. Etil esteri, metil ester yanında öncelikli-avantajlı kılan en önemli nokta, etanolün biyokütle kaynaklarından üretiminin uzun süredir bilinir olması ve biyoetanolün yenilenebilir çevre-dostu bir kaynak olmasıdır. Buna karşın, metanol fosil kökenli kaynaklardan üretilmektedir. Pek çok ülke, ülkemiz de dahil olmak üzere, metanol üreticisi değildir. Ancak biyoetanol dünyada yaygın olarak üretilmektedir. Biyometanolün yakın vadede ticari olması beklenmemektedir. Biyoetanol üreticisi ülkelerde, etil ester giderek önem kazanmaktadır.

YAKIT ALKOLÜ ve DÜNYA

Dünyanın en büyük biyoetanol üreticileri Brezilya ve Amerika'dır. Brezilya ve Amerika dünya biyoetanol üretiminin %65'ini sağlarken, Avrupa'nın payı %13'tür. Brezilya'da hammadde olarak şeker kamışı, Amerika ve Avrupa'da ise, tahıllar tercih edilmektedir. Yakıt alkolünün yaygın kullanımı konusunda ABD, Avustralya, Fransa, İsveç, Brezilya, Hindistan ve Tayland gösterilebilmektedir. 2005 yılı Dünya biyoetanol üretimi 44.8 milyar litre/yıl olarak belirlenmiştir. 1975 yılından 2005 yılına kadar olan Dünya biyoetanol üretimi ise Şekil 2'de gösterilmektedir. Endüstriyel ve ilaç alanlarındaki uygulamalar için yıllardır üretilen etanol üretiminde, 1970'lerin ortalarında petrol fiyatları artışı ile hızlanma görülmüş, 1980'lerin ortalarında ise petrol fiyatlarındaki azalma ile artış miktarlarında yavaşlama belirlenmiştir. Günümüzde lider motor biyoyakıt, biyoetanoldür.



Şekil 2: Dünya Biyoetanol Üretimi.

Biyoeanolün Dünya'daki ekonomik durumu incelenmek istendiğinde ise, maliyeti belirleyen temel etkenlerin kullanılan hammadde, enerji maliyeti ve yan ürünlerden elde edilen gelir olduğu görülmektedir. Tablo 2'de biyoeanol üretim maliyetleri petrol kökenli akaryakıt fiyatlarıyla da karşılaştırılarak 2004 yılı için verilmiştir. 2004 yılında buğday ve şeker pancarı kökenli biyoeanolün üretim maliyeti, benzin maliyetini (vergisiz) geçmiştir. Buna karşın, mısır etanolü üretimi çok daha ucuza yapılabilmektedir. Amerika'da üretilen mısır kökenli biyoeanol dışındaki tüm mısır kökenli biyoeanollerin maliyeti, bölgesel tedarik maliyetinden daha yüksektir.

İncelenen bu ülkeler içinde, sadece Brezilya'da yetiştirilen şeker kamışı biyoeanolünün maliyetinin hem benzinin bölgesel tedarik maliyeti, hem de vergisiz benzin maliyeti değerlerinin altında olduğu görülmektedir. Benzin ve motorin için olan yüksek vergiler, biyoeanolün üretim maliyetinin daha yüksek olmasına karşın, toplamda alkolün daha ucuza maledilmesi sonucuna neden olmaktadır. Ancak, biyoeanolün daha düşük ısı değeri olduğu karşılaştırmalarda göz ardı edilmemelidir.

Dünya'nın en büyük yakıt alkolü üreticisi olan Brezilya, 1970'lerde yakıt alkolü programını açıklayarak ulaşım sektöründe yerli biyoyakıtların payının artırılması hedefini koymuş ve bu konuda başarı sağlayarak günümüzde yakıt alkolünü benzinden daha çok kullanılır konuma getirmeyi başarmıştır. 1990'larda alkol fiyatlarının serbestleştirilmesiyle bu program biraz zorluklar yaşasa da, sonrasında etanol üretimini arttırmak için hükümet tarafından vergi muafiyetleri ve çeşitli destekler konmuş ve gelişme sürdürülmüştür.

Dünya'nın ikinci büyük biyoeanol üreticisi Amerika ise, etanol üretimini arttırmak için teşvik edici vergiler sağlamış ve bazı etanol üreticilerine ek teşvikler sağlanmıştır. Ayrıca, "Yenilenebilir Yakıt Standartları" oluşturulmuştur. Bu kanundan en çok fayda sağlayan yakıtlar, biyoeanol ve metil tersiyer butil eter olmuştur. Amerika'da en çok Gasohol uygulamadır. Mevcut yasal düzenlemeye göre, akaryakıt dağıtıcılarının 2012 yılına kadar yılda 22 milyon ton biyoeanol harmanlama zorunluluğu belirlenmiştir.

Tablo 2: Biyoetanol ve Petrol Kökenli Akaryakıt Fiyatlarının Karşılaştırılması.

Ülkeler	Biyoetanol Üretim Maliyeti(US\$/litre)				Benzin Maliyeti(US\$/litre)			Motorin Maliyeti(US\$/litre)		
	Buğday	Mısır	Şeker Kamışı	Şeker Pancarı	Vergili	Vergisiz	Bölgesel Tedarik Maliyeti	Vergili	Vergisiz	Bölgesel Tedarik Maliyeti
Amerika	0.545	0.289	-	-	0.540	0.384	0.311	0.570	0.373	0.301
Kanada	0.563	0.335	-	-	0.680	0.401	0.311	0.680	0.391	0.301
EU-15	0.573	0.448	-	0.560	1.316	0.406	0.311	1.286	0.396	0.301
Polonya	0.530	0.337	-	0.546	1.200	0.392	0.311	2.090	0.382	0.301
Brezilya	-	-	0.219	-	0.840	0.394	0.311	0.490	0.384	0.301

Avrupa Birliği'nde biyoyakıtlar içinde biyodizel üretiminin payı %80'lerde iken biyoetanölün payı %20 civarındadır. Avrupa 2006 yılı biyoetanöl üretimi 1592 milyon litredir. 431 milyon litre/yıl üretim ile Almanya en büyük biyoetanöl üreticisi olup, İspanya 396 milyon litre/yıl üretim ile ikinci sıradadır. İspanya'nın bu sektördeki başarısının ardında etanol için vergi almaması gelmektedir. Fransa 293 milyon litre/yıl üretimi ile Avrupa'nın üçüncü en büyük biyoetanöl üreticisidir. Biyoetanöl üretiminin artırılması için vergi muafiyetleri ve çeşitli teşvikler söz konusudur.

Hindistan'da 2001 yılında, etanolün benzin ile karıştırılmasının fizibilitesini tespit etmek amacıyla bir pilot program kurulmuş, 2002'de hükümet E5 satışını onaylamış, 2003'ten itibaren ise bazı bölgelerde E5 satışı zorunlu hale getirilmiştir. Tayland'da ise 2002'den itibaren nişasta, şeker kamışı ve pirinçten büyük ölçekte biyoetanöl üretimine ilgi gösterilmektedir. Üretim ve pazarı arttırmak için E10'nun benzin vergisine tabi tutulmaması, yeni üretim yerlerinin kurulması için destek verilmesi ve etanol üretimi yapanlara 8 yıllık vergi muafiyeti konulması gibi kararlar alınmıştır. Kanada'nın belirlediği hedef ise, 2010 yılında benzinin %35'inin yerinin E10 tarafından sağlanması şeklindedir.

Çin hükümeti ise dört etanol üretim tesisine devlet yardımı yapmaktadır. Çin'deki bu dört etanol üreticisinden biri ile, Brezilya'daki şeker kamışı işleyicilerinden birinin ortak şeker kamışı işleme tesisi kurmak üzere bir ortaklık kurma çalışması sürmektedir. Firmaların, Brezilya'da kurmayı düşündükleri 605.6 milyon litre/yıl kapasiteye sahip olacak şeker kamışı işleyecek tesis, Brezilya piyasasına etanol sağlayacak ve bunun yanı sıra Çin'e ihraç edilmek üzere büyük miktarlarda şeker kamışı şurubu da üretecektir. İhraç edilen bu şeker kamışı şurubu ile, Çin'deki yerel tesislerle etanol üretilecektir.

Japonya Hükümeti de, 2003'ten itibaren E3'ün satılmasına izin vermiştir. Hükümet, yerli kaynaklı biyoyakıt üretimini arttırmayı hedeflemekte ve bu amaçla etanol üretim teknolojilerinin gelişmesi, biyokütlenin değerlendirilmesi ve enerji tarımı desteklenmektedir. Ayrıca, Brezilya'nın petrol devi Petrobras ile Japon Mitsubishi firması biyoetanöl üretimi üzerine fizibilite çalışmalarını tamamlamıştır.

Yakıt alkolü konusunda ASTM D 4806-06c ve ASTM D 5798 Amerikan standartları mevcuttur. Avrupa Birliği'nde geçerli EN 228 benzin standardına göre biyoetanöl, hâmen en çok %5 oranında harmanlanarak kullanılabilir. Bu oranın %10'a çıkarılması konusunda komisyon çalışmaları halen sürmektedir. Mart 2006'da prEN 15376 (Otomotiv Yakıtları:Harmanlama Bileşeni Olarak Etanol) taslağı yayınlanmıştır. Bu standardın 2008 başında yürürlüğe girmesi öngörülmektedir. Ayrıca, çeşitli biyoetanollü yakıtlar için, E85 gibi, standart çalışmaları da bulunmaktadır. Avrupa Birliği "Taşıtlar İçin Yenilenebilir Yakıtlar: 2003/30/EC yönergesinde biyoyakıt kullanım hedefleri verilmektedir. 2005 yılı hedefi % 2 iken, ancak %1.4 oranında kullanım olmuştur. 2010 hedefi olan %5.75 değerine de ulaşmanın zor olacağı öngörülmektedir. En son belirtilen biyoyakıt katkı oran hedefleri 2015 için %8, 2020 için ise %10 olarak açıklanmıştır. Bu hedef ve Avrupa Birliği Biyoyakıt Stratejisi (COM(2006)34) ile Biyokütle Eylem Planı (COM(2005)628) kapsamında biyoetanöl önemli konumunu artarak koruyacaktır.

YAKIT ALKOLÜ VE TÜRKİYE

Yakıt alkolü Türkiye’de ilk kez 1931 yılında Ziraat Kongresi’nde gündeme gelmiştir. 1936 yılında M. K. Atatürk’ün hazırlattığı 2. Beş Yıllık Kalkınma Planında 23. bölüm sentetik benzin endüstrisine ayrılarak, bu yakıtların ithalat ile sağlanmaması ve ülke kaynaklarından yakıt üretimi gerekliliği ortaya konulmuştur. Ancak Atatürk’ün ölümü ve savaş, planın uygulamaya geçirilmesini engellemiştir. 1942 yılında orduda kullanılan benzine %20 oranında biyoetanöl katılmıştır. Yakıt alkolü konusu petrol krizleri ardından dünya genelinde patlama göstererek Ar-Ge çalışmaları başlatılırken, ülkemizde de Tekel ve Türkiye Şeker Fabrikaları, yakıt amaçlı alkol üretimini ele alarak, yakıt alkolü fabrikalarının kurulması ve mevcut fabrikaların kapasite artırılması üzerine çalışmalar başlatılmıştır. Ancak bu konu, uzun yıllar sadece bilimsel çalışmalarda sınırlı kalmıştır.

AB, Amerikan ve TSE standartlarına göre benzine hacimsel olarak en fazla %5 oranında oksijenli bileşik harmanlanabilmesi kapsamında etil alkol TS EN 228 otomotiv benzini standardına göre benzin katkısı olarak kullanılabilir. Yakıt alkolü 5015 Sayılı Petrol Piyasası Kanunu gereğince akaryakıtla harmanlanabilir bir ürün olarak tanımlanmıştır. Yakıt alkolünün yerli kaynaklardan üretimi ve akaryakıt ile eşdeğer vergiye tabi olmaksızın tanımlanması kanunda belirtilen “Akaryakıtla Harmanlanan Ürünler: Metil tersiyer bütül eter (MTBE), Etanol v.b. (yerli tarım ürünlerinden denatüre üretilenler ile biyodizel hariç) akaryakıt ile eşdeğer vergiye tabi olan ve olacak ürünleri” şeklinde ifade edilmektedir. İlgili yasal düzenlemeler ile, benzine hacmen en çok %2 oranında katılacak yerli kaynaklardan üretilen etil alkol için ÖTV değeri sıfırdır.

Ülkemizdeki alkol üretim, kullanım ve satışı T. C. Tütün, Tütün Mamülleri ve Alkollü İçecekler Piyasası Düzenleme Kurumu (TAPDK) tarafından düzenlenmekte ve denetlenmektedir. TARKİM (Tarımsal Kimya Teknolojileri San.ve Tic. A.Ş.) ilk yakıt alkolü üretim lisansına sahip, girdisi buğday ve mısır olan 40 milyon litre/yıl kapasiteye sahip üreticimizdir ve TARKİM yakıt alkolü, 2005 yılında POAŞ ürünü kurşunsuz benzine %2 oranında katılarak “BioBenzin” markası ile piyasaya arz edilmiştir. Pankobirlik’in 84 milyon litre/yıl kapasiteli Çumra Alkol Fabrikası (şeker pancarı) ve 26 milyon litre/yıl kapasiteli Tezki-Adana (buğday ve mısır) fabrikalarının halen deneme üretimleri sürmektedir. Bu fabrikaların ürünü biyoetanölün de, 2008 itibarı ile akaryakıt sektörüne arzı başlayacaktır. 21 Kasım 2006’da Biyoetanöl Üreticileri Derneği kurulmuştur. TAPDK verilerine göre tesis kurma izni aşamasındaki olası yakıt alkol kapasitesi 102 milyon litre/yıl’dır.

Yakıt alkolü üretimi için en önemli hammaddelerden biri olan şeker pancarı tarımı Türkiye’de iyi bilinmekte olup, Pankobirlik çatısı altında 32 milyon dekar sulanabilir arazide yapılmaktadır. Münavebeli ekim ile bu alanın sadece %20-25’lik kısmı kullanılabilir. Yeni şeker rejimine göre, kotaya uygun şeker pancarı tarımı 3.5 milyon dekar arazide yapılacağından geriye kalan 4.5 milyon dekarlık arazi biyoetanöl üretimine yönelik enerji tarımında kolaylıkla kullanılabilir. Dolayısıyla, ülkemizde her yıl şeker pancarına dayalı 2-2.5 milyon ton biyoetanöl üretim potansiyeli mevcuttur. Bu değer, 2005 yılı sivil benzin tüketimimizin %90’lık kısmına karşılık gelmektedir. Mevcut durumda şeker sanayi bünyesinde bulunan alkol üretim tesislerinde yapılacak rehabilitasyon çalışmaları ile de, yılda 78.5 milyon litre yakıt etanolü üretim potansiyeli bulunmaktadır.

SONUÇ

Yakıt alkolü günümüzün en büyük üretim kapasitesine sahip biyorafineri ürünüdür. Dünya’da biyoetanölün üretim ve kullanımının artırılması için hükümet destekleri, Ar-Ge çalışmaları, özellikle selülozik etanol üretimi için yoğun çalışmalar sürmektedir. Türkiye mevcut 3 tesisi, artan ticari ilgi, yeni tesis projeleri ve akademik çalışmalarla yakıt alkolü için olumlu bir konumdadır. Resmi erk ilgi ve desteği umut vermektedir. Akaryakıt sektörüne yakıt alkolü arzı attıkça, OTV muafiyet katkı oranının artırılması ilgili makamlarca kolaylıkla yapılabilecektir. Böylelikle, kademeli olarak E5 kullanımına geçilebilir. Biyoetanöl katkılı benzin kullanımı yanı sıra, diğer alkolü yakıt seçenekleri için, başta E-Dizel olmak üzere, gerekli yasal düzenlemeler konusunda geç kalınmamalıdır.

Ülkemiz iklim ve tarım gücü ile, yakıt alkolü üretimi için önemli bir potansiyele sahiptir. Türkiye’de toplam arazinin sadece %33,1’lik kısmı işlenmekte olup, işlenmeyen arazinin %3’ü tarıma uygundur. Bu alanın enerji tarımında kullanılması ülkemizin ulusal kaynaklarını değerlendirilmesi açısından, kaynak çeşitliliği hedeflerine ulaşılması açısından ve istihdam yaratması açısından fayda sağlayacaktır. Ayrıca, yan ürün olarak elde edilen yem potansiyeli ve hayvancılığa getireceği katkı da kesinlikle unutulmamalıdır. Enerji tarımı için, gerekli teşvik ve destekler sağlanmalıdır. Ulusal kaynaklardan üretilecek çevre dostu olan yakıt alkolünün, enerji arz güvenliğinde artış sağlama, ekonomiye katkı ve stratejik önemleri de göz ardı edilmemeli ve biyoetanöl üretimi- karbon ticareti avantajı mutlaka dikkate alınmalıdır.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, ülkemizde yakıt alkolü konusunda uğraş vermiş çiftçi, akademisyen, resmi erk mensuplarına ve girişimcilere içten teşekkürlerini sunarlar.

KAYNAKLAR

1. Karaosmanoğlu, F., 1990. Alkolü benzinlerin alternatif motor yakıtı olarak değerlendirilmesi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
2. İşler, A., 2007. Kanola Yağı Etil Esteri ve E-Dizel, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
3. Karaosmanoğlu, F., Işığür-Ergüdenler, A., Aksoy, H.A., 1998. “Alcohol Fuel Researches in Turkey”, Energy Sources, 20, 10, 955-960.
4. Karaosmanoğlu, F., 2006. “Biyoyakıt teknolojisi ve İTÜ araştırmaları”, ENKÜS 2006-İTÜ Enerji Çalıştayı ve Sergisi, İstanbul, 22-23 Haziran, s.110-125.
5. Karaosmanoğlu, F., 2004. “Enerjinin önemi, sınıflandırılması ile kaynak ihtiyaç dengesi ve gelecekteki enerji kaynakları”, Dünya ve Türkiye’deki Enerji ve Su Kaynaklarının Ulusal ve Uluslararası Güvenliğe Etkileri Sempozyumu, Harp Akademileri Basımevi, İstanbul, 15-16 Ocak, s.11-40.
6. Bendz, K., 2006. Biofuels Annual 2006, USDA Foreign Agricultural Service Gain Report, E36122, USA.
7. Riso National Laboratory, 2003. New and emerging bioenergy technologies, Riso Energy Report 2, Ireland.

8. International Fuel Quality Center, 2004. Setting a quality standard for fuel ethanol report, USA.
9. Australian Government, 2003. Appropriateness of a 350 million litre biofuels target report, Australia.
10. AGR/CA/APM (2005)24/ OECD Final Report. Working party on agricultural policies and markets impacts of future growth in the production of biofuel, USA.
11. Environmental Protection Agency, 2006. Diesel for road transport, USA.
12. Peebles, J., 2003. Fuel ethanol in California, Clean Fuels Technology Forum, 4 September, Sacramento, USA.
13. Karaosmanoğlu, F., 2005. Yakıt alkolü, Gas and Power, Ağustos, s.3.
14. Pankobirlik Rapor, Özel Yazışma, Ekim 2007.
15. International Energy Agency, 2006. Key world energy statistics report, <http://www.iea.org>
16. Renewables global status report, 2006, <http://www.ren21.net/globalstatusreport/>
17. Sandrine Dixon, 2006, November. EU Policy Developments, IFQC Technology and Policy Briefing, France.
18. Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Resmi Sitesi, <http://www.dektmk.org.tr>
19. American Coalition for Ethanol Sitesi, <http://www.ethanol.org>
20. Earth Policy Institute Sitesi, <http://www.earth-policy.org>

BIYOYAKIT ÜRETİM TEKNOLOJİLERİ VE BIYOKÜTLENİN SIVILAŞTIRILARAK AKARYAKITA DÖNÜŞTÜRÜLMESİ

Fadime Taner

Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Mersin
e-mail fadimetaner@yahoo.com

ÖZET

Dünya nüfusunun artması, enerji ve gıdaya olan gereksinimi de artırmaktadır. Var olan enerji kaynaklarının bir gün biteceği gerçeği, insanoğlunu sürdürülebilir enerji kaynaklarına yönlendirmiştir. Bu kaynakların başında, güneş enerjisinin doğal olarak depolandığı, biyolojik yolla üreyen bitkiler-biyokütle gelmektedir.

Bu çalışmada var olan yakıt türleri, yakıt olarak kullanılabilen yakıt kaynakları ve bu kaynakların etkin yararlanmada kullanılan teknolojiler, üretilen yakıt tür ve özellikleri verilerek, biyokütlenin yüksek sıcaklık ve basınçta akaryakıt dönüşüm koşulları ve koşullara bağlı olarak üretilen akaryakıt özellikleri ile çalışma bulguları verilmektedir.

Yapılan araştırma bulgularında biyokütlenin %70'inin akaryakıt türü maddeye dönüştüğü ve bu maddenin hidrokarbon türü çok sayıda bileşikler karışımı olduğu saptanmıştır. Çalışma bulgularına dayalı olarak ülkemizde biyokütlenin akaryakıt dönüşüm sistemlerinin geliştirilmesi ve uygulamaya geçirilmesi için öneriler getirilmiştir.



OTOMOTİV SANAYİİ DERNEĞİ
AUTOMOTIVE INDUSTRY ASSOCIATION

“Biyoyakıtlar ve Otomotiv Sanayii”

Prof.Dr.Ercan TEZER
Genel Sekreter
OTOMOTİV SANAYİİ DERNEĞİ

BİYOYAKITLAR ve BİYOYAKIT TEKNOLOJİLERİ SEMPOZYUMU

TMMOB Kimya Mühendisleri Odası ve TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

Ankara,12/13.Aralık.2007



OICA

ODETTE



Otomotiv Sanayii

- **Küresel**
(70 Milyon Adet Üretim / 62 Ülke)
- **Yoğun**
(10 Şirket / Üretimin % 90 ı)
- **Yüksek Çarpan Etkisi**
(Katma Değer / Güvenilir Vergi Geliri / Nitelikli İstihdam / Tedarik Zinciri Etkinliği)
- **Yoğun Rekabet / Yüksek Müşteri Beklentisi**
(Daha Fazla Güvenlik / Daha Yüksek Konfor / Uygun Fiyat)
- **Ürün Çeşitliliği**
(Otomobil – Sosyal Statü / Ticari Araçlar – Yatırım Aracı)
- **Küresel Düzeyde Yoğun Teknik Mevzuat**
(Emisyon / Güvenlik / İklim Değişikliği)

Küresel Başarı Tüm Süreçlerde Yenilikçilik

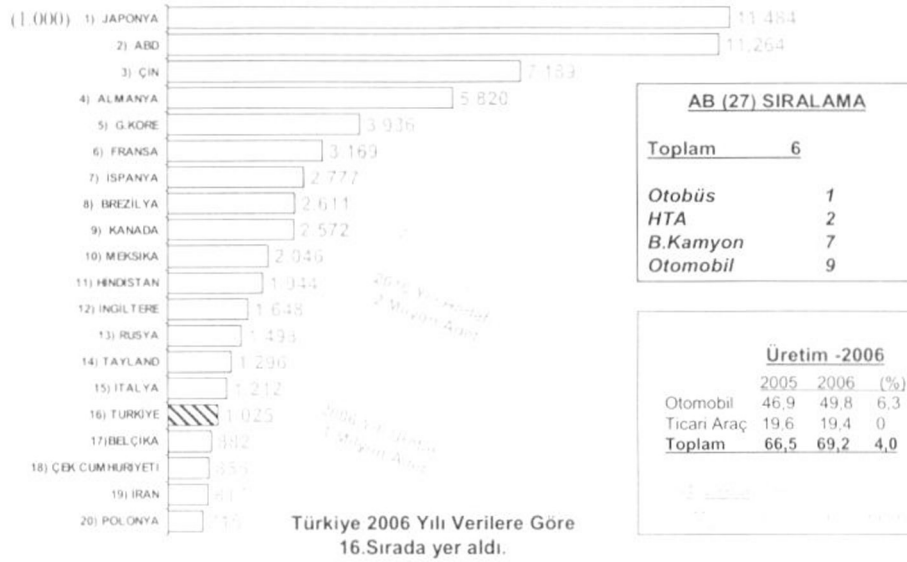


Ulaştırma Sektörü ve Otomotiv Sanayii

- Ulaştırma Sektörü Ekonomik Gelişmenin Temelidir
- Otomotiv Ürünleri Enerji Tüketerek İnsan ve Yük Hareketliliği Sağlar
- Enerji Tüketiminde Arz-Talep Dengesi İle Ulaştırma Sektörünün Sürdürülebilir Gelişmesi İle Yakından İlgilidir
- Aşırı Yükselen Petrol Fiyatları Karşısında Biyoyakıtlar Alternatif Olarak Gündemdedir
- Yenilebilir Bu Ürünlerin Temel Kaynağı Tarım Sektörüdür
- Biyoyakıtların Üretimi İle Tarım Sektörü ve Gıda Üretimi Dengesi Kurulurken Çevre Etkileri Dikkate Alınmalıdır

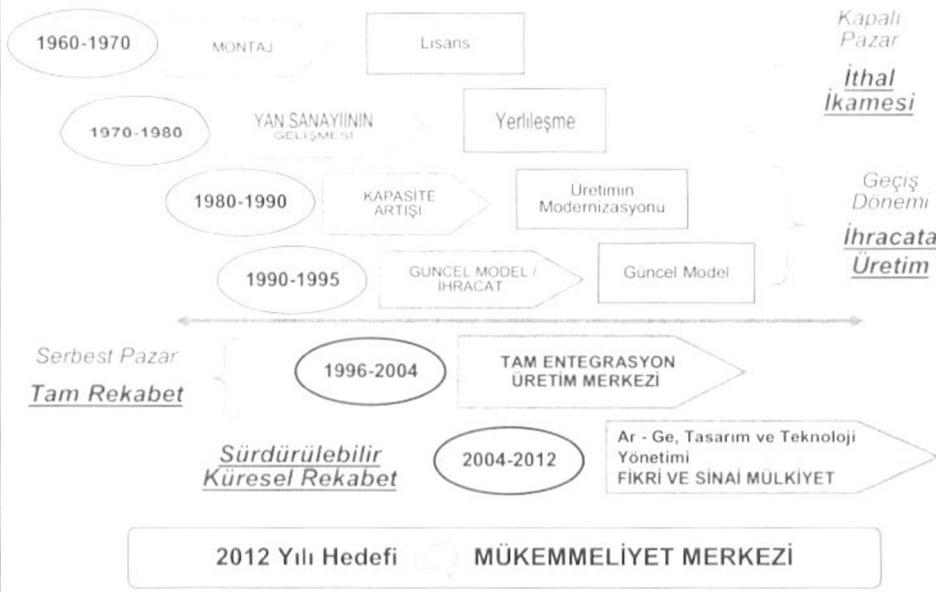


Ülkelere Göre Üretim (2006)





Otomotiv Sanayiinin Gelişme Süreci: 1960 / 2012



Türkiye'de Otomotiv Sanayii

Üretimin
% 85'i Marmara
Bölgesinde





Vizyon ve Hedefler

Otomotiv Sanayinin Vizyonu

2015 yılında 2 milyon adet üretim ile dünya otomotiv üretiminde ilk 10, AB'de ilk 3 ve ArGe'de ilk 5 olma hedefi.

Otomotiv Sanayinin Stratejik Hedefleri - 2015

Yılda 2 Milyon Adet Üretim ile

- Dünya'da Toplam Üretimde İlk 10
- AB'nde Toplam Üretimde İlk 3
- AB'nde ArGe'de İlk 5



Otomotiv Sektörünün Çevresel Etkileri

I. Üretim Aşamasındaki Çevresel Etkiler

Üretim aşamasındaki çevresel etkiler, üretim süreci boyunca ortaya çıkar.

II. Motorlu Araçların Kullanım Ömrü Boyunca Oluşturduğu Etkiler

Etkiler, araçların kullanım ömrü boyunca oluşur.

III. Kullanım Ömrünü Tamamlamış Araçlar

)



Türkiye'de Akaryakıt Mevzuatı

- Emisyon Mevzuatı İle Belirlenen Seviyelere Ulaşılması Pazarda Akaryakıt Kalite Güvencesi Doğrudan İlgilidir
- Emisyon Mevzuatı İle Birlikte, Uygun Kalitede Yakıtın da Piyasada Bulundurulması Gerekir
- 5015 Sayılı Petrol Piyasası Kanunu Kapsamındaki Mevzuat ile Akaryakıt Kalitesinde Belirgin bir Düzeltme Sağlandı
- Emisyon Mevzuatı Uygulanmasında Gereken Akaryakıtın Özellikleri "98/70/AT Benzin Ve Motorin Kalitesi Yönetmeliği" İle Belirlendi
- 01.01.2008 Tarihinden İtibaren Benzin ve Dizel Araçlarda AB "EURO IV" Emisyon Mevzuatı Geçerli Olacaktır



Kullanım Ömrünce Oluşan Etkiler

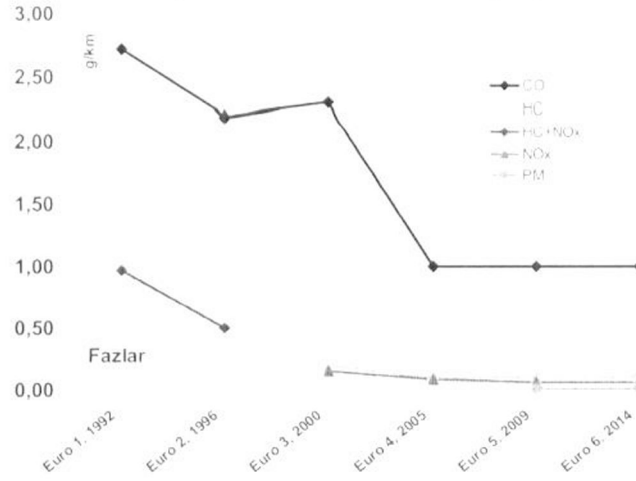
(Egzoz Emisyonu ve CO₂)

- Ulaştırma Sektörü, Ülkemizde Toplam Enerji Tüketimi İçerisinde Yaklaşık % 25 Paya Sahip Bulunmaktadır
- Sektörün Ülkemizde Toplam CO₂ Emisyonu İçerisindeki Oranı 2004 Yılında % 19 Dolayındadır
- Yolcu (% 95) Ve Yük (% 91) Taşımacılığının Önemli Bölümü Karayolu Ulaşımı İle Sağlanmaktadır

Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan Kirlетici Egzoz Gazları Emisyonunun Kontrolünde, Gümrük Birliği Mevzuat Uyumu İle Başlayarak Son Yıllarda Önemli Adımlar Atılmıştır



Egzoz Emisyonlarında Değişimi (Benzin Motorlu M1 Araçlar)



1992 Yılından Bugüne Uygulanan Emisyon Mevzuatından Dolayı
Önemli Oranda Azalma Sağlanmıştır



Otomobil+Hafif Ticari Araçlarda CO₂ Emisyonlarının Yeni Hedefleri

Avrupa Parlamentosu'nun 24.01.2007 Tarihli Toplantısında ;

- Otomotiv Sanayinin 2008 Yılı İçin 140 gr CO₂/km Olan Gönüllü Taahhüdünün Başarısızlığı
- Bu Nedenle 2015 Yılında Pazara Giren Otomobillerin Ortalama Değerinin 120 gr CO₂/km Sınırını Aşmaması
- 2020 Yılında Ortalama Değerin 95 gr CO₂/km Sınırını Aşmaması
- 2025 Yılında Ortalama Değerin 70 gr CO₂/km Sınırını Aşmaması Belirlenmiştir:

1995	186 gr CO ₂ /km
2003	164 gr CO ₂ /km
2008/2009	140 gr CO ₂ /km
2012	120 gr CO ₂ /km



Otomobil+Hafif Ticari Araçlarda CO₂ Emisyonu İçin Yeni Düzenlemeler

Hedefler:

- Motor Teknolojisindeki Gelişmeler İle Yeni Otomobillerin Filo Ortalaması 130 grCO₂/km Olması Ve 10 grCO₂/km'lik İndirimin Diğer Teknolojik Gelişmeler Ve
- Klima Sistemlerinde Minimum Verimlilik Gerekliliklerinin Belirlenmesi
- Lastik Basınç Gösterge Sistemlerinin Zorunlu Olarak Uygulanması
- Otomobil Ve Kamyonet Lastiklerinde Maksimum Yuvarlanma Direncinin Sınırlanması
- Vites Değiştirme Göstergelerinin Kullanımı
- Hafif Ticari Araçlarda (Vanlarda) CO₂ Emisyonunun 2012'de 175 grCO₂/km ve 2015'de 160 grCO₂/km Olması
- Çevresel Performansın Artırılması Amacıyla



AB Otomotiv Sanayinde Yeni Yaklaşımlar (ACEA'nın Görüşleri)

- ACEA, 2012 için 120 grCO₂/km Hedefine Sadece Araç Teknolojisi İle Ulaşılabilmesi Gerçekçi Değildir
- Geleneksel Araç Teknolojisi Gelişimi Konusunda Fiziksel Sınırlara Varılmıştır
- Regülasyonlar Ve Tüketici Talebi Emisyon Azaltımı Konusunda Üreticileri Çok Sınırlamakta Ve Maliyeti Yükseltmektedir.
- AB Komisyonu Biyoyakıtlar, Tamamlayıcı Araç Teknolojileri Ve Eko-Sürüş Gibi Azaltım Yöntemlerine Gerekli Kadar Önem Vermemektedir
- Ek Unsurlarla "Entegre Yaklaşım" Önermektedir;



Biyoyakıtlar

- Biyoyakıt, Bitkisel Ve Hayvansal Kökenli Ürünlerdir
- Kaynakları Yenilenebilir
- Bu Kaynaklar "Biyomas – Biyo Kütle" Olarak Anılır
- Biyoyakıtların Tarım Kesimi İle Doğrudan İlgisini Belirtmek Üzere "Agrofuel – Tarımsal Yakıt" Adı da Kullanılmaktadır
- AB'nde Biyoyakıtlar Kullanım Payı İçin Hedefler:
 - 2005 Yılında % 2
 - 2010 Yılında % 5.75
 - 2020 Yılında % 10
 - 2030 yılında % 27



Biyoyakıtlar ve Ekonomi

- Biyoyakıtlar Gelişmiş Ekonomilerde Alternatif Yakıt Olarak:
 - Kaynağı Sınırlı Olan Fosil Kökenli Ürünlere Bağımlılığı Azaltmakta
 - Tarımda Yeni Alanlar Yaratmakta
 - Aşırı Tarımsal Üretimi Dengelemekte
 - Atık Ürünleri Değerlendirmekte
 - Egzoz Emisyonlarının Etkisini Azaltmakta
 - Olumlu Çevresel Etkisi İle İklim Değişikliği Tehdidi Azaltmakta
 - CO₂ Dengesini Düzeltmektedir
- Biyoyakıtlar Aşağıdaki Ortaklarla Doğrudan İlgilidir
 - Tarım Sektörü
 - Orman Ürünleri Sanayi
 - Biyoyakıt Üretim Sanayi
 - Akaryakıt Sektörü
 - Otomotiv Sanayi



Biyoyakıtlar ve Tarımsal Üretim

- Biyoyakıtlar AB ve ABD Gibi Gelişmiş Ekonomilerde Alternatif Yakıt Olarak Yaygınlaşmaktadır
- İklim Değişikliğinin Azaltılması Hedefleri Bu Gelişmeyi Tetiklemektedir
- Kaynak Olarak Tarımsal Üretime Dayanması Sonucu Artan Talep :
 - Yeni Alanların "Gıda Üretimi" Aleyhine Genişlemesine
 - Güney Yarıkürede Tropik Orman Alanlarının "Yıllık Bitkilere" Açılmasına
 - Daralan Tarım Alanları Nedeni İle Gıda Fiyatlarının Yükselmesine
 - Büyük Üretim Alanlarının, Küçük İşletmeler Aleyhine Genişlemesine
 - Yol Açmaktadır
- Ormanların ve Meraların Bu Şekilde Değişimi, Ek ve Sürekli CO₂ Kaybına Neden Olmaktadır



Alternatif Yakıt Sistemleri / Biyoyakıtlar

- Emisyonların Azaltılmasında Değişik Alternatifler Tartışılmaktadır
 - Karışık Yakıtlar (Benzin+Etanol / Biyodizel)
 - Çift Depolu Yakıtlar (Benzin+LPG / Benzin+CNG)
 - Çift Yakıt (Motorin+CNG)
 - Hibrid Elektrik Araç
 - Bataryalı Elektrikli Araç
 - Fuel Cell
 - Hidrojen
- Alternatif Yakıtlar İçinde Biyoyakıt Olarak (Benzin+Etanol) ve (Biyodizel) Gündemdedir
- Yeni Teknolojilerin Ticari Olarak Uygulanması Uzun Bir Süre Almaktadır
- Yeni Yakıtların Mevcut Yakıtlarla Rekabeti İçin, Geniş Yatırımların Yapılması Gerekir



Biyodizel Yakıtı

- Biyodizel, Bitkisel Ve Hayvansal Yağlardan Esterleştirme Prosesi İle Elde Edilen EN 14214 Mevzuatına Uyan Bir Metil Esteridir
- Metanol İle Bitkisel Yağlardan Transesterifikasyon Reaksiyonu (Alkoliz) İle Biyodizel ve Yan Ürün Olarak Gliserin Elde Edilir
- Doğrudan CO₂ Azalması Sağlamaz Ancak, Yağ Bitkisinin Yetiştirilmesindeki CO₂ Tüketimi İle Kazanım Yaratır
- Halen % 5 Oranında Katılım İle ve Elde Edilen Biyodizel EN 590 Mevzuatına Uymak Kaydı İle Tüm Araçlarda Kullanılır
- Özel Yapılı Yakıt Sistemleri İle Bu Oran % 100 e Kadar Arttırılabilir
- Üretim, Pazarlaması ve Kullanılması 5015 Sayılı Petrol Piyasası Mevzuatına Tabidir



Biyodizel Kullanmada Sorunlar

- Düşük Sıcaklıklarda Viskozite Artışı ve Akışkanlık Azalması
 - Oksidasyon Stabilitesi Eksikliği İle Depoda Çökme ve Sakız Maddesi Oluşumu
 - Nem Çekmesi İle Mikroorganizma Gelişimine Neden Olması, Suyun Korrozif Etkisi
 - Yüksek Karşım Oranlarında Metil Esterlerin Yakıt Sistemindeki Contalarda Eritici Etkisi
 - Solvent Etkisi İle Yakıt Depolarında Çökeltileri Çözümleyerek Sistemde Tıkanmaya Yol Açması
- Bakır Alaşımları, Çinko, Kurşun, Döküm Demir, Mangan Üzerinde Aşındırma Etkisi



Benzin+Ethanol

Ethanol (Etil Alkol) Değişik Tarım Ürünlerinden Elde Edilir

Bu Amaçla Mısır, Şeker Kamışı, Şeker Pancarı, Patates, Hububat Artıkları veya Ahşap Artıkları Kullanılır

- Yürürlükteki Mevzuat Genel Uygulamada % 5 Karışımı Öngörmektedir
- Benzin İle % 85 e Kadar (E85) Karıştırılarak Kullanılabilir
- Buharlaşıma Niteliği Nedeni İle Depolanması Özel Önlem Gerektirir



Emisyon Azaltışında AB Paralelinde Türkiye İçin Politika Önerileri

- Taşımacılık Modlarının Dengelenmesi
- İleri Motor Teknolojisinin Gerektirdiği Yakıt Kalitesinin Ülke Çapında Tüketicilere Sunulması
- Biyoyakıtın Üretim; ArGe ve Kullanımında Vergisel Teşvikler
- Araçların Hurdaya Ayrılması ve Yeni Araç Alımının Teşvik Edilmesi
- Karayolu Altyapısının Geliştirilmesi
- Dönemsel Araç Muayene Sisteminin Kurulması
- Etkin Ağırlık Kontrollerinin Yapılması
- Kullanılmış Araç İthalinin Sürekli Kısıtlanması
- Etkin Şehir İçi Trafik Yönetimi; Akıllı Ulaşım Sistemleri
- Emisyon Azaltıcı Tekniklere Dayalı Çevreci Sürücü Eğitimi



Sonuçlar

- Motorlu Taşıtlar, Yük ve Yolcu Taşımacılığının Önemli Unsurudur
- Fosil Yakıtlara Dayalı Enerji Tüketir ve Çevreye Zararlı Gaz ve CO₂ Salarlar
- Biyoyakıtlar Yenilebilir Kaynaklardan Üretilir, Fosil Kaynaklara Bağımlılığı Azaltır ve Tarım Sektöründe Yeni İş Sağlar
- Biyoyakıtlara Talebin Artması, Gıda Üretimi Ve Sürekli Yeşil Alanların Aleyhine Gelişebilir
- Biyoyakıtlar Gıda Üretimini Engellemeden, Boş Tarım Alanlarından Elde Edilen Ürünler İle, Yağ Atığı ve Tarımsal Atıklardan Üretilmelidir



Öneriler

- Çevreye Zararı Azaltmak
- Fosil Kaynaklar Yerine, Yenilebilir Yakıt Kaynaklarını Kullanmak
- Tarım sektöründe Yeni İş Alanları Açmak Üzere **Biyoyakıtın Ulusal Kaynaklarla Üretimi ve Kullanımı**
- Otomotiv, Biyoyakıt, Akaryakıt ve Tarım Sektörlerinin Ortak Olduğu Ulusal Bir Program İçinde Düzenlemelidir
- Bu Amaçla ArGe Çalışmaları, Yatırımları ve Kullanımı Özel Desteklere Kavuşturulmalıdır



OTOMOTİV SANAYİİ DERNEĞİ
AUTOMOTIVE INDUSTRY ASSOCIATION

İlgilerinize Teşekkür Ederiz

INTERNET

<http://www.osd.org.tr>

e-MAIL

osd@osd.org.tr



OICA

ODETTE

STANDARTLARA UYGUN BİTKİSEL YAĞLARIN TARIM TRAKTÖRLERİNDE DOĞRUDAN YAKIT OLARAK KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

Hüseyin ÖĞÜT⁽¹⁾ Hidayet OĞUZ⁽²⁾ Tanzer ERYILMAZ⁽¹⁾ Hakan O. MENGEŞ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Mak. Bölümü 42075 Kampüs /Konya

⁽²⁾ Selçuk Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Tarım Mak. Programı 42075 Kampüs /Konya

biyodizel@selcuk.edu.tr

ÖZET

Artan enerji talebi, enerjide sürdürülebilirliğin sağlanması, enerji güvenliği ve çevrenin korunması gibi faktörler alternatif enerji arayışlarını hızlandırmıştır. Biyodizel de dizel motorlar için düşünülen, kullanılabilirliği ispatlanmış alternatif bir yakıttır. Ancak Türkiye’de gerek mevzuat eksikliği gerekse uygulanan yaptırımlar biyodizel üretiminde, kullanımında ve satışında istenilen başarıya ulaşılmasına engel olmuştur. Bu olumsuz gidişattan diğer sektörler gibi tarım kesimi de olumsuz etkilenmiş ve sonuçta ham madde temininde sorunlar yaşanmıştır. Bu çalışmada aspir, soya, hardal, kolza gibi değişik yağların yakıt özellikleri incelenerek motorda doğrudan kullanımı karşılaştırmalı olarak araştırılmıştır.

Sonuçta, bitkisel yağların özellikle tarım traktörlerinde doğrudan kullanımı ile ilgili sürdürülebilir çözüm önerileri geliştirilmiştir.

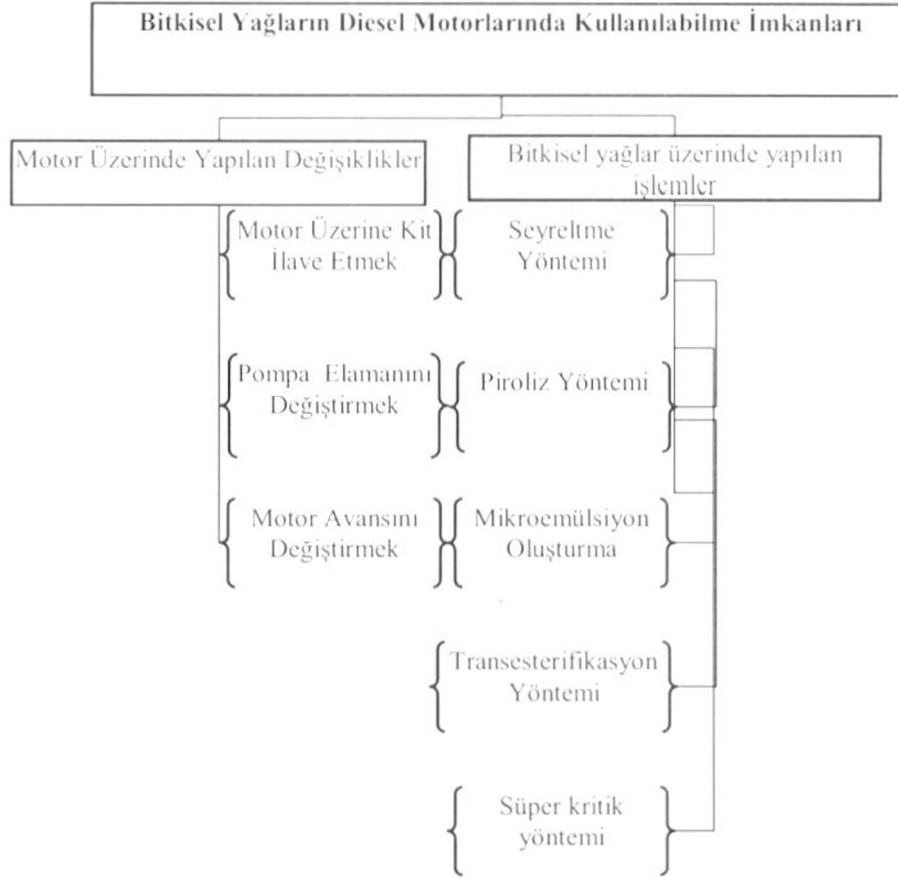
Anahtar Kelimeler: Bitkisel yağlar, aspir, hardal, soya, tarım traktörü

GİRİŞ

Bitkisel yağlar, bazı tarım ürünlerinin meyve, çekirdek ve tohumlarının işlenmesi neticesinde elde edilmektedir. Bunlar petrol esaslı yakıtlardan farklı kimyasal yapıya sahiptirler. Dizel yakıtı büyük oranlarda parafinler ve aromatiklerden oluşmasına karşılık, bitkisel yağlar yağ asitlerinin gliserinle yapmış olduğu esterlerdir. Bu esterlere gliserid adı verilir. Gliserin molekülünü oluşturan 3 alkol grubu yağ asitlerinin esterleşmesi ile trigliserid adını alır. Trigliserid deki doymamış yağ asitlerinin cinsi ve miktarı, bitkisel yağın özelliklerini oluşturmaktadır.

Toksik artıklar, ozon tabakasının incelmesi, yeryüzü sularının kirlenmesi, hava kirliliği ve toprak kirliliği gibi terimler çevre ile ilgili günümüz dünyasında gündemi oluşturan terimlerdir. Artan çevre bilinci endüstri ve çevre bilimcilerinin halkı bilinçlendirmesi için faaliyetlerde bulunmasına sevk etmiştir. Dünyada birçok hükümet bunu dikkate almış ve bununla ilgili olarak çevre dostu ürünlerin kullanımı için yasa çıkarmıştır. Bitkisel yağların yakıt ve yağlayıcı olarak kullanılması bu uygulamalara örnektir (Oğuz, 2004).

Aşağıdaki şekilde bitkisel yağların kullanım yöntemlerine ilişkin şema verilmiştir.



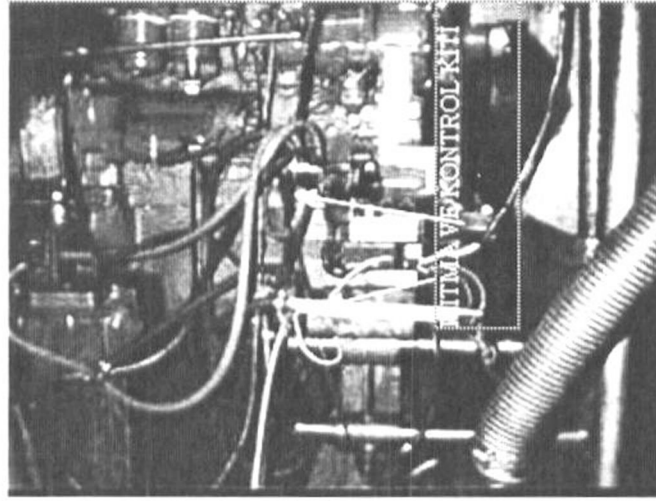
Bitkisel yağların yüksek yakıt standardına uygun olmadan doğrudan motorlarda kullanımı yakıt enjeksiyon pompasında, enjektörlerde ve yanma odasında problemlere yol açmaktadır. Bu nedenle yüksek olan viskoziteyi azaltmak veya yağı motora uygun hale getirmek için çalışmalar yapılmıştır. Bunlar ya bitkisel yağların yakıt özelliklerini iyileştirme yönünde ya da motorda birtakım değişiklikler yapılarak sağlanmıştır. Bitkisel yağlar üzerinde yapılan kimyasal işlemler içerisinde en fazla kabul göreni transesterifikasyon yöntemidir. Bu yöntemle elde edilen yakıtı biyodizel denilmekte ve TSE 14214 numaralı standartta olması gereken özellikleri verilmektedir. Türkiye’de 2006 yılı itibarı ile 290 adet biyodizel üretim tesisi kurulmasına rağmen pompada satış izninin çıkmaması, lisans alımının oldukça zor olması gibi faktörler birçok üreticinin üretimden vazgeçmesine neden olmuştur. Bu gidişattan çiftçilerde etkilenmiştir. Yapılan bu çalışmada bitkisel yağların motorda modifikasyon yapılarak doğrudan kullanımı araştırılmış, Avrupa Birliği Ülkeleri için doğrudan kullanılan yakıt olarak kullanılacak bitkisel yağın standart özellikleri ile bu özelliklerin sağlanabilmesi için yapılabilecek çalışmalar konusunda öneriler getirilmiştir.

Bitkisel yağlar doğrudan, biyodizele dönüştürülmeden de motor yakıtı olarak kullanılabilir. Ancak bu durumda motorun petrodizel yakıtıyla çalıştırılması ve

bitkisel yağın ısıtılması gerekir. Bitkisel yağın doğrudan yakıt olarak kullanımında yağın yeni ya da atık kızartma yağı olması fark etmemektedir (Öğüt ve Oğuz 2006)

Ancak bu uygulama, motorda ısıtıcı bir sistemin (kit) kullanımını gerektirir. Bunun için motor, önce petrodizel ile çalıştırılır, motor soğutma suyunun sıcaklığından faydalanarak bitkisel yağın viskozitesi, petrodizel viskozitesinin düzeyine düşürülür. Ancak bu kullanım şeklinin motor garantisi açısından iyi incelenmesi gerekir.

Oğuz ve ark. Yaptıkları çalışmada motora bir kit ilave ederek çeşitli bitkisel yağları yakıt olarak denemişler ve bu yağların motor performansına etkisini incelemişlerdir. Şekil 1’de motora monte edilen kitin resmi görülmektedir.



Şekil 1. Motora ısıtma ve kontrol kitinin adapte edilmesi (Oğuz ve ark. 2004)

Dünyada bitkisel yağlar üretimini en büyük pay soyaya aittir bunu kolza ve diğer yağ bitkileri izlemektedir. Tablo 1’de Dünyada üretilen bazı yağlı tohumların üretimdeki % payları verilmiştir. Tablo 2’de ise Bazı Ülkelerin Dünya Yağlı Tohum Üretimindeki Payları verilmiştir (Öğüt ve ark 2006)

Tablo 1. Dünyada üretilen bazı yağlı tohumların üretimdeki payları (%)

Soya	53
Kolza / Kanola	13
Pamuk Çiğiti	12
Ayçiçeği	10
Yer Fıstığı (kabuklu)	7
Diğerleri (palm, susam, keten, hintyağı)	5

Tablo 2. Bazı Ülkelerin Dünya Yağlı Tohum Üretimindeki Payları

ABD	29.0
Çin	14.0
Brezilya	11.0
Hindistan	10.0
Arjantin	9.0
Avrupa Topluluğu	5.0
Kanada	4.0
Eski Sovyetler	4.0
Türkiye	0.8

Türkiye’de üretilen yağ bitkilerinin ekiliş alanları, bitkilerin yağ oranları, üretim verimleri ve üretim miktarları tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Yağ Bitkilerinin Ekiliş Alanları, Bitkilerin Yağ Oranları, Üretim Verimleri ve Üretim Miktarları. (Balo ve Yücel 2007)

Yağ bitkisinin Adı	Ekiliş alanı(ha)	Yağ oranı (%)	Üretim verimi (kg/ha)	Üretim mik. (ton)
Yer fıstığı	34 000	35-55	2353	80 000
Soya	31 000	13-25	2419	75 000
Kolza	7	40-45	1286	9
Aspir	134	9-28	933	125
Ayçiçeği	585 000	40-50	1538	900 000
Keten tohumu	650	30-40	600	390
Susam	73 000	45-59	411	30 000
Haşhaş	60 052	44-50	470	28 249
Pamuk tohumu	741 407	16-24	1703	1 262 583
Mısır	515 000	17-18	3689	1 900 000
Kenevir tohumu	1600	-	225	360
Türkiye toplamı	2 036 850	-	-	4 266 716

Tablo 4’te Bazı yağların birbirleri ile ilişkisi olan Oksidatif Stabilité Oranları ve İyot Sayıları verilmiştir.

Tablo 4. Katı ve Sıvı Yağların Oksidatif Stabilit  Oranları (Brien ve Richard 1998)

Sınıflandırma	Katı ve Sıvı Yağlar	Temel Oksidatif Stabilit�	Toplam �ift Baėlar	Hesaplanmış İyot Değeri
En Kötü	Aspir	9.546	168.8	146.1
	Soya fasulyesi	8.579	153.7	133.1
	Ayçiçeği	8.489	156.3	135.3
	Mısır	7.708	148.4	128.4
	�iėit	6.895	130.1	112.6
	Kolza	5.349	131.3	113.3
	Yer fıstığı	4.326	112.6	97.1
	Domuz Yağı	2.426	68.5	59.3
	Yüksek Oleikli Ayçiçeği	1.894	99.4	85.6
	Zeytin	1.740	95.6	82.4
	Palm	1.724	60.8	81.8
	Yüksek Oleikli Aspir	1.710	96.8	83.3
	Donyaėı	1.267	55.6	48.4
	Palm �ekirdeėi	0.430	20.1	17.2
En İyi	Hindistancevizi	0.360	11.0	9.6

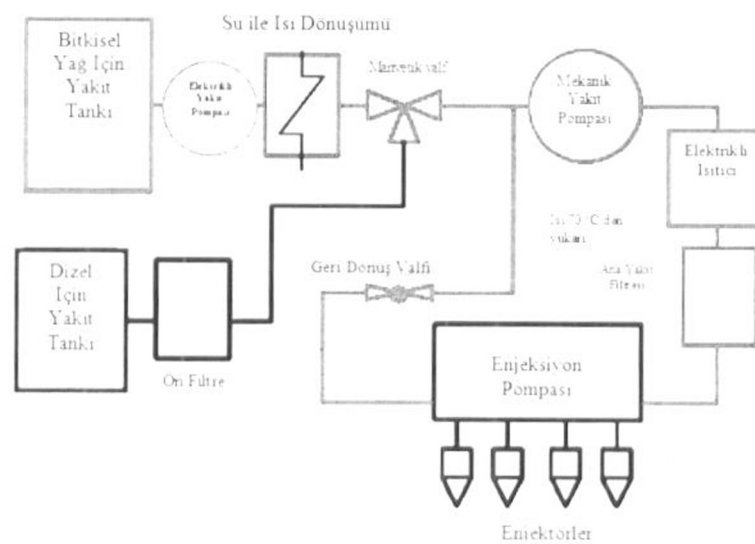
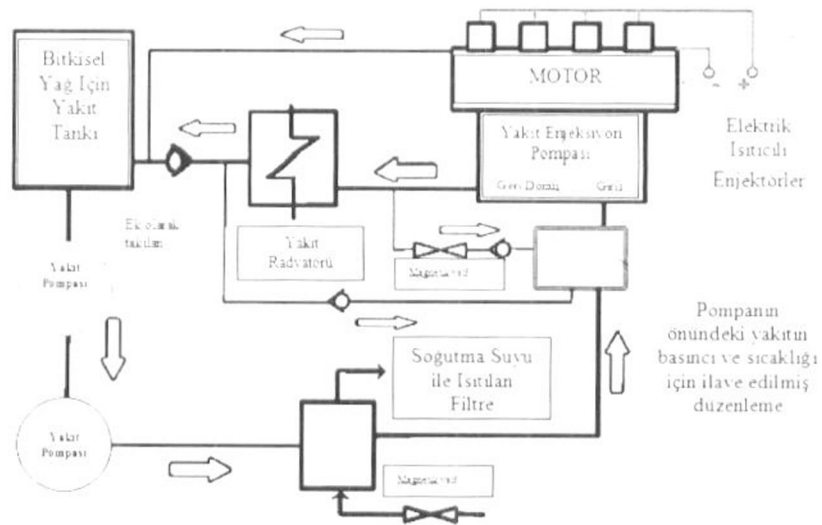
B TK SEL YAğLARIN STANDARDI, ALMANYA ve AVUSTURYA  RNEėİ

Almanya ve Avusturya'da yürütülen bir proje ile Kolza yağının yakıt olarak kullanılmasına ilişkin standardı hazırlanmıştır. Projede traktör firmaları, çiftçiler, motor kit imalatçısı firmalar, tarım bakanlığı ve  niversiteler yer almış ve çalışmalar almanya'nın değişik bölgelerinde yaklaşık 100 traktör üzerinde yürütülmüştür. Oluřturulan standart Tablo 5'da verilmiştir.

Tablo 5. Yakıt olarak kullanılacak kolza yağının standart değerleri (DIN V 51605)

Özellikler/İçerikler	Birim	Limit değerleri		Test metotları
		Min	Max	
Yoğunluk (15 °C)	kg/m ³	900	930	DIN EN ISO 12185
Parlama Noktası	°C	220	-	DIN EN ISO 2719
İyot Sayısı	g/100g	95	120	GC, DIN EN ISO 14111
Su İçeriği	mg/kg	-	750	DIN EN ISO 12937
Kirlilik	mg/kg	-	24	DIN EN ISO 12662
Asit Değeri	mg KOH/kg	-	2,0	DIN EN ISO 14104
Oksidasyon Kararlılığı	h	6	-	DIN EN 14112
Fosfor İçeriği	mg/kg	-	12	UV/Vis
Isıl değeri	kJ/kg	36000	-	DIN EN ISO 51900-3
Kinematik Viskosite (40 °C)	mm ² /s	-	36	DIN EN ISO 3104
Kükürt İçeriği	mg/kg	-	10	DIN EN ISO 20846
Setan Sayısı		39	-	
Mg ²⁺ ve Ca ²⁺ (İçeriği)	mg/kg	-	20	DIN EN 14538
Kül İçeriği	% (m/m)	-	0,01	DIN EN ISO 6245
Karbon Artığı	% (m/m)	-	0,40	DIN EN ISO 10370

Amer ve ark. Yaptıkları çalışmada tek tanklı ve çift tanklı sistemleri traktör motorlarına uygulanabilirliğini araştırmışlardır. Şekil 2’de tek tanklı bitkisel yağ kullanım kitinin şeması görülmektedir. Burada yakıt deposuna bitkisel yağ konulmakta, yakıt donanımına ilave olarak ikinci bir besleme pompası, manyetik valfler, yakıt radyatörü, regülatör ve elektrikle ısıtılan enjektörler ilave edilmektedir. Bitkisel yağ yanma odasına gönderilmeden önce ısıtılarak yüksek sıcaklık ile yağın viskozitesi düşürülmektedir.



Şekil 3 te çift yakıt tanklı yakıt donanımının şekli görülmektedir. Burada motor soğuk iken dizel yakıtı ile çalışmakta soğutma suyu sıcaklığı 60 °C'ye ulaşınca manyetik valf konum değiştirerek bitkisel yağ yakıt donanımına gönderilmektedir. Bitkisel yağın yakıt donanımına gönderilmesi ile elektrikli ısıtıcı çalışmakta ve bitkisel yağlar ısıtılarak yanma odasına gönderilmektedir. Çift yakıt tanklı yakıt donanımına ilave olarak bitkisel yağ tankı, elektrikli yakıt pompası, yağ radyatörü, manyetik valfler, elektrikli ısıtıcı ilave edilmektedir.

MATERYAL METOT

Bu çalışmada materyal olarak araştırma enstitülerinden ve Konya bölgesinden temin edilen aspir, soya, hardal, kolza tohumlarının yağları çıkarılmış ve elde edilen bu yağların özellikleri incelenmiştir. Yağların özelliklerinin incelenmesinde TS EN 14214 ve TS EN 14213 ile DIN V 51605 de belirtilen yöntemlerinden yararlanılmış, ölçümlerde ise DPT 2004/7 projesi kapsamında Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi bünyesinde kurulan biyodizel analiz laboratuvarından faydalanılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

SONUÇ ve TARTIŞMA

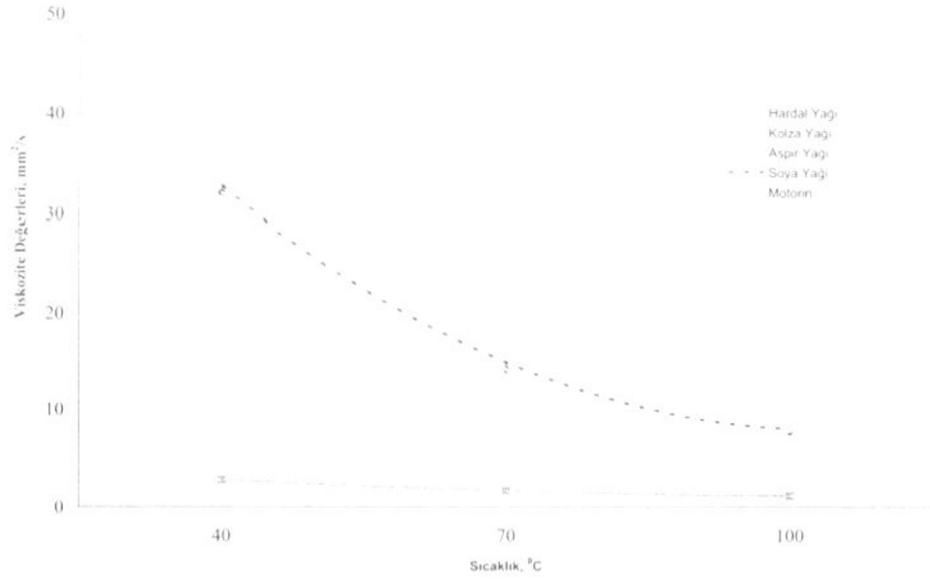
Analiz sonuçlarında bitkisel yağların yoğunluk değerleri 917 ile 923 kg/cm³ arasında değişmesine karşın motorinin yoğunluk değeri 837,2 kg/cm³ gelmektedir. Bitkisel yağların 40 °C'de ki viskozite değerleri motorinin viskozite değerinden yaklaşık 15 kat daha fazla çıkmaktadır. Ancak motora takılan kitlerle sıcaklığın artırılması sonucu viskozite motor için uygun hale gelmektedir. Şekil 4'te Bitkisel yağlar ve motorinin sıcaklığa bağlı olarak kinematik viskozite değerlerinin değişimi verilmiştir. Bitkisel yağların viskozite değerleri motorin çalışma sıcaklığına gelindikçe düşmekte ve motorininkine yaklaşmaktadır. Bu yüzden bitkisel yağların motorda yakıt olarak kullanmak için motorda yapılan değişikliklerin esasını bu prensip oluşturmaktadır.

Tablo 6. Aspir, soya, hardal, kolza yağlarının özellikleri ve standart değerlerle karşılaştırılması.

	Ham Aspir (Remzibey- 05) Yağı	Ham Soya Yağı	Yabani Hardal yağı	Kolza Yağı	DIN V 51605		Biyodizel DIN EN 14214		Motorin
					Min	Max	Min	Max	
Tohumdan Elde Edilen Yağ Miktarı (%)	21,98*		26**	23,7*					-
Yoğunluk 15 °C'de (kg/m ³)	923	928,6	917,4	922,5	900	930	860	900	837,2
Kinematik Viskozite (mm ² /s)	32,15	32,85	44,152	34,73	-	36	3,5	5,0	2,775
40 °C'de									
70 °C'de	14,162	14,893	18,298	15,07					1,689
100 °C'de	7,744	8,047	9,832	8,275					1,181
pH	5,5	6	5,5	5,5	-	-	-	-	-
Bakır Şerit Korozyonu (Korozyon Derecesi)	1a	1a	1a	1a	-	-	-	1	1a
Parlama Noktası (°C)	100	110	140	120	220	-	120	-	53
Renk	2,0	2,8	2,3	2,1	-	-	-	-	1,7
Su Muhtevası (mg/kg)	1249	1205	421,5	1989,6	-	750	-	500	41,137
İyot Sayısı (g iyot/100g)	117,9	102,4	92,5	100,2	95	120	-	120	-
Asit Sayısı (mg KOH/g)			0,16		-	2,0	-	0,5	-
Isıl Değeri (kJ/kg)	40228	40550	41427	40495	36000	-	-	-	45482

* Soğuk pres

** Vidalı pres



Şekil 4. Bitkisel yağların ve motorinin sıcaklığa bağlı olarak viskozite değerlerinin değişimi

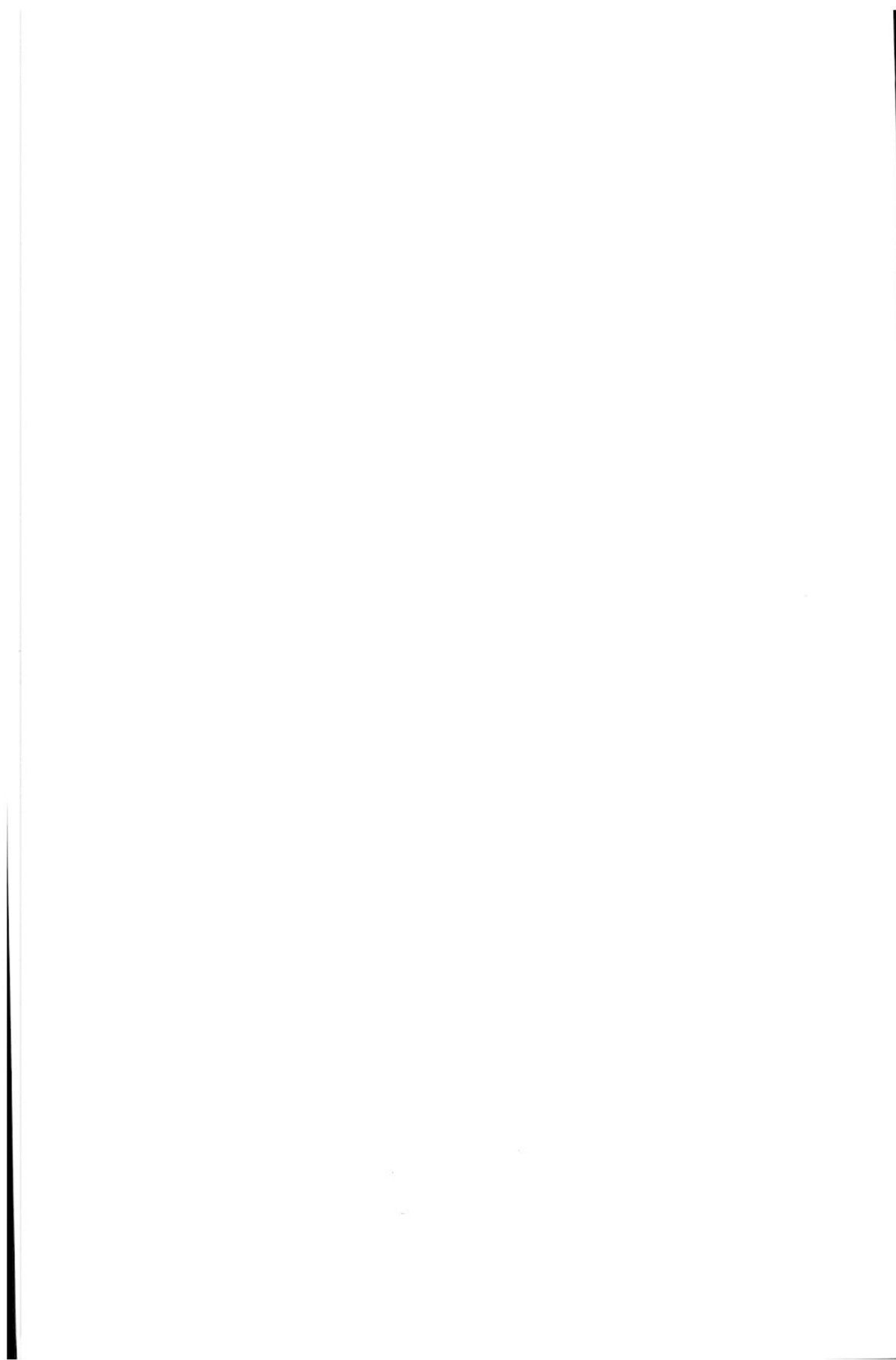
Bitkisel yağların parlama noktaları $< 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ olmasına karşılık motorinin parlama noktası $53\text{ }^{\circ}\text{C}$ dir. Bitkisel yağların kullanımı emniyet ve depolama açısından daha güvenlidir. Bitkisel yağların ısı değerleri motorinin ısı değerinden yaklaşık %10 daha düşüktür. Bu sonuç bitkisel yağlar adına bir dezavantajdır. Ancak yapılan çalışmalarda bu güç düşmesine sebep olmamakta sadece özgül yakıt tüketiminde artış meydana gelmektedir.

Türkiye'deki mevzuat tarım kesiminin Biyodizel kullanımını engellemekte buna bağlı olarakta yağlı tohumların üretiminde istenen düzeye ulaşamamaktadır. Bugüne kadar bitkisel yağların dizel motorlarda doğrudan yakıt olarak kullanımına dair birçok çalışma yapılmış ancak yaygınlaşma açısından istenen başarı elde edilememiştir. Çünkü bitkisel yağ doğrudan kullanmak yerine motor açısından önemli olan bazı özelliklerinin (su muhtevası, asit ve iyot sayısı, toplam kirlilik, fosfor, kükürt, oksidasyon stabilitesi) istenen değerlere getirilmesi yani kimyasal nitelikli bazı ön işlemlerden geçirilmesine ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak özellikle tarım kesiminde "Bitkisel Yağın Uygun Traktörlerde Yakıt Olarak Kullanılabilmesi" için "Yakıt Amaçlı Bitkisel Yağ Standardının" oluşturulması gerekmektedir. Bu düzenleme aynı zamanda yağ bitkileri tarımını da yaygınlaştırabilecektir.

KAYNAKLAR

1. Ammerer, A., Rathbauer, J., Wörgetter, M., 2004, Rapeseed Oil as Fuel for Farm Tractors, Iea Bioenergy Task 39, Liquid Biofuels, Wieselburg.
2. Balı, F., Yücel H. L., 2007 Biyokompozit Malzemelerde Bitkisel Yağların Kullanılabilirliği 1.Ulusal Yağlı Tohumlu Bitkiler Ve Biyodizel Sempozyumu, 28-31 Mayıs, Samsun
3. Brien, O' Richard D., 1998. Fats and Oils Formulating and Processing for Applications, U.S.A.
4. DPT Proje No: 2004-7 Türkiye'de Bazı Yağ Bitkilerinden Biyodizel Üretim Prosesleri Ve Dizel Motorlarda Kullanımının Tarım, Çevre, Gıda, Kimya Ve Teknolojik Boyutlarıyla Değerlendirilmesi 2007
5. Oğuz, H. 2004 Tarım Kesiminde Yaygın Olarak Kullanılan Dizel Motorlarında Fındık Yağı Biyodizelinin Yakıt Olarak Kullanım İmkânlarının İncelenmesi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Konya
6. Oğuz, H., Ögüt, H., Turcan, H., 2004 "Use Of Three Different Vegetable Oils For Alternative Fuel By Engine Modification" 2nd World Conference and Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection 10-14 May Rome Italy
7. Ögüt, H., Eryılmaz, T., Oğuz, H., 2007 Bazı Aspir (carthamus tinctorius L.) Çeşitlerinden Üretilen Biyodizelin Yakıt Özelliklerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. 1. Ulusal Yağlı Tohumlu Bitkiler Ve Biyodizel Sempozyumu 28-31 P: Mayıs SAMSUN
8. Ögüt, H., Oğuz, H., 2006 Üçüncü Milenyumun Yakıtı Biyodizel, Yayın No: 745 Nobel Yayın Dağıtım ISBN: 975-591-730-6 KİTAP II. Baskı 190 s
9. Ögüt, H., Oğuz, H., Mengeş, H.O., Eryılmaz, T., 2006 Biyodizelde; Standart Dışı Üretim ve Kullanımının Motorlar Üzerindeki Etkileri, Biyodizel Teknik Gelişim ve Tedarik Çalıştayı, 21-22, Nisan ANKARA



BEŞİKTEN MEZARA TARIMSAL YAKITLAR

Avukat Altan Gökem GÜRCAN

avgorkemgurcan@gmail.com

Biyolog Şafak MERT

safakmert@gmail.com

Ortak Yazışma Adresi: Strazburg Cad. 15/26 06430 Sıhhiye/ANKARA (0 312 230 38 86)

Tarımsal yakıt... Fosil yakıtların 200 yıllık tüketiminin sonuçlarını bir dizi felaketler silsilesi olarak yaşayan ve en kötülerini henüz yaşamamış olan günümüz dünyasında kulağa çok hoş geldiği kesin. Hatta öyle hoş geliyor ki ABD Başkanı George BUSH, Şubat 2006'da yaptığı açıklamada sevincini gazetecilere şöyle dinlendiriyordu: *"Çiftliklerimizde ot yetiştirerek enerji sektörüne atılabileceğiz! Otu biçip, enerjiye dönüştüreceklerimiz günler yaklaşıyor!"*. İşte tam bu noktada hafızasına birazcık neşter atanlar; dünya savaşları sonrası açlığı sonuna kadar yaşamışların dünyasında, yani 1960'larda da "yeşil devrim"in aynı derecede kulağa hoş geldiğini anımsayabiliyor.

Dolayısıyla; yeni bir teknolojik olguyu tartışırken "hayatın gerçekleri", "sınırsız ihtiyaçlar" ve "sınırlı kaynaklar" terimlerini kullanmaksızın; bu teknolojik olgunun 50 yıl sonra yaratabileceği sonuçları bugünden açıklıkla ortaya koymak gerekiyor. Ancak bugünün koşullarını değışmez ya da saf doğru kılarak böyle bir tartışmayı yürütmek mümkün dahi değil. O nedenle de en baştan açık yüreklilikle belirtiyoruz ki, tarımsal yakıtlar gibi dünyanın en ciddi sermaye akışının döndüğü, enerji ve tarım gibi iki alana birden hâkim bir konuda, ne kimsenin "sadece bilim yapma, ama toplumsal sorunlarla ilgilenmeme lüksü" vardır; ne de "hayatın realitelerinden dem vurup, tarafsız görünme"...

Uzun sözün kısası, temel niyetimiz, tarımsal ürünlerin enerji kaynağı olarak kullanılmasının ekolojik sistem üzerinde ve toplumsal hayatın işleyişinde doğurabileceği olası sonuçları bugünden öngörmek ve tarımsal yakıtlara bakış açımızı buna göre belirlemektir.

Ekosistem ve Tarımsal Yakıtlar

Tarımsal yakıtların yeni bir ilgi odağı olmasının nedeni nedir? İnsanlık bu teknolojiye ancak şimdiler de mi ulaşmıştır? Aslında bu teknoloji, özellikle etanol üretimi söz konusu olduğunda, neredeyse 100 yıldır uygulanabilir niteliktedir. Etanolun yani bildiğimiz içilebilir alkolün, fermantasyon ile üretilmesinin temelleri şarap yapıcılığına dayanır. Buradan üretilen alkolün yanıcı olduğu da uzun yıllardır bilinmekte ve ispirto olarak kullanılmaktadır. Ancak geline süreçte uygarlığın enerji gereksinimini karşılayan petrol kökenli yakıtların azalmaya başlaması ve muhtelif sorunlar yaratması yeni arayışlara sebep olmuştur. Bitkisel kaynaklardan gelen şekerin fermaantasyonu ile üretilen yanıcı etanolun ve yine muhtelif doğal kaynaklardan gelen yağların işlenmesiyle üretilen dizel yakıtın sahneye çıkmasının altında yatan itici güç işte budur. Bu nedenle tarımsal yakıtlar modern toplumun enerji ihtiyacına yönelik sorunlarda çözüme yönelik bir alternatif olarak ele alınmaktadırlar. Ve yine bu nedenle çoğu kez çevre dostu, küresel ısınma sorununun çözümü ve / veya enerjide dışa bağımlılık sorununa çare olarak tanıtılmaktadırlar.

Ancak kolayca anlaşılabileceği gibi modern toplumun enerji üretim süreçlerinin yarattığı sorunlar ve bunların muhtemel çözümleri karmaşık konulardır ve bu konuda atılan adımların sonuçları itibarıyla dikkatlice incelenmesi gerekir. Bu sorunlar ve tarımsal

yakıtların bu sorunlara getirdiği veya getirebileceği olası açılımları tek tek incelemekte fayda görmekteyiz.

Küresel Isınma ve Tarımsal Yakıtlar

Tarımsal yakıtlar tamamen doğal oldukları için sıklıkla küresel ısınma sorununun dışında kabul edilmektedirler. Ancak bir şeyin doğal olması onun sorunsuz olduğu anlamına gelmez. Örneğin küresel ısınmaya olan katkısı nedeniyle sıklıkla uluslararası kamuoyu tarafından şiddetle eleştirilen Avustralya'nın sorunu fabrikalarından değil sığırlarından kaynaklanmaktadır [10]. Endüstriyel boyutlardaki hayvancılık nedeniyle atmosfere salınan ve genelde doğal gaz olarak bilinen metan gazı (CH₄) daha tanıdık bir küresel ısınma suçlusunu olan karbondioksitten (CO₂) 56 kat daha kuvvetli bir sera gazıdır [11]. Doğal olan her şey iyi olmadığı gibi petrol de pek doğa dışı sayılamaz. En azından uzaydan gelmediği herkesçe görülebilecek bir gerçektir. Bu nedenlerle olayı basitçe doğal mı doğa dışı mı ikilemine indirgeyerek tartışmak pek de “doğal” bir tavır olmayacaktır.

Ancak yine de tarımsal yakıtların petrole göre bir üstünlüğünden söz edilebilir mi? Yani kıyaslamada daha iyi olabilirler mi? Dünyanın en önde gelen bilimsel yayınlarında yapılan pek çok üst düzey bilimsel çalışma bunun tam tersini söylüyor. Science gibi en üst düzey bilimsel yayınlarda çıkan araştırmalar, tarımsal yakıtların üretim süreçleri de dikkate alındığında kimi zaman petrolden daha çok sera gazı yaydığını [12] ve dahası örneğin etanol üretimi için zaten kullanılmakta olandan daha fazla doğal gaz kullanma gerekliliğinin ortaya çıktığını açıkça gösteriyor [13]. Enerji ve kirlilik konularında uzun dönemli tecrübeye sahip Amerikalı bir federal yetkili durumu çok güzel özetliyor “vergi indirimleri ve hedef belirleme çalışmaları ürünlerin yaşam döngüleri (ürünün üretiminden tüketimine kadar geçen tüm süreç ve işlemlerinin toplamı) dikkate alınmadan yapılmıştır”. Görünen odur ki, söz konusu olan şey yaşam döngüsünden çok politik döngüdür [14].

Tarımsal Yakıtlar ve Su

Dünyamızın ciddi bir su krizi içinde olduğu açıktır. Ayrıca modern tarımsal yöntemlerin ülkemizin de GAP örneğinde üzücü bir şekilde yaşadığı gibi su kaynaklarını nasıl geri dönüşümsüz biçimde yok ettiği de ortadadır. Yakıt üretme amaçlı olarak yapılacak olan ve şimdikinden bile büyük ölçekli bir endüstriyel tarımın zaten son derece kısıtlı olan su kaynakları üzerinde yaratacağı baskı da ayrı bir sorun oluşturacaktır. Üstelik de tüm bunlar Cornell Üniversitesi Tarım ve Yaşam Bilimleri Koleji profesörlerinden David Pimentel'in Arizona senatörü John McCain'e Şubat 2005 tarihinde yazdığı mektupta da belirttiği gibi anlamsız bir iş için atılmış adımlardır. Prof. Pimentel'in belirttiği üzere bugünkü etanol üretim değerleri üzerinden yapılabilecek çok basit hesaplamaların gösterdiği gerçek ABD'nin tüm mısır üretiminin etanol üretimi için kullanılması durumunda bile sadece taşıtlarda kullanılan yakıtın bile ancak %7'sini karşılayacağıdır [15].

“Boş” Tarım Arazilerinin Değerlendirilmesi

Tarımsal yakıtlarla ilgili bildik sloganlardan birisi de “boş” tarımsal alanların bu şekilde değerlendirilecek olmasıdır. Öncelikle boş veya kullanılmayan tarım alanı diye bir şey yoktur, olamaz. Bu kelimenin tam anlamıyla kendisi ile çelişen bir açıklamadır. En azından bu gezegende tarım alanları doğal olarak bulunmaz ve insanlar tarafından açılırlar. Bu da ihtiyaç üzerine gelişir. Bu ihtiyaç, ister toprak ağasının daha çok kazanma isteği olsun, isterse topraksız köylünün mera alanında açtığı tarlası ile geçinme isteği olsun her durumda

insan kaynaklıdır. Dahası Türkiye yüz ölçümünün %35'i (bazı kaynaklarda %46'sı !!!) hali hazırda tarım alanıdır. Ülkemizin ciddi bir kısmının da dağlık olduğu düşünülür ve bu değerlendirmede şehir yerleşimleri, akarsu ve göller de dikkate alınır ki toplamı %36 kadardır. "boş" tarım alanı tabiri ile ormanlar ve doğal yaşam alanlarının kastedildiği kolayca anlaşılacaktır.

Ayrıca tarıma elverişsiz ve / veya boş alanlarda tarım yapılması fikrinin orijinal sahibinin GDO (Genetiği Değiştirilmiş Organizma) üreticisi biyoteknoloji şirketleri olduğunu hatırlamak bile tarımsal yakıt "işi" ile kimin ilgilendiği konusunda önemli bir fikir verebilecek niteliktedir. Dahası Alternatif Enerji ve Biyodizel Üreticileri Birliği (ALBİYOBİR) Genel Sekreteri Tamer Afacan'ın 23.03.2006 tarihinde yaptığı "5 milyon dolarınız yoksa bu işe girmeyin... Bu iş ciddi bir iştir, ciddi bir yatırım gerektiriyor. Hadisenin basite indirgenmesi son derece yanlış", açıklamasının da gösterdiği gibi bu "iş" hiç de küçük çiftçi dostu bir kırsal kalkınma modeli örgütlemek amacıyla değildir. Adı üzerinde bu bir "iştir" ve her iş gibi piyasa kuralları çerçevesinde yürür, yürütülür.

Ciddi Teknik Sorunlar

Aslına bakılırsa meselenin teknik boyutu bile hala sorundur. Tarımın endüstriyelleştirip mevcut iktisadi sistemin çarklarından biri haline getirilme projesinin, "yeşil devrim" adı altında başlatılmasından bugüne gelinceye dek geçen süreç dikkatlice incelendiğinde, tarımsal yakıtların varlık sebebi daha iyi anlaşılabilir. Örneğin ortaya çıkan muhtelif verimsiz atığın (sanayi atığı yağlar gibi) değerlendirilip sermayeye dönüştürülmesi ve kolayca oynanabilen ürün fiyatları üzerinden ucuza kapatılacak gıda ile Petro-kimya endüstrisinin yüksek kâr marjlı iş alanına sıçrama imkânı ve benzeri olanaklar tabii ki her ticari kurum için göz kamaştırıcı fırsatlar sunar. Ancak bu yapılırken dikkat edilmesi gereken temel hususun gelir gider dengesi olduğu açıktır. İşte bu noktada "çevreci" edebiyatla (ekolojist değil !!!) şirketlerin mantığının çakıştığı bir noktaya gelinmektedir. Şöyle ki, California Teknoloji Enstitüsü verilerine göre mısır etanolu için üretilecek her 1 Megajul enerji eşdeğeri yakıtın üretimi sırasında 0,77 Megajul fosil yakıt enerjisi kullanılmaktadır. Aynı değer selüloz etanolu söz konusu olduğunda 0,1 Megajul'e düşmektedir. Bu durumda gözler selülozdan üretilecek şekere dayalı bir etanol endüstrisine çevrilmektedir. Ancak bugün hala selülozu yapıtaşı olan şekere parçalayacak selüloz enziminin yeterli miktarda üretimi gerçekleştirilebilmiş değildir. Aslında bu enzimin bolca üretilmesi mümkün olmayan bir iş değildir. İddia edilen şey ise bu sayede atık bitkisel materyalin yakıtla dönüştürüleceğidir. Ancak aklıselim sahibi her insanın kolayca görebileceği gibi bu ulaşılabilir hedefe varıldığında, günümüzde selülozun en temel kaynağı olan ormanlar etanol olup benzin depolarımıza akacaktır. Zaten atılarak heba olduğu iddia edilen selüloz içeriği yüksek bitkisel materyalin çoğu hali hazırda hayvan yemi olarak kullanılmakta veya kullanılabilir nitelik taşımaktadır. Sonuç olarak kolayca görülebileceği gibi endüstrinin çözmeye çalıştığı ve çevresel amaç güttüğü öne sürülen ciddi teknik sorunlar bile aslen kâr marjını yükseltme amacı taşıyan Ar-Ge çalışmalarıdır.

Tarımsal Yakıtların Toplumsal ve İktisadi Hayata Etkileri **Tarımsal Ürünü Yakarsak; Ne Yiyeceğiz?**

Şimdi, güncel veriler ışığında, tarımsal ürünlerimizi yakıt olarak kullanmayı tercih etmenin yaratabileceği olası sonuçları değerlendirelim. Üstelik bu küresel çaptaki değerlendirmeyi yine küresel bir örgüt olan ve verilerini hemen her çevrenin kabullendiği Birleşmiş Milletlerin açıklamaları doğrultusunda yapalım.

- Veri 1:** Bugün dünyada 824 milyon kişi açlık sınırının altında yaşıyor.
- Veri 2:** Yoksullar, gelirlerinin %50'ine beslenmeye ayırmak zorundalar.
- Veri 3:** Gıda maddesi fiyatlarında %1'lik artış 16 milyon insanın açlık sınırının altına düşmesi anlamına geliyor.
- Veri 4:** Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, Haziran 2007'de yayınladığı "Gıda Görünümü" adlı raporla; tarımsal yakıtlara artan talebin gıda fiyatlarını artırdığını ve en fazla fiyatı yükselen gıda maddelerinin yüzde 13 ile ağırlıklı olarak tarımsal yakıt üretiminde kullanılan bitkisel yağlar ve iri taneli hububat olduğuna dikkati çekti. (10)
- Veri 5:** Uluslararası Gıda Politikaları Araştırma Örgütü'nün tahminine göre temel gıda maddelerinin fiyatları 2010'da %23 ile %30 oranında artış gösterecek. (11)

Bu beş veriyi yan yana koyduğumuzda; tüm bilinmeyenleri bilinen bir denklem ortaya çıkıyor. Ve kısaca bu denklemde eşitliğin diğer tarafındaki veri çok açık: "bu gidişat sürerse 2025 yılında 1,2 milyar kişi açlık çekiyor olacak. (12)

Peki ya ne için? Gelişmiş ülkelerin refah içinde yaşayan ailelerinde kişi başına bir araba düşebilirdi diye... Zira gelişmiş ülkelerin tarımsal ürünlerini yakmak gibi bir niyetleri yok. Daha ziyade kendi ürünlerini gıda olarak kullanıp, geliştirmekte olan ülkelerin ürünlerini tarımsal yakıt olarak ithal etmeyi düşünüyorlar. Brezilya'daki çocukların modellerinden Amerika'daki Chevrolet'lerin depolarına bağlanan boruları Avrupa Komisyonu'nun ticaretten sorumlu üyesi Peter Mandelson şöyle izah ediyor: "Biyoyakıt politikası, bir sanayi ya da tarım politikası değil, bir çevre politikasıdır. Avrupa, biyoyakıtın büyük bölümünü ithal etmeyi kabullenmeye açık olmalı. Birliğin daha ucuz ve temiz alternatifler varken kendi üretiminde ısrar etmemesi gerekir." (13) Daha açık bir şekilde izah etmek gerekirse; Mandelson diyor ki: "Tarımsal yakıt konusu biz gelişmiş ülkelerin tarımı için genel bir politika değildir. Sadece aynı hızda tüketimimize devam ederken çevreye de saygılı (!) olabileceğimiz; bedelini ise ithal ederken, ithalini yaptığımız ülkelere ödebileceğimiz güzel bir enerji kaynağıdır."

Kim Üretecek, Kim Tüketecek?

Bugün dünyadaki ham petrolün %18'i ABD tarafından çıkarılmakta, buna karşın %30'u ABD tarafından tüketilmektedir. Kısaca bugün ABD petrol ihtiyacının yarısını ithal ederek karşılamaktadır. Buna karşın dünya petrolünün %33'ünü üreten Orta Doğu; yine dünya petrolünün %5'inin tüketmektedir. (14) Ortadoğu'nun savaş ve yoksulluk içindeki mevcut durumuna bakılarak; bu petrol üretiminden kar ettiğini iddia etmek en azından safsılıklar olarak tabir edilebilir. Ancak ilginç bir şekilde ABD bu denklemden karlı çıkmaktadır. Hatta bu karlı çıkıştaki metodu oldukça beğenmiş olan ABD Başkanı Bush; aynı metodu tarımsal yakıtlarda da uygulama hedefindeydi ki Mart 2007'de yaptığı Latin Amerika ziyaretleriyle ilk adımları da atmış oldu.

Bush, Latin Amerika ziyaretinde tarımsal yakıt üretimi ve ithalatı konusunda Brezilya Başkanı Lula ile bir anlaşma imzaladı. Anlaşma bir yana, öncelikle bilinmesi gerek önemli bir nokta var. ABD mısır üretiminin tamamını tarımsal yakıtı ayırsa dahi ihtiyacının sadece %7'sini karşılayabiliyor. Yani aslında ABD, tarımsal yakıt üretiminde bir numara olan Brezilya'ya muhtaç. Bu muhtaçlığa rağmen, dünyanın en büyük çiftçi örgütü Via Campesina ve Brezilya'da zamanında Lula'ya destek vermiş tüm örgütler, Bush ile Lula anlaşmayı imzalar imzalamaz yaptıkları açıklama ile bizlere şöyle seslendiler: "Sakin aynı hataya düşmeyin!"

Neydi bu düşülmemesi gereken hata?

Birincisi; yarattığı istihdam sorunudur. (Her kim ki tarımsal yakıtların küçük aile çiftçiliği ile üretilebileceği, bu işe büyük tarım şirketlerinin girmeden de yürüyebileceğini iddia ediyorsa, lütfen yazının geri kalanını okumasın. Zira uğruna savaşların yapıldığı, Orta Doğu'daki kanın on yıllardır hiç durmadığı bu kadar ortadayken; tarımsal yakıtlara dev çok uluslu şirketlerin el atmayacağını söylemek; iyi niyetten kaynaklanan bir düşünce olarak dahi değerlendirilemez). Şöyle ki; şeker kamışının üretildiği her 100 hektarlık alanda küçük aile tarımı yapılırsa 35 kişi istihdam edilebilirken; şirket tarımcılığı ile bu rakam 1'e düşüyor. Zaten 25.000'den fazla kölenin işçi olarak Amazonlarda kaçak çalıştırıldığı tahmin edilen Brezilya'da henüz köle olmayan çiftçiler de bu süreçte köleleştiriliyor.

İkincisi; şirketler eliyle yürütülecek olan tarımın hangi şirketler eliyle yürütüleceği sorunudur. Örneğin Brezilya'nın en büyük şeker kamışı üreticisi olan Cevasa'nın hisselerinin %63'ünü 2006 yılında Cargill satın aldı. (15) Böylece şeker kamışı piyasası resmen genetiği değiştirilmiş tohumlarla tanışmış oldu. Zaten hiç kimsenin yemeyeceği, sadece yakıt olarak kullanılacak olan hızlı büyüyen genetiği değiştirilmiş bitki türlerine de karşı çıkan olmaz herhalde(!).

Şimdi şöyle bir başa dönelim, şu Brezilya'ya muhtaç olan ABD kısmına... 25.000 köle; sayısı belirsiz topraksız işçi ve dev tarım şirketlerinin ücretsiz-sigortasız işçileri durumundaki Brezilyalıları gerçekten muhtaç mıdır ABD? Burada muhtaç olanın ABD değil; Brezilya olduğu kesin. Tıpkı Orta Doğu'da olduğu gibi Brezilya'da da, biri yiyor, biri bakıyor... Ama kıyamet bir türlü kopmuyor. Neden? Çünkü Brezilya gibi, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler, içlerinde bulundukları bilumum dar boğazlardan çıkmak yerine, teknoloji transferleriyle üstünlük sağlamaya çalışıyorlar. Asıl olanın tek bir alanda bir üstünlük değil, ülkenin genel yapısı itibarıyla temel bazı problemlerin çözülmesi olduğunu görmeyi reddediyorlar. Bu nedenle de her transfer ettikleri teknolojinin ardından gelen çok uluslu şirketler, halklarını, tarımlarını, sularını, enerjilerini yeni bir sömürü alanına dönüştürürken; ülke halkı hala "bu sefer yirtacağız" bilinciyle çalışmaya devam ediyor. Sonra iş iştin geçiyor; tıpkı GAP'ta olduğu gibi, kurulacak nükleer reaktörlerde olacağı gibi...

SON SÖZ YERİNE;

Mevcut enerji sorunun kökeninde enerjiyi hangi kaynaktan ürettiğimiz değil, nasıl ve ne kadar tükettiğimiz yatmaktadır. Eşitsizce örgütlenmiş bunca tüketim, enerjiyi oturduğumuz yerde sadece insan olarak dahi üretsek; insanı da, doğayı da, birbirleri arasındaki ilişkiyi de kaçınılmaz olarak öldürür. Dolayısıyla Başkan Bush'un söyledikleri gerçek olsa, yani tarladan ot biçip arabalarımızın depolarına dahi doldurabilsek, gerçekten bu kadar çok arabaya ihtiyacımız var mı, sorusuna yanıt vermeden, enerji sorununu "doğaya zarar vermeksizin çözmek" mümkün değildir.

Kısaca; hem dilediğimiz kadar tüketelim, hem de bu biyolojik olsun doğaya zarar vermesin, felsefesi hayal olmanın ötesine geçemez. Hem bu nedenle, hem de baştan beri anlattığımız teknik nedenlerle tarımsal yakıtlar "biyolojik-organik-ekolojik" değildirler. İşte tam bu noktada kullanılması gereken tabir biyoyakıtlar değil; tarımsal yakıtlardır.

Gerek Brezilya örneği, gerek Orta Doğu'nun durumundan gördüğümüz gibi, enerji sorunu, bugün yerel tercihlerle çözülebilecek, ulusal sınırlar içinde halledilebilecek bir sorun değildir. İster evet deyin, ister hayır; her koşulda tavrınızın uluslararası arenada bir yankısı olacaktır ki evet dediğiniz zaman çağrınıza cevap verenler çokuluslu biyoteknoloji ve tarım

şirketleridir. Çok uluslu şirketlere evet diyenler, petrole karşı tarımsal yakıtı, yani kendilerince ehvenişeri tercih edenler, tarihin karşısında kendi ortakları ile birlikte yargılanmaya mahkûmdurlar.

KAYNAKLAR

1. http://www.bbc.co.uk/turkish/news/story/2006/02/060202_bioenergy.shtml
2. <http://www.unc.com.au/nip24.htm>
3. IPCC (UN's Intergovernmental Panel on Climate Change) Report 1996 (Birleşmiş Milletlere bağlı Devletlerarası İklim Değişikliği Paneli raporu).
4. Science, January 2006; Farrel, A. E.
5. Scientific American, January 2007, (28-35), "Is Ethanol for the Long Haul?"
6. Scientific American, January 2007, (28-35), "Is Ethanol for the Long Haul?"
7. http://www.zmo.org.tr/odamiz/bizden.php?kod_2642
8. Pimentel, D. (Prof. Dr. of Ecology in Cornell University); letter to Senator John McCain of Arizona, February 2005
9. <http://www.dic.gov.tr/TURKISH/UA/TURKISH/Arazitabakalamasimss.html>
10. <http://www.ntvmsnbc.com/news/410325.asp>
11. http://www.bbc.co.uk/turkish/news/story/2007/06/070625_grains_prices.shtml
12. Food First
13. http://www.bbc.co.uk/turkish/europe/story/2007/07/070705_biofuel_eu.shtml
14. <http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6848&contentId=7033471>
15. http://www.cargill.com/news/news_releases/2006/060612_brazilethol.htm

Kasım 2007 – Ankara
Altan Görkem GÜRCAN – Şafak MERT

ELEKTRİK PİYASASINDA YEŞİL SERTİFİKA MEKANİZMASI VE DÜNYA UYGULAMALARI¹

Mustafa GÖZEN

Enerji Uzmanı

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu

Ankara

Erol ÜNAL

Enerji Uzmanı

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu

Ankara

ÖZET

Dünyada fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılmak istenmesi ve bu yakıtların iklim değişikliğine neden olan faktörler arasında ön sıralarda olduğunun genel kabul görmesi nedenleriyle, son on yıl içerisinde her türlü çözüm alternatiflerinde çevre odaklı yaklaşım ve politikalar benimsenmektedir. Bu çerçevede, elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi ve talep gittikçe artmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretildiğinde, üretim sürecinde sağlanan çevresel katkılar elektrikten ayrı bir mal olarak değerlendirilip ticareti yapılabilir. Bu amaçla, elektrik enerjisi dışında geliştirilen söz konusu çevresel mala, literatürde birçok isim verilmekle birlikte yeşil sertifika ifadesi genel kabul görmüş ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Yeşil sertifika mekanizması, serbest elektrik piyasasını tamamlayan bir mekanizma olarak düşünülmektedir. Ancak, yeşil sertifika mekanizması henüz gelişme aşamasında olup, deneme çalışması ile sistemin uygulanabilirliği test edilmektedir.

Giriş

Dünyada çevreye yönelik tehditlere karşı duyarlılığın ve iklim değişikliğine karşı uluslararası düzeyde yapılan girişimlerin artması nedenleriyle yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi ve talep giderek artmaktadır. Bu konudaki ilgi ve talebin Avrupa Birliği ülkeleri başta olmak üzere daha çok gelişmiş ülkelerde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu ülkelerde çeşitli yöntemler uygulanarak yenilenebilir kaynaklara dayalı elektrik üretimi desteklenmektedir. Yeşil sertifikası mekanizması da son yıllarda bu amaçla kullanılan bir destek mekanizmasıdır.

Amaç

Dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik giderek artan ölçüde ilgi olmasına rağmen, mevcut teknoloji ile bu kaynaklardan elektrik enerjisi üretmek diğer kaynaklar ile karşılaştırıldığında daha pahalı olmaktadır. Teknolojideki gelişmeye bağlı olarak üretim maliyetinde azalma olmasına rağmen, bu belirtilen nedenden dolayı, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin teşvik edilmesi gerekli olmaktadır. Bu kapsamda, yeşil sertifikalar, giderek kabul gören bir destek mekanizmasıdır. Bu bildiride; mevcut durumda ülkemizde uygulaması olmayan, ancak ülkemizin Avrupa Birliğine tam üyelik hedefi

¹ Bu bildiride belirtilen görüş ve öneriler yazarlara ait olup çalışmaları Kurumu bağlamaz.

çerçevesinde ülkemiz gündemine gelmesinin beklendiği yeşil sertifika mekanizması anlatılmış ve buna ilişkin dünya uygulamaları aktarılmıştır.

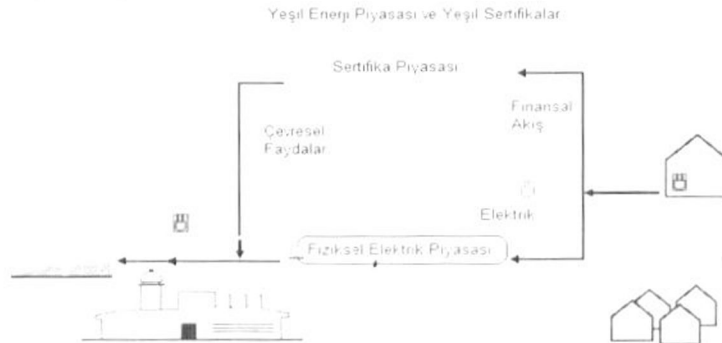
Yeşil Sertifika Yöntemi ve İşleyişi

Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisini desteklemek amacıyla geliştirilen yeşil sertifikalar, literatürde çeşitli isimler kullanılarak ifade edilebilmektedir. Bu çerçevede literatürde, yeşil sertifika "*green tags*", "*tags*", "*Green Tickets*", "*Green Certificates*", "*Tradable Green Certificates (TGCs)*", "*Renewable Energy Credits (RECs)*", "*Tradable Renewable Certificates (TRCs)*" ve "*Tradable Renewable Energy Credits (TREC)s*" olarak da bilinmektedir. Bu farklı isim ve kısaltmalar aynı anlama gelmekte olup Türkçe karşılığı olarak bu bildiride yeşil sertifika kullanılması benimsenmiştir.

Yeşil sertifika, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı olarak bir birim elektrik enerjisi üretildiğini belgeleyen resmi bir belgedir. Bu belgelerin, resmi veri bankasında elektronik olarak kaydı tutulmaktadır. Yeşil sertifika, yenilenebilir kaynaklardan üretilen belli miktardaki elektrik üretimini tescil etmek amacıyla üreticilere verilmektedir. Üreticiler ürettikleri elektrik enerjisi satışından elde ettikleri gelire ek olarak sertifika satışından da gelir elde etmektedirler.

Yeşil sertifika uygulaması çerçevesinde, farklı ülkelerde farklı yöntemler kullanılmasına rağmen, esas itibarıyla tüm ülkelerde benzer yöntem uygulanmaktadır. Belli bir üretim döneminde üretilen yenilenebilir enerji miktarı ölçülmekte ve ölçüm sonuçları bu konuda yetkilendirilen bir kuruluşa verilmektedir. Bu kuruluş, üretici şirkete ürettiği elektrik enerjisinin karşılığında yeşil sertifika vermektedir. Üretici şirket, ürettiği elektrik ile birlikte veya ayrı olarak bu sertifikaları satabilmektedir [Knutsson, 2002] ve bu şekilde sertifika üretici şirkete ek gelir sağlamaktadır [Madlener ve Fouquet, 1999].

Yeşil sertifika diğer mallar gibi alınıp satılabilir. Yeşil sertifikanın ilk sahibi yenilenebilir enerjiyi üreten şirket olmaktadır. Üretici şirket yeşil sertifikanın ilk sahibi olarak sertifikayı satmak istediğinde sahiplik değişecektir. Yeşil sertifikanın yeni sahibi de sertifikasını satabilir ve bu şekilde alım satımda bir sınır bulunmamaktadır. Ancak bazı ülkelerde, yeşil sertifikanın geçerliliği için bir zaman sınırı konulabilmektedir.



Şekil-2: Yeşil Enerji Piyasası ve Yeşil Sertifikalar.

Kaynak: <http://www.gscl.it/eng/clementi/eng/procedure/rivista02/evidenza-2.htm>

Yeşil ve yeşil olmayan elektrik enerjisi arasında fiziksel olarak herhangi bir fark bulunmamaktadır. Yeşil elektrik tüketicisinin satın aldığı şey, tükettiği elektriğin veya satın aldığı elektriğin yenilenebilir enerji kaynağından üretildiğine ilişkin garantidir. Yeşil elektrik satışı normal elektrik satışı ile yeşil sertifika satışı toplamından başka bir şey değildir. Elektrik tüketiminin yeşil olmasını isteyen bir tüketici, bunu elektrik tüketimine eşdeğer miktarda yeşil sertifika alarak yapabilir. Elektrik enerjisi ve yeşil sertifika aynı tedarikçiden alınabileceği gibi farklı tedarikçilerden de alınabilir.

Yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimini desteklemek için uygulanan yöntemlerden farklı olarak yeşil sertifikalar, yenilenebilir enerji üretim kapasitesi yerine bu kaynaklardan yapılan üretimle doğrudan ilişkili olmaktadır². Bu çerçevede, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretim kapasitesine sahip olmak, yeşil sertifikaya sahip olunması için tek başına yeterli olmamakta, yeşil sertifika sahibi olunması için kurulu üretim kapasitesi kullanılarak elektrik üretimi faaliyetinde bulunulması gerekmektedir.

Yukarıda da ifade edildiği üzere, yeşil sertifika, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı olarak bir birim elektrik enerjisi üretildiğini belgeleyen resmi bir belge olup, bu şekilde üretilen elektriğin her MWh'ı başına bir yeşil sertifika verilmektedir. Esas itibarıyla herhangi bir gerçek ya da tüzel kişi elektrik üreticisine ya da üretim tesisine yeşil sertifika verilebilmesi için fiili bir elektrik üretiminin gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Yeşil sertifikada, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektriğin üretildiği zaman dilimine ilişkin verilerin de yer alması, belirlenen zaman diliminde üretilen elektriğin tekrar satılmasının önlenmesi bakımından gerekli olmaktadır. Yeşil sertifikada yer alan belirli bir döneme ait elektrik enerjisi miktarı bir kez tüketilebilir. Sertifikada belirtilen elektrik enerjisi miktarı, birden fazla kişi tarafından değişik oranlarda satın alınabilir, ancak satın alınan elektrik tutarı toplamının sertifikada yazılı olan tutara eşit olması gerekmektedir.

Yeşil Sertifika Uygulaması ve Ülke Deneyimleri

Yeşil sertifika sistemini geliştirmek amacıyla dünyada değişik uygulamalar yapılmaktadır. Bazı Avrupa ülkeleri bu konuda mesafe katetmiş olup isteğe bağlı, gönüllü ya da yasal zorunluluk olarak Kyoto protokolü ve Avrupa Birliği yenilenebilir enerji direktifinde belirlenen hedefleri sağlamak için yenilenebilir enerji üretimini artırmak için yeşil sertifikaya dayalı sistem kullanılmaktadır [Haas, 2001], [Van Dijk, 2003]. Avrupa Birliği ülkelerinde iklim değişikliği ve bu çerçevede sera gazı emisyonunu azaltmak ve arz güvenliği kapsamında yerli üretimi artırarak ithalata olan bağımlılığı azaltmak için yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına önem verilmektedir. Yaygın olarak kullanılan zorunlu yöntemde; tedarikçiler, üreticiler ya da tüketicilere belirlenen bir oranda yeşil enerji kullanım zorunluluğu getirilmektedir [Lamy, Menanteau ve Finon, 2002].

Bazı ülkelerde yeşil sertifika sistemi devlet tarafından yenilenebilir enerji politikasının bir parçası olarak oluşturulmaktadır. Bu uygulamaya örnek olarak Avustralya, ABD'nin Teksas Eyaleti ve Hollanda'daki uygulamalar verilebilir. Diğer uygulamalarda ise yeşil

² Jensen, S.G., Skytte, K., "Interaction Between Green Support Mechanism at the European Power Market" Working Paper, NEMIEC& 2. SESSA Conference Stockholm, Ekim 2004, s.3

sertifika sisteminin kurulması özel sektör inisiyatifi ile gerçekleştirilmektedir. En büyük özel sektör yeşil sertifika sistemi Avrupa'da kurulmuştur. 16 Avrupa ülkesinden şirketler Yenilenebilir Enerji Sertifika Sistemini³ kurmuşlardır. Bu sistemin amacı yeşil sertifikanın şeffaf, güvenilir ve istikrarlı bir şekilde ticaretinin yapılmasıdır [OECD, 2002].

Bazı Avrupa Birliği ülkelerinde yeşil sertifika piyasasının geliştirilmesindeki esas amaç, yönetmelikle belirlenen hedeflere ulaşmak için yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin bir şekilde gelişmesinin sağlanması, üye devletlerin yenilenebilir teknolojileri teşvik etme zorunluluğundan kurtarmak ve klasik enerji üretimi ile karşılaştırıldığında yeşil enerjiye ödenen ilave bedelin piyasada oluşmasını sağlamaktır [Menanteau, Finon ve Lamy, 2002], (Directive 2001/77/EC).

Piyasadaki müşterilerin, satın aldıkları ve/veya tükettikleri elektriğin, çevresel anlamda tercih edilen, yenilenebilir kaynaklardan üretildiğinin kanıtlanması amacıyla birçok ülkede sertifikalandırma ya da sınıflandırma işlemleri yapılmaktadır. Birçok piyasada, sertifikalandırma işlemleri ile üretilen elektriğin yenilenebilir kaynaklardan üretilen kısmı için standart belirlenmekte ve önemli sayıda tedarikçi, tedarik ettiği elektrik için sertifikalandırma şartı aramaktadır.

Sertifikalandırma işlemine ilişkin organizasyon ülkeden ülkeye farklılık arz etmektedir. Kamu sektörü, çevre kuruluşları veya ülkede başka ürünlerin sertifikalandırılmasında birikim ve tecrübeye sahip olan kurum ve kuruluşların, elektrik piyasasında da yenilenebilir kaynaklardan üretilen elektriğin sertifikalandırılmasına yönelik mekanizmalarda görev alması benimsenmektedir. Birleşik Krallık, Kanada ve Avustralya'da sertifikalandırma işlemlerinde kamu kilit rol üstlenirken, İsviçre, İsveç, Almanya ve Finlandiya'da sivil toplum kuruluşları sertifika veren kuruluşlar olarak görevlendirilmişlerdir. Bunun yanında, yeşil enerjiye duyarlı tüketici sayısının en fazla olduğu Hollanda'da bir sınıflandırma işlemi uygulanmamaktadır. Bunun yerine, elektrik üretiminde üretilen elektriğin yenilenebilir kaynaklardan üretildiğinin doğrulanmasında yardımcı olan sertifika ticaret sistemi uygulanmaktadır. Kamunun bu sistemde yer almasının bir faydası, piyasada tek bir sınıflandırma ve tek bir sertifikalandırma standardının bulunmasıdır. Birbiriyle rekabet eden sınıflandırmalar ortaya çıktığında, tüketicinin sınıflandırmalar hakkında bilgi sahibi olmasının ve standartları hatırlamasının daha zor olacağı düşünülmektedir [Bird, Wüstenhagen ve Aabakken, 2002].

Birçok ülkede yenilenebilir kaynağa dayalı elektriğin satın alınması yükümlülüğünü uygulamak için yeşil sertifika ticareti geliştirilmiş ya da geliştirilmektedir. Avustralya ve Hollanda bu konuda yürürlükte olan etkin sistemlere sahiptir. Diğer taraftan; Danimarka, Norveç, İsveç ve Birleşik Krallık'ta bu amaçla sistem geliştirmesi amacıyla çalışma yapıldığı bilinmektedir. Aynı zamanda, Avrupa çapında yenilenebilir enerji sertifika sistemi (RECS) bulunmaktadır. Avrupa düzeyinde işlem gören bir sistemin ulusal sistemler ile entegre olmasının yeşil sertifikaların sınır ötesi ticaretini artıracığı ve yaygınlaştıracağı düşünülmektedir. Ticaret sistemleri, piyasa katılımcılarının yenilenebilir enerji üretimlerini satın almada kolaylaştırıcı yönde işlev göreceği düşünülmektedir. Yeşil sertifikalar, aynı zamanda yenilenebilir enerji alımlarının izlenmesinde ve elektriğin içeriğinin yenilenebilir kaynaktan üretilip üretilmediğine ilişkin teyidinin yapılmasında resmi bir mekanizma görevi de üstlenmektedir. Bu şekilde, kullanılan elektriğin kaynağı hakkında tüketicilere bir güven verilmekte ve sertifikaların enerji kaynaklarını daha kolay doğrulamaları

³ İngilizce karşılığı "Renewable Energy Certificate System" olup kısaltılmış şekli RECS'dir.

sağlanmaktadır. Ticaret sistemleri, yenilenebilir enerji üretimlerine olan erişimi artırabilecek, yenilenebilir enerji üretim maliyetlerinin azaltılmasına yol açacak spot/likit piyasaların tesis edilmesi ve uluslararası ticaretin kolaylaşması ile sonuçlanabilecektir [Bird, Wüstenhagen ve Aabakken, 2002].

Finlandiya Deneyimi

Finlandiya Tabiatı Koruma Birliği⁴, Norppa eko-sınıflandırma programı adı altında perakende satışa konu 20'den fazla yeşil enerji ürününü⁵ sertifikalandırmaktadır. 2003 yılı sonuna kadar yürürlükte kalan program kriterleri çerçevesinde, aşağıda belirtilen yenilenebilir kaynakların sertifikalandırılması yapılmıştır. Bunlar sırasıyla; biyokütle (Belediye'ye ait katı atıklar hariç), güneş, rüzgar ve 1996 yılından önce inşa edilmiş hidrolik tesislerdir. Hidrolik tesisler, sertifikalandırılabilmek için bir eylem planı ve etkilenen su yolundaki çevresel etkilerin azaltılması için alınacak tedbirleri hazırlamakla yükümlü kılınmıştır. İlaveten, biyokütle ile birlikte diğer yakıtları da kullanan tesislerin zaman içerisinde karbondioksit emisyonlarını azaltmaları zorunluluğu getirilmiştir. Sertifikalandırılmış yeşil enerji ürünleri pazarlayan şirketlerin yeni yenilenebilir projelerin (hidrolik tesisler hariç) geliştirilmesine destek olmaları beklenmiştir. Eko-sınıflandırma programı, tedarikçilerin yenilenebilir enerji alım ve satımlarının doğrulanması için yıllık denetimden geçmelerini zorunlu kılmıştır [Bird, Wüstenhagen ve Aabakken, 2002].

Avustralya Deneyimi

2000 yılının Mayıs ayında kurulan Ulusal Yeşil Enerji Akreditasyon Programı⁶, yeşil enerji ürünlerini ve üreticilerini sertifikalandırmaktadır. Söz konusu program, New South Wales akreditasyon programının 1997 yılında Sürdürülebilir Enerji Geliştirme Kurumu⁷ tarafından geliştirilmesi sonucunda ortaya çıkmış olup SEDA tarafından yönetilmektedir. Akredite ürünler kapsamında yer alan yenilenebilir kaynaklar; güneş, rüzgar, biyokütle (Belediye'ye ait katı atıklar hariç), jeotermal, hidrolik tesisler (rezervuarlı barajlar inşa etmeyi içeren yeni projeler hariç), dalga ve gel-git enerjisi olarak belirlenmiştir. Üreticiler, sera gazı emisyonlarını azaltmaları, başka çevresel faydalar önermeleri ve ürettikleri elektriğin büyük bir kısmını yenilenebilir kaynaklardan üretmeleri halinde akreditasyon alabilmektedirler. Sertifikalı tedarikçilerin sunmuş oldukları yenilenebilir enerjinin %80'ini yeni yenilenebilir kaynaklardan tedarik etmeleri gerekmektedir. Bazı tedarikçilere yükümlülüklerini karşılamaları için 2 yıl süre tanınmıştır. Ulusal yenilenebilir enerji satın alma yükümlülüğünü karşılayabilmek için, sertifikalandırılmış yeşil enerji satışlarının satın alınan yenilenebilir enerjiden fazla olması gerekmektedir [Bird, Wüstenhagen ve Aabakken, 2002].

Amerika Birleşik Devletleri Deneyimi

ABD'de birçok eyalette yenilenebilir portföy standartları⁸ uygulanmakta ve bu eyaletlerde perakende elektrik şirketlerine, satışlarının belirli bir oranını yenilenebilir kaynaklardan tedarik etmesi zorunluluğu getirilmiştir. Bazı eyaletlerde yeşil sertifikaların üretilen

⁴ The Finnish Association for Nature Conservation

⁵ 1 MWh elektrik enerjisinin tamamı bir çeşit yenilenebilir kaynaktan üretililebileceği gibi birden fazla yenilenebilir kaynağın çeşitli oranlarda karışımı ile de üretilir.

⁶ The National Green Power Accreditation Program

⁷ SEDA - Sustainable Energy Development Authority

⁸ RPS - Renewable Portfolio Standards

elektrikten bağımsız olarak ticaretinin yapılmasına izin verilmektedir. Yeşil sertifika ticareti, sadece piyasa etkinliğini artırması dolayısıyla değil, aynı zamanda yenilenebilir enerji üretim kapasitesinin gelişmesi için mali teşvikler sağlaması dolayısıyla yenilenebilir enerji piyasalarının gelişmesinde önemli bir faktördür.

Yeşil sertifika ticareti, yenilenebilir kaynağa dayalı elektrik üretim projesinin değerini maksimum kılmaktadır. Çünkü sertifika ticareti, yenilenebilir enerji sertifikalarının ve elektriğin, bunlara en çok değer biçen alıcılara tahsis edilmesine imkan sağlamaktadır. Örneğin; yeşil sertifikalara en çok ilgi duyan alıcı, üretilen elektriğe ihtiyaç duymayabilir. Bununla beraber, yenilenebilir piyasaların gelişmemiş olduğu durumlarda, yeşil sertifikaların gelecekteki değerinin tespit edilmesi zor olabilir. İki ürünün birbirinden bağımsız olarak ayrı ayrı satılabilmesi imkanı, vadeli sözleşmelerde daha büyük esnekliğe izin vermektedir.

Yeşil sertifikaların ticaretini desteklemek için, sertifikaların yayımlanmaları ile transfer edilmelerini izleyecek sistemlerin kurulması gerekmektedir. Tasarımı iyi yapılmış bir sertifika izleme sistemi, uygulama maliyetlerini düşürebilir ve piyasadaki likiditeyi artırabilir. Örneğin Kaliforniya eyaletinde APX isimli vadeli işlem piyasası tarafından bu amaçla Üretim Bilgi Sistemleri geliştirilmiştir. Üreticilere üretilen her 1 MWh elektrik için bir sertifika verilmekte olup her bir sertifikanın özgün bir numarası bulunmaktadır. Üretici, sertifikalarını sattığında söz konusu sertifikalar üretici tarafından elektronik ortamda yapılan bir işlemle alıcının Üretim Bilgi Sistemindeki hesabına transfer edilmektedir. Bir uygulama döneminin sonunda sertifikalara ilişkin işlem sonlandırılabilir ve düzenleme kurumları uygulamanın doğru yapıldığını kontrol edebilir.

İlk Üretim Bilgi Sistemleri, Haziran 2001'de Teksas eyaletinde yürürlüğe konulmuştur. İkinci sistem, 2002 yılında New England Enerji Havuzunda (New England Power Pool - Neeppool) uygulamaya konulmuş ve altı eyaleti kapsamaktadır. Bunlardan üç tanesi (Connecticut, Maine ve Massachusetts) yenilenebilir portföy standartlarına sahip bulunmaktadır. Neeppool sisteminde yenilenebilir olsun veya olmasın tüm üretimlere ilişkin bilgiler izlenirken, Teksas Üretim Bilgi Sistemi çerçevesinde sadece yenilenebilir kaynaklara dayalı üretime ilişkin bilgiler izlenmektedir.

Teksas ve Neeppool Üretim Bilgi Sistemlerinde; sertifikalar, üreticilere üçer aylık dönemler halinde verilmektedir. Teksas sisteminde yeşil sertifikaların üç yıllık bir ömrü bulunmakta ve bu zaman zarfında herhangi bir zamanda ticareti yapılabilir. Neeppool sisteminde, yıl içerisinde her 3 aylık dönemde 60 günlük transfer dönemi bulunmaktadır. Sertifikalar vadeli olarak satılabilir, ancak 3 aylık döneme ait sertifikalar sadece o dönem içerisinde transfer edilebilir ve transfer döneminin kapanmasından sonra uygulamanın amaçlarından dolayı tekrar satılması mümkün olmamaktadır. Bu nedenle, Neeppool sertifikalarının ömrü ile ilgili bu sınırlamalardan dolayı, alıcıların sertifikalar için uzun dönemli vadeli sözleşme yapma konusunda isteksiz davrandıkları bilinmektedir. Teksas ve Neeppool Üretim Bilgi Sistemlerinin karşılaştırılması tablo-1'de verilmiştir.

Tablo-1: Teksas ve Nepool Üretim Bilgi Sistemlerinin Karşılaştırılması

	Teksas Üretim Bilgi Sistemi	Nepool Üretim Bilgi Sistemi
Sistemin Yürürlüğe Girdiği Tarih	Temmuz 2001	Temmuz 2002
Hizmet Sunulan Eyalet Sayısı	Bir	Altı – Connecticut, Rhode Island, Massachusetts, Maine, New Hampshire, Vermont
Piyasa Katılımcılarının Sayısı	24 üretici, 53 perakende satış şirketi, 7 faal broker	95 üretici, 37 perakende satış şirketi, 4 faal broker
Sertifikaaların Ne İçin Verildiği	Sadece yenilenebilir kaynaklara dayalı elektrik üretimi	Her çeşit elektrik üretimi için verilmektedir.
Sertifikaaların İsmi	Yenilenebilir Enerji Kredisi (REC - Renewable Energy Credit)	Nepool sertifikası (Connecticut, Maine ve Massachusetts'te terchen yenilenebilir portföy standartları olarak da tanımlanmaktadır).
Takip Edilen Bilgi	5 alan (Üretimin yapıldığı yıl ve 3 aylık dönem, yenilenebilir kaynak türü, üretim testisine ilişkin bilgiler ve yenilenebilir enerji kredi seri sertifikası numarası)	9 alan (Sertifika seri numarası, tesise ilişkin bilgiler, tesis adı ve kapasitesi, yakıt türü, emisyon bilgisi), çalışan kişilere ilişkin bilgiler bilgisi, eyalet yenilenebilir portföy standartları için uygunluk, yeşil sertifika için uygunluk.
Üreticilerin Hesabındaki Sertifikalar	3 aylık dönemin tamamlanmasından 75 gün sonra	3 aylık dönemin tamamlanmasından 95 gün sonra
Sertifika Satışları İçin İşlem Dönemleri	Taraflar vadeli olarak ticaret yapabilir. Üreticiler, yeşil sertifikamın kendi hesabına kaydedilmesinden itibaren uhdesindeki yeşil sertifikaları alıcılara satabilir ve yeşil sertifikalar ömrü boyunca sınırsız sayıda tekrar tekrar satılabilir. Herhangi bir kişi, ömrü bitene kadar yeşil sertifikayı elinde tutabilir.	Taraflar vadeli olarak ticaret yapabilir. Yıl içerisinde her 3 aylık dönemde işlem yapılabilir. İşlem döneminin sonunda sertifikalar ilk hesaplardan rezerv hesaplara transfer edilir ya da sistem tarafından silinir ve kalan karışma devredilir. Sertifikalar rezerv hesaplara transfer edildiklerinde tekrar satılmaları mümkün değildir.
Sertifikaların Ömrü	3 yıl (üretim yılı + 2 yıl)	Transfer döneminin tamamlanmasından itibaren tekrar satılamazlar. Massachusetts eyaleti 3 yıla (üretim yılı + 2 yıl) kadar sınırlı işleme izin vermektedir.
İthalat Yapma Olasılığı	Belirli şartlar altında evet.	Enerjinin gerçek zamanlı olarak verilmesi halinde evet.
Sistemin Yaklaşık Maliyeti	Bilgi mevcut değil.	İlk 2 yıl için yılda 2,5 milyon ABDS, daha sonraki yıllarda yılda 1,25 milyon ABDS. Sistemin maliyeti perakende satış şirketleri tarafından üstlenilmektedir.
İnternet Sitesi	www.texastrenewables.com	www.nepool.us.com

Kaynak: [Giovinetto, 2003].

Almanya Deneyimi

Almanya'da 3 adet birbiri ile rekabet eden sertifikalandırma programı bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla; Grüner Strom, OK-Power ve TÜV. Grüner Strom sertifikası sadece tamamı yenilenebilir kaynaklardan üretilen elektriği sertifikalandırmaktadır. Bu sertifika, çevre ve güneş enerjisi organizasyonları tarafından desteklenmektedir, ancak üretim şirketi nükleer enerji üretiminde de bulunuyorsa elektrik üretimi sertifikalandırılmamaktadır. OK-Power ise %50 ve üzerindeki oranlarda yenilenebilir kaynaklardan üretilen elektriğin sertifikalandırılmasına imkan tanımaktadır. Yenilenebilir kaynaklardan üretilmeyen kısmın fosil yakıtlı kojenerasyon tesislerinde üretilmesi öngörülmektedir [Bird, Wüstenhagen ve Aabakken, 2002].

Üçüncü program, motor araçlarını da kapsayan ve geniş bir alandaki teknik ürünleri test eden ve sertifikalandıran Alman Teknik Gözetim Birliği olan TÜV tarafından yayımlanmış olan altı değişik standartlar kümesinden oluşmaktadır. Program, diğer programlara nazaran genel olarak yeşil enerji üretimleri için daha gevşek çevre standartlarına sahip bulunmaktadır. Örneğin; TÜV hidrolik tesislerdeki üretimleri ilave çevresel iyileştirmeler ya da yeni kapasite için minimum bir koşul getirmeksizin sertifikalandırmaktadır [Bird, Wüstenhagen ve Aabakken, 2002].

Avusturya Deneyimi

Avusturya'nın enerji düzenleme kurumu olan E-control'ün yeşil sertifika yayımlanması konusunda yetkisi bulunmamakta, sadece yenilenebilir enerji kaynak belgelerinin izlenmesi ve denetlenmesi faaliyetlerinde bulunmaktadır. Üreticiler, sertifika yayımlayan bir kurum ya da kuruluştan sertifikaları almaktadır. Alınan sertifikalar bağımsız bir üçüncü tarafça kontrol edilerek onaylanmaktadır. Bir üretim bölgesinde, sertifikaların ikinci kez kullanılmasının önlenmesi bakımından sertifikaların kontrol edilmesi önem arz etmektedir. Sertifikaların birden fazla satışının yapılmasının önlenmesi için; her sertifika, banknotlarda olduğu gibi, tek ve özgün bir numaraya sahip olmakta ve ayrıca veriler, merkezi bir veritabanında, özellikle elektronik bir veritabanında toplanmaktadır (E-control).

Yenilenebilir ve klasik kaynaklardan üretilen elektriğin karışımından oluşan bir portföye sahip olduğu zaman, ticari hacim yerine gerçek değerler dikkate alınmaktadır. Aksi takdirde, elektriğin üretildiği kaynakları yeşil elektrikten veya gri elektrikten üretilmiş gibi göstermek mümkün olmaktadır. Bir müşteri için sahip olunan elektriğin yakıt kaynakları karışımı, diğer bir müşteri için de aynı olmak durumundadır. Avusturya'daki mevzuat, kaynağı belirsiz enerji olması durumunda, Belçika'da yerleşik Elektrik İletiminde Eşgüdüm Birliğinin⁹ belirlediği yakıt karışım oranlarının kullanılmasını öngörmektedir. Örneğin; bir şirket, enerjisinin %80'ini hidroelektrik kaynaklardan karşıladığını belgeleyip, diğer kısmı bilinmeyen olarak sınıflandırabilmektedir. Bu durumda, bilinmeyen kısım için UCTE değerleri kullanılabilir.

Bir üretim tesisinin ürettiği elektriğin yeşil sertifika olarak sisteme kaydedilmesi, üretim tesisinin talebi üzerine iletim sistemi işletmecisi tarafından gerçekleştirilmektedir. Temel olarak sisteme girilmesi gereken bilgiler, sisteme verilen elektrik miktarı, tesisin maksimum kapasitesi ve karakteristikleri, üretim yeri ve üretim dönemi ile üretimde kullanılan enerji kaynaklarıdır. Sistem tüm piyasa katılımcılarına açık durumdadır. Sistem üzerinden üretim ve tüketim tarafı sertifika alışverişini gerçekleştirebilmektedir. Yeşil sertifikasını satan bir üretici, bunu satın alan tarafa göndermekte, satın alan taraf da satın aldığı yeşil sertifikalı elektriği kendi hanesine kaydetmektedir. Satın alan tarafın, satın aldığı yeşil sertifikayı kabul etmemesi durumunda, yeşil sertifika satan kişinin hanesine geri gönderilmektedir. Bu şekilde, uyumlu ve şeffaf bir sistem sağlanmakta ve personel fazlalığı ile yüksek

⁹ İngilizce karşılığı "Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity" olup kısaltılmış şekli UCTE'dir.

altyapı maliyetlerinden de tasarruf edilmiş olmaktadır. Ayrıca bilginin iletilmesi sürecinde zaman tasarrufu sağlandığı gibi, bir elektronik veritabanı yönetim sistemi sağlanmış olmaktadır (E-control).

Romanya Deneyimi

Romanya’da yeşil sertifika uygulaması çerçevesinde, düzenleyici kurum, yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğe ilişkin sabit bir kota belirlemekte ve elektrik tedarikçileri de söz konusu kota çerçevesinde, üretilen elektrik miktarını satın almak zorundadır. Romanya düzenleyici kurumu olan ANRE, yeşil sertifika alınabilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik miktarını belirlemektedir. Üreticiler, sisteme verilen her MWh elektrik başına bir yeşil sertifika almaktadır. Söz konusu yeşil sertifika, ürettikleri elektrikten ayrı olarak yeşil sertifika piyasasında satılabilmektedir. Elektrik fiyatı, elektrik piyasasında belirlenmekte, yeşil sertifikalardan elde edilen ilave fiyat elektrik piyasasından ayrı olarak, paralel bir piyasada belirlenmektedir. Bu paralel piyasada, temiz elektrik üretiminin çevresel faydalarının ticareti yapılmaktadır. Yeşil sertifikaların değeri, üreticilerin sisteme temiz enerji sunmalarından dolayı ilave bir geliri temsil etmektedir. Tedarikçilerin, üzerlerine yüklenmiş yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğe ilişkin yükümlülüklerini yerine getirebilmek için kotaya karşılık gelecek miktarda yeşil sertifikaya sahip olmaları gerekmektedir.

Romanya’da uygulanan yeşil sertifika sisteminde kurum ve kuruluşların görevleri ve yükümlülükleri ile sistemin işleyişi şu şekilde olmaktadır. Yeşil sertifika piyasasının işletilmesi ve yönetilmesi ile ilgili olarak ANRE tarafından yayımlanan 15/2005 sayılı düzenleme çerçevesinde kurulmuş olan OPCOM¹⁰ (Yeşil Sertifika Piyasa İşleticisi) yeşil sertifikaların ticaretinden ve Merkezi Yeşil Sertifika Piyasasında fiyatların belirlenmesinden sorumlu olan tüzel kişidir. OPCOM’un sorumlulukları maddeler halinde aşağıda anlatılmıştır¹¹.

- Yeşil sertifika piyasasında yer alan katılımcıların kaydını tutmak,
- Yeşil sertifika piyasasındaki talep ve arzı ulusal seviyede tahmin etmek ve yayımlamak,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi yapan kişilerle elektrik tedarikçileri arasındaki yeşil sertifika ticareti için imzalanan ikili anlaşmaların kaydını tutmak,
- Yeşil Sertifika veritabanını kurmak ve yönetmek,
- Merkezi Yeşil Sertifika Piyasasında, yeşil sertifika piyasası ile ilgili ticaret altyapısını sağlamak,
- Tedarikçilerden/Üreticilerden yeşil sertifika alım/satım tekliflerini almak,
- Merkezi Yeşil Sertifika Piyasasında oluşan piyasa fiyatını ve piyasada ticareti yapılmış yeşil sertifika miktarını her ay belirlemek ve yayımlamak,
- Her ay, cari yıldaki toplam yeşil sertifika arz ve talebini yayımlamak,
- Merkezi Yeşil Sertifika Piyasası katılımcılarının ödeme yükümlülüklerini ve kazanılmış haklarını belirlemek.

Merkezi Yeşil Sertifika Piyasası; rekabeti, şeffaflığı, eşit taraflar arasında ayırım yapılmamasını, alım-satım fiyatlarının düşmesini ve yeşil sertifika piyasasında yapılacak, emisyon ticareti gibi diğer işlemler için bir referans fiyatın belirlenmesini sağlamaktadır. Merkezi Yeşil Sertifika Piyasasında; OPCOM, katılımcıların kayıtlarını yapmakta ve katılımcılar da aylık alım ve satım tekliflerini göndermektedir. OPCOM, teklifleri almakta ve alım teyitlerini göndermektedir. OPCOM, teklifleri onaylamakta ve tekliflerin kabulü veya reddine ilişkin bildirimleri göndermektedir. İşlem günü boyunca; alım satımı yapılan yeşil sertifika sayısı ile Merkezi Yeşil Sertifika Piyasasında oluşan piyasa fiyatı OPCOM tarafından belirlenmekte ve uzlaştırmaya ilişkin bildirimler ayrıntılı bir şekilde hazırlanarak her katılımcıya gönderilmektedir.

¹⁰ OPCOM, esas itibarıyla, elektrik piyasasında piyasa işletmecisi görevini yürütmektedir.

¹¹ İlave bilgi için, <http://www.opcom.ro/PortalContent.aspx?Item=1977&lang=EN&filterID=20>

Alım satımı yapılan yeşil sertifika sayısı ve Merkezi Yeşil Sertifika Piyasasında oluşan piyasa fiyatı ise şu şekilde belirlenmektedir. Teklifler, fiyat-yeşil sertifika sayısı çiftini temsil etmekte olup en az bir çift, en az üç çift teklif verilebilmektedir. Arz ve talebin kesiştiği noktada, alım satımı yapılan yeşil sertifika sayısı ve Merkezi Yeşil Sertifika Piyasasında oluşan piyasa fiyatı belirlenmektedir.

ANRE'nin görevleri de şu şekilde özetlenebilir.

- Yeşil Sertifika piyasasında yer alacak ve yenilenebilir enerji kaynağı kullanarak üretim yapan elektrik üreticilerini belirlemek,
- Yenilenebilir kaynakları kullanan üretim santrallerinin kurulu gücü yeşil sertifikalara olan talebi karşılamazsa, Aralık ayının ilk on gününde yıllık zorunlu kotayı tekrar düzenlemek,
- Tedarikçilerin zorunlu kota yükümlülüklerini yerine getirip getirmediğini kontrol etmek ve kota yükümlülüğünün yerine getirilmemesi halinde ceza uygulamaktır.

Romanya'da İletim Sistem İşletmecisi olan Transelectrica, üreticilerden ve üreticilerin bağlı olduğu şebeke işletmecilerinden, şebekeye sunulan yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik miktarına ilişkin bildirimleri toplamaktadır. Aylık bazda, bir önceki ayda şebekeye verilen yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik miktarı ile ilgili yeşil sertifikaları üreticilere vermektedir. Belirlenen dönem sonunda kota yükümlülüğünü yerine getiremeyen tedarikçilere verilen cezaları tahsil etmektedir.

Ülke Deneyimlerine İlişkin Genel Değerlendirme

Yenilenebilir kaynaklara dayalı olarak üretilen elektriğin her MWh'ı başına bir yeşil sertifika verilmekte ve yeşil sertifikaların piyasada ticareti yapılabilmektedir. Bu işlemlerin etkin olarak yapılabilmesi için gerekli koşullardan biri bu amaçla serbest piyasanın oluşturulmasıdır. Çünkü bu yöntemin işleyişi gereği elektriğin bedeli haricinde yeşil sertifikaya ödenecek ilave bedel piyasa mekanizması çerçevesinde oluşacaktır. Bu nedenle, bu yöntemin uygulanabilmesi için etkin bir piyasanın varlığı ön şart olmaktadır [Madlener ve Fouquet, 1999].

Avrupa Birliği ülkelerinde bir grup uzman Almanya'da başarı ile uygulanan minimum fiyat uygulamasını, diğer bir uzman grubu ise İngiltere'de uygulanan rekabetçi kota sistemi ve günümüzde uygulanan kota veya hedefler belirleyen yenilenebilir enerji zorunluluğu gibi yöntemlerin Avrupa Birliği ülkelerinde uygulanmasını önermektedir. Yeşil sertifika yönteminin ise artan bir şekilde gelecek yıllarda yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimini desteklemek amacıyla kullanılması beklenmektedir.

Yeşil sertifika uygulamasında çeşitli ülkelerde elde edilen deneyimler çerçevesinde şunlar söylenebilir [Burzynski, 2003].

- Yenilenebilir enerji kaynakları, rekabetçi olmaları halinde fosil yakıt fiyatlarındaki dalgalanmalara karşı risk yönetimi amacıyla kullanılabilir.
- Talep tarafında kota uygulaması ile birlikte sertifika yöntemi piyasa bazlı olup üretici şirketleri maliyet etkin çalışmaya yönlendirir.
- Yenilenebilir kaynaklara dayalı elektrik üretimi sadece uygulanacak teşvik ile ticari açıdan yapılabilir olması durumunda sertifika yöntemi yatırımcı açısından yeterli güven oluşturmaz.
- Sabit fiyat uygulaması yerine yavaş yavaş sertifika, kota yöntemi alması gerektiği şeklinde yaklaşımlar vardır.
- Elektrik üretim şirketleri için yüksek tutarda garanti edilen fiyat uygulanması ekonomik fizibilite yapılmasının önünde bir engel olabilir.
- Elektrik piyasasında aksaklıklara yola açmamak için belli bir pazar payından fazla pazar payına sahip elektrik üretim teknolojileri piyasa dışı araçlarla teşvik edilmemelidir.
- Gelişmiş piyasalarda sertifika sistemi ulusal ve uluslararası ticareti mümkün kılar, en uygun ve verimli yerlerde yenilenebilir kaynaklardan elektrik enerjisini destekler.

- Gelişmekte olan ülkelerde, minimum fiyat uygulaması ilk 10 işletme dönemi için sabit olursa ilgili yatırımcılara yüksek düzeyde ekonomik güvence sağlar.

SONUÇ

Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimini teşvik etmek amacıyla yeşil sertifika yöntemi henüz gelişme aşamasında olup bu konuda mesafe kateden ülkeler dahi konuya temkinli yaklaşmakta ve deneme çalışması ile sistemin uygulanabilirliği test edilmektedir.

Bu nedenle; Avrupa Birliğinde yenilenebilir enerji kaynaklarını teşvik etmek amacıyla hangi yöntemin en uygun olduğunu belirlemeye yönelik tartışmalar devam etmektedir. Önümüzdeki yıllarda farklı ülkelerin deneyimleri dikkate alınarak politika oluşturulması beklenmektedir.

Yeşil sertifika esas itibarıyla elektrik piyasasında finansal araç olarak rol oynamaktadır. Bu şekilde yeşil sertifikanın değerinin belirlenmesinde etkin işleyen bir piyasanın varlığı önemli olmaktadır. Aksi takdirde, yeşil sertifikadan beklenen yararlar sağlanamayacaktır.

Yeşil sertifika konusunda düzenleme kurumlarının rolü; yeşil sertifikaların izlenmesi, denetimi ve yeşil sertifikalara ilişkin düzenlemeler olarak tanımlanabilir. Yeşil sertifikaların standardı, yayımlanmasına ilişkin prosedürler, sertifikalarda yer alması gereken bilgiler, sertifikaların geçerli olacağı zaman dilimi gibi konuların, düzenleme kurumunun sorumluluğu dahilinde olduğu değerlendirilmektedir.

Düzenleme kurumları yanında, sistemin etkin işleyebilmesi açısından iletim sistem işletmecisi ve dağıtım şirketlerinin de, sayaç okuma başta olmak üzere görev ve sorumluluklarını yerine getirmesi önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- 1- Bird, Lori, Wüstenhagen, Rolf, Aabakken, Jorn, Green Power Marketing Abroad: Recent Experiences And Trends, (2002), National Renewable Energy Laboratory, Mayıs, s.16, 23, 28, 29, 59, 61.
- 2- Burzynski Robert, Burger Veit, Green John, Timpe Christof, White Sara, (2003), Tradable Renewable Energy Certificate Know-How and Initiatives Network, Trec Guidance Package: Poland, sponsored by the European Commission Contract NNE5/296/2001 Australia, s.6.
- 3- Connor, Peter M., (2003), UK renewable energy policy: a review, Renewable & Sustainable Energy Reviews, Vol. 7, s.65 - 82.
- 4- Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market,(2001), Official Journal of the European Communities, L283/33-40, September 27, Belgium.
- 5- Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market, (2001), Official Journal of 27.10.2001 the European Communities L 283/33.
- 6- Austrian Energy Regulator, E-control, http://www.e-control.at/portal/page/portal/ECONTROL_HOME/OKO
- 7- Elektrik Piyasası Kanunu, <http://www.epdk.org.tr/mevzuat/kanun/elektrik/elektrik.html>.
- 8- Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği, <http://www.epdk.org.tr/mevzuat/yonetmelik/elektrik.lisans.lyson.doc>.

- 9- Enerji Verimliliği Kanunu, <http://www.epdk.org.tr/mevzuat/diger/enerjiverimliliği/enerjiverimliliği.doc>.
- 10- Enerji Yatırımcısının El Kitabı, (2007), Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, http://www.epdk.org.tr/yayin_rapor/yatirimcininelkitabi/yatirimcininelkitabi.doc, Ankara, Mayıs, s.8-9.
- 11- Giovinetto, Anna, On the Track of Green Certificates, (2003), Renewable Energy Environmental Finance, September.
- 12- Haas, Reinhard, (2001), Review Report on Promotion Strategies for Electricity from Renewable Energy Sources in EU Countries, compiled within the cluster "Green electricity" co-financed under the 5th framework programme of the European Commission, June, Institute of Energy Economics, Vienna University of Technology, Vienna, Austria, s.10-13, 14, s.26.
- 13- Jensen, S.G., Skytte, K., (2004), "Interaction Between Green Support Mechanism at the European Power Market" Working Paper, NEMIEC& 2. SESSA Conference Stockholm, Ekim, s.3.
- 14- Knutsson, Niklas, (2002) *Dynamics of an EU System for Tradable Green Certificates*, Master of Science Thesis, Linköpings Universitet, Department of Thematic Studies Campus Norrköping, June 7, Sweden, s.8, 16, 17.
- 15- Lamy, Marie-Laure, Menanteau Philippe, Finon Dominique, (2002), *The dynamic efficiency of instruments for stimulating the dissemination of renewable energy technologies*, 25th Annual IAEE International Conference, Innovation and Maturity in Energy Markets: Experience and Prospects, Aberdeen, June 26-29, s.6.
- 16- Madlener, Reinhard, Fouquet, Roger, (1999), *Markets for Tradable Renewable Electricity Certificates: Dutch Experience and British Prospects*, the 1999 BIEE Conference - A New Era for Energy? Price Signals, Industry Structure and Environment, St. John's College, Oxford, UK, September 20-21, s.2, 3, 4.
- 17- *Implementing Domestic Tradeable Permits, Recent Developments and Future Challenges*, (2002), OECD Proceedings, Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris, s.16-17.
- 18- Van Dijk A.L., Beurskens L.W.M., Boots M.G., Kaal M.B.T., de Lange T.J., van Sambeek E.J.W., Uytterlinde M.A., (2003), *Renewable Energy Policies and Market Developments*, ECN-C--03-029, March, the Netherlands, s.31-33.
- 19- <http://www.gsel.it/eng/elementi/eng/procedure/rivista02/evidenza-2.htm>.
- 20- <http://www.tuv.com/de/en/history.html>.
- 21- <http://www.opcom.ro/Portal/content.aspx?item=1977&lang=EN&filterID=20>.
- 22- <http://www.opcom.ro/Portal/content.aspx?item=1977&lang=EN&filterID=20>.
- 23- www.renewable-energy-policy.info/remac.