

2000 YILINDA RÜZGAR TEKNOLOJİSİNİN MUHTEMEL DURUMU VE EKONOMİSİ

Zerrin T. Altuntaşoğlu

Elektrik Mühendisi

Rüzgar enerji sistemleri -ilk yatırım maliyeti hâriç temiz ve bedava enerji kaynağı olan ağır tesis yatırımlarıdır.

Bütün dünya üzerinde 6150 MW'lik rüzgar türbin kapasitesi tesis edilmiş bulunmaktadır. Bunun yaklaşık 1655 MW'sı ABD'nin Kaliforniya Eyaleti'nde yoğunlaşmıştır. Bununla birlikte, büyümeye hızı en yüksek olan pazar Avrupa'dır. 1995 yılının sonuna kadar tesis edilmiş kapasitesi 2802 MW olan bu pazarın büyümeye hızı yılda 300 MW'tır.

Rüzgar enerjisinin günümüzde kadar olan gelişimi şu şekilde karakterize edilebilir:

- 1980'lardan günümüzde kadar rüzgârdan üretilen elektrigin maliyetinde 3-4 katlık düşüş olmuştur. Şu anki maliyet 0.05 - 0.065 ECU/kWh'dır.
- Ticari rüzgar türbinlerinin boyutu 22-55 kW'dan yaklaşık 750 kW'a kadar artmıştır.
- Rüzgar türbinlerinin emre amadeliği (availability) 1981'de yüzde 60 iken, bu süre günümüzde yüzde 95-98'e varan bir gelişme göstermiştir.
- Elektrik şirketlerinin planlama işlemlerine rüzgar enerjisinin de dahil edilmesi onaylanmış ve rüzgara bir kapasite kredisi tahsis edilmiştir.
- En uygun yer seçimi için daha iyi yöntemler geliştirilmiştir.

PAZAR

Rüzgar gücü için üç ayrı pazar vardır:

- 1) Sanayileşmiş ülkeler için şebeke bağlantılı
- 2) Gelişmekte olan ülkeler için şe-

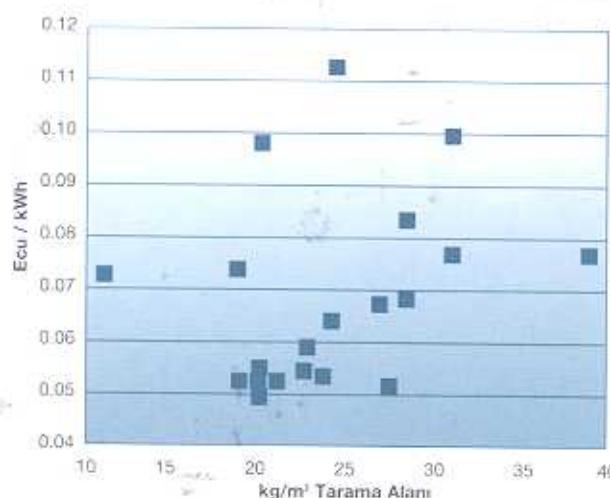
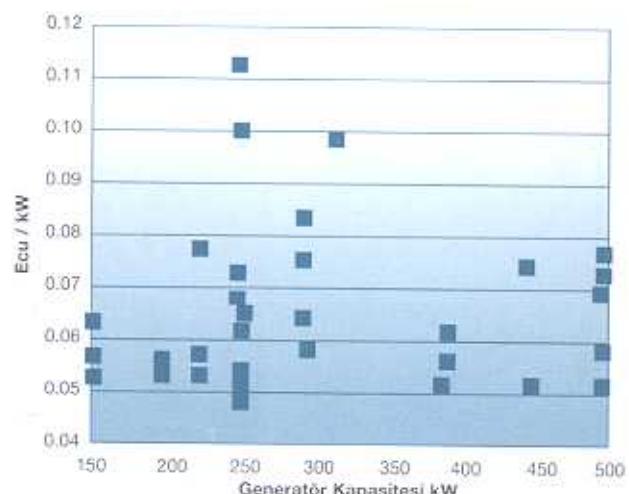
beke bağlantılı

3) Bağımsız sistemler.

Şu ana kadar pazar ilk grupta yoğunlaşmıştır. Avrupa'nın 2802 MW'lik kurulu güç kapasitesi ulusal teşvik programlarının bir sonucudur. Bu programlar teknoloji gelişimi açısından ulusal ve Avrupa Topluluğu araştırma, geliştirme ve demonstrasyon (R&D&D) programları tarafından desteklenmektedir.

Pazarın gelişimi aşağıdaki hükümlerle sağlanabilir:

- Rüzgar tarlasının sermaye maliyetinin doğrudan súbvanse edilmesi.
 - Uretimecek güç için ön odemeler.
 - Şebeke bağlantıyı yönlendirme.
 - Rüzgar tarla yatırımcılara vergi kolaylıklarının sağlanması. Bununla birlikte, başarı için bu pazarın girişimcileri aşağıdaki konularda desteklenmelidir:
 - Rüzgar türbin tesis ve tasarım için uyumlu standartlar oluşturulması.
 - Rüzgar tarlalarının yer seçiminde yönetgeleri içeren fiziksel planlama stratejilerinin geliştirilmesi.
- Bütün bunlar Avrupa'da yapılmaktadır. Doğrudan yatırım súbvansiyonundan elemanlarının geri kalanına vergi indirimine doğru bir eğilim vardır.

ŞEKİL-1 Rüzgar Enerjisinin Maliyeti**ŞEKİL-2 Rüzgar Enerjisinin Maliyeti**

Su anda endüstriyel dunyada en büyük pazar halen şebeke bağımlı sistemlerdir. Amerika pazarı yılda birkaç MW ile önemli ölçüde düşmektedir. İyimser bir eğilim bunun yeni Amerikan Hükümeti ile değişeceği yolundadır. Avrupa pazarının hızlanacağına inanılmaktadır (Avrupa Rüzgar Enerjisi Birliği, Avrupa Topluluğu ile 2030 yılına kadar 100.000 MW rüzgar turbin kapasitesinin kurulacağını tahmin etmektedir). Avrupa ve Amerika'nın dışındaki pazar miktarının belirlenmesi güçtür. İsviçre, Kanada, İsrail, Avustralya, Hindistan ve Çin'de önemli miktarlarda çalışma vardır.

Bugün gelişmekte olan ülkeler elektrik üretim kapasitesi yönünden yetersizdir. Şebeke bağımlı rüzgar turbinleri için çok büyük bir potansiyel pazar vardır. Ancak bu ülkeler bu pazarı geliştirmek için gerekli mali gücü sahip degillerdir. Sanayileşmiş ülkelerin desteği gereklidir ve dünyanın çevresel sorunlarını çözmek için yardım edilmesi muhtemeldir. Bağımsız sistemler için dünya pazarı, şebeke bağımlı sistemlerden daha büyuktur. Prototip sistemler vardır; fakat ticarileşme için önemli teknik gelişme ve mali araçlar gerekmektedir.

TEKNİK SONUÇLAR

1980'lerin başından beri rüzgar turbin kavramı araştırılmakta olup, önemli ilerlemeler sağlanmıştır. En çok kullanılan tür, yatay eksenli turbinlerdir. Çoğu makina üç kanatlıdır ve güç ya fren (stall) ya da aktif kanat eğimi (pitch) ile düzenlenmektedir. Bu kavrama rakip olan bir yaklaşım ise yükü, dolayısıyla ağırlığı azaltmak için oynar başlık (hinge) ve esnekliğin kullanıldığı iki kanatlı turbinlerdir.

Günümüzde ticari rüzgar turbinleri 100-750 kW büyüklükleri arasındadır. Avrupa Komisyonu boyut aralığının en azından 1 MW'a kadar genişletilebileceğini öngörmektedir. Boyutu artırırken en önemli etken, aynı uzaklıktan 1 MW ile 100 kW'lık turbinlerin hemen hemen aynı görsel etkiyi yapmasıdır. Üst sınır, büyük turbinler taşınırken ve montajı yapılrıken ortaya çıkan lojistik problemler tarafından belirlenebilir. Genellikle enerji maliyetinin makinanın ağırlığını düşürerek veya boyutlarını artırrarak elde edilebileceğine inanılmaktadır. Ancak, Kuzey Avrupa'da tarıma açık alanlarda yüzey pürüzlüğü -1 kW/h başına üretilen enerji maliyetinin, tarama alanının m^{-2} si başına ağırlığın bir fonksiyonu (Şe-

kil-1) ya da generatör kapasitesinin bir fonksiyonu (Şekil-2) olarak çizildiğinde ortaya net bir sonuç çıkmaz. Bu şekillerden açıkça görülmektedir ki, ekonomi, ağırlık ve boyuttan daha fazla başka kriterlerin bir fonksiyonudur ve daha büyük makinaların gelişimi, enerji maliyetinden çok, diğer kriterlere dayanmalıdır.

PERSPEKTİFLER

Avrupa'da rüzgar enerjisinin geleceği aşağıdaki etmenlere bağlıdır:

- a) Teknolojik gelişme.
- b) Mali araçlar.
- c) Hükümetin politika oluşturma girişimleri.
- d) En uygun arazilerin seçimi.
- e) Enerji sistemine bağlantının en uygun şekilde yapılması.
- f) Çevreye dost diğer teknolojileri ile rekabet.

TEKNOLOJİ

2000 yılına kadar rüzgar teknolojisindeki gelişmelerin, boyutlarındaki hızlı büyümeye ve radikal tasarım yeniliklerinden çok, 300-1000 kW aralığındaki turbinlerin bazı özelliklerinin optimize edilmesi şeklinde karakterize edileceği beklenmektedir. Gelişmeler, yüksek güvenilirlik, daha etkin maliyet ve daha az çevresel etki (gürültü) ile sonuçlanacaktır.

Bununla birlikte, maliyeti düşürmek için ağırlığı azaltmak, verimi artırmak, daha az bakım gerekliliği ve sürekli R&D&D çalışmaları gereklidir. Oncelik alanları kanat ve kanat profillerinin gelişimi, makinanın ve yapısal parçalarının optimizasyonu ve geliştirilmiş kontrollerdir.

FINANSMAN SAĞLAMA

Rüzgar enerji sistemleri -ilk yatırım maliyeti hariç- temiz ve bedava enerji kaynağı olan ağır tesis yatırımlarıdır. Rüzgar enerjisi için çok geniş kabul ve çok büyük bir potansiyel olmakla birlikte, finans kaynakları sınırlıdır. Ulusal teşvikler Danimarka'da 1979-89 yılları arasında olduğu gibi, özel sektörün yatırımlarına yol açabilir.

Bununla birlikte, gelişmekte olan ülkeler için uzun yıllarda beri suregelen ana finans kaynağı hala Dünya Bankası, çeşitli ulusal gelişim ajansları ve diğer yardım organizasyonları gibi uluslararası yardım ve finans kurumlarıdır.

POLİTİKA

Verilen herhangi bir durumda rüzgar enerjisinin kullanılıp kullanılmayacağına karar vermek için kullanılan ekonomik kriter, enerji üretiminin ikinci maliyetlerini kapsamaz. Bu tür maliyetler kirlilikin yol açtığı sosyal maliyetleri (sağlığa verilen zararın yanı sıra, altyapı malzemelerine olan zarar) ve politik maliyetleri (kırsal alanların nüfusunun azalması ve yakıt bağımlılığı) içerir. Bu nedenle kesin bir kriter bulunmadığı veya kararlaştırılmış olmadığı zamanlarda olduğu gibi, rüzgar enerjisinin kullanımına en azından başlangıçta politik olarak karar verilmelidir.

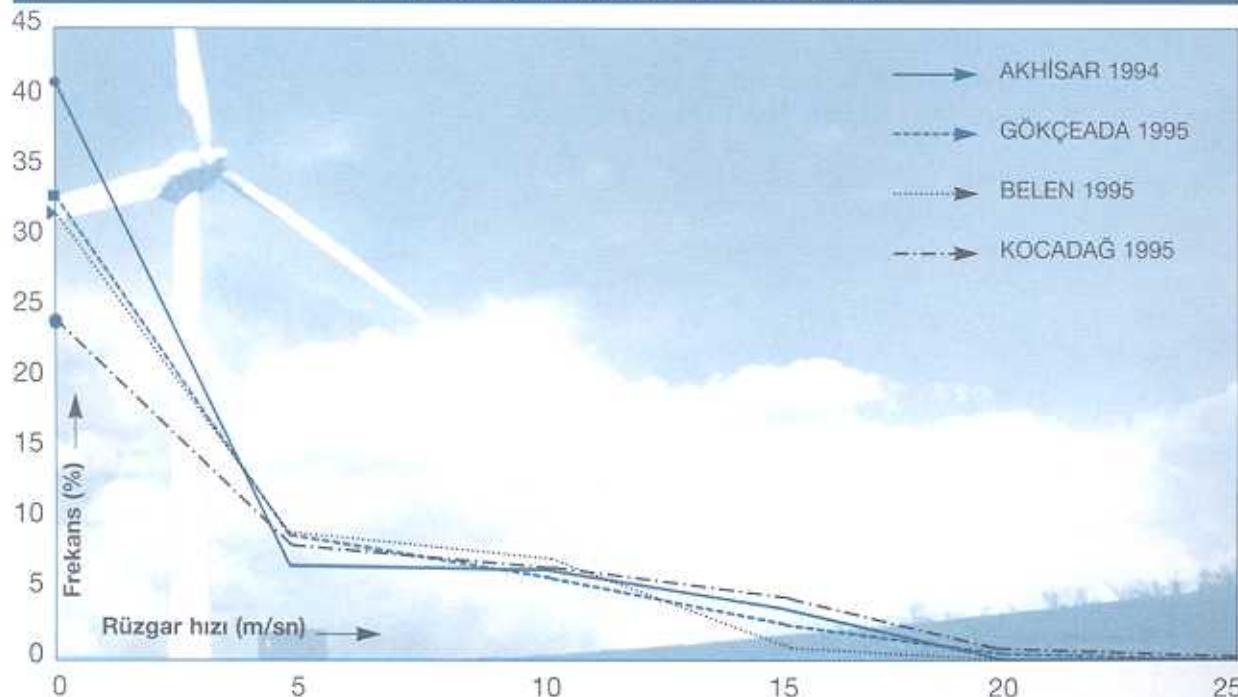
Bundan sonra rüzgar enerjisinin kullanımını, hedeflerin belirlenmesine ve politik olarak belirlenmiş hedefleri gerçekleştirmek için yapılacak faaliyetlerin işbirliği içinde yapılmasına bağlıdır. Danimarka Enerji Planı 2000 bu şekildeki bir ulusal stratejiye örnek olarak verilebilir. Bu plana göre 2005 yılına kadar 1500 MW'lık türbin kapasitesi tesis edilecektir.

Uluslararası stratejiye bir örnek Avrupa Rüzgar Enerji Birliği strateji belgesidir. Bu belge EWEA tarafından yayımlanmıştır ve rüzgar enerji uygulamaları için bir Avrupa stratejisi oluşturmaya yönelik. EWEA strateji belgesi bir seri somut eylemler koymaktadır. Bunlar uygulanırsa, Avrupa 2000 yılına kadar rüzgar enerji kapasitesini 4000 MW'a çıkaracak, 2005 yılında ise 11500 MW'a ulaşacaktır. Stratejinin uzun dönem hedefi 2030 yılına kadar Avrupa'nın enerji tüketiminin yüzde 10'unu rüzgar enerjisinden karşılamaktır.

Halen Avrupa Topluluğu'nda yılda 300 MW'lık rüzgar turbini tesis edilmektedir. 2000 yılına kadar bu rakamın üç katlanabileceğini düşünmek gerçekçi olacaktır. Böylelikle, Topluluk'un 1100 TWh'lik elektrik talebinin hemen hemen yüzde 2'si üretiliyor olacaktır.

Avrupa Komisyonu daha şimdiden ALTENER Programı kapsamında şu andaki kapasiteyi iki katına çıkararak, 2005 yılına ka-

YILLIK HİZ FREKANS DAĞILIMI



dar 8000 MW'a ulaşmayı planlamıştır. Bununla birlikte, büyümeye hızındaki artış hem teknolojik-itme (R&D) hem de pazar-çekme taliyetleri ve politik iyi niyetlerle taahhutların birleştirilmesi ile başlılabilecektir.

YER SEÇİMİ

Rüzgar gücü için en uygun yerlerin seçimi yüksek rüzgar potansiyeli alanların belirlenmesi, herbir rüzgar türbininin doğru yerleştirme metodları, arazi kullanımının dengelenmesi ve son olarak, güç dağıtım sistemini gerektirir. Bütün bu elemanların kıyı ve dağlık bölgelerdeki yerleşimler dahil 2000 yılına kadar açılığa kavuşturulması beklenmektedir.

Bununla birlikte, rüzgar türbinleri kurmaya uygun yerlerin yalnız rüzgar kaynakları ile değil, aynı zamanda emniyet, görsel etki, gürültü, vahşi yaşam ve doğal bitki örtüsüne etki, bölgesel ilgi anlayışı ve gelenekler gibi değişik faktörlere bağlı olan halkın kabulü ile de sınırlı olması beklenmektedir.

ENERJİ SİSTEMİ İLE BÜTÜNLEŞME

Rüzgar gücünün enerji sistemine bağlılığı sırasında karşılaşılan problemlerinin çözümleri 2000 yılına kadar bulunmuş olacaktır. Örneğin birkaç günlük rüzgar tahminleri yapılabildiği zaman, elektrik şebekelerinin rüzgar türbinlerine verdiği kredi artacaktır. Bununla birlikte, rüzgar gücü, güç sistemi içinde teknik problem olmaksızın elektrik üretiminin yüzde 10-15'ini sağlayabilir. Genel kararına göre, şebekeye bağlantı 2000 yılına kadar muhtemelen kısıtlayıcı bir faktör olmayacağı.

REKABET

Teknolojik gelişimimizin çevresel sonuçları hakkında oluşan ilgi ile yenilenebilir enerji, gelecekte güçlü bir etkiye sahip olacaktır. Bu nedenle rüzgar enerjisini diğer yenilenebilir kaynaklarla karşılaşmak, şu anki konvansiyonel güç kaynakları ile karşılaşmaktan daha amaca uygun olacaktır. Bir rüzgar turbini kendisini üret-

mek için harcanan enerjiyi 20 yıllık tasarım ömrünün yaklaşık bir yılında geri ödeyecektir. EUREC Ajansı tarafından yapılan yenilenebilir enerji çalışmasına göre, 2000 yılı için aşağıdaki maliyet rakamları tahmin edilmektedir:

Rüzgar: 0,03 ECU/kWh,

Güneş

Photovoltaic: 0,3 ECU/kWh,

Biyoyatırı: 0,05 ECU/kWh.

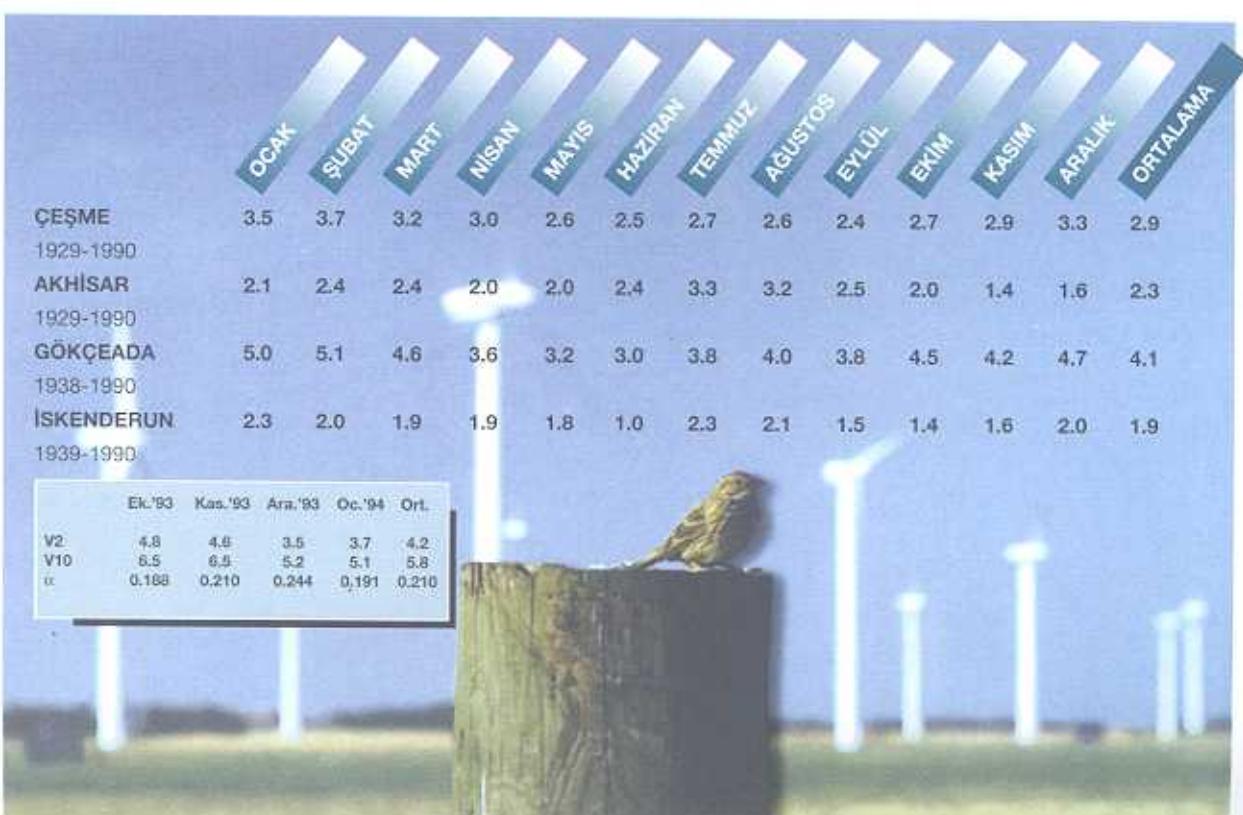
Bu rakamlar konvansiyonel güç kaynakları için olan yaklaşık 0,04 ECU/kWh ile karşılaştırılabilir.

"Rüzgar enerjisinin geleceği açıkta."

KAYNAKLAR

- "The Likely State of Wind Technology and Its Economics in the Year 2000." Erik Lundtang Petersen & Peter Hauge Madsen, European Directory of Renewable Energy Suppliers & Services 1993, Page 147-150
- Wind Power Monthly Oct. 1996, Page 6

NOT: Bu yazı EIE Bülteni, Sayı 175'te yayınlanmıştır.



YENİLENEBİLİR ENERJİNİN STANDART EKONOMİK HESAPLAMALARDA YER ALMAYAN FAYDALARI



Sosyal ve ekonomik gelişme: Yenilenebilir enerji üretimi, özellikle de biyokütle, ekonomik gelişme ve istihdam olanakları sağlar. Bu da özellikle ekonomik büyümeye fırsatı sınırlı olan kırsal bölgelerde özellikle geçerlidir. Yenilenebilir enerji böylece, kırsal bölgelerdeki fakirliği ve kentsel göç basklarını azaltmaya yardımcı olur.



Toprak yenileme: Nitelğini yitirmiş topraklarda enerji için biyokütle yetiştirmek, önceki tarım ve ormancılık uygulamaları tarafından neredeyse işe yaramaz hale gelmiş bulunan toprakların yenilenmesi için gerekli teşvik ve finansmanı sağlayabilir. Enerji için ekipi birleşen topraklar bir daha ilk hallerine getirilemeyecek olsalar da, bu toprakların biyokütle yetiştirmek için yeniden kazanılması kırsal bölgelerin gelişmesini destekleyecektir. erozyonu önleyecek, doğal yaşam için şimdiden daha iyi bir yaşam alanı sağlayacaktır.



Daha az hava kirliliği: Yakıt hücreli arabalarda kullanılan metanol veya hidrojen gibi yenilenebilir enerji teknolojileri, maliyetli ek kontroller gereklilik olmaksızın, kentsel hava kirliliği ve asit yağmurlarıyla bağlantılı emisyonlardan gerçekten hiçbirini üretmez.



Küresel ısınmanın azaltılması:

Yenilenebilir enerji kullanımı, küresel ısınmaya katkısı olan karbondioksit ve diğer sera gaz emisyonlarından hiçbirini üretmez. Biyokütle yakıtlarının kullanımı bile küresel ısınmaya

bir katkıda bulunmayacaktır. Biyokütle yandığında açığa çıkan karbondioksit, biyokütle yaktı olarak yetiştirilirken bitkilerin atmosferden emdiği karbondioksit miktarına eşittir.



Yakit çeşitliliği: Yenilenebilir enerjilerin yoğun olarak kullanıldığı bir enerji geleceğinde, enerji kaynaklarında bir çeşitliliği içeren önemli ölçüde bölgelerarası enerji ticareti olacaktır. Enerji ithal edenler bugündünden daha çok üretici ve yakıt türü arasından seçme olanmasına sahip olabilecekler, böyleslikle tekellerin fiyat yönlendirmeleri ya da beklenmeyen kaynak kesintilerinden daha az etkileneneklerdir. Böyle bir rekabet, enerji fiyatlarında büyük dalgalanmalara daha az olağan verir ve dünya petrol fiyatlarının da sabitleşmesiyle sonuçlanır. Dünya enerji ticaretindeki büyümeye, aynı zamanda enerji sağlayan kurumlara yeni olanaklar sağlayacaktır. Özellikle gelecek vaad edenler ise biyokütle edilen metanol gibi alkollü yakıtların ticareti, doğalgaz (yenilenebilir bir enerji değil, fakat onların önemli bir tamamlayıcısı) ve daha sonra hidrojendir.



Nükleer silahların yayılması riskini azaltma: Rekabet edebilir özellikteki yenilenebilir kaynaklar, nükleer endüstriyi destekleyen dünya çapında dev bir altyapı inşa etmeye yönelik çabaları azaltabilir. Böylelikle de nükleer silah üretimine yöneltilebilecek plutonium ve diğer nükleer maddelerin üretimi, taşınması ve depolanmasındaki büyük artışları engellebilir.

