



*Bu proje Avrupa Birliği tarafından finanse edilmektedir.*

Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları - VIII

# Düşük Karbon Teknolojileri





Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları - VIII

# Düşük Karbon Teknolojileri



Hazırlayan

Gülçin Özsoy- Duygu Toprak



## İçindekiler

Giriş .....	5
Niçin Düşük Karbon? .....	6
DKT'lerin Mevcut Durumu: Kurulu Kapasite, Potansiyeller, Zorluklar ve Engeller .....	8
DKT'lerin Geliştirilmesi ve Yaygınlaştırılmasına Yönelik Öneriler .....	13
Türkiye'de Düşük Karbon Teknolojileri .....	15



## Giriş

İklim değişikliğinin sadece çevresel değil aynı zamanda sosyal ve ekonomik bir sorun olduğunu fark eden ülkeler gelişmişlik düzeyinden bağımsız olarak, artık giderek artan bir şekilde düşük karbon ekonomisine geçiş için girişimlerde bulunuyor. İklim değişikliğine dair hedeflere ulaşılması için atılması gereken adımlardan birisi kuşkusuz düşük karbon teknolojilerinin (DKT) geliştirilmesi. Petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtlara bağımlı enerji sisteminin küresel düzeyde kökten değişmesi için, gelecekteki enerji sisteminin temelini alternatif enerji kaynaklarının ve düşük karbon teknolojilerinin oluşturması gerektiği her geçen gün daha fazla kabul görüyor. Bir diğer kabul gören konu ise DKT'lerin geliştirilmesi için kamu sektörüne her geçen gün daha fazla sorumluluk düştüğü ve bu kapsamda özel sektörü harekete geçirmek ve kamu-özel sektör işbirliğini mümkün kılacak hem politik hem finansal mekanizmaların geliştirilmesi gerektiğidir.

Bu yayın ile DKT'lere genel bir bakış sunmak ve bu teknolojilerin geliştirilmesi için atılması gereken adımlara değinilerek hem kamu hem özel sektörün proje ve program geliştirme aşamalarında yararlanabileceği bir kaynak sağlamak amaçlanmaktadır. İlk olarak *neden düşük karbon?* sorusuna yanıt aranmakta, bunu takip eden bölümlerde sırasıyla DKT'lerin mevcut kullanımı ve potansiyeli, DKT'lerin gelişiminde karşılaşılan zorluklar ve engeller ve bu zorlukların aşılması için genel olarak kabul gören bir dizi öneri; kamu sektörüne düşen görevler, alternatif finansman mekanizmaları ve teknoloji geliştirme merkezleri olmak üzere üç ana başlık altında incelenmektedir. Ayrıca bu yenilikçi finansman araçlarına dair örneklerle yer verilmektedir. Son olarak Türkiye'deki yeşil enerji sektörü ve DKT'lerin mevcut durumu özetlenmekte ve bu teknolojilerin ülkemizde geliştirilmesine yönelik müdahalelere değinilmektedir.

## Niçin Düşük Karbon?

Uluslararası Enerji Ajansı (UEA) verilerine göre, 2010 yılında enerji kaynaklı CO<sub>2</sub> salımlarında %5.3 oranında artış gerçekleşti<sup>1</sup>. Gelişmekte olan ülkelerin ekonomik faaliyetleri küresel düzeyde ağırlığını artırmaya devam ederken bunun için gereken enerji büyük ölçüde fosil yakıtlardan sağlanmaya devam etti. Ulusal ve uluslararası düzeyde iklim değişikliği ile mücadele konusunda alınan stratejik kararların, küresel sıcaklıklardaki artışı 2°C ile sınırlama hedefine ulaşmada ne ölçüde etkili olacağı belirsizliğini hala koruyor.

Düşük karbonlu kalkınma, ekonomik kalkınma ve karbon salımı arasında yakın zamana kadar sorgulanmayan ilişkiyi değiştirmeyi ve iklim değişikliği ile mücadelede somut adımlar atmaya hedefleyen bir model olarak ortaya çıktı. Bu hedeflerin hayata geçirilmesi amacıyla atılan adımlar arasında enerji güvenliğinin ve enerjiye erişimin artırılması ve yerel kirliliğin azaltılması yer alıyor. Karbon piyasaları ve iklim fonları, yeni teknolojilerin teşvik gibi araçlar düşük karbonlu kalkınma yaklaşımları arasında ele alınıyor<sup>2</sup>.

Gelişmiş ülkeler, bu düşük karbonlu yaklaşımları Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) kapsamında, Temiz Kalkınma Mekanizması (*Clean Development Mechanism*), düşük salım stratejileri, ulusal sakınım eylemleri ve ulusal uyum programları gibi araçlarla uyguluyor ve geliştirmekte olan ülkeleri destekliyorlar. Gelişmekte olan ülkeler arasında, dünyanın en büyük kömür tüketicisi olan Çin, 12. Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda düşük karbon ekonomisine geçişin uzun vadede sosyo-ekonomik kalkınmadaki rolünün altını çiziyor. Plandaki hedefler arasında, GSMH başına karbon salımının %17; enerji tüketiminin %16 azaltılması ve rüzgar enerjisi kapasitesinin 100 GW'a (2010'da 40 GW) çıkartılması bulunuyor. Bu hedeflere yönelik çalışmalar arasında, enerji verimliliği projelerinin hayata geçirilmesi, yenilenebilir enerji teknolojilerinin desteklenmesi, düşük karbonlu kentler için pilot projelerin oluşturulması ve uluslararası işbirliklerinin kurulması bulunuyor.

Düşük karbonlu kalkınma stratejilerinde kilit rol oynayan sektörler, enerji (düşük karbon teknolojileri ile enerji verimliliği sağlanması), ulaşım, yapı çevre (binaların enerji verimliliğinin artırılması), atık yönetimi ve atıktan enerji elde etme, altyapı, tarım ve ormancılık olarak sıralanıyor<sup>3</sup>. Bunlar arasında şüphesiz öncelikli olan sektör enerji ve DKT'ler bu yüzden giderek önem kazanıyor. Bu teknolojiler, salımların azaltılmasıyla ülkelerin iklim değişikliğine olan olumsuz etkisini azaltırken aynı zamanda 2007 yılında yaşanan ekonomik krizi takiben yaşandığı gibi, enerji sektöründe yeni araçlar geliştirerek iç piyasalarındaki talebi karşılamaya ve dış piyasada rekabet güçlerini artırmaya yönelik geliştirdikleri stratejilerin ayrılmaz bir parçası haline gelmeye de başladı.

<sup>1</sup> Uluslararası Enerji Ajansı (2011) World Energy Outlook

<sup>2</sup> Overseas Development Institute (2012) Designing public sector interventions to mobilise private participation in low carbon development. s. 1

<sup>3</sup> Overseas Development Institute (2012)



Avrupa Birliği'nin 2010 yılında yayımladığı Avrupa Stratejik Enerji Teknolojisi (SET) Planı<sup>4</sup>, enerjinin üretimi, dağıtımı, ticareti ve kullanımına yönelik müdahaleler ile enerji sistemini değiştirecek bir politika geliştirmeye çalışıyor. Planın ana hedefi, düşük karbon teknolojilerinin ekonomik olarak erişilebilir hale gelmeleri ve rekabet güçleri artırılarak bu teknolojilerin zamanla piyasa tarafından tercih edilmesi. AB'nin bu hedefe ulaşabilmesi için, enerji araştırmalarında endüstrinin rolünü güçlendirmeyi, teknolojik yenilikleri desteklemeyi ve DKT'lerin yayılmasını hızlandırmayı hedefleyen Avrupa Endüstri Girişimleri (AEG) büyük önem taşıyor. AEG'ler, DKT'lere dair engellerin, riskin ve yatırım ölçeğinin ulus-üstü düzeyde ele alındığı takdirde en iyi sonuçları verecek sektörlerle odaklanıyor. Biyoenerji, CO<sub>2</sub> Yakalama ve Depolama, Elektrik Şebekesi, Yakıt Pili ve Hidrojen Bütünleşik Teknolojisi, Sürdürülebilir Nükleer, Enerji Verimliliği – Akıllı Kentler, Güneş Enerjili Avrupa, ve Rüzgar olmak üzere toplam 8 adet AEG bulunuyor.

Uluslararası arenada 2011 yılında Durban'da düzenlenen 17. Birleşmiş Milletler Taraflar Konferansı da düşük karbonlu kalkınma stratejilerine dair daha önceki toplantılarda alınan kararların altını çizdi<sup>5</sup>. Kapasite geliştirilmenin sürdürülebilir kalkınmada ve gelişmekte olan ülkelerin Kyoto Protokolü'nü uygulamasındaki önemine dikkat çeken kararlarda, bu doğrultuda İklim Teknoloji Merkezi ve Ağı (İTMA)'nın rolleri de tanımlanmıştır. İTMA'ların azaltım ve uyum için mevcut iklim dostu teknolojileri belirlemesi, bu teknolojilerin yerel ihtiyaçlara cevap verecek şekilde kullanılması ve yaygınlaştırılmasını sağlaması ve yeni düşük karbon teknolojilerine yönelik araştırmaları desteklemesi isteniyor (Paragraf 135).

<sup>4</sup> Avrupa Birliği (2010) The European Strategic Energy Technology Plan: towards a low-carbon future

<sup>5</sup> Birleşmiş Milletler (15 Mart 2012) Report of the Conference of the Parties on its seventeenth session

## DKT'lerin Mevcut Durumu: Kurulu Kapasite, Potansiyeller, Zorluklar ve Engeller

Dünya Ekonomik Forumu ile Bloomberg New Energy Finance'in birlikte hazırladığı Yeşil Yatırım 2010: Finansman Açığını Kapatmak İçin Politika Mekanizmaları<sup>6</sup> başlıklı rapor, gelişmekte olan 10 büyük ölçekli temiz enerji sektörünün gelecekteki düşük karbon enerji sistemlerinin temeli olacağına dikkat çekiyor. Rapor, onshore rüzgarın, dünya çapındaki 140 Gigawattlık kurulu kapasitesi ile düşük karbon teknolojileri arasında en yaygın ve olgun teknoloji olduğunu ve kurulu kapasiteye göre sıralamada bu teknolojinin ardından gelen küçük ölçekli hidro (60 GW) ve biyokütlenin (45 GW) tahmini potansiyellerinin yaklaşık %30'unun kullanıldığını belirtiyor. Solar fotovoltaik ve ısıl güneş enerjisi teknolojilerinin henüz ekonomik olmadığına altını çiziyor. Offshore rüzgarın diğer teknolojilerle karşılaştırıldığında kullanılmayan potansiyelinin kurulu kapasitesine oranı çok daha yüksek olmasına rağmen seviyelendirilmiş maliyet ve rüzgar enerjisinin öngörülemezliği nedeniyle yatırımcılar tarafından ihtiyatla karşılandığı belirtiliyor.



DKT'lerin önünde yukarıda değinilen yüksek maliyet ve üretimin öngörülemezliğine ek olarak, devlet politikası, finansman, ve kaynaklar gibi başlıklar altında bir dizi engel bulunuyor<sup>7</sup>:

- DKT politikaları: Hedeflere ulaşılması ve özel sektörün yatırıma teşvik edilebilmesi için, kamu politikası ve yasal mevzuatın öncelik verilmesi gereken teknolojiler ve gelecekteki eğilimler konusunda açık, bilgilendirici ve tutarlı olması gerekiyor. Uzun geri ödeme sürelerinin söz konusu olduğu enerji teknolojilerinde politikalarla getirilen destek ve teşviklerin uzun erimde devamlılığı büyük bir önem teşkil ediyor.

- Ekonomik belirsizlik ve finansman: Uzun erimde karbon fiyatlarının belirli olmaması, hem teknolojiyi geliştirenler hem de yatırımcılar için bir engel olmakta ve enerji talebinde özellikle fosil yakıt fiyatlarındaki değişimden dolayı gerçekleşen dalgalanma belirsizlik yaratıyor. Teknolojinin gelişimindeki kritik aşamalarda kaynak açığı olabileceğine dair algı da süreçleri yavaşlatan bir diğer etmen.

Teknolojinin geliştirilmesi için gereken finansmanın bulunamaması, kredilerin öngörülemez oluşu veya kredilerin yeterince esnek olmaması. Bu son durum genellikle devlet tarafından verilen kredilerde getirilen işbirliği ya da fikri mülkiyet haklarının transferi gibi şartlardan dolayı ortaya çıkıyor. Devlet kaynaklı finansman açısından bir diğer konu da teknoloji geliştiricilerinin destekler hakkında doğru bir şekilde bilgilendirilmesi.

<sup>6</sup> Dünya Ekonomik Forumu (2010) Green Investing 2010: Policy Mechanisms to Bridge the Financing Gap

<sup>7</sup> World Economic Forum (2010); Lee, Illiev ve Preston (2009) Who Owns Our Low Carbon Future? A Chatham House Report; Fridley (2010)

- Teknoloji geliştirme ve yaygınlaştırma: DKT'lerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması hem uzun süreli hem de maliyetli olduğundan sürecin kendisi yüksek risk unsuru ve gereken kaynaklarla bir araya geldiğinde engel teşkil edebiliyor. Ayrıca planlama yönetmelikleri veya şebeke altyapıları da teknolojinin yayılmasını zorlaştırabiliyor.

- Elektrik üretimi: Elektrik bir dizi teknoloji kullanılarak üretilen standart bir maldır. Bu nedenle elektrik üreticileri kanıtlanmamış ve maliyetli yöntemler yerine genellikle en ucuz ve güvenilir teknoloji ile üretim yapmayı seçiyor.

- Fikri mülkiyet hakkı: Geliştirilen teknolojinin, özellikle gelişmekte olan ülkeler tarafından da kullanılabilmesinin önündeki engeller arasında patent ve fikri mülkiyet hakları bulunuyor. Teknoloji transferinin maliyetini önemli ölçüde artıran bu haklar, iklim değişikliği ile mücadelede bazı ülkelerin önünü ciddi anlamda kesmekle birlikte ticari sınırları daha da belirginleştirebiliyor. Örneğin, fotovoltaik ve biyoyakıtlarda fikri mülkiyet hakkı geliştirmekte olan ülkeler için engel teşkil etmezken (Çin, Hindistan, Brezilya ve Malezya uluslararası pazarda rekabet etmektedir)<sup>8</sup>, rüzgar enerjisinde durum farklıdır. Teknoloji transferi gerçekleşmediği için rüzgar enerjisi belli ülkelerin ağırlığını koyduğu bir teknoloji olmaktadır. Fikri mülkiyet haklarında gerekli düzenlemeler yapılarak geliştirmekte olan ülkelerin DKT'leri geliştirmedeki engelleri azaltılmalıdır.

- Doğal kaynaklar: DKT'yi hayata geçirmek için gereken kaynak, özellikle de nadir toprak elementlerine dayalı üretim süreçleri söz konusu olduğunda, ölçeklenebilirlik, maliyet ve fizibiliteyi etkileyen önemli bir etmendir. Tablo 1'de küresel düzeyde hammadde kullanımı ve potansiyel gereksinimi verilmiştir.

Dünya Ekonomik Forumu<sup>9</sup>, küresel ölçekte temiz enerjiye yapılan yatırımın ekonomik kriz ve durgunluk sırasında beklenenden daha yüksek gerçekleşmiş olmasına rağmen, karbon salımlarının azaltılması için gereken yatırım miktarı ile mevcut rakamlar arasında halen çok büyük bir uçurum olduğu belirtiyor: Düşük karbon enerji altyapısına geçiş için gereken yatırım yaklaşık olarak yıllık 500 milyar dolar. 2009 yılındaki yatırım miktarı, 2008 yılına göre %6 oranında düşüş göstererek 145 milyon dolar seviyesinde gerçekleşti. Yaklaşık 350 milyon dolarlık yatırım açığının kapanması için DKT finansman mekanizmalarına ihtiyaç olduğu açık.

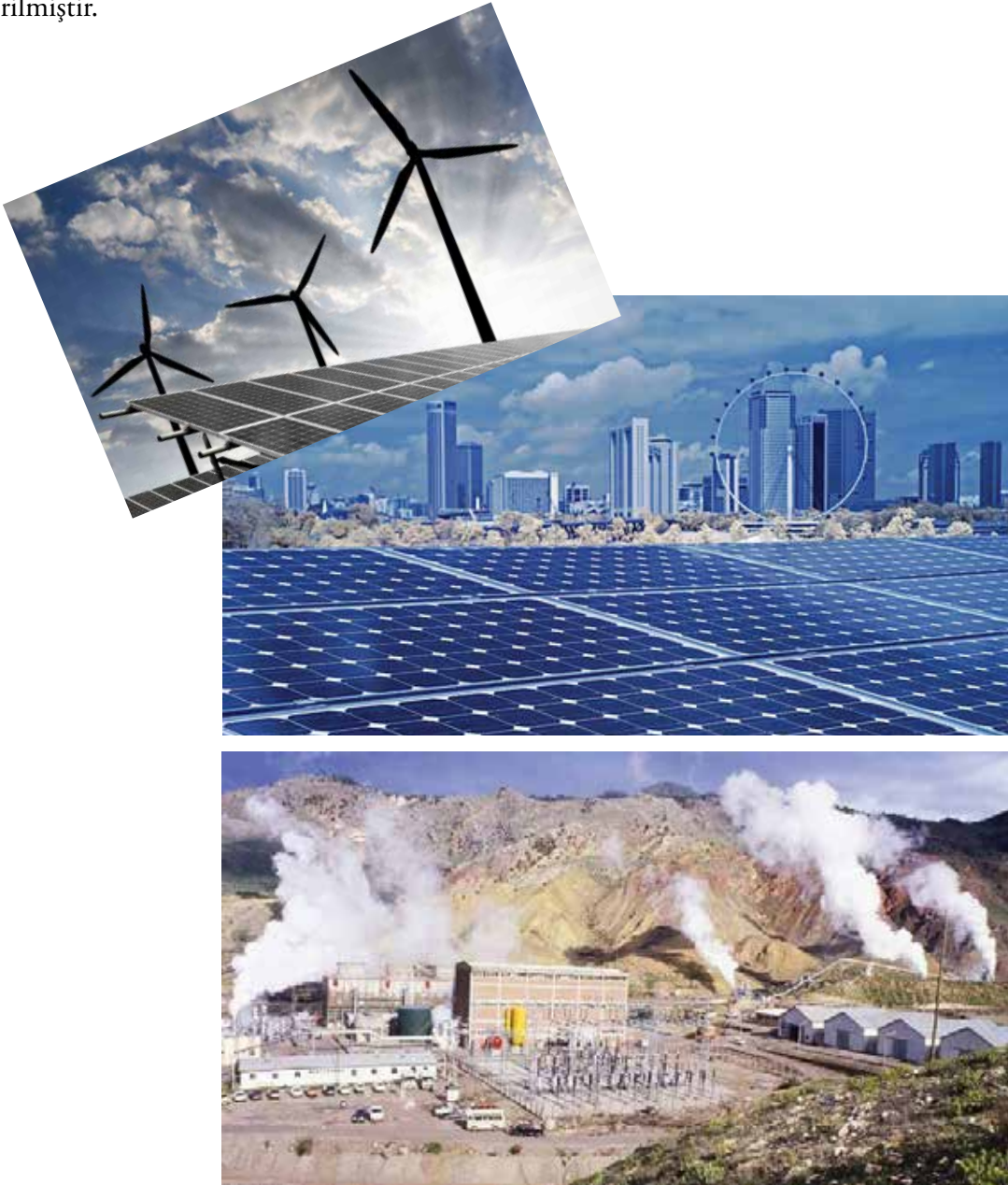
Halihazırda kullanılan piyasa mekanizmaları arasında sabit fiyat garantisi, Yenilenebilir Portfolyo Standartı/Yeşil Sertifika ve ihaleler bulunuyor. Bunlar arasında en yaygın olan sabit fiyat garantisi, yenilenebilir kaynaklar ile üretilen elektriğin sabit fiyattan satın alınmasına ilişkin bir güvence ve Avrupa piyasasında yatırımlar üzerinde oldukça olumlu etkisi gözleniyor. Yenilenebilir Portfolyo Standartı mekanizması ise AB ile Avustralya, Çin, Japonya ve ABD gibi pek çok ülkede yürürlükte olan bir düzenleme. Bu düzenleme ile belli bir miktar enerjinin yenilenebilir enerji kaynaklarından üretimi şart koşulur ve bu sayede sabit fiyat tarifesinden daha az oranla olsa da temiz enerjiye yapılan yatırım teşvik edilir. Yaygın olarak kullanılan diğer bir enerji piyasası mekanizması ise rekabetçi ihale süreçleri ile uzun vadeli elektrik sözleşmelerinin yenilenebilir üreticilere verilmesidir.

<sup>8</sup> İklim Platformu (2010) Düşük Karbon Ekonomisine Geçişte Teknoloji – Finans – Tedarik Zinciri. s. 35

<sup>9</sup> Dünya Ekonomik Forumu (2010)

DKT'lerin geliştirilmesi ve yaygınlaşmasına dair politikaların, bu mekanizmaların yanı sıra teknolojik gelişmenin seviyesini (Ar-Ge, tanıtım, ölçek büyütme, fabrikadan çıkış -roll-out- gibi aşamalar) de göz önünde bulundurması gerekiyor. Bu noktada yaygınlaştırma stratejileri üç farklı kapsamda ele alınabilir<sup>10</sup>. Teknoloji ve ürünün mevcut olduğu durumlarda pazar gelişiminin sağlanması, kullanımın teşvik edilmesi, kamu alımları ile pazarın güçlendirilmesi gerekir. Teknolojinin mevcut fakat ürünün olmadığı durumlarda, piyasa oluşturmak yeterli olmayacağı için mevcut teknolojinin üretim aşamasına geçebilmesi önem kazanır. Teknolojinin olmadığı durumlarda ise Ar-Ge çalışmaları ve teknoloji transferi ön plana çıkar.

Gelişmekte olan DKT'lerin mevcut kapasiteleri ve potansiyelleri ile her teknoloji özelinde karşılaşılan engeller ve bunların üstesinden gelmek için önerilen politikalar Tablo 1'de ayrıntılı olarak verilmiştir.



<sup>10</sup> İklim Platformu (2010) s. 32-33

**Tablo 1. Gelişmekte olan büyük ölçekli düşük karbon teknolojilerinin durumu<sup>11</sup>**

	Kurulu kapasite (2009)	Potansiyel kapasite (2030)	Seviyelendirilmiş enerji maliyeti	Teknolojinin durumu ve eksiklikler	Potansiyel engeller	Gerekli politikalar
Onshore rüzgar	140 GW	800 GW	68-109 dolar/MWh	Mevcut teknoloji yeterli Daha büyük türbinler Enerji depolama (kesintili üretim etkisini azaltmak için)	Kısa vade: sermayenin erişilebilirliği ve planlama uygulamalarının yavaş ilerlemesi Uzun vade: rüzgar kaynaklarının bulunduğu alanların coğrafi olarak izole olması	Mevcut politikaların kararlı bir şekilde uygulanması Yenilenebilir Portfolyo Standardı, yeşil sertifika ya da tarife garantisi ile destek Planlama süreçlerinin hızlandırılması Entegrasyonun sağlanması ve şebekeden kaynaklanan engellerin aşılması için teşvikler/düzenlemeler
Offshore rüzgar	2.2-2.4 GW	120 GW	109-205 dolar/MWh	Offshore türbinlerin güvenilirliği hala tartışmalı Daha büyük ölçekli yeni deniz teknolojilerinin fabrikadan çıkışı için öngörülen süre 5 yıl	Kısa vade: sermayenin erişilebilirliği, düşük verim nedeniyle yatırımda öncelikli olmaması Uzun vade: Talebin belirsiz olması nedeniyle türbinlerde teknolojik yenilik ve endüstriyel tedarigin yavaş gerçekleşmesi	Almanya ve İngiltere'de istikrarlı destek; Benelüks, Çin, ABD ve İskandinav piyasalarında artan destek İhracat kredisi kuruluşları ve hükümet destekli bankalar tarafından maliyeti düşürmeye ve finansmanı artırmaya yönelik destek Şebeke gelişimi için teşvikler Planlama süreçlerinin hızlandırılması
Solar fotovoltaik	20 GW	1000 GW	170-450 dolar/MWh	Kristal yapıdaki silikon tedarik zincirindeki devamlı ölçek büyüme Ölçeklendirilebilir ince film in seri imalatı	Sermaye Aktarma şebekesine erişim Plan izinleri	Uzun erimli ve yeterli olmasına rağmen destek zamanla azalma eğiliminde ve teknoloji yatırımlarındaki düşüşlere kolayca uyum sağlar Ar-Ge'ye sağlanan vergi kolaylıkları Kamu tarafından sağlanan araştırma fonları
Termal güneş enerjisi	616 MW	80 GW	190-250 dolar/MWh	Gelişmekte olan pek çok teknoloji için kavram kanıtlama	Özellikle kanıtlanmamış teknolojiler için sermaye Aktarma şebekesine bağlantılar İzinler	Özellikle daha önce kullanılmamış tasarımlar için teşvikler (ör: parabolik olmayan tasarımlar) Ar-Ge'ye sağlanan vergi kolaylıkları
Biyokütle yakma/gazlaştırma/anaerobik arıtma	45 GW	150 GW	70-148 dolar/MWh 90-170 dolar/MWh 80-189 dolar/MWh	Mevcut kanıtlanmış teknoloji Gazlaştırma konusunda halen Ar-Ge faaliyetlerine ihtiyaç var Anaerobik arıtmanın verimliliği büyük ölçüde operasyona bağlı olduğu için gözetim	Kısa erim: sermayenin erişilebilirliği Ham madde: tedarik ve fiyatlandırma (şeffaf pazarların ve risklere karşı koruyucu araçların olmaması) Anahtar teslim proje tedarikçileri	Fiyat garantisi veya yeşil sertifikalar aracılığıyla uzun erimli ve istikrarlı finansal destek Enerji bitkilerinin üretimi için çiftçilere teşvikler Kalıntıların toplanması için ormancılara teşvikler

<sup>11</sup> Dünya Ekonomik Forumu (2010) Green Investing 2010: Policy Mechanisms to Bridge the Financing Gap

Tablo 1. devamı...

Kentsel katı atıktan enerji	18 GW	50 GW	38-157 dolar/ MWh	Mevcut kanıtlanmış teknoloji (yakma) Gazlaştırma konusunda halen Ar-Ge faaliyetlerine ihtiyaç var	Uzun süren izin süreçleri Anahtar teslim proje tedarikçileri Kazan ve türbinlerin uzun tedarik süresi	Biyöçözünür atık depolama sahalarının yasaklanması Atık başına ödenen ücretlerin artırılması
Jeotermal	10 GW	40 GW	55-83 dolar/ MWh	Sıcak kuru kayaları kullanan Geliştirilmiş Jeotermal Sistemler Kaynak arama teknolojisinin geliştirilmesi	Sondaj aletlerinin erişilebilirliği Santrallerin inşasında gecikme İzin süreçlerinde gecikme	Yenilenebilir Portfolyo Standardı, fiyat garantisi ya da yeşil sertifika ile destek Jeotermal teknolojiye özel ulusal düzeyde hedefler Planlama süreçlerinin hızlandırılması
Küçük ölçekli hidro	60 GW	190 GW	70-120 dolar/ MWh	Olgun teknoloji ancak yağış miktarına bağlı olarak değişkenlik gösteriyor Akarsu türbinlerinin ve daha etkin teknolojilerin geliştirilmesi	Daha verimli kaynakların şebekelerden uzakta bulunması Projeler yeterince planlanmadığına yol açtığı çevresel ve sosyal sorunlar Yağış miktarına bağlı olması Genel kanı küçük ölçekli hidronun yararları/dezavantajlarını büyük ölçekli hidronun yarar/ dezavantajından ayıramamakta	Açık ve nesnel çevresel mevzuat Büyük ölçekli olmadıkları için bu teknolojinin izin ve onaylama süreçlerinin hızlandırılması Şebeke engellerinin ortadan kaldırılması için teşvikler/ düzenlemeler
Şeker bazlı etanol	80 milyar l (yıllık)	250 milyar l (yıllık)	Varil başına yaklaşık 45 dolar (petrol ile rekabet edebilir)	Ekim birleşik üretim ekipmanlarının benimsenmesi Şeker kamışı artıklarının verimli olarak kullanılması Daha uzun erim için biyoteknoloji Esnek yakıt araçlarının farklı ülkelerde benimsenmesi Teknolojinin şeker üreten farklı ülkelere transfer edilmesi	İthalat tarifesi/etanol teşvikleri Riskten korunma araçlarının ve uzun erimli kontratların olmaması Maliyetleri düşük seviyede tutmak ve ihracatı artırmak için gerekli ulaşım ve depolama olanakları	Sürdürülebilirlik kriterlerinin ve uluslararası standartların tanımlanması AB, ABD ve Japonya'da ithalat tarifelerinin sonlandırılması Brezilya'da transjenik şeker kamışının kullanılmasına izin verilmesi
Yeni nesil biyoyakıtlar	100 milyon l (yıllık)	100 milyar l (yıllık)	Varil başına yaklaşık 150 dolar (petrol ile rekabet edebilir)	Ekonomik açıdan optimum hammaddelerin seçilmesi ve geliştirilmesi Enzim, bakteri, mantar, ısı ve basınç kullanılarak daha düşük biyokütle dönüştürme maliyetleri Yosun bazlı biyoyakıtların geliştirilmesi	Nicelik ve nitelik olarak yeterli Hammadde üretimi Hammaddenin biyofinerilere gönderim maliyeti Mevcut altyapının yeni nesil biyoyakıt hacmine uyum sağlama derecesi	Demo/tanıtım aşamasındaki projelere hükümet tarafından sermaye desteği Özellikle petrol fiyatının düşük olduğu zamanlarda talep yaratmak için teşvikler Enerji bitkileri üretmeleri için çiftçilere teşvikler Ar-Ge'ye sağlanan vergi kolaylıkları

## DKT'lerin Geliştirilmesi ve Yaygınlaştırılmasına Yönelik Öneriler

Mevcuttaki teknolojilerin, kömür gibi fosil yakıtlara göre daha yüksek olan maliyetleri yüzünden mevcut ve gelişmekte olan düşük karbon teknolojilerinin karbon vergileri ile rekabet yeteneğinin artırılması gerekmektedir. Burada kamu sektörüne şüphesiz büyük bir rol düşüyor. Ulusal, bölgesel ve yerel düzeyde düşük karbon teknolojilerinin yaygınlaştırılması ve DKT projelerine yatırımın artması için teşvik politikalarına ve tanımlı finansman mekanizmalarına ihtiyaç var. Düşük karbon ekonomisine geçmeyi sağlayacak mekanizmalar arasında, ulusal düzeyde laboratuvarların ve araştırma merkezlerinin kurulması, kamu kurumlarının temiz enerji tedarik etmesi veya gelişmekte olan enerji verimli teknolojileri kullanması, kredi maliyetlerini azaltmaya yönelik mali programlar geliştirilmesi ve mikrofinans sıralanabilir (WEF, 2010). DKT'lere yönelik Ar-Ge faaliyetlerinin desteklenmesi, bu teknolojilerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılmasına yönelik kamu tarafından sağlanabilecek bazı yenilikçi finansman kaynakları Tablo 3'te verilmiştir<sup>12</sup>.

**Tablo 3.** Yenilikçi Finansman Kaynakları

Mekanizma	Tanım	Aşama	2010 yılından örnekler
Borç fonu	Ödemede önceliğe sahip kredilere kredi limiti veya ara/ikincil krediler	Demo ve ölçek büyütme, ticari roll-out	Proje finansmanı ve kurumsal finansmanda özelleşmiş olan Alman KfW IPEX Bankası yenilenebilir enerji fonuna 920 milyon dolar taahhüt etti.
Kredi garantisi	Hükümet tarafından bankalara ya da kredi veren kurumlara teknoloji kaynaklı risklere karşı teminat verilmesi	Demo ve ölçek büyütme, ticari roll-out	ABD yakın zamanda kredi alanın kredi garantisinin kredi destek maliyetini ödeme zorunluluğunu kaldırdı.
Yeşil bono	Bir kamu kuruluşu ya da çok uluslu kurum tarafından piyasaya sürülen, özellikle yüksek sermaye maliyetli küçük ölçekli girişimcilere yönelik bonolar	Ticari roll-out	Uluslararası Finans Kurumu, piyasaya ilk kez yeşil bono sürdü. Dört yıllık 200 milyon değerindeki %2.25'lik sabit faizli bono, yalnızca yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği projelerinde kullanılabilir.
Dış ticaret kredisi	Yerel temiz enerji üreticilerini destekleme ve yerel ürünlerin yabancı alımlarını destekleme	Yaygınlaşma ve olgunlaşma	Dış ticaret kredisi, 2010 yılında gerçekleştirilen ABD'nin Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği İhracı girişiminin temelini oluşturuyor. Enerji Bakanlığı ve 7 farklı kurum 300 milyon dolarlık teminatla temiz enerji ürün ve hizmetlerinin ihracı edilmesi için çalışıyor.
Risk sigortası	Gelişmekte olan ülkelere yapılacak temiz enerji yatırımlarının teşvik edilmesi için yatırımcılar, yükleniciler, ihracatçılar ve finans kurumlarına yönelik güvence	Yaygınlaşma ve olgunlaşma	Almanya Çevre Bakanlığı, kalkınma bankası KfW ve reasürör Munich Re, 75.9 milyon dolarlık kredi girişimi ile yüksek sondaj maliyetli jeotermal projelerini destekledi.
Enerji hizmetleri şirket fonları	Enerji verimliliği girişimlerine kaynak sağlar	Yaygınlaşma ve olgunlaşma	Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası, Bulgaristan'ın Enerji Bilimi ve Enerji Tasarruf Fonu'na 9.2 milyon dolarlık kredi vererek okul, hastane ve belediye binalarında alacakların enerji tasarruflu kontratlarla alınmasını finanse etti.

<sup>12</sup> World Economic Forum (2011) Green Investing 2011:Reducing the Cost of Financing. s. 28

DKT'lerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması için Carbon Trust tarafından önerilen yaklaşım, 'DKT Yenilik ve Yaygınlaştırma Merkezleri'nin geliştirilmesidir<sup>13</sup>. Yerel ihtiyaçlara cevap verecek şekilde kurgulanacak bu merkezlerde yürütülecek projeler, yerel ekonomik gelişme ve karbon salım azaltımı hedeflerini destekleyici nitelikte olmalıdır. Merkezlerde gerçekleştirilebilecek ve ülkelerin özelliklerine, teknolojinin aşamasına ve piyasa maliyet eğrisine göre şekillenen bir dizi faaliyet öneriliyor:

- Uygulamalı araştırma ve geliştirme: öncelikli teknolojilere yönelik uygulamalı araştırmalara kaynak sağlanması;
- Teknolojik gelişmeyi hızlandırma: teknoloji performansını değerlendirecek projelerin tasarlanması ve desteklenmesi (örneğin teknoloji kaynaklı risklerin ve/veya maliyetlerin azaltılması için performans verilerinin bağımsız bir şekilde toplanması ve dağıtılması);
- İş geliştirme merkezleri: başlangıç aşamasında iş geliştirme konusunda stratejik destek sağlama, özel sektör finansmanını çekme kapasitesinin artırma;
- Girişim yaratma: kritik beceri ve kaynakları bir araya getirerek yeni ve büyüme eğilimli düşük karbon girişimleri yaratma;
- Düşük karbon yatırımlarına erken aşamalarda kaynak sağlama: ortak yatırım, kredi ve risk garantisi vererek ileriki aşamalar için finansman bulunmasına yardımcı olma;
- Mevcut enerji verimli teknolojilerin yaygınlaştırılması: tavsiye ve kaynak sağlayarak kurumları düşük karbonlu projeler konusunda destekleme;
- Kapasite geliştirme: kapasite ve çalışanların teknik kapasitelerinin geliştirilmesi için eğitim programları tasarlama ve düzenleme;
- Ulusal politika ve piyasayı bilgilendirme: düşük karbon ekonomisinin gelişmesi için politikaların ve şirketleri bilgilendirecek nesnel ve bağımsız analizler yapma.

Bu faaliyetler, teknolojinin erken aşamalarından itibaren piyasada yaygınlaşmasına kadar aralıksız destek sunar. Merkezler tek başlarına hareket etmektense bu mekanizmaların tümünü bir araya getirerek daha fazla değer üretebilir, yatırımcıların fikirleri doğrultusunda projeler erken aşamalarda seçilebilirken aynı zamanda gelişmekte olan teknolojiler hakkında ayrıntılı bilgi sahibi olmak özel sektör yatırımları için önemli bir fırsat olabilecektir.

<sup>13</sup> Carbon Trust (2008) Low Carbon Technology Innovation and Diffusion Centres. s.9



## Türkiye’de Düşük Karbon Teknolojileri

Türkiye’nin enerji talebi yılda ortalama %8’lik bir artış gösteriyor ve bu talebi karşılamak için 2023 yılına kadar gereken yatırım miktarı 130 milyar dolar olarak öngörülüyor. Enerjide dışa bağımlılık oranı %90 olan, yıllık nüfus artış hızı ve enerji yoğunluğu OECD ortalamasının yaklaşık iki katı olan Türkiye’de kişi başı CO<sub>2</sub> salım miktarı sürekli artış gösteriyor. 2010 yılı Ulusal Sera Gazı Salım Envanterine göre 2010 yılında Türkiye’nin kişi başı salımı 5.5 ton düzeyinde. Bu değer 2020 yılında 8.2 tona varması bekleniyor.

Türkiye, Ulusal İklim Değişikliği Eylem Planı ve İklim Değişikliği Stratejisi ile düşük karbon ekonomisine geçişin ilk adımlarını atıyor. Bu kapsamda enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kaynakları, 2007 yılında kabul edilen Enerji Verimliliği Kanunu ve 2011 yılında kabul edilen Yenilenebilir Enerji Kanunu gibi yasal araçlarla enerji gündeminde de yer alıyor.

Türkiye’nin Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi’nde 2023 yılına ait enerji hedefleri arasında<sup>14</sup>,

- enerji yoğunluğunda 2008’e göre %20 azalma,
- elektrik üretiminin %30’unu yenilenebilir kaynaklardan sağlama (mevcut %26,5),
- tüm hidro ve kömür potansiyelinin kullanılması,
- jeotermal enerjide 600 MW;
- rüzgar enerjisinde 20.000 MW (mevcut durum 1.300 MW);
- güneş enerjisinde 3.000 MW toplam kurulu kapasite elde edilmesi ile
- elektrik üretiminde doğal gazın rolünün %14,7 azaltılarak %30 seviyesine çekilmesi bulunuyor.

Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynak potansiyelinin önemli bir kısmını kullanmadığının altını çizen Enerji Piyasası Denetleme Kurumu’nun yayımladığı Enerji Yatırımcısı El Kitabı<sup>15</sup>’na göre, yenilenebilir enerji talebi, biyokütle kullanımındaki düşüş ve doğal gazın elektrik üretimindeki payının artması nedeniyle 1990’lı yıllardaki %17 oranının altına düşerek 2010 yılında %9,6 olmuştur.

Kamu tarafından yapılan yenilenebilir enerji sektörüne yönelik düzenlemelerle, 2010-2012 yılları arasında yenilenebilir kaynaklı elektrik enerjisinde 2.140 MW artış olmuş, bunun 1.793 MW’ı 2000’li yılların başında neredeyse üretim gerçekleşmeyen rüzgar enerjisi kurulu gücü tarafından sağlanmıştır. Belirlenen tarife destek seviyeleri, 5346 sayılı kanun uyarınca belirlenen destekleme mekanizmaları ve yenilenebilir enerji yatırımları için tarife garantili teşvikler ve kurulu gücü 500 kW altında olan ve bu nedenle şirket kurma yükümlülüğü olmayan yenilenebilir enerji üreticilerinin yararlanabildiği muafiyetli üretim ile düşük karbonlu elektrik üretimi desteklenmektedir.

<sup>14</sup> Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi (2008)

<sup>15</sup> Enerji Piyasası Denetleme Kurumu (2012) Enerji Yatırımcısı El Kitabı. s. 54-60

DKT'lerin yukarıda belirtilen hedefler doğrultusunda istenen noktaya gelebilmesi için Türkiye'de sabit fiyat tarifesi ve küçük ölçekli üretime yönelik muafiyetli üretim mekanizmalarının dışında yenilikçi finansman araçlarının geliştirilmesine ihtiyaç var. Uluslararası rekabet gücünün artırılması, ülke içinde rekabetin sağlanabilmesi ve düşük karbon teknolojilerinin yaygınlaştırılabilmesi için bu noktada iklim bonoları, özel sermaye ve risk sermayesi gibi yenilikçi araçlar sürecin hızlanması için Türkiye için önemli araçlar olabilir.





## Düşük Karbon Teknolojileri



*Bu proje Avrupa Birliği tarafından finanse edilmektedir.*

