



Soğutma İklimlendirme, Isı Pompası (RACHP) Üretim Sektöründe Enerji Verimliliğinin Artırılmasına Yönelik ExCom 94/60 Kararı

Türkiye için Üretim Faaliyetleri, Enerji Verimliliği ve Proje Finansmanının Genel Görünümü

Giriş

Montreal Protokolü Yürütme Komitesi'nin (ExCom) 94/60 sayılı kararı, beş farklı ürün kategorisine (Ev Tipi Soğutucular, Ticari Soğutucu-Sandık Tipi, Ticari Soğutucu-Teşhir Dolapları, Ev Tipi ve Ticari İklimlendirme) odaklanarak üretim faaliyetlerinin geliştirilmesi için yapılandırılmış bir yaklaşım getirmektedir. Karar, UNEP/OzL.Pro/ExCom/94/61 belgesine dayanarak, enerji verimliliğini koruma ve/veya artırmaya yönelik operasyonel çerçeve ve uygulama rehberini açıklamaktadır. Karar, HFC azaltımı ve enerji verimliliği iyileştirmelerini hızlandırmak için teşvik temelli projelerin etkin şekilde yürütülmesi amacıyla hedefleri ve gereklilikleri belimektedir.

Finansman ve Kapsam

Karar, uygun projeleri desteklemek üzere özel bir finansman penceresi oluşturmaktadır. Mevcut fon, ilerleme ve incelemelere bağlı olarak artırılabilir. Finansman, beş öncelikli ürün kategorisini kapsar ve sektörel etkiyi en üst düzeye çıkarmayı amaçlamaktadır. Üretim hattı iyileştirmeleri için uygunluk kriterleri yatırımların etkinliğini artıracak şekilde tanımlanmıştır.

Proje Değerlendirilmesi ve Teknoloji Seçimi

Projeler, temel durum değerlendirmesi, teknik inceleme ve ulusal/kurumsal taahhütlerle uyum dâhil olmak üzere titiz bir değerlendirme sürecine tabidir. Katılımcı ülkeler ve işletmeler, minimum enerji performans standartlarını (MEPS) aşan teknolojileri seçmeli ve stratejik uyum ile uygulama hazırlığını göstermelidir. Teknoloji seçiminde iyi uygulamalar, maliyet etkinliği ve uzun vadeli sürdürülebilirlik esas alınmaktadır.

Enerji Verimliliği ve Uygun Ekipman

Enerji verimliliğinin artırılması temel bir gereklilik olup bütün uygun ekipmanların yürürlükteki MEPS standartlarını (konut tipi ve merkezi klimalar için) ve soğuk zincir sektörü için United for Energy (U4E) Model Düzenlemelerini¹ aşması gerekmektedir. Projeler, üretim hattı yenilemeleri, yeni bileşenleri veya model tasarımlarını içerebilir. Bu faaliyetler, enerji tüketiminde ölçülebilir iyileşmeler ve emisyon azaltımı sağlamalıdır.

Proje Süresi, İzleme ve Değerlendirme

Projeler, genellikle onaydan sonraki **üç yıl içinde tamamlanacak olup** bu süre zarfında uygulama, izleme ve değerlendirme yapılacaktır. Düzenli ilerleme değerlendirmeleri için şeffaf raporlama mekanizmaları ve işletmeler arası iş birliği gereklidir. Proje tamamlandıktan **iki yıl sonra**, sonuçları ve ölçeklendirme potansiyelini değerlendirmek amacıyla **zorunlu bir gözden geçirme yapılacaktır**.

Raporlama ve Veri Paylaşımı

MEPS uyumu ve temel verilerin toplanması proje sürecinin ayrılmaz bir parçasıdır. İşletmeler, üretim kapasitesi, model sayısı, kullanılan soğutucu gaz miktarı ve türü, soğutma kapasitesi ve güç tüketimi gibi verileri UNIDO ve İklim Değişikliği Başkanlığı ile paylaşmakla yükümlüdür.

Teknoloji Desteğinin Metodolojisi

Desteklerin belirlenmesi dört adımlı bir metodolojiye dayanır:

1. *Ek Sermaye Maliyetlerinin Hesaplanması:* Tasarım, tesis değişiklikleri, eğitim, sertifikasyon ve test maliyetleri hesaplanır.
2. *Ek Bileşen Maliyetlerinin Hesaplanması:* Kompresör, ısı eşanjörü, kontrol sistemleri vb. gelişmiş bileşenlerin ek maliyetleri değerlendirilir.
3. *Maliyet Düzeltmesi:* Türkiye'nin sektör yapısı ve piyasa koşulları dikkate alınarak bileşen maliyetleri uyarlanır.
4. *Desteğin Uygulanması:* Destek oranı, proje hedefleri ve maliyet etkinliğine göre Yürütme Komitesi (ExCom²) tarafından belirlenir.

¹ <https://united4efficiency.org/resources/model-regulation-guidelines/>

² <https://ozone.unep.org/taxonomy/term/522>

Teknoloji Desteği Yapısı

Teknoloji desteği yapısı, şeffaflığı teşvik etmek ve zamanında teslimatı desteklemek amacıyla tasarlanmıştır. Tam destek verilmeden önce periyodik gözden geçirmeler ve nihai değerlendirmeleri içerecek şekilde kurgulanmıştır.

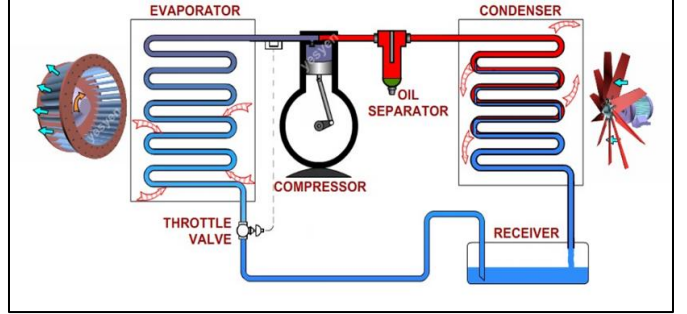
- Proje kapsamındaki ödemeler, sermaye maliyeti ve teşvik ödemeleri üzerinden hizmet sağlayıcısı veya ekipman tedarikçisine her aşamada doğrulama ve izleme tamamlandıktan sonra yapılır.
- Katılımcı firmalar projeden doğrudan bir ödeme almayacaktır.
- Proje kapsamında proje katılımcısı üretici firmanın banka teminatı sağlaması gerekmektedir.
- 3 yıllık proje uygulama ve 2 yıllık izleme süreci dahil olmak üzere uzama ihtimalleri de bu sürece dahil edilmek kaydıyla en az 5 yıllık süreçte firmanın projede geçiş yapılan üretim metodu ve teknoloji ile üretim yapması ve gerekli raporlamaları sürdürmesi gerekmektedir.
- Proje gerekliliklerini yerine getirmeyen ve/veya projede başarı sağlayamayan firmaların cezai yaptırım olarak proje kapsamında yapılan harcamaları geri ödemesi gerekmektedir.

Proje Sonunda Beklenen Çıktılar

Beklenen sonuçlar arasında, MEPS uyumunun artması, enerji verimli ürünlerin pazar payının büyümesi ve sektörün teknolojik dönüşümü yer alır.

Aşağıdaki belirtilen enerji verimliliği iyileştirme unsurları dışında bir uygulama talebi olması durumunda uzman onayı alınarak alternatif bir metot, proje kapsamında uygulanabilir.

Enerji Verimliliği İyileştirme Unsurları

- Yükün Azaltılması
 - Soğutma sistemleri için: daha iyi yalıtımın değerlendirilmesi
 - İklimlendirme sistemleri için: daha sıkı bina kabuğunun (izolasyonun) değerlendirilmesi
 - Kompresörler
 - Daha yüksek EER (Enerji Verimlilik Oranı) değerine sahip kompresörler
 - Değişken hız teknolojileri
- 
- Isı Eşanjörleri
 - Küçük çaplı borular (5 mm)
 - MCHX (Mikrokanallı ısı eşanjörleri)
 - Gelişmiş kanat (fin) tasarımları
 - Boyutun artırılması
 - Fanlar / Üfleyiciler
 - ECM (Elektronik Komütatörlü Motorlar) kullanımı
 - Pervane tasarımının optimize edilmesi
 - Genişleme Vanaları
 - TXV/EXV (Termostatik veya Elektronik Genleşme Vanaları) kullanımı
 - Gelişmiş Kontroller (IoT (Nesnelerin İnterneti), FDD (Hata Tespiti ve Teşhisi) vb. sistemlerin kullanımı)

RAC (Soğutma ve İklimlendirme) için Enerji Verimli Teknolojiler ve Maliyetlerinin Özeti

Bileşen	Maks. Enerji Verimliliği (EE) Kazancı	Ek Bileşen Maliyeti	Ek Sermaye Maliyeti	Yorumlar
Yüksek Enerji Verimli (EE) kompresör	10%	10%'a kadar	Yok	
2 kademeli kompresör	10%	10%	Yok	
Değişken hızlı (VS) kompresör	30%	20%	Orta	Daha iyi kontrol ve mevsimsel enerji verimliliği
MCHX (mikrokanallı ısı eşanjörü)	15%	Yok	Yüksek	Soğutucu akışkan yükünü azaltır
5 mm FTHX (ince borulu ısı eşanjörü)	10%	Yok	Orta	Soğutucu akışkan yükünü azaltır
Adyabatik kondenser	30%	20–35%	Yok	Sadece HAT (sıcak ve kuru iklim) koşullarında geçerlidir
ECM fanlar	15%	15–25%	Orta	Konforu artırır
EXV (elektronik genleşme vanası)	20%	15%	Orta	Daha iyi konfor / kontrol sağlar
Boru yalıtımı	<2%	Yok		
Kondenser basıncı kontrolü	2–3% (her 1K düşüş için)	Üreticiye bağlı	Düşük	

Ticari Soğutmada Farklı Teknolojiler İçin Enerji Verimliliği ve Bunlara Karşılık Gelen İlk Yatırım Maliyetleri (IOC)

Teknoloji	Enerji Verimliliği (EE) (%)	Artan İşletme Maliyeti (USD/Birim)
Kapılar için Yüksek Performanslı İzolasyonlu Cam Ünitesi	23 – 33	20 – 22
Yüksek Verimli Kompresör Kullanımı	8	-5
Yalıtım Kalınlığının Artırılması	5	0,76 – 6
Contanın (Gasket) Optimize Edilmesi	1,5	1 – 4
MCHX (Mikrokanallı Isı Eşanjörü)	2	0 – 5
Akıllı Kontrol Ünitesi	5-12,5	6 – 22,5
Vakumlu İzolasyon Panelleri (VIP)	4	5,33 – 35
ECM ve Geliştirilmiş Fan Tasarımları	4-26,5	2 – 33,53
IoT Destekli Dijital Kontrol Ünitesi	30	39,75 – 55
LED Aydınlatma Kullanımı	2	3,14

Ek Sermaye Maliyeti

Tablo 1. Soğutma Ekipmanları için Ek Sermaye Maliyeti Genel Görünümü

Ekipman	Kapasite (yıllık üretim adedi)	Ek Sermaye Maliyeti Ct (ABD \$)***	Maksimum Performans Seviyesine Ulaşmak için Birim Başına Ek Sermaye Maliyeti (ABD \$/birim)
a	b	c	d=c (max) / b (max)
Ev tipi buzdolabı	< 30.000	100.000	2,5
	30.000 – 100.000	150.000	
	> 100.000	250.000	
Ticari soğutma – sandık tipi dondurucular*	< 25.000	100.000	2,4
	25.000 – 75.000	120.000	
	> 75.000	180.000	
Ticari soğutma – teşhir dolapları **	< 5.000	100.000	16,67
	5.000 – 15.000	150.000	
	> 15.000	250.000	

Açıklamalar

* Bu kategori, genellikle -18°C’de uzun süreli depolama veya doğrudan satış amacıyla kullanılan dondurulmuş gıda depolama dondurucularını kapsamaktadır.

** Bu kategori; soğutmalı teşhir dolaplarını (dondurucu veya buzdolabı tipi RDC’ler), “visi-cooler” olarak adlandırılan soğutmalı dolapları, içecek soğutucularını (RDC-BC’ler), dondurma dondurucu dolaplarını (RDC-ICF’ler), kepçeli dolapları (RDC-SC’ler) ve soğutmalı otomat makinelerini (RVM’ler) kapsamaktadır.

*** Bu maliyetler, enerji verimliliğine yönelik ürün tasarımı (25.000 – 100.000 ABD Doları), üretim tesislerindeki performans testleri ve daha verimli bileşenlerin kullanımına ilişkin yükseltmeler (ör. conta kaynak aparatlarının yenilenmesi) ile ilgili maliyetleri içerir. Ayrıca eğitim ve üçüncü taraf test/sertifikasyon maliyetlerini (25.000 – 50.000 ABD Doları) de kapsar. Bu maliyetlerin, piyasa eğilimlerine göre periyodik olarak güncellenmesi gerekmektedir.

Tablo 3. Farklı Ekipmanlar İçin Hedef Enerji Performans Seviyeleri ve Ek Sermaye Maliyetleri

Ekipman	Kapasite (yıllık üretim adedi)	Ek Sermaye Maliyeti (ABD \$)	Maksimum Performans Seviyesine Ulaşmak İçin Birim Başına Ek Sermaye Maliyeti (ABD \$/birim)
a	b	c	d=c (max) / b (max)
Konut tipi klima	< 30.000	100.000	2,50*
	30.000 – 100.000	120.000	
	> 100.000	250.000	
Ticari tip klima	< 10.000	100.000	5,00**
	10.000 – 50.000	125.000	
	> 50.000	250.000	

Açıklamalar

* 1,5 TR kapasiteli duvar tipi (mini-split) klima ünitesi için geçerlidir; farklı soğutma kapasitelerinde ek maliyet değişiklik gösterebilir.

** 10 TR kapasiteli paket klima ünitesi için geçerlidir; farklı soğutma kapasitelerinde ek maliyet değişiklik gösterebilir.