

# *DAHA YÜKSEK ENERJİ VERİMLİLİĞİ İÇİN TEKNİK ÇÖZÜMLER VE ARAÇLAR (MEPS VE ETİKETLEME)*

*Soğutma Sektöründe Enerji Verimliliğinin ve  
İklim Eyleminin Artırılması*

*Dr. Ömer Abdülaziz  
Kahire Amerikan Üniversitesi  
Makina Mühendisliği Bölümü*



**Feragatname:**

Dr. Abdelaziz, Soğutma, İklimlendirme ve Isı Pompası Teknik Seçenekler Komitesi eş başkanı ve Montreal Protokolü Teknoloji ve Ekonomik Değerlendirme Paneli üyesidir; bu sunumda ifade edilen görüşler sunumu yapan kişiye aittir ve panelin veya komitenin görüşünü temsil etmeyebilir.



# AJANDA BÖLÜM I

EE, NOU/UNIDO'da Finansman Penceresi

- \* EE projeleri için mevcut finansman fırsatlarına genel bakış.
- \* İlgili destek programlarına giriş.

EE ekosistemi bileşenleri ve paydaş tamamlayıcılığı

EE'yi İyileştirme Fırsatı: klima ve soğutma sistemlerinde EE'yi iyileştirmek için pratik stratejiler ve teknolojiler.

EE ek sermaye ve bileşen maliyetlerinin hesaplanması.

Excel dosyası üzerinden pratik örnekler ve alıştırmalar

Sera gazı emisyonlarının hesaplanması

- \* Klima ve soğutma sistemlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının hesaplanması için metodoloji.
- \* Excel dosyası üzerinden doğru emisyon tahmini için araçlar ve kaynaklar





# EE İLE İLGİLİ FİNANSMAN PENCERELERİ: 91/65

- İcra Komitesi aşağıdaki kararları almıştır:
  - a) UNEP/OzL.Pro/ExCom/91/63 belgesinde yer alan HFC'nin aşamalı olarak azaltılması bağlamında ikame teknolojilerin ve ekipmanların enerji verimliliğini korumak ve/veya artırmak için pilot projeler kriterlerinde (karar 90/50(b)(i)) sağlanan bilgileri not etmek;
  - b) HFC'nin aşamalı olarak azaltılması bağlamında değiştirme teknolojileri ve ekipmanlarının enerji verimliliğini korumak ve/veya geliştirmek için pilot projeleri seçerken aşağıdaki kriterleri göz önünde bulundurmak:
    - i. Destek sadece UNEP/OzL.Pro/ExCom/91/63 belgesinde yer alan aşağıdaki faaliyetlerle ilgili projeler için sağlanacaktır:

## Üretim faaliyetleri

- a) Ev tipi soğutma, bağımsız ticari soğutma, konut ve ticari klima ve ısı pompaları üretiminde HFC'lerden dönüşüm yaparken enerji verimliliğini koruyacak ve/veya artıracak dönüşüm projeleri öncelikli olarak değerlendirilecektir;
- b) Mobil klima ve soğuk taşıma gibi diğer sektörlerdeki dönüşüm projeleri duruma göre değerlendirilecektir;

## Büyük ticari ve endüstriyel soğutma, iklimlendirme ve ısı pompası ekipmanlarının montaj ve kurulum faaliyetleri

- a) HFC'lerden dönüşürken enerji verimliliğini koruyacak ve/veya artıracak teknolojilerin benimsenmesiyle sonuçlanacak ve ülke veya bölgede tekrarlanabilirlik ve ölçeklenebilirlik gösterecek ekipmanların montajı ve kurulumu için teknik yardım içeren projeler öncelikli olarak değerlendirilecektir;

## Servis faaliyetleri

- a) 89/6(b) kararında tanımlanan faaliyetler dahil ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere hizmet sektöründeki projeler, söz konusu ülke için HCFC aşamalı yönetim planı bağlamında 89/6(b) kararı kapsamında zaten finanse edilmiş olan faaliyetler hariç olmak üzere, Kigali HFC uygulama planları (KIP'ler) bağlamında öncelikli olarak değerlendirilecektir;

## İmalat ve montaj/kurulum alanlarında küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ'ler) için teknik yardım

- a) HFC'leri aşamalı olarak azaltırken enerji verimli teknolojilerin ve alternatiflerin benimsenmesini desteklemek için KOBİ'lere yönelik teknik yardım içeren projeler, bu tür teknik yardım projelerinin yararlanıcılara HFC'leri aşamalı olarak azaltırken enerji verimliliğini sürdürme ve/veya artırma konusunda yardımcı olması koşuluyla, duruma göre değerlendirilecektir;

# EE İLE İLGİLİ FİNANSMAN PENCERELERİ : 91/65

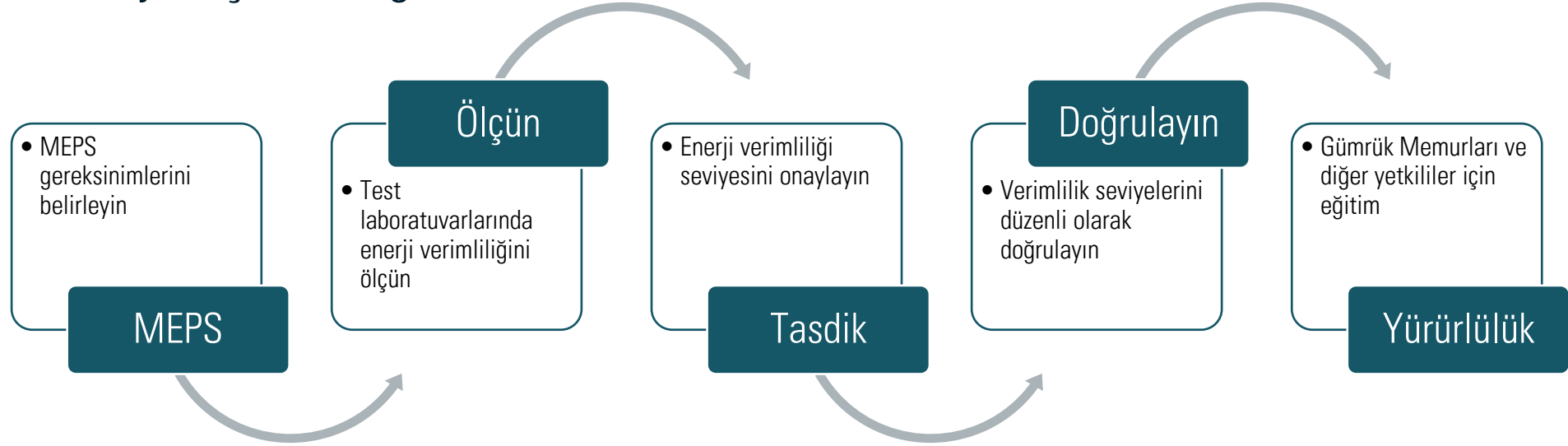
- ii. Pilot projeler, HFC'nin aşamalı olarak azaltılması bağlamında, bir KIP'nin parçası olarak ve/veya imalat, montaj/kurulum ve servis sektörlerinde bir yatırım projesi veya sektör planı olarak sunulacaktır;
- iii. Enerji verimliliği faaliyetleri, mümkün olduğu durumlarda, kontrollü maddelerin kullanımının artmaya devam etmesini önlemeye yönelik fırsatları teşvik etmeyi göz önünde bulundurmalıdır;
- iv. Değerlendirilmek üzere sunulan projeler, ilgili Devletin onayını içermelidir:
  - İmalat sektöründeki projeler için, ülkenin asgari enerji performans standartları (MEPS) ve bunların uygulanmasını izlemek ve değerlendirmek için bir mekanizmaya sahip olduğu;
  - Ulusal ozon biriminin, ilgili sektörlerde/uygulamalarda enerji verimliliği standartları geliştirilirken soğutucu akışkan geçişinin dikkate alınmasını kolaylaştırmak için ilgili enerji verimliliği yetkilileri ve ulusal standart kuruluşları ile koordinasyon sağlayacağı;
  - Alıcı Madde 5 ülkelerinin HFC'leri aşamalı olarak azaltırken enerji verimliliği bileşenleri için Çok Taraflı Fon dışındaki kaynaklardan fon sağlamış veya sağlayacak olması halinde, projenin Çok Taraflı Fon tarafından finanse edilenler ile diğer kaynaklardan finanse edilenler arasında faaliyetlerin tekrarlanmasına yol açmayacağı;
  - Projenin ilerleyişi, sonuçları ve temel öğrenmelere ilişkin bilgilerin uygun şekilde kullanıma sunulacağını
  - Projenin tamamlanma tarihinin Yürütme Komitesi tarafından onaylandığı tarihten itibaren en fazla 36 ay olarak belirlenmesi ve ayrıntılı bir proje raporunun projenin tamamlanma tarihinden itibaren altı ay içinde Yürütme Komitesine sunulması;
- v. Projeler **93. toplantıdan itibaren 96. toplantıya kadar** sunulmalı; vaka bazında değerlendirilmeli; ülke, bölge veya sektör içinde geniş çapta tekrarlanabilirliği hedeflemeli ve bölgesel ve coğrafi dağılımı dikkate almalıdır;
- vi. Pilot projeyi teklif eden ülke, ilgili sektör/uygulama ile ilgili olarak bunların uygulanmasını izlemek ve değerlendirmek için bir süreç veya mekanizma da dahil olmak üzere ulusal ve/veya bölgesel MEPS'e sahip olmalı veya bunların geliştirilmesine öncelik vermelidir ve MEPS yoksa ülkeler, yukarıdaki (b)(iv)b. ila (b)(iv)e. alt paragraflarında atıfta bulunulan koşulların geçerli olacağı anlayışıyla, hizmet sektöründe veya MEPS'in geliştirilmesini ve bunların uygulanması için ilk farkındalık ve kapasite geliştirme girişimlerini destekleyen öncelikli projeleri dikkate almalıdır;
- vii. Proje, ilgili paydaşlarla istişareyi içermelidir; ve XXVIII/2 sayılı kararda belirtildiği üzere HFC'nin aşamalı olarak azaltılması bağlamında enerji verimliliğinin sürdürülmesi ve/veya geliştirilmesi amacıyla, yukarıdaki (b) alt paragrafında tanımlanan kriterlere uygun olarak, pilot projeler için 20 milyon ABD Doları tutarında bir finansman penceresi oluşturulması ve bu finansman penceresinin gelecekteki bir toplantıda artırılması.

# *EE'DE İLGİLİ FİNANSMAN PENCERELERİ: 94/60*

- **Ev tipi buzdolapları, ticari soğutma teşhir dolapları, ticari soğutma yatık tip dondurucular, konut tipi klimalar ve ticari klimaların** imalatında HFC'lerin aşamalı olarak azaltılması sırasında enerji verimliliğini artırmak için [UNEP/OzL.Pro/ExCom/94/61\[1\]](#) belgesinin 8 ila 38. paragraflarında detaylandırılan HFC'lerin aşamalı olarak kaldırılması sırasında Sekretarya'dan enerji verimliliğine ilişkin üç yıllık bir başlangıç dönemi için; operasyonel çerçevenin kullanımının talep edilmesi
- İcra Komitesi tarafından daha fazla artırıma tabi olmak üzere, çerçeve kapsamında geliştirilen ve uygulanan projeler için 100 milyon ABD Doları tutarında bir finansman penceresinde mutabık kalınması;
- 91/65 sayılı karar kapsamında sunulan tüm yatırım projelerinin [UNEP/OzL.Pro/ExCom/94/61\[1\]](#) belgesinin 8-38. paragraflarındaki operasyonel çerçevede yer alan metodoloji ve koşullara tabi olması;

# ENERJİ VERİMLİLİĞİ EKOSİSTEMİ

- Teknoloji kullanılabilirliği
- Teknoloji erişilebilirliği



# *TÜRKİYEDEKİ AKTİF PAYDAŞ GRUPLAR*

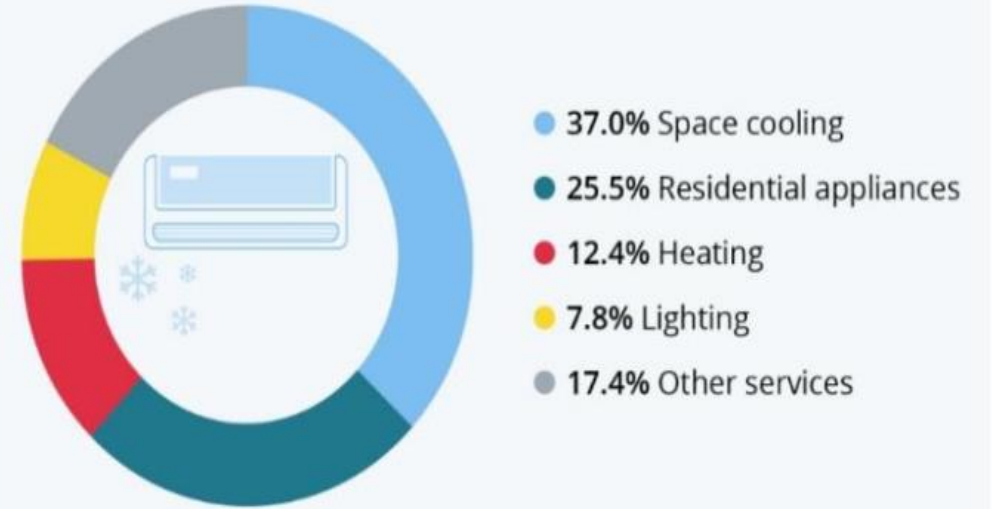
- Devlet Yetkilileri
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı; Sera Gazı Emisyonlarının İzlenmesi Daire Başkanlığı →  
NOU
  - MOEU; Mahalli İdareler Genel Müdürlüğü
  - Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (MENR)
  - Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (MOSIT)
  - Türk Standartları Enstitüsü (TSE)
  - Konut ve Kalkınma İdaresi Başkanlığı (TOKİ)
- → Enerji Koordinasyon Kurulu
- Gümrük
- Üreticiler ve ticaret kuruluşları
- ASHRAE yerel bölümleri
- Üniversiteler
- Meslek enstitüleri
- Müşteri temsilcisi grupları.



*KÜRESEL ELEKTRİK  
TALEBİ BÜYÜK ÖLÇÜDE  
RACHP BÜYÜMESİNDEN  
KAYNAKLANMAKTADIR*

## Air Conditioning Biggest Factor in Growing Electricity Demand

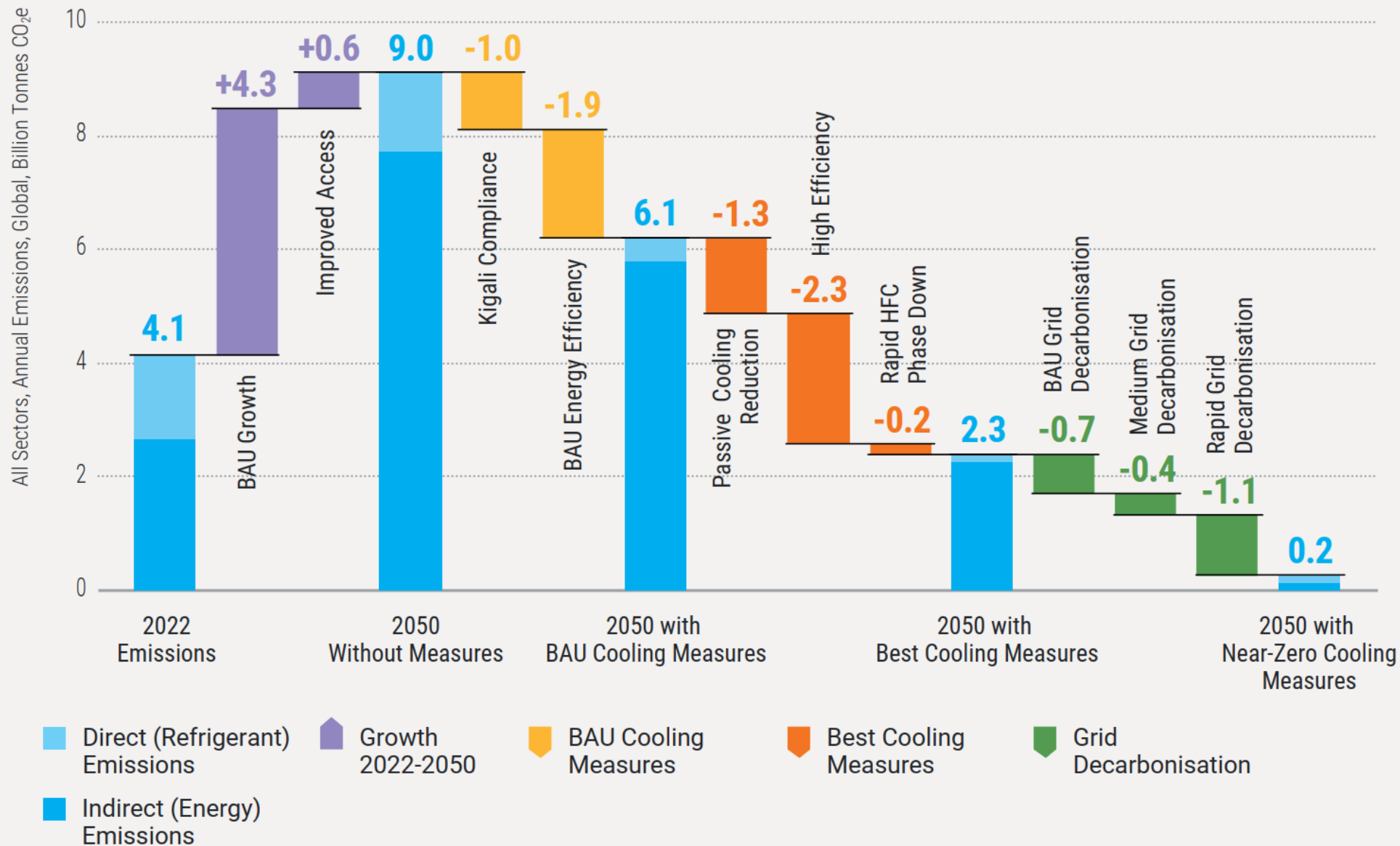
Global electricity demand growth from 2018 to 2050,  
by energy use category



Source: International Energy Agency



statista



Note: Blue bars show emissions in 2022 and 2050. Purple bars indicate growth. Yellow bars indicate BAU Cooling Measure emission reductions. Orange bars indicate Best Cooling Measure emission reductions. Green bars indicate emission reduction due to electricity grid decarbonisation.

# *ENERJİ VERİMLİLİĞİ YEŞİL SOĞUTMANIN TEMEL TAŞIDIR*

- Enerji verimli teknolojiler, HVAC&R ekipmanlarını çalıştırmak için harcanan enerji tüketimini azaltır
- Daha az enerji = daha az "dolaylı emisyon"
- Daha az enerji = daha düşük işletme maliyeti, tüketiciye daha fazla harcanabilir gelir
- Enerji tasarruflu çözümler soğutmayı daha uygun maliyetli hale getirebilir ve özellikle sıcağa karşı hassas olan bölgelerde gıda koruma, sağlık hizmetleri ve konfor gibi temel hizmetlere erişimi artırabilir
- Toplumsal Etkiler
- Elektrik şebekesi üzerinde daha az baskı (elektrik üretim hizmetini genişletmeye gerek yok - devlet başka yerlere yeniden yatırım yapabilecek maliyet tasarrufu sağlar)
- İyileştirilmiş hava kalitesi (azaltılmış emisyonlar = iyileştirilmiş sağlık)

# *ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ NASIL SAĞLARIZ?*

FARKLI FHVAC&R SEKTÖRLERİNDEKİ ÖNLEMLER



# ENERJİ VERİMLİLİĞİNE GİDEN YOL



**Kaçın:** Soğutma ihtiyacını azaltın veya ortadan kaldırın (pasif soğutma)



**İyileştir:** Mekanik buhar sıkıştırma sistemlerinin enerji tüketimini azaltın



**Değişim:** Enerji verimli ve çevre dostu alternatif teknolojilere geçin

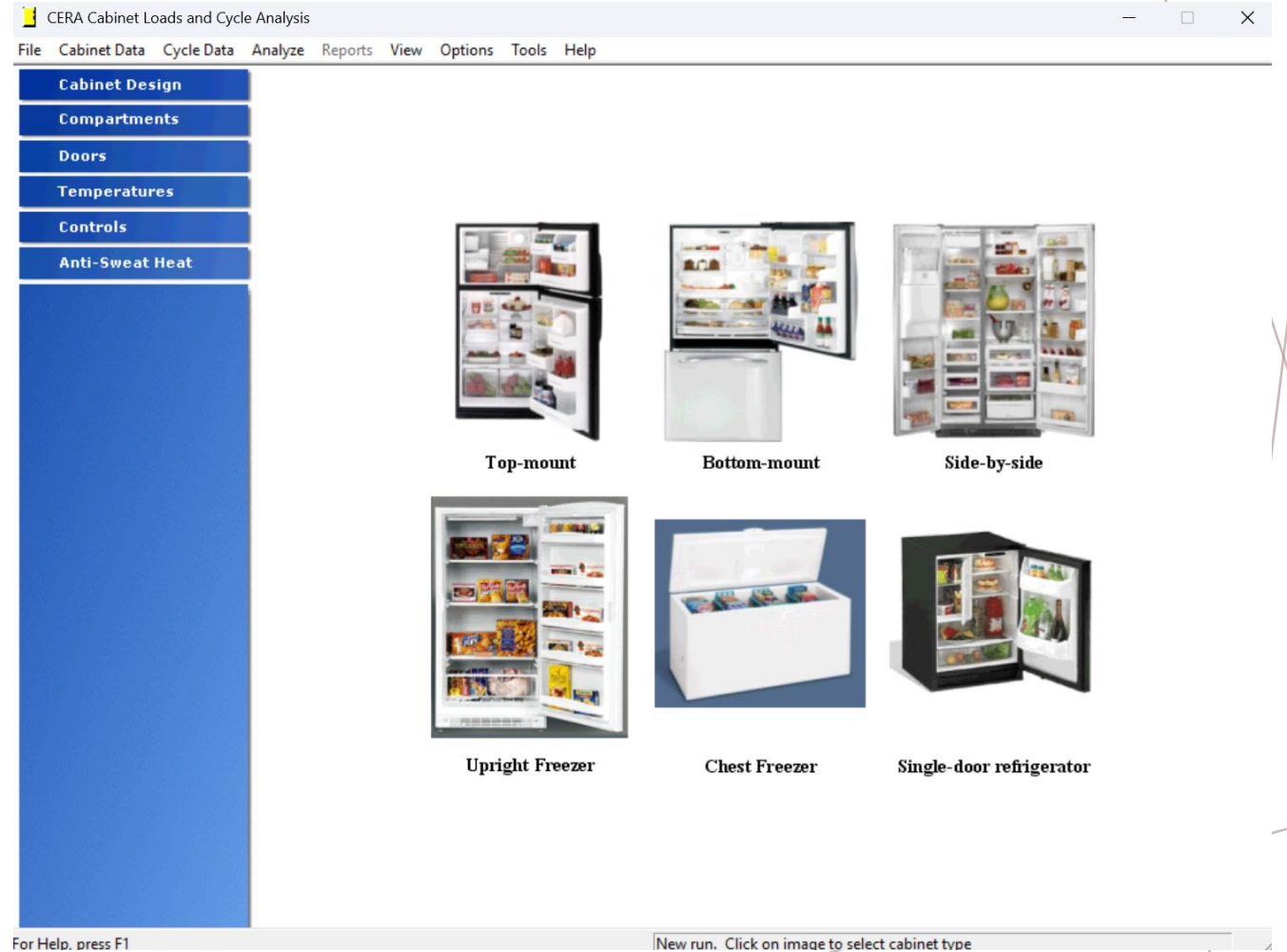


**Koru:** Soğutma erişimini, karşılanmayan soğutma talepleri olan kişileri de kapsayacak şekilde genişletin



# EV TİPİ BUZDOLAPLARI

- Geliştirilmiş yalıtım
- Daha kalın yalıtım – sınır nedir?
- VIP – sadece ihtiyaç duyulan yerde (Mullion?)
- Geliştirilmiş Kompresör
- Daha yüksek verimli kompresör
- Değişken hızlı kompresör
- Geliştirilmiş ısı eşanjörleri
- Geliştirilmiş fanlar/motorlar
- Kapı contaları (#of odacıkları, mıknatıs ..)
- Tasarım özellikleri
- Alt montaj ve üst montaj
- Fransız kapı ve yan yana



**Table 2. Additional costs<sup>13</sup> for domestic refrigeration for an enterprise with a capacity of 250,000 units per annum**

<b>Additional capital investment costs at an enterprise level</b>			
<b>Interventions</b>		<b>Costs in US \$</b>	
Product design and development		200,000 - 400,000	
Training in energy-efficient product technology/design		Nil - 50,000	
<b>Total costs</b>		<b>200,000 – 450,000</b>	
<b>Additional component costs for achieving different energy-efficiency levels at the unit level i.e., a unit of domestic refrigeration equipment with a capacity of 300 litres</b>			
<b>Energy consumption of the unit per year (kWh/year) at a baseline level</b>	<b>Additional cost per unit if the unit moves to “low” energy-efficiency performance<sup>14</sup> i.e., 275 kWh/year</b>	<b>Additional cost per unit if the unit moves to “medium” energy-efficiency performance i.e., 225 kWh/year</b>	<b>Additional cost per unit if the unit moves to “high” energy-efficiency performance i.e., 200 kWh/year</b>
Greater or equal to 320 kWh/year	7.00	15.80	20.00
Greater or equal to 250 and less than 320 kWh/year	NA	8.80	13.00
Greater or equal to 200 kWh/year and less than 250 kWh/year	NA	NA	4.80

**Assumptions:** (1) If the manufacturing capacity is lower (e.g., 100,000 units per annum.), the additional capital investment costs would be lower. However, as manufacturing capacity and investment costs decrease, component costs may increase due to lower manufacturing capacity; (2) The enterprise sources the key components and **does not** manufacture these components within their own manufacturing plant / related manufacturing units; (3) Increasing the foam thickness to improve thermal insulation is included as an energy-efficiency measure due to the additional cost

## *EV TİPİ SOĞUTMA İÇİN EK MALİYETLER*

# *BAĞIMSIZ TİCARİ BUZDOLAPLARI (SCCR)*

- Mühürlü sistem tasarımı optimizasyonu
- Geliştirilmiş Kompresör
- Daha yüksek verimli kompresör
- Değişken hızlı kompresör
- Geliştirilmiş hava akışı ve/veya ısı eşanjörleri
- Yük azaltma
- Geliştirilmiş yalıtım
- Artan duvar yalıtım kalınlığı
- İhtiyaç duyulduğunda VIP ekleme
- Kapıların eklenmesi ve halihazırda monte edildiğinde low-e cam/üç bölmeli yalıtımlı kapıların kullanılması
- Geliştirilmiş fanlar/motorlar
- Geliştirilmiş Kontroller
- Gece geri alma modu
- Otomatik buz çözme
- IoT denetleyicileri + önleyici bakım



**Table 4. Additional costs for commercial refrigeration for a plant with a capacity of 100,000 refrigerated display cases per year**

<b>Additional capital investment costs at an enterprise level</b>			
<b>Interventions</b>		<b>Costs in US \$</b>	
Product design and development		150,000 - 250,000	
Training in energy-efficient product technology/design		Nil - 50,000	
<b>Total costs</b>		<b>150,000 - 300,000</b>	
<b>Additional component costs for achieving different energy efficiency levels at the unit level i.e., a refrigerated display case with a display area of 2.5 m<sup>2</sup></b>			
<b>Energy consumption of the unit per year (kWh/year)</b>	<b>Additional cost per unit if the unit moves to “low” energy-efficiency performance<sup>19</sup> i.e., 10,000 kWh/year</b>	<b>Additional cost per unit if the unit moves to “medium” energy-efficiency performance i.e., 6,500 kWh/year</b>	<b>Additional cost per unit if the unit moves to “high” energy-efficiency performance i.e., 5,800 kWh/year</b>
Greater or equal to 13,500 kWh/year	15.00	41.00	46.00
Greater or equal to 10,000 and less than 13,500 kWh/year	NA	26.00	28.00
Greater or equal to 6,500 kWh/year and less than 10,000 kWh/year	NA	NA	10.00

Assumptions: (1) If the manufacturing capacity is lower (e.g., 40,000), the additional capital investment costs would be lower. However, as manufacturing capacity and investment costs decrease, component costs may increase due to lower manufacturing capacity; (2) The enterprise sources the key components and **does not** manufacture these components within their own manufacturing plant/related manufacturing units; (3) Increasing the foam thickness to improve thermal insulation is included as an energy-efficiency measure due to the additional cost involved for the new formulations;<sup>20</sup> (4) This represents the additional component costs for conversion to different levels of energy consumption specified in the table; this assumes that the baseline equipment does not have any interventions implemented relating to energy efficiency and addresses only the conversion of refrigerant. (5) The target energy-efficiency levels shown in the table above are based on the United for Efficiency model regulations.

## *SCCR İÇİN EK MALİYETLER*

Teknoloji	EE (%)	Artımlı İşletme Maliyetleri (USD/Birim)
Kapılar için Yüksek Performanslı Yalıtımlı Cam Ünitesi (IGU)	23 – 33	20 – 22
Yüksek Verimli Kompresör Kullanın	8	-5
İzolasyon kalınlığını artırın	5	0.76 – 6
Contayı Optimize Edin	1.5	1 – 4
MCHX	2	0 – 5
Akıllı Denetleyici	5 – 12.5	6 – 22.5
Vakumlu İzolasyon Panelleri VIP	4	5.33 – 35
Elektronik Komütasyonlu Motorlar ve Geliştirilmiş Fan Tasarımları	4 – 26.5	2 – 33.53
Nesnelerin İnterneti (IOT) ile Dijital Kontrolör	30	39.75 – 55
LED Aydınlatma Kullanın	2	3.14

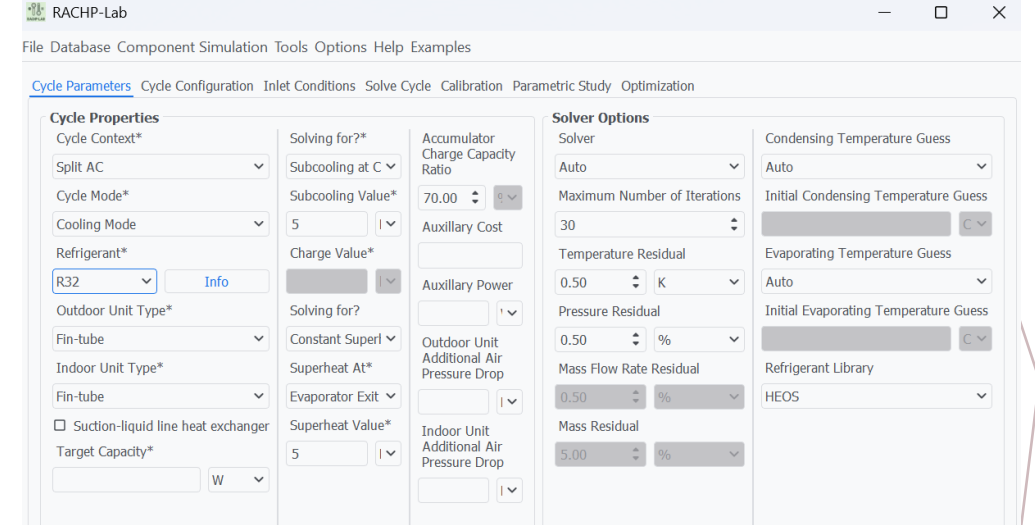
***TİCARİ  
BUZDOLAPLARINDAKİ  
FARKLI TEKNOLOJİLER İÇİN  
EE ÖLÇÜMLERİ VE ONA  
KARŞILIK GELEN IOC***

TEAP EETF 2021



# EV TİPİ KLİMALAR

- Kompresör
- Daha yüksek verimli kompresörler
- İki kademeli kompresörler (60/100)
- Değişken hızlı kompresörler
- Isı eşanjörleri
- 5 mm bobinler
- MCHX (Mikro kanallı ısı eşanjörü)
- Kondenser ön soğutma (askı fanı)
- Genleşme valfi (Kılcal/kısa boruyu şununla değiştirin)
- Termostatik Genleşme Valfi
- Elektronik Genleşme Valfi
- Fanlar/motorlar
- Geliştirilmiş kontroller (IoT, Kestirimci Kontroller + Bakım)



**Table 5. Additional costs for residential air conditioners for a plant manufacturing 300,000 units per year**

<b>Additional capital investment costs at an enterprise level</b>			
<b>Interventions</b>		<b>Costs in US \$</b>	
Product design and development		200,000 - 400,000	
Training in energy-efficient product technology/design		Nil - 50,000	
<b>Total costs</b>		<b>200,000 – 450,000</b>	
<b>Additional component costs for achieving different energy-efficiency levels at a unit level i.e., a residential air conditioner with a capacity of 1.5 TR</b>			
<b>Ratio of energy efficiency of equipment compared to the MEPS</b>	<b>Additional cost per unit if the unit moves to “low” energy-efficiency performance<sup>22</sup> i.e., ratio compared to MEPS of 1.33</b>	<b>Additional cost per unit if the unit moves to “medium” energy-efficiency performance i.e., ratio compared to MEPS of 1.67</b>	<b>Additional cost per unit if the unit moves to “high” energy-efficiency performance i.e., ratio compared to MEPS of 2.00</b>
1.00 to 1.20	13.50	32.00	45.00
Greater than 1.20 to 1.67	NA	16.50	24.50
Greater than 1.67 to 2.00	NA	NA	8.00

**Note:** (1) The target levels given in the table represent the ratio of SEER to the MEPS for the equipment applicable for the relevant project beneficiary;<sup>23</sup> for air-conditioning equipment, these ratios are used to ensure the comparability of energy-efficiency ratios when different bases are used by the countries submitting the projects (e.g., EER, SEER). (2) The enterprise sources the key components and **does not** manufacture these components within their own manufacturing plant/related manufacturing units; (3) If the manufacturing volumes in the plant are lower, the costs will fall compared to the levels shown in the table above. (4) This represents the additional component costs for conversion to different levels of energy consumption specified in the table; this assumes that the baseline equipment does not have any interventions implemented relating to energy efficiency and addresses only the conversion of

# *RAC İÇİN EK MALİYETLER*

Component	Energy Savings from Base Case <sup>1</sup>	Incremental Manufacturing Cost (Rs)		Retail Price Increase from Base Case (Rs) <sup>2</sup>	
		Baseline	Range (50% lower to 50% higher than baseline)	Baseline	Range
Baseline Compressor (2.8 EER), 1.5 TR Cooling Capacity	-	-		-	
3.0 EER compressor	5.5%	200	100-300	480	240-720
3.2 EER compressor	10.5%	400	200-600	960	480-1440
3.4 EER compressor	15.0%	575	280-860	1,380	690-2070
Alternating Current Compressor variable speed drive	21.0%	3,600	1800-5400	8,640	4320-12960
Direct Current Compressor variable speed drive	23.0%	5,400	2700-8100	12,960	6480-19440
Variable speed drives for fans and compressor	26.0%	6,300	3150-9450	15,120	7560-22680
UA value of both heat exchangers increased by 20%	7.5%	1,470	735-2200	3,528	1760-5290
UA value of both heat exchangers increased by 40%	13.5%	3,240	1620-4860	7,776	3880-11660
UA value of both heat exchangers increased by 60%	17.5%	4,210	2100-6310	10,104	5050-15150
UA value of both heat exchangers increased by 80%	21.0%	6,080	3040-9120	14,592	7300-21890
UA value of both heat exchangers increased by 100%	24.0%	7,350	3675-11000	17,640	8820-2640
Thermostatic Expansion Valve	3.5%	250	125-375	600	300-900
Electronic Expansion Valve	6.5%	1500	750-2250	3600	1800-5400

## *VERİMLİLİK ARTIRIMININ ARTAN MALİYETLERİ*

2015 yılında Hindistan'da 1,5 Ton (5,27kW) minisplit klima ile hesaplanmıştır. (Shah et al, 2016)

# RAC İÇİN EE TEKNOLOJİLERİ VE İLGİLİ MALİYETLERİN ÖZETİ

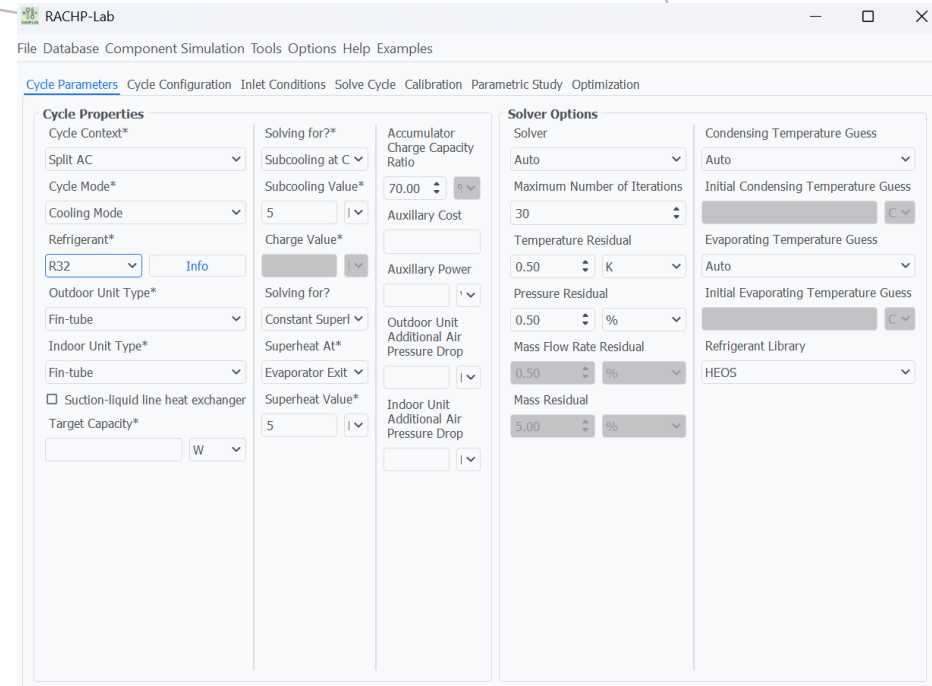
TEAP EETF 2021

Parça	Max. EE tasarrufu	Ek bileşen maliyeti	Ek sermaye maliyeti	Yorum
Yüksek EE kompresör	10%	%10'a kadar	NA	
2 kademeli kompresör	10%	10%	NA	
VS kompresör	30%	20%	Orta	Daha iyi kontrol ve daha iyi mevsimsel enerji verimliliği
MCHX	15%	NA	Yüksek	Şarjı azaltın
5 mm FTHX	10%	NA	Orta	Şarjı azaltın
Adyabatik kondansatör	30%	20 – 35%		Sadece HAT kuru durum için geçerlidir
ECM fanları	15%	15 – 25%	Orta	Geliştirilmiş konfor
EXV	20%	15%	Orta	Daha iyi konfor/kontrol
Boru izolasyonu	<2%	NA		
Kafa basıncı kontrolü	2K azaltma başına %3 – 1	OEM'e bağlıdır	Alçak	



# TİCARİ KLİMALAR (RTU)

- Kompresör
- Çift kompresör
- 1 değişken hızlı kompresör içerir
- Isı eşanjörleri
- 5 mm bobinler
- MCHX (Mikro kanallı ısı eşanjörü)
- Kondenser ön soğutma
- Genleşme valfi (Kılcal/kısa boruyu şununla değiştirin)
- Termostatik Genleşme Valfi
- Elektronik Genleşme Valfi
- Tasarım özellikleri: ekonomizer
- Fanlar/motorlar
- Geliştirilmiş kontroller (IoT, Kestirimci Kontroller + Bakım)





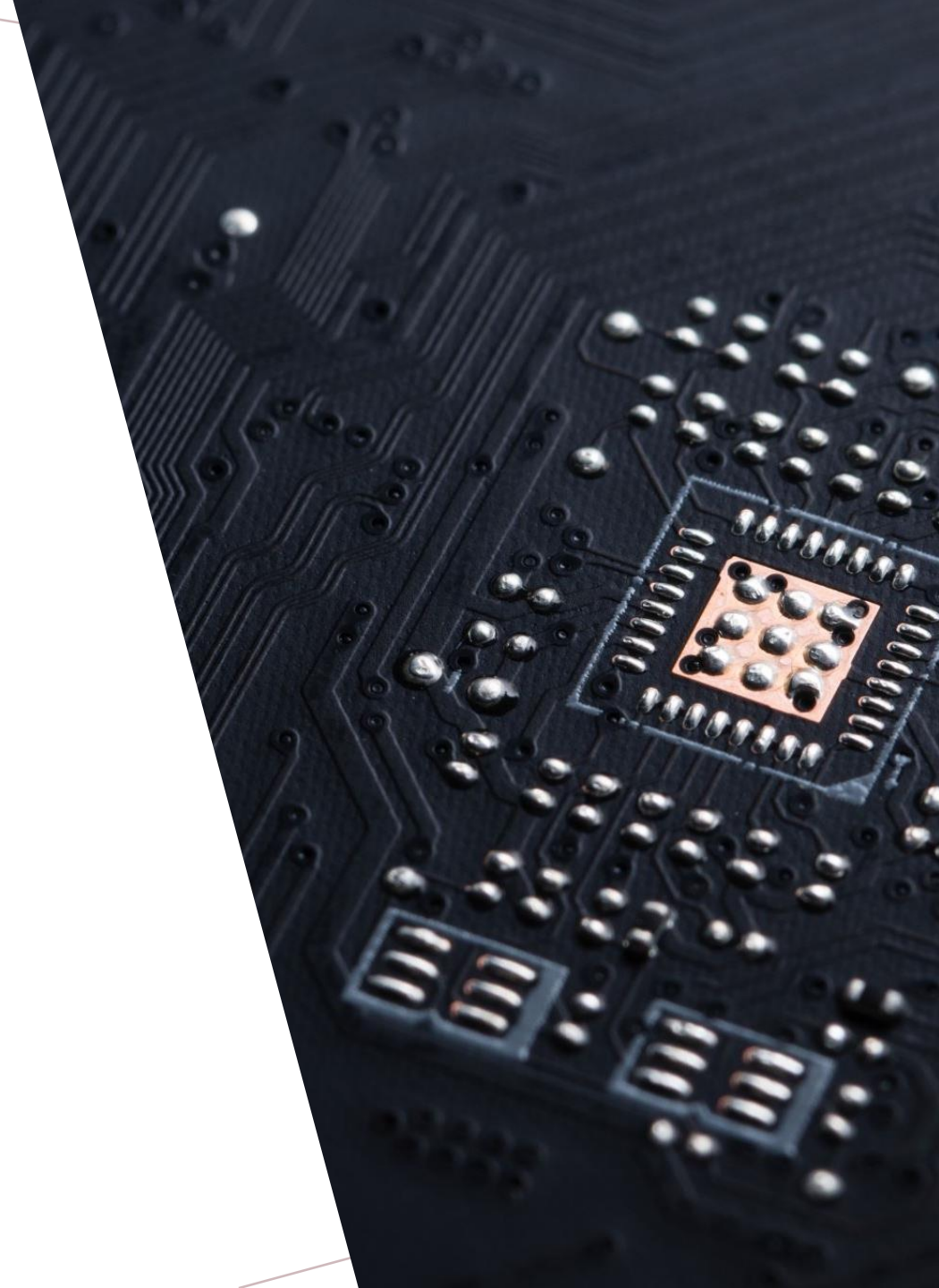
**Table 6. Additional costs for commercial air conditioners for a plant with a capacity of 50,000 units per annum**

<b>Additional capital investment costs at an enterprise level</b>			
<b>Interventions</b>		<b>Costs in US \$</b>	
Product design and development		400,000 - 700,000	
Training in energy-efficient product technology/design		Nil - 50,000	
<b>Total costs</b>		<b>450,000 – 750,000</b>	
<b>Additional component costs for achieving different energy-efficiency levels at a unit level i.e., a commercial air conditioner with a capacity of 10 TR</b>			
<b>Ratio of energy efficiency of equipment compared to the MEPS</b>	<b>Additional cost per unit if the unit moves to “low” energy-efficiency performance<sup>24</sup> i.e., ratio compared to MEPS of 1.20</b>	<b>Additional cost per unit if the unit moves to “medium” energy-efficiency performance i.e., ratio compared to MEPS of 1.40</b>	<b>Additional cost per unit if the unit moves to “high” energy-efficiency performance i.e., ratio compared to MEPS of 1.67</b>
1.00 to 1.20	56.00	143.00	176.00
Greater than 1.20 to 1.40	NA	94.00	120.00
Greater than 1.40 to 1.67	NA	NA	51.00

**Note:** (1) The target levels given in the table is the ratio of the seasonal energy efficiency ratio (SEER) to the MEPS (1.00) for the equipment; for air-conditioning equipment, these ratios are used to ensure comparability of energy efficiency ratios when different bases are used (e.g., Energy Efficiency Ratio (EER), SEER). (2) The enterprise sources the key components and **does not** manufacture these components within their own manufacturing plant/related manufacturing units; (3) If the manufacturing volumes in the plant are lower, the costs will fall compared to the levels shown in the table above; (4) This represents the additional component costs for conversion to different levels of energy consumption specified in the table; this assumes that the baseline equipment does not have any interventions implemented relating to energy efficiency and addresses only the conversion of refrigerant. (5) In case of heat pump, energy efficiency improvement may need further product redesign including resizing of some of the components, including heat exchangers. As such, heat pump energy efficiency conversion may require higher costs compared with air conditioning.

## *RTU İÇİN EK MALİYETLER*

*EK SERMAYE VE EK  
BİLEŞEN MALİYETLERİ  
İÇİN UYGULAMALI CAC  
HESAPLAMALARI*



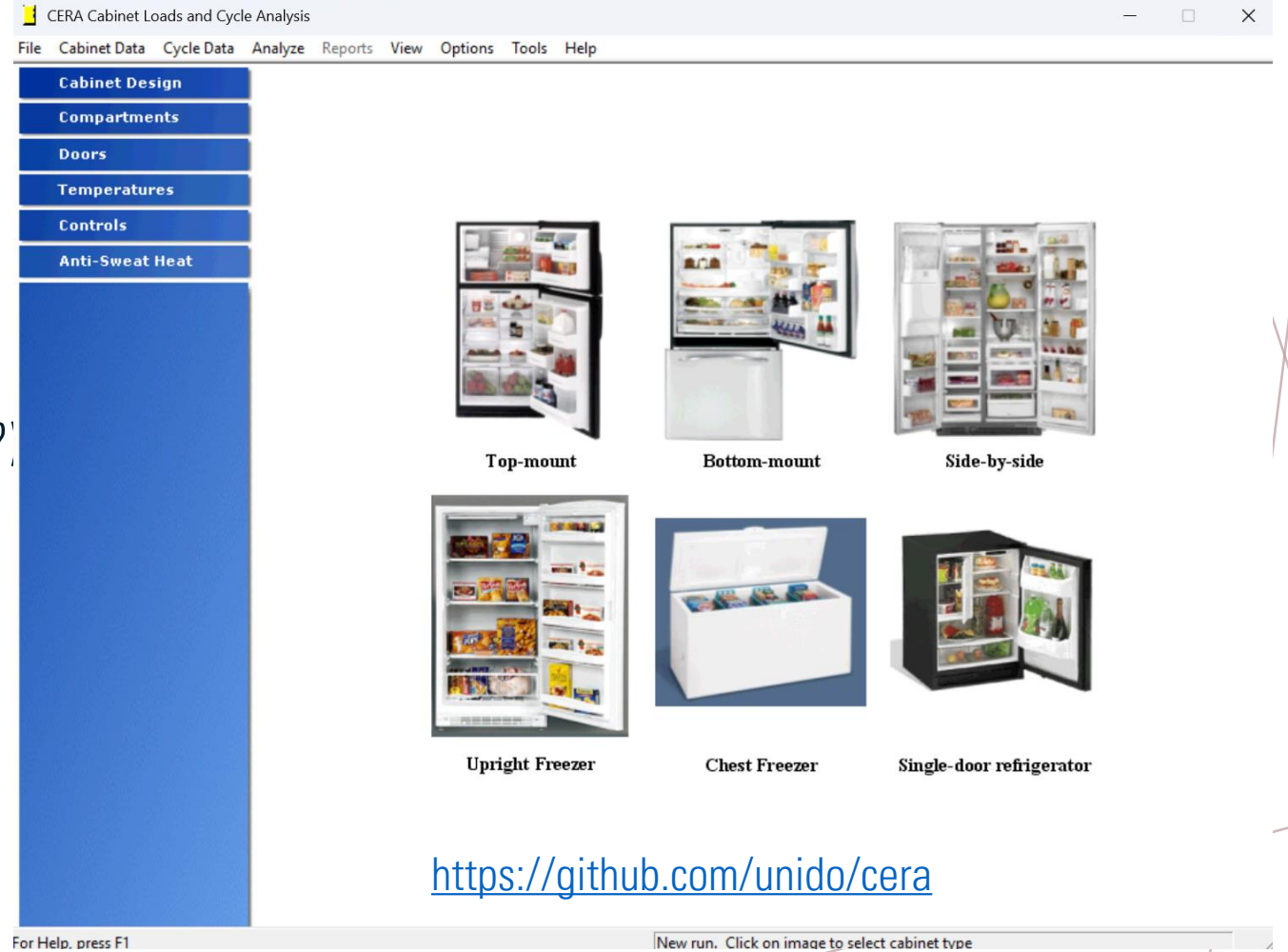
# *ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ NASIL SAĞLARIZ?*

FARKLI HVAC&R SEKTÖRLERİNDEKİ ÖNLEMLER



# EV TİPİ BUZDOLAPLARI

- Geliştirilmiş Kompresör
- Daha yüksek verimli kompresör
- Değişken hızlı kompresör
- Geliştirilmiş yalıtım
- Daha kalın yalıtım – sınır nedir?
- VIP – sadece ihtiyaç duyulan yerde (Mullion?)
- Geliştirilmiş ısı eşanjörleri
- Geliştirilmiş fanlar/motorlar
- Kapı contaları (#of odacıkları, mıknatıs ..)
- Tasarım özellikleri
- Alt montaj ve üst montaj
- Fransız kapı ve yan yana



<https://github.com/unido/cera>



# *BAĞIMSIZ TİCARİ BUZDOLAPLARI (SCCR)*

- Mühürlü sistem tasarımı optimizasyonu
- Geliştirilmiş Kompresör (Daha Yüksek Verimlilik / Değişken Hız)
- Geliştirilmiş hava akışı ve/veya ısı eşanjörleri
- Yük azaltma
- Geliştirilmiş yalıtım: daha fazla yalıtım, VIP'ye ihtiyaç vardı, açık dolaplarda kapılar, kapaklı dolaplarda geliştirilmiş cam yalıtımı (Low-e cam, üçlü cam, vb.)
- Geliştirilmiş fanlar/motorlar
- Geliştirilmiş Kontroller
- Gece modu
- Otomatik buz çözme
- IoT denetleyicileri + önleyici bakım





Teknoloji	EE (%)	Artımlı İşletme Maliyetleri (USD/Birim)
Kapılar için Yüksek Performanslı Yalıtımlı Cam Ünitesi (IGU)	23 – 33	20 – 22
Yüksek Verimli Kompresör Kullanın	8	-5
İzolasyon kalınlığını artırın	5	0.76 – 6
Contayı Optimize Edin	1.5	1 – 4
MCHX	2	0 – 5
Akıllı Denetleyici	5 – 12.5	6 – 22.5
Vakumlu İzolasyon Panelleri VIP	4	5.33 – 35
Elektronik Komütasyonlu Motorlar ve Geliştirilmiş Fan Tasarımları	4 – 26.5	2 – 33.53
Nesnelerin İnterneti (IOT) ile Dijital Kontrolör	30	39.75 – 55
LED Aydınlatma Kullanın	2	3.14

***TİCARİ  
BUZDOLAPLARINDAKİ  
FARKLI TEKNOLOJİLER  
İÇİN EE ÖLÇÜMLERİ VE  
ONA KARŞILIK GELEN  
IOC***

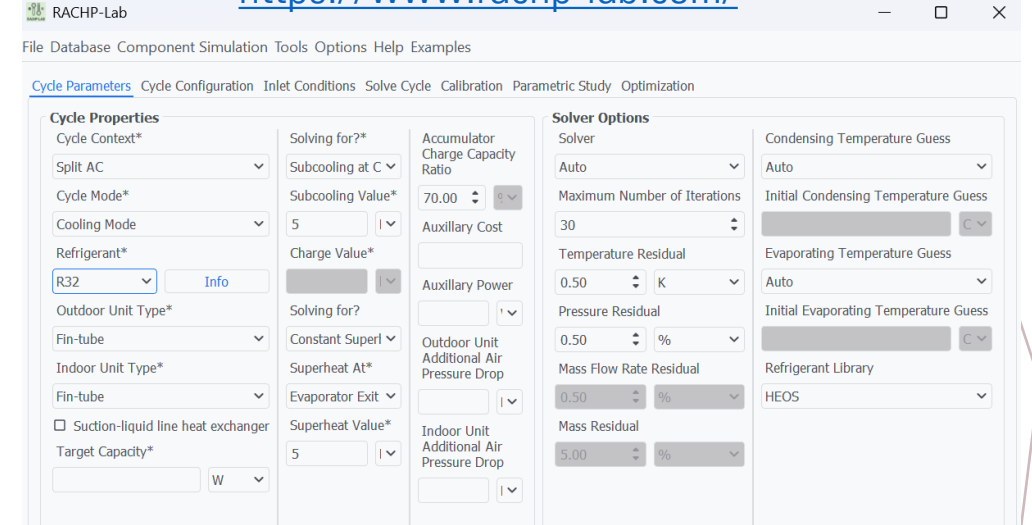
TEAP EETF 2021

# EV TİPİ KLİMALAR

- Kompresör
- Daha yüksek verimli kompresörler
- İki kademeli kompresörler (60/100)
- Değişken hızlı kompresörler
- Isı eşanjörleri
- 5 mm bobinler
- MCHX (Mikro kanallı ısı eşanjörü)
- Kondenser ön soğutma (askı fanı)
- Genleşme valfi (Kılcal/kısa boruyu şununla değiştirin)
- Termostatik Genleşme Valfi
- Elektronik Genleşme Valfi
- Fanlar/motorlar
- Geliştirilmiş kontroller (IoT, Kestirimci Kontroller + Bakım)

<https://github.com/OmarZaki96/EGSim>

<https://www.rachp-lab.com/>



Component	Energy Savings from Base Case <sup>1</sup>	Incremental Manufacturing Cost (Rs)		Retail Price Increase from Base Case (Rs) <sup>2</sup>	
		Baseline	Range (50% lower to 50% higher than baseline)	Baseline	Range
Baseline Compressor (2.8 EER), 1.5 TR Cooling Capacity	-	-		-	
3.0 EER compressor	5.5%	200	100-300	480	240-720
3.2 EER compressor	10.5%	400	200-600	960	480-1440
3.4 EER compressor	15.0%	575	280-860	1,380	690-2070
Alternating Current Compressor variable speed drive	21.0%	3,600	1800-5400	8,640	4320-12960
Direct Current Compressor variable speed drive	23.0%	5,400	2700-8100	12,960	6480-19440
Variable speed drives for fans and compressor	26.0%	6,300	3150-9450	15,120	7560-22680
UA value of both heat exchangers increased by 20%	7.5%	1,470	735-2200	3,528	1760-5290
UA value of both heat exchangers increased by 40%	13.5%	3,240	1620-4860	7,776	3880-11660
UA value of both heat exchangers increased by 60%	17.5%	4,210	2100-6310	10,104	5050-15150
UA value of both heat exchangers increased by 80%	21.0%	6,080	3040-9120	14,592	7300-21890
UA value of both heat exchangers increased by 100%	24.0%	7,350	3675-11000	17,640	8820-2640
Thermostatic Expansion Valve	3.5%	250	125-375	600	300-900
Electronic Expansion Valve	6.5%	1500	750-2250	3600	1800-5400

## VERİMLİLİK ARTIRIMININ ARTAN MALİYETLERİ

2015 yılında Hindistan'da 1,5 Ton (5,27kW) minisplit klima ile hesaplanmıştır. (Shah et al 2016)

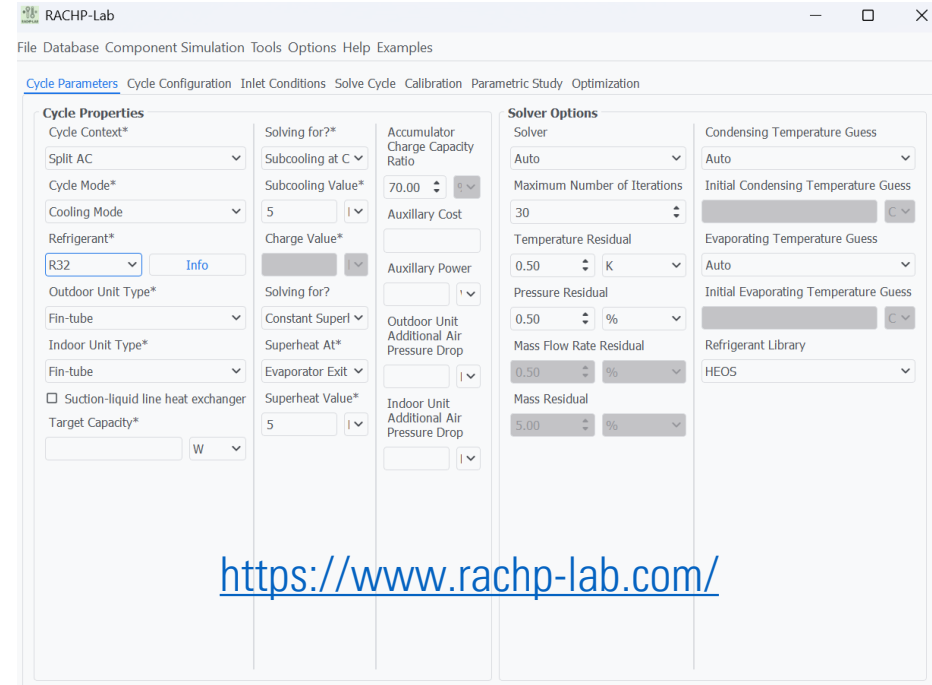
# RAC İÇİN EE TEKNOLOJİLERİ VE İLGİLİ MALİYETLERİN ÖZETİ

TEAP EETF 2021

Parça	Max. EE tasarrufu	Ek bileşen maliyeti	Ek sermaye maliyeti	Yorum
Yüksek EE kompresör	10%	%10'a kadar	NA	
2 kademeli kompresör	10%	10%	NA	
VS kompresör	30%	20%	Orta	Daha iyi kontrol ve daha iyi mevsimsel enerji verimliliği
MCHX	15%	NA	Yüksek	Şarjı azaltın
5 mm FTHX	10%	NA	Orta	Şarjı azaltın
Adyabatik kondansatör	30%	20 – 35%		Sadece HAT kuru durum için geçerlidir
ECM fanları	15%	15 – 25%	Orta	Geliştirilmiş konfor
EXV	20%	15%	Orta	Daha iyi konfor/kontrol
Boru izolasyonu	<2%	NA		
Kafa basıncı kontrolü	2K azaltma başına %3 – 1	OEM'e bağlıdır	Düşük	

# TİCARİ KLİMALAR (RTU)

- Kompresör
- Çift kompresör
- 1 değişken hızlı kompresör içerir
- Isı eşanjörleri
- 5 mm bobinler
- MCHX (Mikro kanallı ısı eşanjörü)
- Kondenser ön soğutma
- Genleşme valfi (Kılcal/kısa boruyu şununla değiştirin)
- Termostatik Genleşme Valfi
- Elektronik Genleşme Valfi
- Tasarım özellikleri: ekonomizer
- Fanlar/motorlar
- Geliştirilmiş kontroller (IoT, Kestirimci Kontroller + Bakım)



<https://www.rachp-lab.com/>





# EE NASIL HESAPLANIR?

- Buzdolapları/Dondurucular ve SCCR azaltılmış kWh/yıl
- AC artan SEER
- Projelendirme aşamasında,
- referans değer performansını değerlendirmek ve MEPS değerlerini (kWh/yıl veya SEER) geliştirmek için modelleme araçlarını kullanın
- Müdahalelerle farklı tasarım seçenekleri geliştirin (örneğin, değişken hızlı kompresör, yeni fan, daha büyük HX vb. kullanarak) ve EE (kWh/yıl veya SEER) üzerindeki etkiyi değerlendirin
- Bir maliyet – fayda eğrisi oluşturun

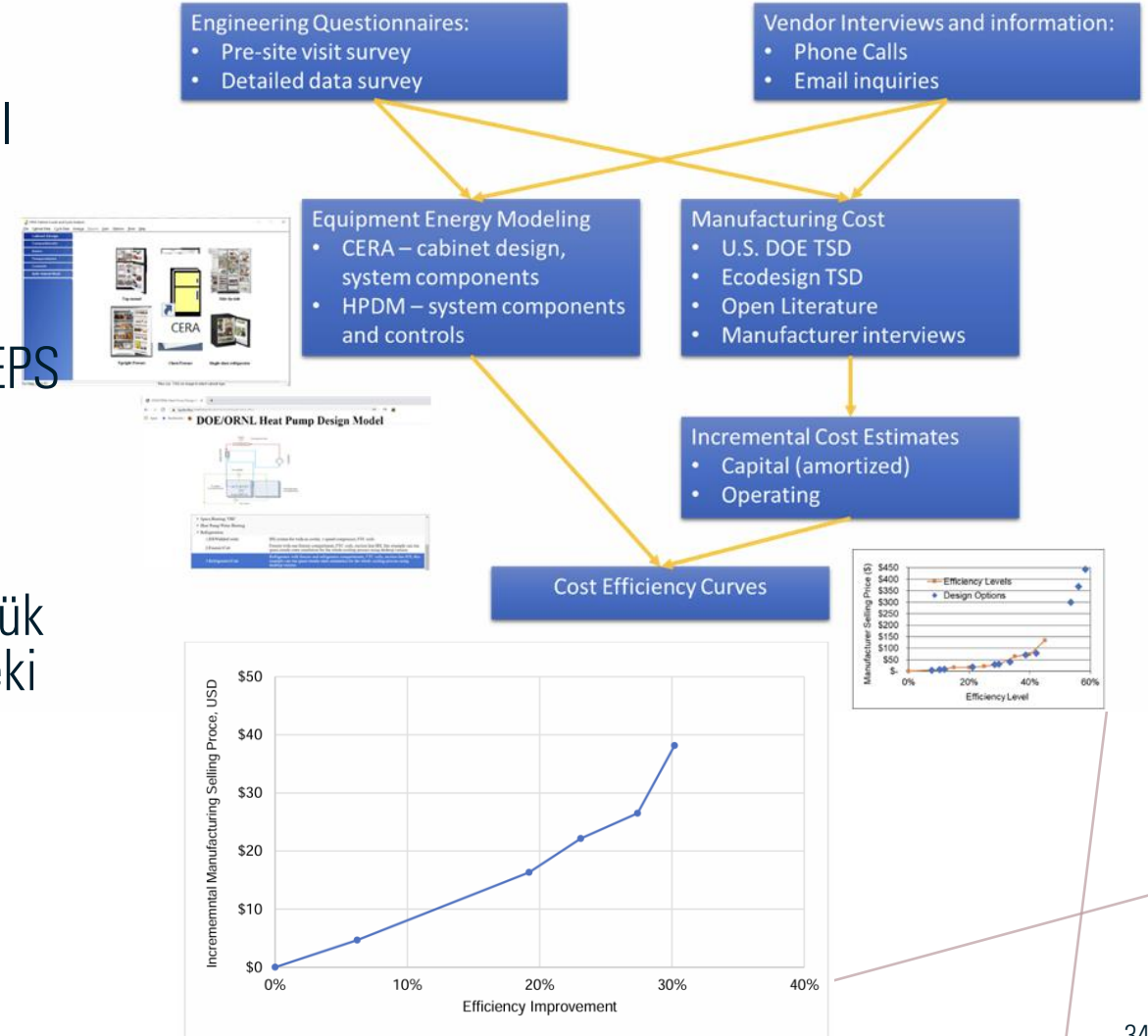


Figure 8. Cost-efficiency curve for Top-Mount Domestic Refrigerator from 6<sup>th</sup> manufacturer



# GHG CALC (94/60)

- 94/60, yıllık enerji kaynaklı emisyon azaltım tahmini sunmak üzere proje teklifi talep eder

$$CO_{2e, reduced} = CO_{2e, BL} - CO_{2e, project}$$

CO<sub>2e</sub>, MEPS kullanılarak **tahmini** yıllık ürün enerji tüketimine ve tipik yıllık kullanıma dayanmalıdır

$$CO_{2e} = \frac{kWh}{year} \times \frac{kgCO_{2e}}{kWh}$$

$\frac{kgCO_{2e}}{kWh}$  Bu şebeke emisyon faktörüdür (örn. <https://ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity>)

# SERA GAZI İÇİN EXCEL DOSYASI

Unit	Capacity (TR)	MEPS	SEER (National)	Energy Ratio Target	SEER (National)	Energy Ratio	2021 production volume	2022 production volume	2023 production volume	Average Production	Annual Energy Consumption EE
a	1	3.5	3.5	3.5	5.5	5.5	40000	40000	40000	40000	1406.8 895.2364
b	1.5	3.5	3.5	3.5	5.5	5.5	50000	50000	50000	50000	2110.2 1342.855
c	1.5	3.5	3.5	3.5	5.5	5.5	20000	20000	20000	20000	2110.2 1342.855
d	2	3.5	3.5	3.5	5.5	5.5	40000	40000	40000	40000	2813.6 1790.473
											0 0 0
											0 0 0
											0 0 0
											0 0 0
											0 0 0
											0 0 0
											0 0 0
											0 0 0

Capacity per Annum	Additional Capital Cost	MEPS Performance	Energy Performance	Target Performance
10,000	50000	3.50	3.50	5.50
Additional component cost per unit (USD)	\$ 35.57			
R_Cost	0.3	(value from 0.3 to 1 depending on the country and the OEM)		
average unit capacity cost adjustment (based on capacity)	1.5			
	1	assume linear relationship between additional cost and capacity; more informed function later		

Output	Total Potential EE support	Value
		\$ 1,850,714.29

Output	Total Annual CO2 emissions reduction due to EE improvement	Value	Additional Info
		161,142,545.45 tons CO2e/yr	34,285,648 cars removed from the road





# *TEŞEKKÜRLER*

Omar Abdelaziz

010-234-83199

[omar.abdel.aziz@gmail.com](mailto:omar.abdel.aziz@gmail.com)