

Soğutma Sektöründe Geleceğe Bakış: Modelleme Çalışmalarının Emisyonlar Açısından Değerlendirilmesi

Cool Up Programının Özeti

Sürdürülebilir Soğutmanın Yaygınlaştırılması

- Finansman:

Supported by:



based on a decision of
the German Bundestag



- Süre: Aralık 2020 - Ocak 2027

- Ortadoğu ve Kuzey Afrika ülkeleri**, hızla artan kentleşme ve yoğun bir şekilde kullanılan enerji altyapısı nedeniyle **iklim değişikliğinin** gözle görülür etkilerine karşı bir dizi enerji sorunuyla karşı karşıyadır.

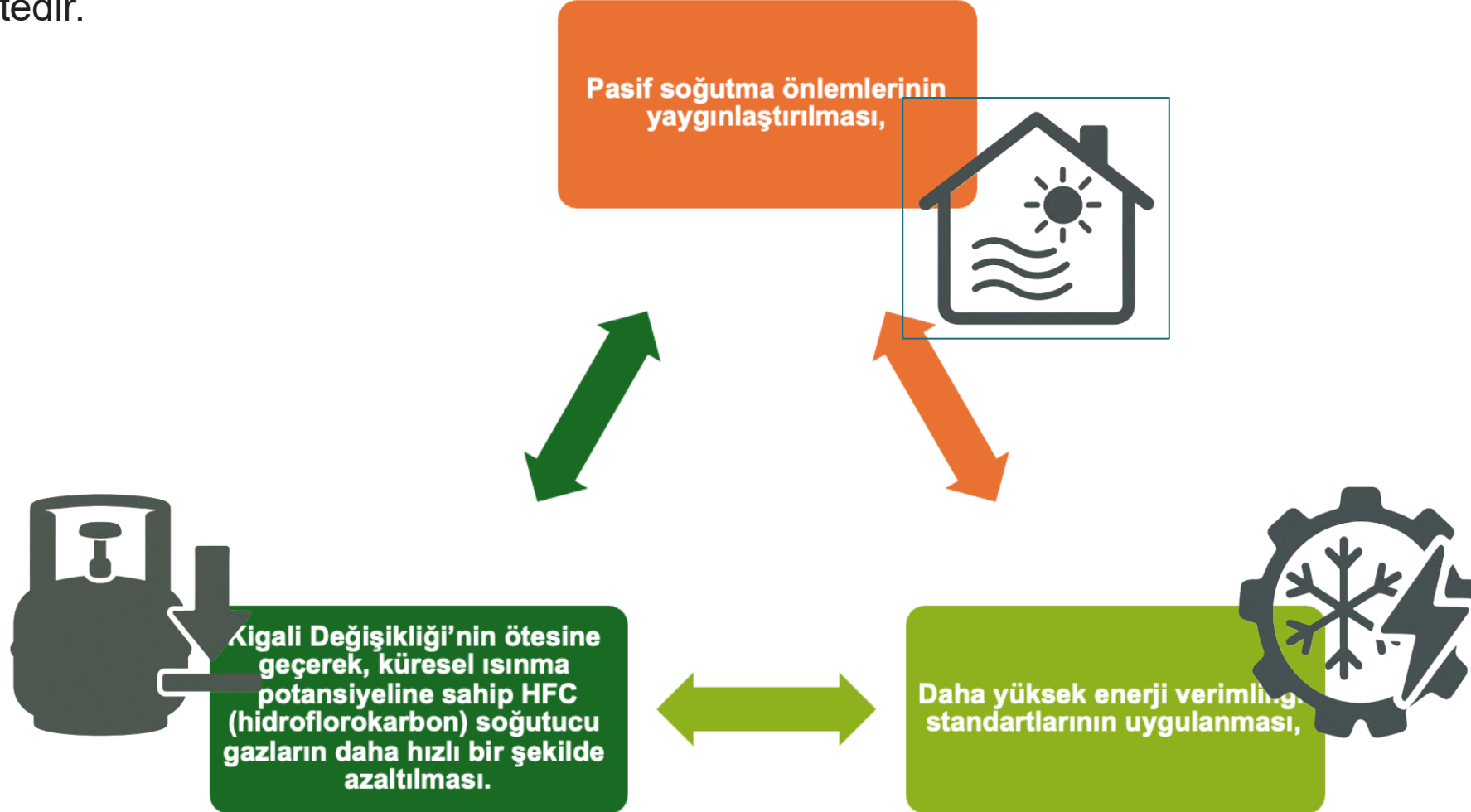
- Soğutma**, bölgedeki enerji tüketiminin önemli bir kısmını oluşturmaktadır ve bu tüketimin daha da artması beklenmektedir. Proje, soğutma talebinin azaltılmasında hızla artan **teknolojik gelişimden** faydalanmayı ve **Mısır, Ürdün, Lübnan ve Türkiye'de Kigali Değişikliği** ve Paris Anlaşması'nın hızlı bir şekilde uygulanmasını teşvik etmektedir.



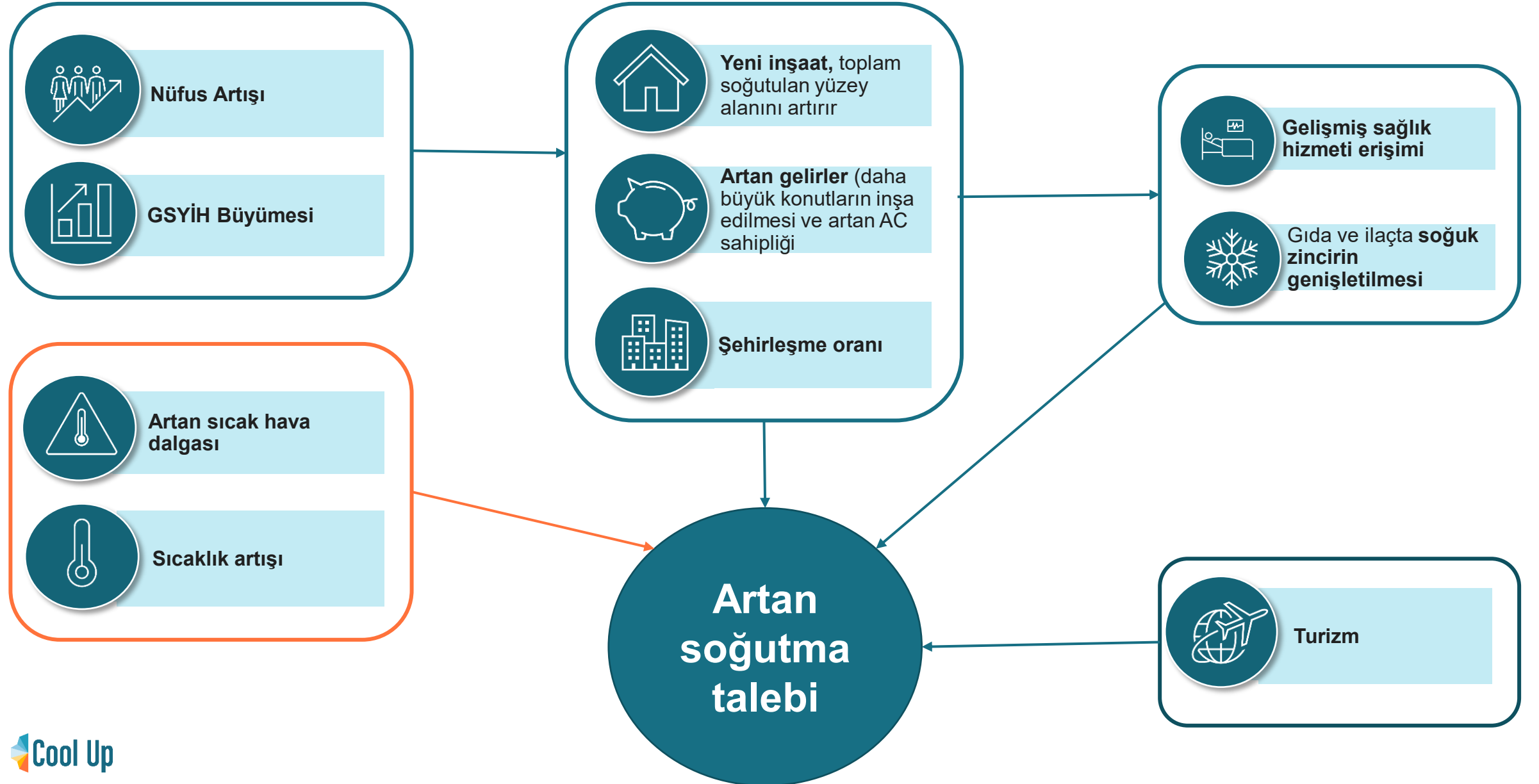
Soğutma Kaynaklı Emisyonlar

2022 yılında küresel ölçekte soğutma kaynaklı emisyonlar, yaklaşık **4,1 milyar ton CO₂ eşdeğeri** olup, bu rakam **toplam küresel sera gazı emisyonlarının %7,1'ine** denk gelmektedir (yaklaşık 57,4 milyar ton).

Eğer hiçbir ek önlem alınmazsa, 2050 yılı itibarıyla soğutma kaynaklı emisyonların **9 milyar tona ulaşması** beklenmektedir.



Türkiye'de Soğutma Talebini Etkileyen Faktörler



Ulusal Soğutma Eylem Planı (NCAP)

Türkiye için bir NCAP'in geliştirilmesi, aşağıdakilerin **hayata geçirilmesini gerektirmektedir**:

- BMİDÇS kapsamındaki Paris Anlaşması,
- BM Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ve
- Montreal Protokolü Kigali Değişikliği,

Tüm bu süreçte ulusal öncelikler ve sosyoekonomik faydalar gözetilecektir.

Genel olarak NCAP, soğutma kaynaklı enerji emisyonlarının azaltılmasına yönelik kapsamlı eylemlerin soğutucu akışkanlar kaynaklı emisyonlara yönelik planlarla paralel hale getirilmesine yönelik yolların belirlenmesinde ülkeye **katkıda bulunmaktadır**.

Metodoloji: Ulusal Soğutma Eylem Planı Metodolojisi, 2021 (Cool Coalition)

Paris Agreement



- **Peaking of emissions as soon as possible & net zero emissions** by 2050 (Art 4),
- **MORE AMBITIOUS** targets in NDC plans every 5 years,
- Long-term (by 2050) **low greenhouse gas emission development strategies** published by 2020 (Art 4/19).

Montreal Protocol & Kigali Amendment



- **HCFC phase out** 98.5% by 2030 and 100% by 2040,
- **HFCs phase down** Article 5 parties, group 1:
 - Baseline 2020-22
 - Freeze consumption by 2024
 - 1st Reduction step: 10% by 2029
 - 2nd Reduction step: 30% by 2035
 - 3rd Reduction step: 50% by 2040
 - 4th Reduction step: 80% by 2045

Ulusal Soğutma Eylem Planının Vizyonu ve Misyonu

Ülke için sürdürülebilir soğutmayı amaçlayan bütünsel, uzun vadeli bir ulusal soğutma eylem planı neyi hedefler?



- Enerji verimliliği ile yenilenebilir enerjiyi **entegre etme** ve doğal soğutucu akışkanlara geçişi desteklemek
- Mevcut ulusal stratejilerle uyumlu **öneriler** sunmak
- Ülkenin uluslararası taahhütlerinin yerine getirilmesine katkıda bulunmak (**Paris Anlaşması, Kigali değişikliği, NDC, BM Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri**)
- Ülkelerin büyüyen soğutma ihtiyaçlarını sürdürülebilir çözümlerle karşılamak için **öncelikli müdahalelerin** belirlenmesini sağlamak.

Ekipman Stoklarının ve Satışlarının Değerlendirilmesi

Her bir cihaz türü için, mevcut kaynaklardan toplanacak kullanım, enerji ve soğutucu akışkan verileri alınmalıdır:

- **Birincil veriler:** pazar araştırması, üreticilerden ve distribütörlerden toplanan anketler.
- **İkincil veriler:** gümrükler, mevcut çalışmalar, ulusal istatistikler, anketler.

Gelecekteki emisyon tahminleri için ulusal verilere ulaşıldı



Ekipman düzeyinde - esas olarak **piyasa araştırmasından** elde edilmiştir.

Ekipman türü başına tahmini stok sayısı,
Ekipman türü başına tahmini yıllık satışlar,
Enerji verileri (tüketim, performans, soğutma kapasitesi, vb.),
Soğutucu akışkan verileri: soğutucu akışkan tipi, KIP/OIP, şarj, sızıntı oranı, vb.



Ulusal veriler - Soğutucu akışkan türü başına geçmiş ve güncel soğutucu akışkan ithalat/üretimi ve tüketimi

Belirli soğutucu akışkanların aşamalı olarak kullanımdan kaldırılması/azaltılması planları, GSYİH, kentleşme oranı, gelecekte beklenen ulusal enerji talebi, hane başına ekipman sahipliği oranı, ülkenin elektrifikasyon planları, vb.

İklim, enerji verimliliği ve soğutucu akışkanlara ilişkin düzenleyici çerçeve.

NCAP (Ulusal Soğutma Eylem Planı) kapsamında, 2050 yılına kadar uzanan üç farklı soğutma senaryosu değerlendirilmiştir. Elektrik talebi ve emisyonlar açısından etkilerin anlaşılabilmesi amacıyla, farklı politika müdahalelerini yansıtan üç farklı **geleceğe yönelik soğutma senaryosu** modellenmiştir. Bu senaryolar birbiri üzerine inşa edilmiştir ve:

- **Mevcut Durum Senaryosu (BAU):** Halihazırda yürürlükte olan politikaların ötesine geçmeyen, düşük müdahale düzeyini temsil eder.
- **Azaltım Senaryosu 1 (MS 1):** Sürdürülebilir soğutmayı teşvik eden **orta düzeyde politika müdahaleleri** içerir.
- **Azaltım Senaryosu 2 (MS 2):** **Yüksek düzeyde ve iddialı politika önlemleri** içeren senaryodur.

Bu senaryolar, soğutma sektörünün farklı geçiş yollarını yansıtmaktadır. Her iki azaltım senaryosu için, doğrudan ve dolaylı emisyon azaltımları, BAU senaryosuna kıyasla hesaplanmıştır.

Senaryolar arası karşılaştırmalar, doğal soğutucu akışkanların daha fazla kullanılması, daha iddialı enerji verimliliği hedefleri (özellikle soğutma cihazları ve binalarda) ve mevzuat, standartlar, finansman mekanizmaları gibi politika araçlarının etkin şekilde devreye alınmasının potansiyel etkilerini ortaya koymaktadır.

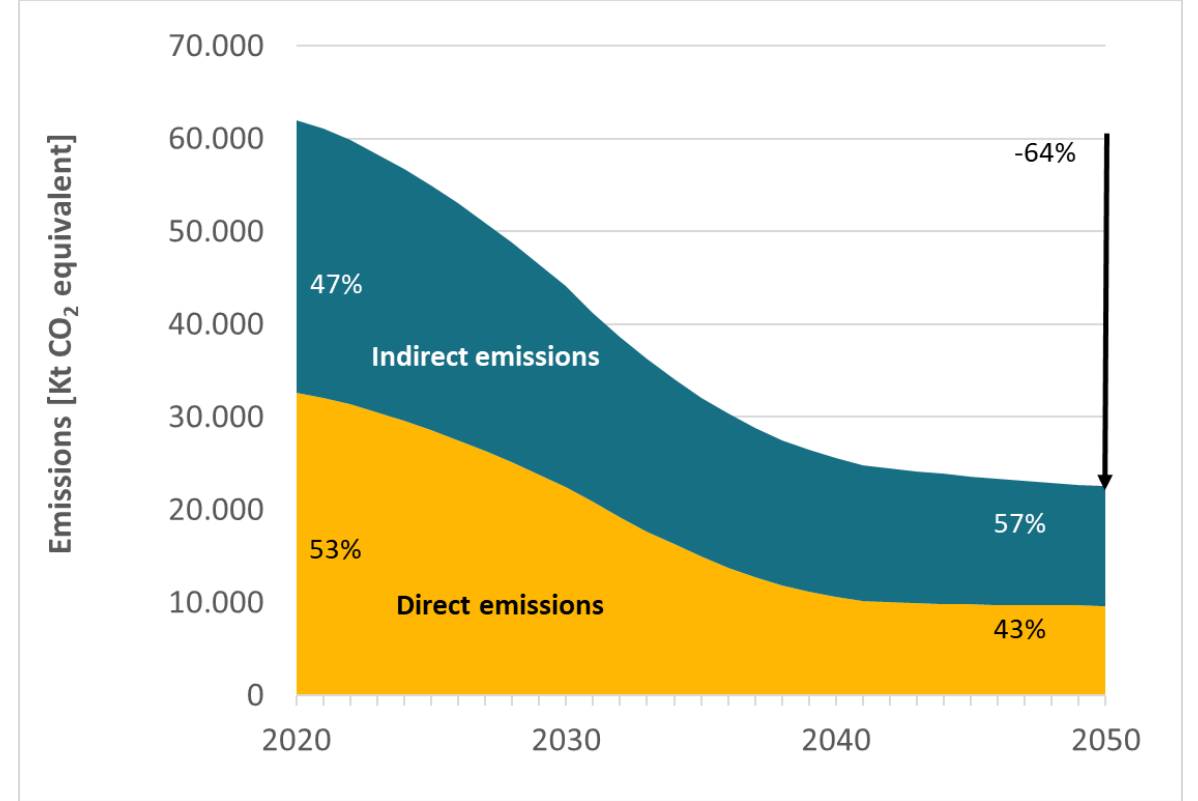
Tüm senaryolarda **pazar büyümesi** (yani gelecekteki satış hacmi) aynı varsayılmıştır. Azaltım senaryolarında yer alan politika müdahaleleri, doğrudan etkisi olan kilit parametreler üzerinde odaklanmıştır. Bu parametreler, modelleme sonuçlarını belirleyen ana değişkenlerdir:

- Sistemlerin enerji verimliliği,
- Soğutma CO₂ eşdeğeri faktörü
- Binaların enerji verimliliği,
- Kullanılan soğutucu akışkan karışımı,
- Cihaz kullanımı sırasında ve kullanım ömrü sonunda atmosfere salınan emisyonlar.

NCAP kapsamında önerilen diğer tamamlayıcı önlemler (örneğin kapasite geliştirme, farkındalık artırma gibi), **regülasyonların etkili şekilde uygulanmasını destekleyici** niteliktedir. Bu tür destekleyici önlemler modelleme kapsamında ayrı ayrı nicel olarak değerlendirilmemiştir; ancak, bu önlemlerin yokluğunda regülasyonların sahada etkili uygulanamayacağı ve bu nedenle daha az sonuç üreteceği varsayılmıştır.

Mevcut Durum Senaryosu

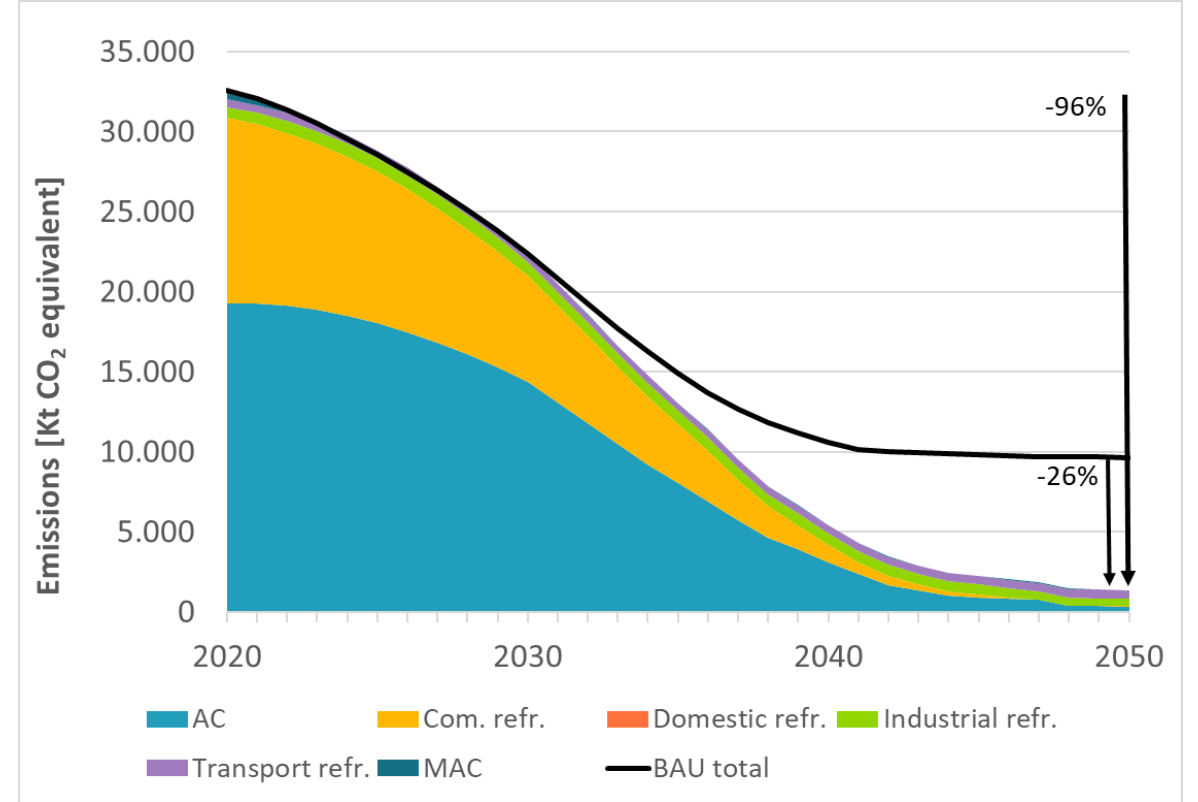
- Mevcut ulusal mevzuat ve mevcut teknoloji düzeyi göz önünde bulundurulduğunda, enerji verimliliğinde zaman içinde hafif iyileşmelerin olduğu varsayımıyla, **BAU (mevcut durum) senaryosu**, 2020–2050 döneminde toplam emisyonlarda **%64'lük bir azalma** öngörmektedir.
- Bu azalma, soğutma sektörünün karbonsuzlaştırılması için gerekli olan teknolojik ve düzenleyici ön koşulların (örneğin, asgari enerji performans standartları, Montreal Protokolü Kigali Değişikliği kapsamındaki taahhütler ve Türkiye F-gaz yönetmeliği) yürürlükte olması ve beklenen teknoloji ile şebeke gelişmeleri sayesinde, **soğutma cihazlarının sayısındaki artışın yaratacağı ek emisyonların fazlasıyla telafi edilebileceğini** göstermektedir.
- **BAU senaryosunda doğrudan ve dolaylı emisyonların oranı zamanla değişmektedir:**
- 2020 yılında toplam emisyonların %53'ü doğrudan, %47'si dolaylı emisyonlardan oluşurken,
- 2050 yılında bu oranlar %43 doğrudan ve %57 dolaylı olarak değişmektedir.
- Bu değişim, **her iki alanda da azalma öngörülse de, doğrudan emisyonlardaki azalmanın daha belirgin olduğunu** göstermektedir.



Azaltım Senaryosu 1

Direct emissions 2020-2050 under Mitigation Scenario 1

- **Azaltım Senaryosu 1 (MS1)**, 2050 yılına kadar doğrudan emisyonlarda **%96'lık büyük bir azalma** sağlamaktadır. Bu, **BAU senaryosuna ek olarak %26 puanlık** ilave bir emisyon azaltımı anlamına gelir.
- Zaman içinde doğrudan emisyonların %61'ini oluşturan **sabit (stationary) klima sistemlerinin** emisyonları, **2020'ye kıyasla 2050'de %98 oranında azalmaktadır**. Ticari soğutma (commercial refrigeration) alt sektöründe ise **emisyonların zamanla %100 oranında ortadan kalktığı** görülmektedir.
- Mutlak değerlerle bakıldığında, **2020–2050 döneminde sadece bu iki büyük alt sektörde sırasıyla yaklaşık 19.000 ve 11.500 kiloton CO₂ eşdeğeri emisyon tasarrufu** sağlanmaktadır.
- Azaltım Senaryosu 1 kapsamında BAU senaryosuna kıyasla doğrudan emisyonlardaki ilave düşüşler, **mevcut F-gaz yönetmeliğinin güncellenmesine** dayanmaktadır.

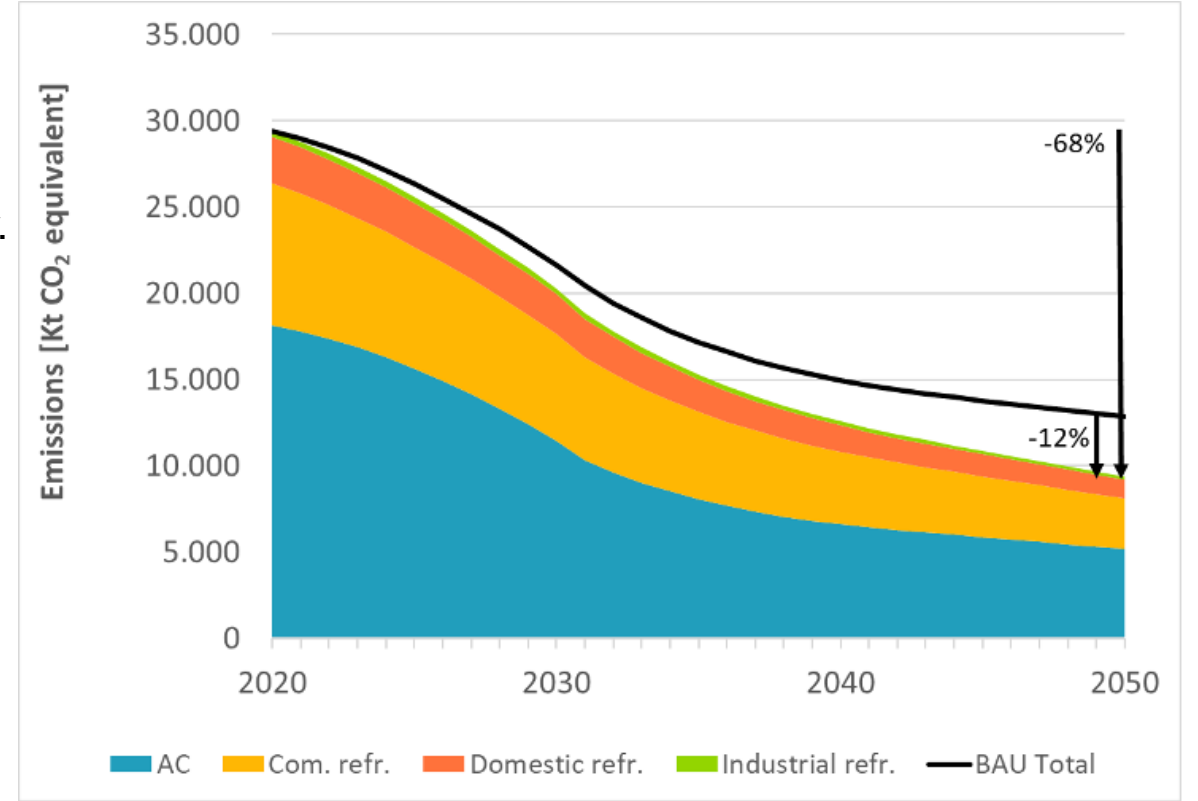


Azaltım Senaryosu 1

- Ancak, mevcut önlemlerin bazı uygulama tarihlerinde yapılan ertelemeler nedeniyle, 2020–2030 döneminde MS1 senaryosu, BAU'dan biraz daha yüksek emisyonlara neden olabilmektedir.
- Buna karşın, AB'nin 2024/573 sayılı yeni F-Gaz Tüzüğü temel alınarak Türkiye koşullarına uyarlanmış önlemlerin yürürlüğe girmesiyle birlikte, önemli emisyon düşüşleri gerçekleşmektedir.
- Bu kapsamda yer alan bazı **kilit önlemler**, Kigali Değişikliği kapsamındaki HFC azaltımıyla karşılaştırıldığında daha katı kuralları içermektedir.

Bunlar arasında:

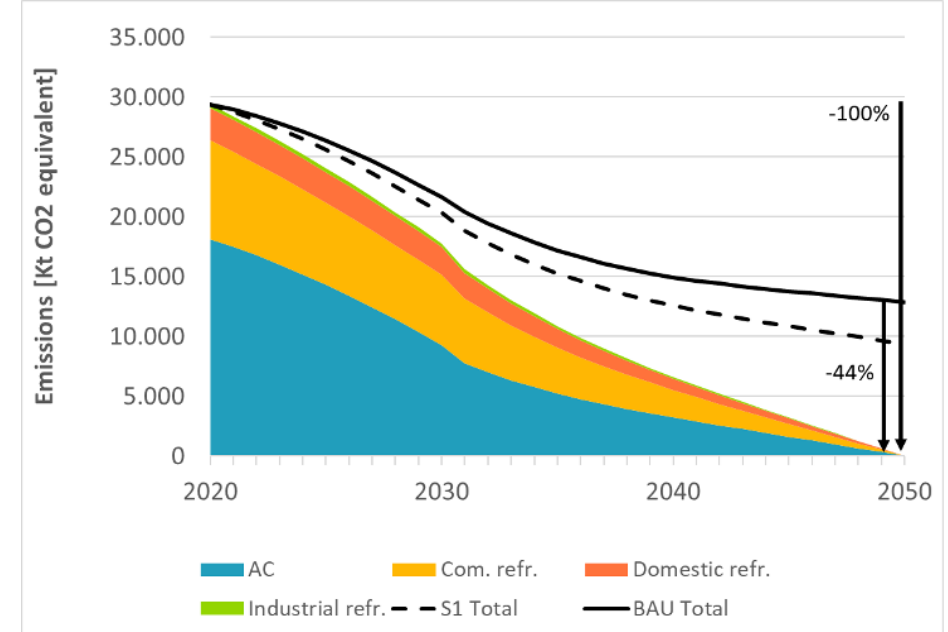
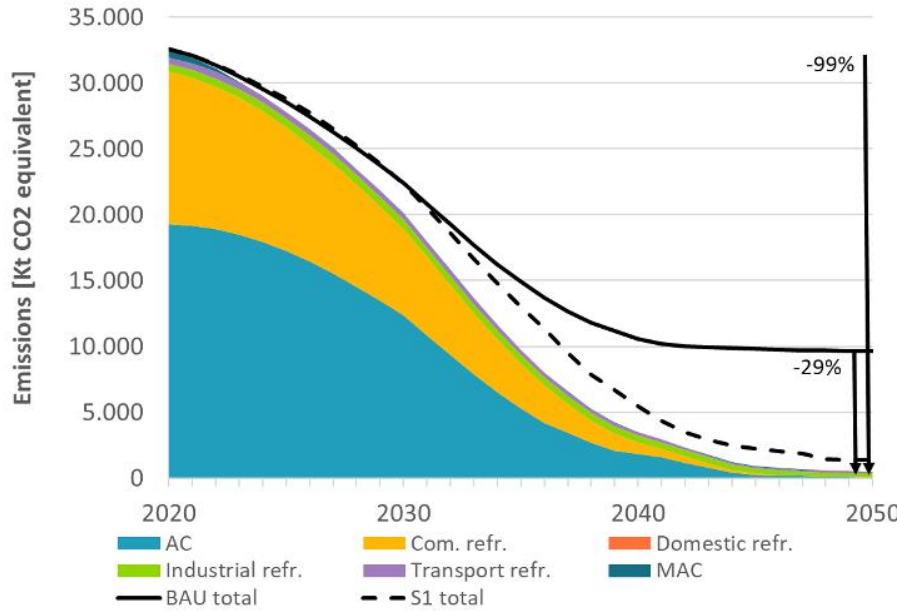
- **2050 yılına kadar HFC'lerin tamamen kullanım dışı bırakılması (phase-out),**
- Yeni cihazların piyasaya arzına yönelik **ek yasaklar** bulunmaktadır.



Indirect emissions 2020-2050 under Mitigation scenario 1.

Azaltım Senaryosu 2

- **Azaltım Senaryosu 2**, teknik olarak mümkün olan en yüksek sera gazı (GHG) emisyonu azaltımlarını varsaymaktadır ve BAU Senaryosu'na kıyasla %99 oranında bir azalma ile sonuçlanır. Bu senaryo, alternatiflerin mevcut olduğu durumlarda doğal soğutuculara geçişin ve yasal çerçevenin genişletildiği **Azaltım Senaryosu 1**'e ek olarak iki temel özelliğe sahiptir:
- Doğal soğutuculara hızlı geçiş – 10 yıl içinde %100 benimsenme varsayılmıştır.
- Soğutucu madde kullanımında önemli iyileştirmeler – kullanım, geri kazanım ve imha uygulamalarında ciddi gelişmeler öngörülmüştür.



Sonuç

- ❖ Son yıllarda soğutma sektöründe kaydedilen teknolojik ilerlemeler göz önünde bulundurulduğunda, mevcut HFC azaltım takviminin güçlendirilmesi mümkündür.
- ❖ Mevcut düzenlemeye kıyasla daha geniş bir yelpazedeki soğutma uygulamalarını, özellikle sabit klima sistemlerini kapsayan yasakların getirilmesi, gelecekteki Türkiye F-gaz mevzuatı için değerlendirilebilir.
- ❖ Mevcut yasal düzenlemelerin uygulanmasını desteklemek amacıyla, özellikle sızıntıyı azaltmak ve önlemek için soğutucu yönetiminin iyileştirilmesine yönelik kapasite geliştirme ve farkındalık artırma çalışmaları gereklidir.
- ❖ Soğutma ve iklimlendirme (RAC) cihazlarının enerji verimliliğinin artırılması, kısa ve orta vadede dolaylı emisyonların azaltılmasında kritik öneme sahiptir.
- ❖ Binalarda enerji verimliliği, pasif soğutma da dahil olmak üzere, kısa ve orta vadede dolaylı emisyonların azaltılmasına katkı sağlamaktadır.
- ❖ 2030 sonrasında da dolaylı emisyonların önemli ölçüde azaltılmaya devam edilebilmesi için, piyasanın talep yönlü yanıt artışına (örneğin akıllı şebeke uyumlu etiket geliştirilmesi yoluyla) hazırlıklı olması gerekmektedir.

GÖKÇEN AŞAN - UNDP TÜRKİYE



Cool Up
Upscaling Sustainable Cooling

coolupprogramme.org | info@coolupprogramme.org