

GAINS Modeli

Prensipier ve Uygulamalar

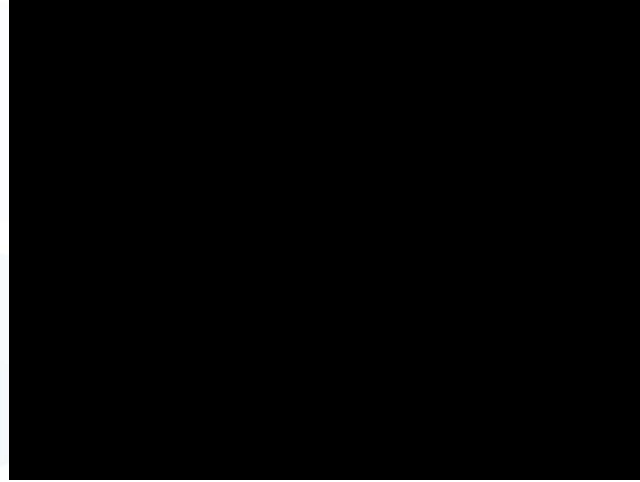
Z.Klimont et al.

klimont@iiasa.ac.at

Hava Kirleticilerinin ve Sera Gazlarının Azaltılması



Hava Kirliliği tavsiye 1947



2011 yılındaki görevimiz: *Daha iyi tavsiye ver!*



Ana hatlar

- *RAINS (Bölgesel Hava Kirliliği Bilgi ve Simülasyonu) / GAINS (Sera gazı ve Hava kirliliği Etkileşim ve Sinerjileri) entegre değerlendirme modelleri – temel fikirler*
- Uygulama Örnekleri:
 - Gothenburg Protokolü
 - BM Çevre Programı (UNEP) Siyah Karbon ve Ozon Değerlendirme

GAINS on-line olarak şu sitede
mevcuttur: <http://gains.iiasa.ac.at>

Ekonomik Gelişme ve Hava Kirliliği

Ekonomik Gelişme ↑



İç mekan kirliliğinden ...



... kentsel hava kirliliğine

...



... ve bölgesel kirlilikten.....



... global iklim değişikliğine

Kirlilik ölçeği →

Entegre Değerlendirme

(Jeroen P van der Sluijs, Global Çevresel Değişim Ansiklopedisi, 2002)

- *Entegre değerlendirme, **farklı bilimsel disiplinlerden** edinilen bilgilerin yorumlanması, birleştirilmesi ve iletilmesine dayalı **disiplinler arası** bir süreç olarak tanımlanabilir. Bu süreçte, **neden-sonuç problem zincirinin** tümü, iki ayırt edici özellikle sinoptik bir perspektiften değerlendirilebilir:*
 - *Tek disiplin değerlendirmesine nazaran **artı değere** sahip olmalıdır ve;*
 - ***Karar mercilerine faydalı bilgiler sağlamalıdır.***
- Entegre Değerlendirme bu nedenle, bilgi (bilim) ve eylem (politika) arasında, asidifikasyon ve iklim değişikliği gibi komplike global değişim konularında köprü görevi gören **yinelemeli ve katılımcı bir süreçtir.**

Entegre Değerlendirme Modelleme maceramıza nereden başladık?



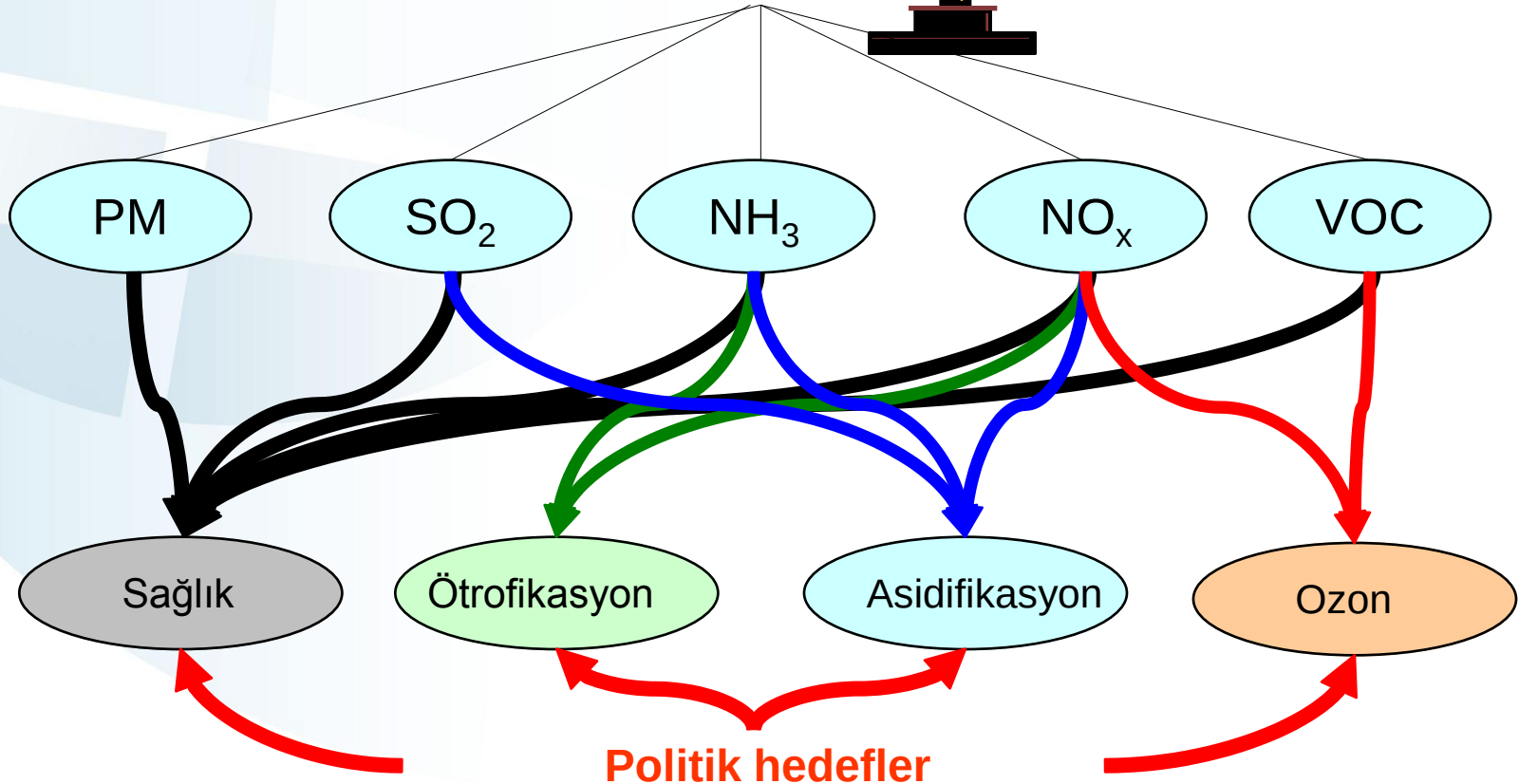
Asit
yaęmuru



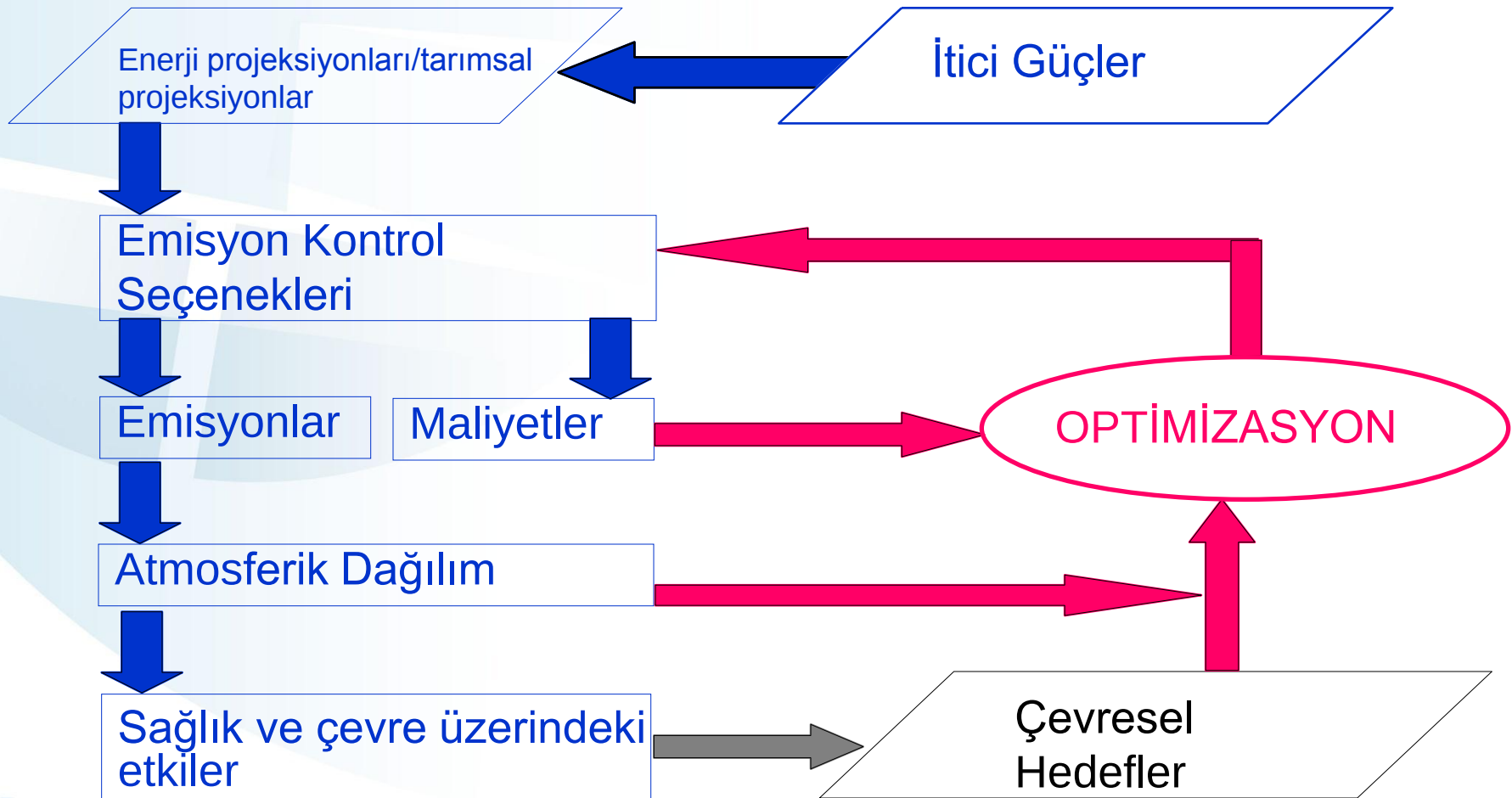
Çoklu Kirletici/ Çoklu Etki Analizi

Maliyet etkin politika
senaryolarını tanımlamak için

IIASA'nın RAINS
bilgisayar modeli



RAINS'ın maliyet etkin yaklaşımı (Bölgesel Hava Kirliliği Bilgi ve Simülasyonu)



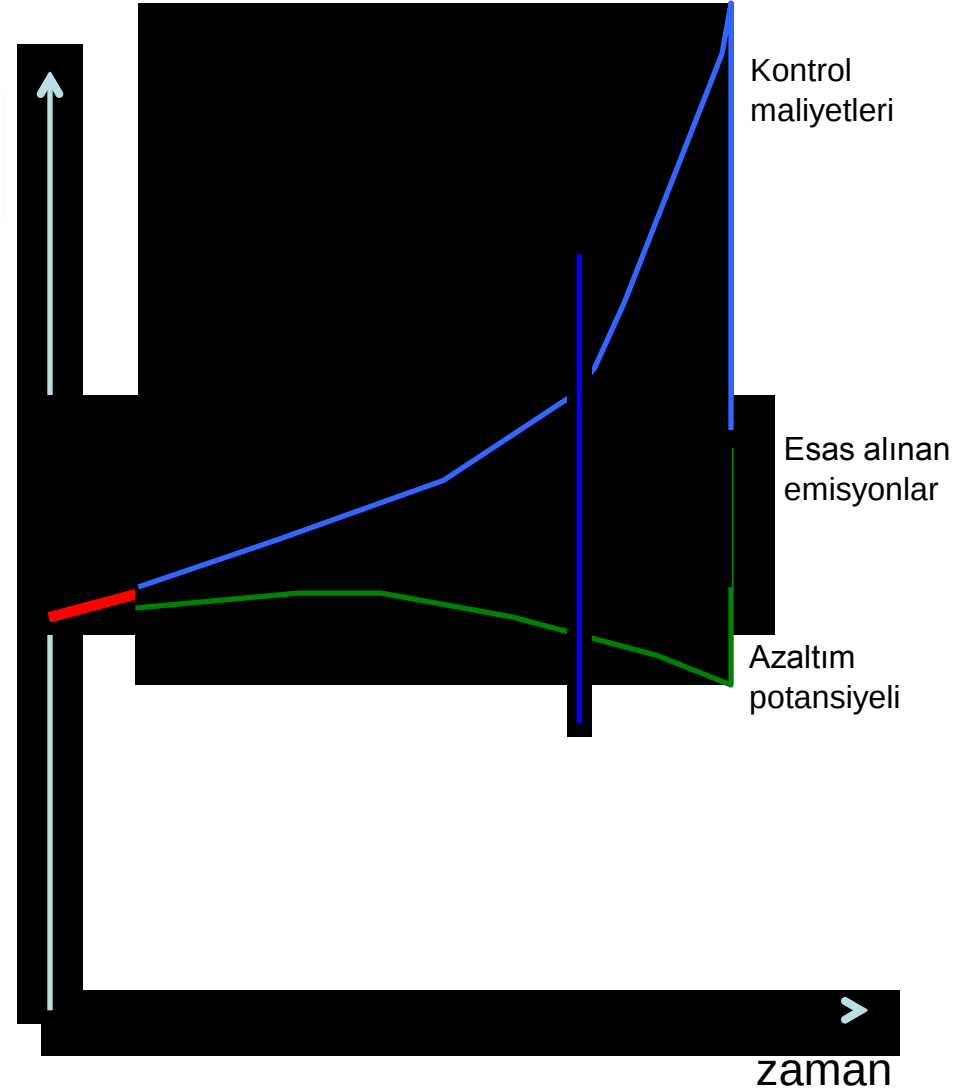
GAINS modeli ve emisyon envanterleri

- GAINS, emisyon envanter modeli değildir.
- Envanterleri incelemiyoruz; ancak GAINS hesaplamalarını geçerli kılabilmek için envanterleri (ve diğer kaynakları) kullanıyoruz.
 - Envanteri anlamaya ve tekrar oluşturmaya çalışıyoruz (GAINS çözümleriyle)

Neden?

- Azaltım potansiyelini değerlendiren,
- Kontrol maliyetlerini hesaplayan,
- Kısıtlamalar/ hedefleri göz önünde tutan optimum maliyet stratejilerini araştıran emisyon projeksiyonlarıyla ilgileniyoruz.

Emisyonlar,maliyetler



Maliyet Etkinliği Yaklaşımı

Modeller, politika ve teknik meseleleri ayırmaya yardımcı olur:

Karar Mercileri

- İstek seviyesi (çevresel hedefler)
- Kabul edilebilir risk seviyesi
- Ödeme yapma istekliliği konularında

Karar vermek

Modeller

Sağlam ve maliyet etkin önlemlerin belirlenmesi:

- ✓Farklı ülkeler, sektörler ve kirleticiler üzerinde denge kontrolü
- ✓Avrupa'daki bölgesel farklılıklar
- ✓Şu anki politikaların yen etkileri
- ✓Diğer hava kalitesi problemleriyle sinerjilerin azami seviyeye çıkarılması
- ✓Sağlam stratejilerin araştırılması

Avrupa'da hava kirliliği politikası süreçleri

- LRTAP Sözleşmesinin imzalanmasıyla başlatılan bölgesel hava kalitesi politika süreci (1979)
- Modellerin ilk defa kullanıldığı LRTAP SO₂ protokolünde (1994) yer alan yaklaşımda değişiklik
- Gothenburg Protokolünde (1999) ve AB asidifikasyon stratejisinde (1997-2001) tanıtılan çoklu kirletici/ çoklu etki yaklaşımı
- Şu ana kadar çıkardığımız dersler (politika-bilim perspektifi)

- Örneğin kamu yararının “yok edilmesi” ile tetiklenen bölgesel politikaya doğru bir eğilim
- Bilimin, politika ve teknik konuları ayırmayı kolaylaştırma görevi vardır.
- Bilimsel sonuçlarda güven tesis etmek zaman alır.
- Sonuçların sağlamlığı genellikle belirsizliklerin sunumundan daha önemlidir.
- Maliyet etkin yaklaşım kabul edildi ancak; yüklerin eşitliği/adilliği sorunu ile her zaman karşı karşıya kalacaktır.
- Sanayi ve STK'ları da işin içine dahil etmek vazgeçilmezdir.

Tek Tip senaryo mu etki temelli senaryo mu?

Gothenburg Protokolü'nün (1999) yolunu açan tartışmalardan örnek

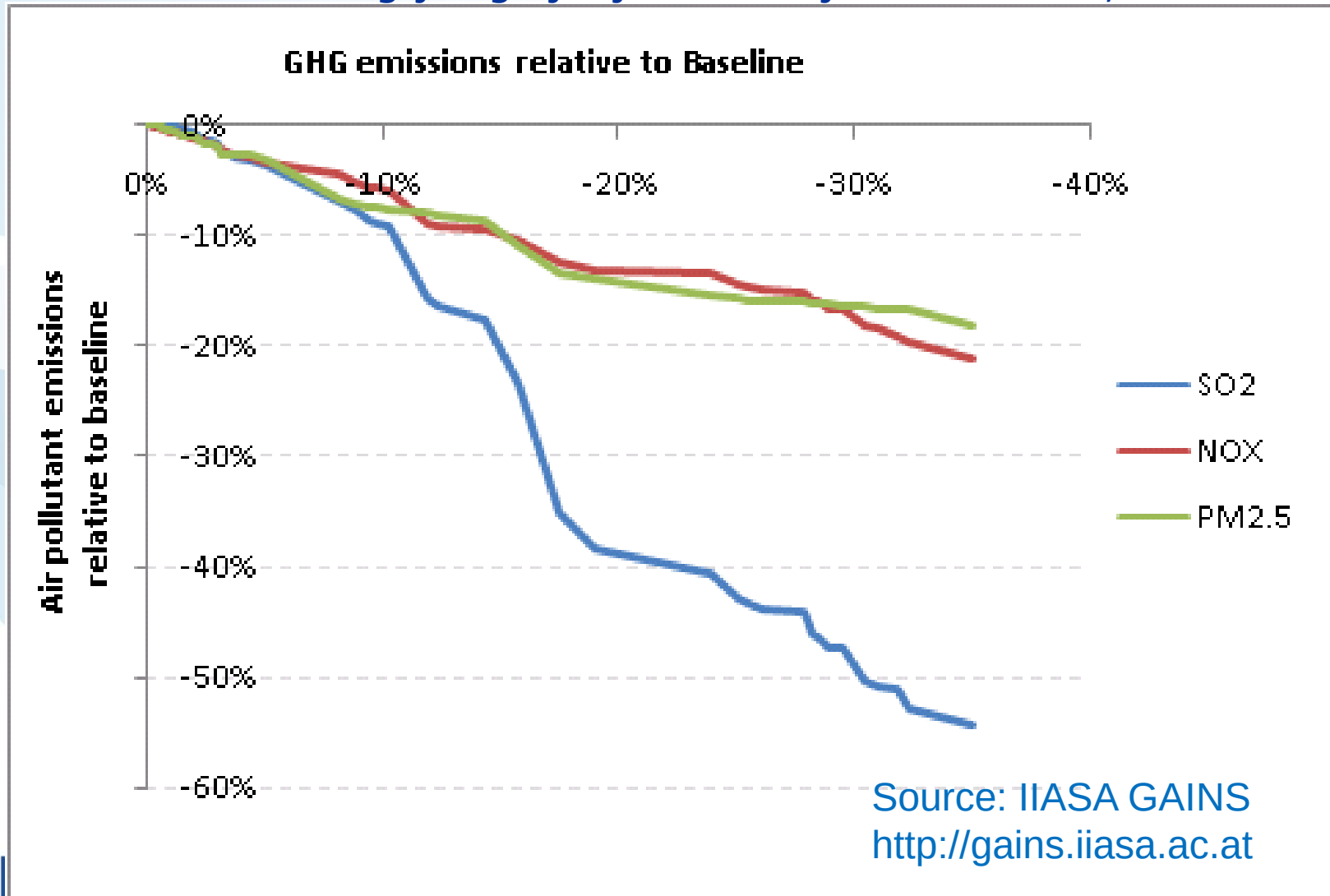
0
200

Optimizasyonun Kapsamı...

- ✓ Bazı kaynakların atmosfer aracılığıyla hassas reseptörlerle olan ilişkisi diğer kaynaklara göre daha güçlüdür.
- ✓ Bazı kaynakların kontrolü, diğerlerinin kontrolünden daha ucuzdur.

Hava kirleticilerinin ve sera gazlarının eş kontrolü

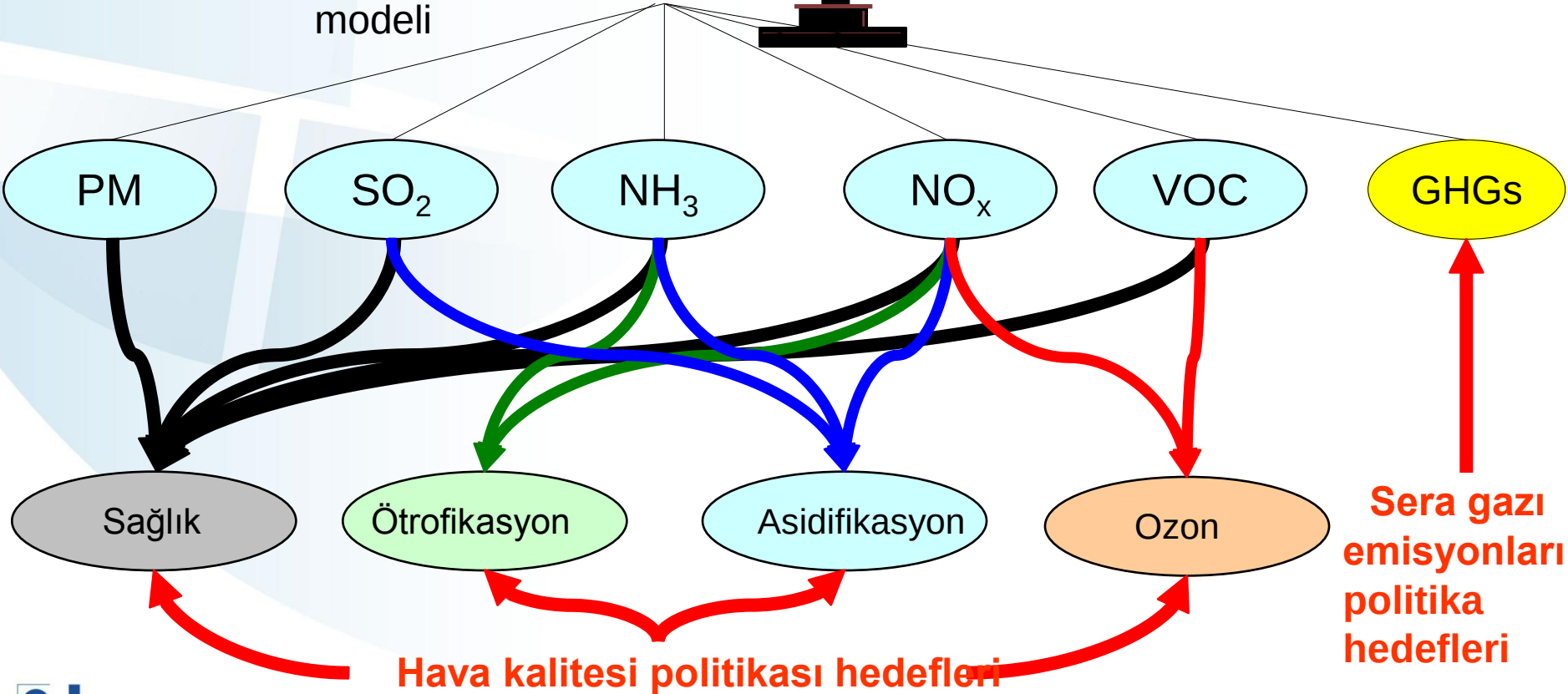
EK I BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Tarafları, 2020



GAINS yaklaşımı

Maliyet etkin emisyon kontrol stratejilerinin belirlenmesi için (The **G**reenhouse Gas and **A**ir Pollution Interactions and **S**ynergies)

IIASA'nın **GAINS** optimizasyon modeli



GAINS çoklu kirletici/ çoklu etki çerçevesinin, kısa vadede iklime etkileri de içerecek şekilde genişletilmesi

(<http://gains.iiasa.ac.at>)

	PM (BC, OC)	SO ₂	NO _x	VOC	NH ₃	CO	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs PFCs SF ₆
Sağlık etkileri:	✓	✓	✓	✓	✓					
PM (ortalama yaşam süresinde azalma)										
O ₃ (Erken doğum nedeniyle ölüm oranları)			✓	✓		✓		✓		
Bitki örtüsüne verilen zarar:										
O ₃ (AOT40/eritkenler)			✓	✓		✓		✓		
Asidifikasyon (kritik yüklerin aşılması)		✓	✓		✓					
Ötrofikasyon (kritik yüklerin aşılması)			✓		✓					
İklime etkiler:										
Uzun vadeli (GWP100)							✓	✓	✓	✓
Kısa vadeli zorlama (global düzeyde ve AB düzeyinde zorlama)	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
Kuzey kutbunda siyah karbon birikmesi	✓									

Metot – *emisyon faktörleri*

- ✓Yalnızca antropojenik kaynaklar için “sağlam” emisyon faktörleri
- ✓Ülke/bölge spesifik faktörler mümkün olan her yerde dikkate alınmalıdır; örneğin:
 - SO_2 için: yakıt özellikleri
 - PM için: yakıt ve kurulum özellikleri
 - NH_3 için: N-atılım ve buharlaşma, üretim ve etkinlik, konut periyodu
 - NMVOC için : iklimsel şartlar, yakıtların uçuculuğu, ürünlerdeki solvent içeriği

Metot – *azaltım teknikleri*

- ✓ “Teknik” önlemler için ekonomik ve teknik bilgi
- ✓ Çoğu tekniğin verimliliği, uzmanlarla iletişime geçilerek ve literatürden kontrol edilerek değerlendirildi; ancak ülke/bölge spesifik faktörler uygun ve gerekli olduğu hallerde dikkate alındı, örneğin:
 - NH₃ için : jeofizikle ilgili şartlar, besleme stratejileri
 - NMVOC için : sektör oluşumu, ürünlerdeki solvent içeriği
- ✓ “Uygulanabilirlik” parametresinin tanıtımı, diğer bir deyişle kontrol seçeneğinin teknik olarak maksimum uygulanabilme oranı
- ✓ Kontrol teknolojisinin gerçek ve projelendirilmiş penetrasyon oranı

GAINS verilerinin kökeni nedir?

[aktiviteler ve aktivite parametreleri]

- **Tarihi (1990,1995,2000, 2005)**

- İstatistikler (IEA, Eurostat, FAO, IFA, EFMA)
- Ulusal uzmanlarla iletişim (konsültasyon)
- BM Avrupa Ekonomik Konseyi ve BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi gönderimleri,
- Sanayi verileri (konsültasyon CEPE, EFMA, diğer)
- Modeller (PRIMES, TREMOVE, CAPRI),
- Literatür çalışmaları, ve
- Kendine özgü değerlendirme

- **Tahminler (2030 yılına kadar)**

- Ulusal uzmanlarla iletişim (konsültasyon)
- BM Avrupa Ekonomik Konseyi ve BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi gönderimleri,
- Sanayi verileri (konsültasyon)
- Modeller (PRIMES, TREMOVE, CAPRI, FAO, EFMA),
- Literatür çalışmaları

GAINS verilerinin kökeni nedir?

[emisyon faktörleri ve ef parametreleri, azaltım verimliliği ve azaltım maliyeti]

- Kılavuzlar (CORINAIR/EMEP, AP-42, BUWAL)
- BM Avrupa Ekonomik Konseyi uzman grupları
- Ulusal gönderimler (konsültasyonlar)
- Uluslararası veritabanları; örneğin CEPMEIP
- Sanayi birlikleri
- Bağımsız olarak değerlendirilmiş literatür
- Gri yayınlar
- Kendine özgü uzmanlık

BM Avrupa Ekonomik Konseyi
Uzun Menzilli Sınır Aşan Hava Kirliliği Sözleşmesi

GOTHENBURG PROTOKOLÜ'nün İNCELENMESİNDE KULLANILAN GAINS UYGULAMALARI

Politika belirleyiciler için temel sorular

Hava kirleticilerinin emisyonları 2020 yılında hangi seviyeye kadar azaltılmalıdır?

– Daha fazla politika olmadan 2020 yılında emisyonlar ve etkileri ne durumda olacak?

- Hangi azaltımlar teknik olarak uygulanabilir?
- Ne kadara mal olur? – optimum/optimum değil
- Kim (hangi ülkeler) ödeyecek(ler)?
- Ödeme konusunda ne kadar istekliler?
- Kim faydalanacak?
- Yeterli mi?
- Adil mi?

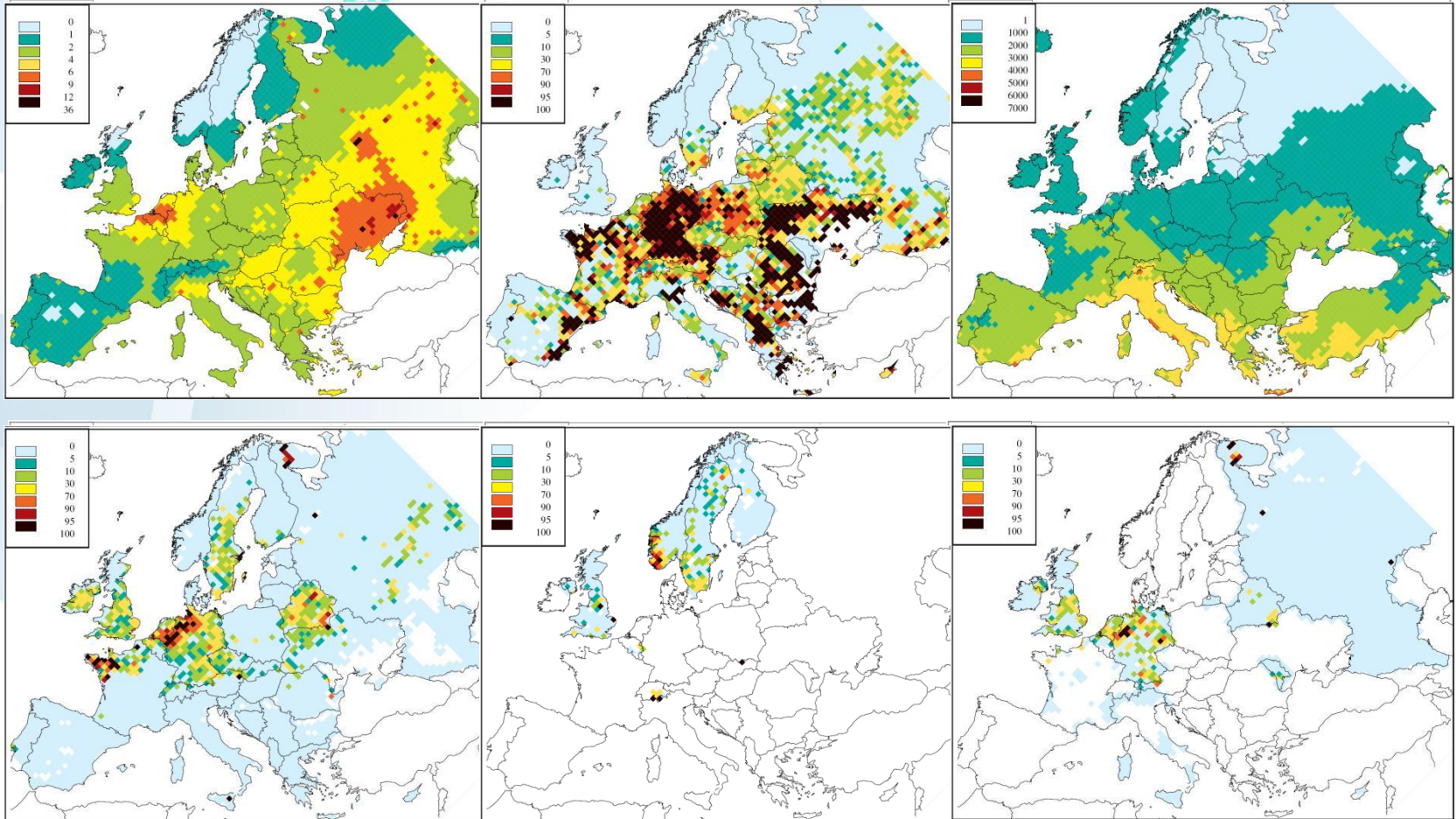
Farklı etkiler üzerinde bütünleştirme:

2000 yılında hava kalitesi etkileri ve 2020 yılı için politika

PM2.5'un sağlık üzerindeki etkileri

Aşırı azot birikmesinin biyolojik çeşitlilik üzerinde yarattığı tehdit

Ozonun sağlık üzerindeki etkileri



Orman topraklarının asidifikasyonu

Nehirler ve göllerin asidifikasyonu

Doğal koruma alanlarının asidifikasyonu

Politika belirleyiciler için temel sorular

Hava kirleticilerinin emisyonları 2020 yılında hangi seviyeye kadar azaltılmalıdır?

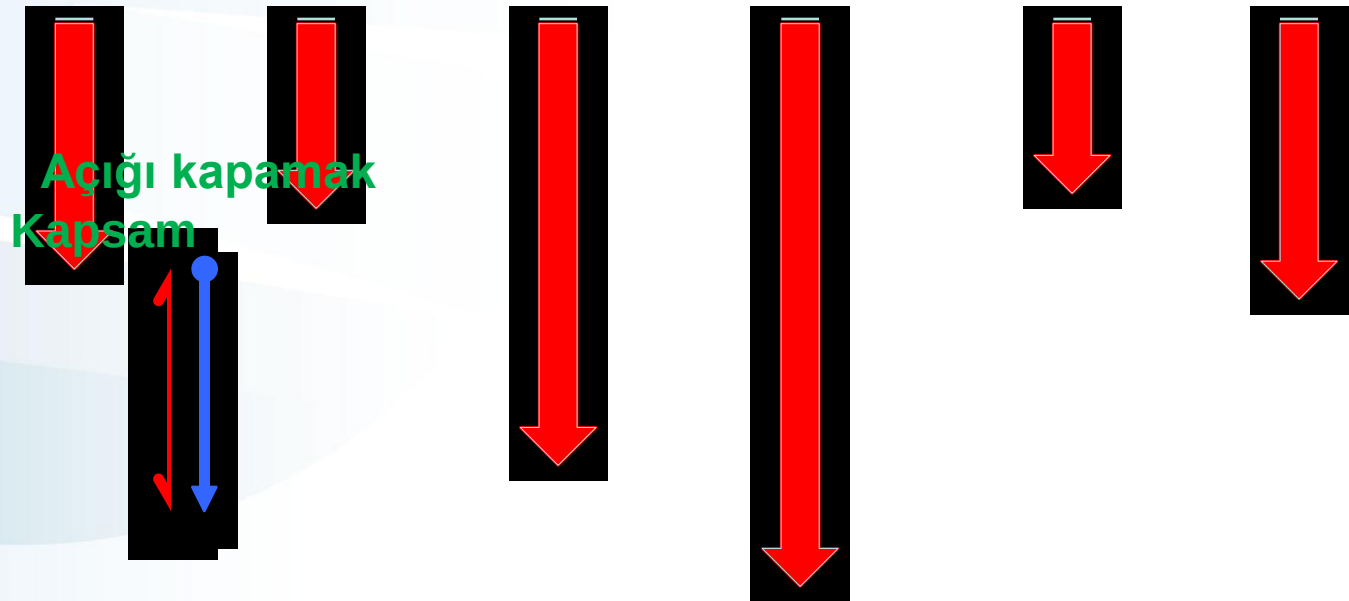
-Daha fazla politika olmadan 2020 yılında emisyonlar ve etkileri ne durumda olacak?

-Hangi azaltımlar teknik olarak uygulanabilir?

- Ne kadara mal olur? – optimum/optimum değil
- Kim (hangi ülkeler) ödeyecek(ler)?
- Ödeme konusunda ne kadar istekliler?
- Kim faydalanacak?
- Yeterli mi?
- Adil mi?

BM Avrupa Ekonomik Konseyi alanında daha fazla çevresel iyileştirme için kapsam: 4(6) etkiler

Şu andaki politikadan beklenen başarılar; 2000 yılına ilişkin



Hedef koymak için 4 seçenek

2020 yılı itibariyle nereye gitmek istiyoruz?

Maliyet etkinliğin en iyi şekilde kullanılması için konulan **çevresel hedefler:**

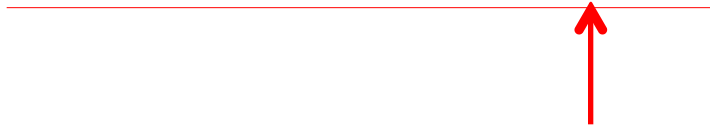
- tüm ülkelerde ulaşılabilir olmalı,
- sonucunda uluslar arasında dengelenmiş maliyet ve faydalara ulaşılmalı

4 seçenek GAINS ile analiz edildi:

1. Çevre kalitesi için konulmuş tek düzen mutlak hedefler ("tavanlar") – (etki indikatörleri açısından)
2. Baz alınan yıllarla karşılaştırıldığında, etki indikatörlerinde nispi eşit değişim ("açık kapatma")
3. Muhtemel iyileştirmelerin her bir ülkede eşit olarak bölümlendirilmesi (Taban çizgisi ve teknik açıdan maksimum uygulanabilir azaltım arasındaki eşit "açık kapatma")
4. Avrupa çapında iyileştirmeler, en azından maliyet

İstek seviyesinin seçilmesi

Bireysel etkilerin iyileştirilmesinin maliyeti



%100 şu anlama gelir: etki, taban çizgisinden, teknik açıdan maksimum uygulanabilir azaltım noktasına düşürülür.

İstek seviyeleri için ayırık seçenekler

Açık kapatma

	Health-PM	Acidification	Eutrophication	Ozone
HIGH	75%	75%	75%	75%
High*	75%	75%	75%	50%
Mid	50%	50%	60%	40%
Low*	25%	25%	50%	25%
LOW	25%	25%	25%	25%

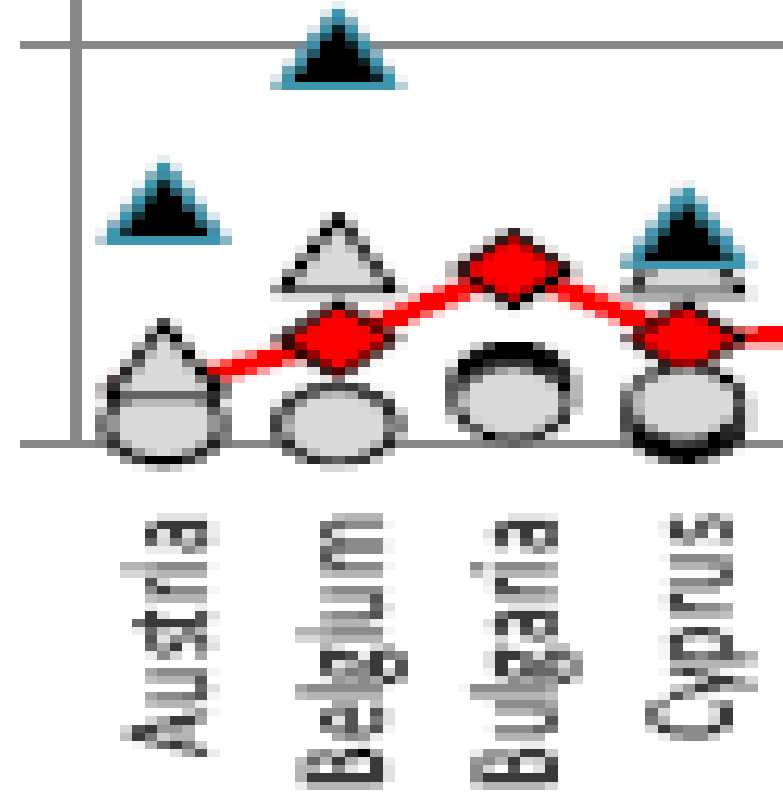
%100 şu anlama gelir: etki, taban çizgisinden, teknik açıdan maksimum uygulanabilir azaltım noktasına düşürülür.

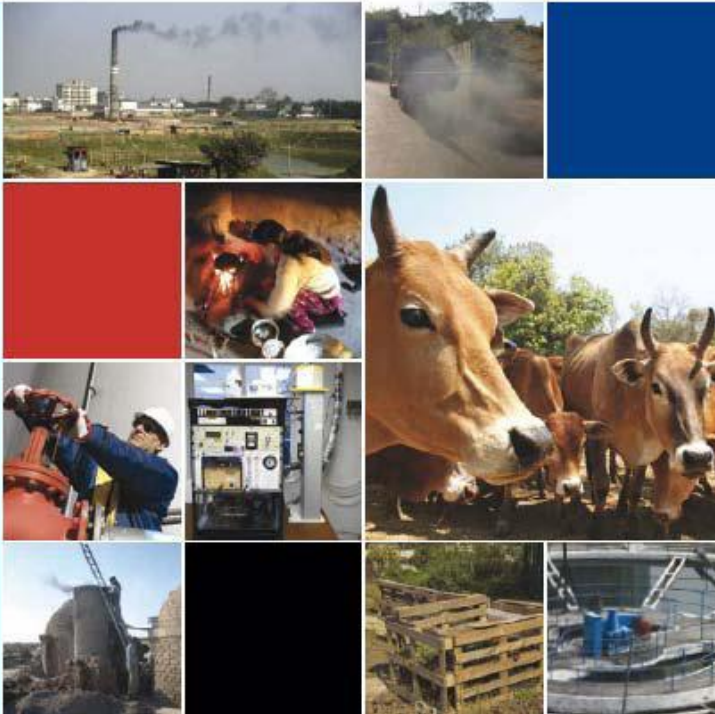
Hava kirliliği ek kontrolü'nün maliyeti

2020 yılındaki gayri safi yurtiçi hasılanın yüzdesel hali olarak

0.05%

0.00%





BM Çevre Programı, siyah karbon ve ozon Değerlendirmelerinde GAINS

Senaryo Geliştirme: Yaklaşım

Taban çizgisi senaryosundan iklimsel etkiler ve “ışınımsal zorlama” azaltımına doğru

1. Tüm maddeler için emisyon projeksiyonları geliştirme
(Uluslararası Enerji Ajansı 2009 Yılı Dünya Enerji Görünümü Temeli ve 450 ppm, GAINS model teknolojisi db)
2. Sektör ve gaza göre gelecekteki ışınımsal zorlamaların belirlenmesi
(Literatür GWP değerleri)
3. Azaltım önlemlerini, bu önlemlerin $\text{CH}_4/\text{BC}/\text{OC}/\text{CO}/\text{SO}_2/\text{NMVOC}/\text{No}_x$ emisyon değişikliklerinin ısınması üzerindeki net etkisine göre sıralandırma (GAINS teknolojisi db)
4. Etkili önlemler serisi seçmek (potansiyelin ~%90'ını temsil eder.)
5. İklimsel etkileri ve eş-yararları tahmin etmek (NASA-GISS, ECHAM)

Azaltım potansiyelinin çoğuna değinen az sayıdaki önlem

- Metan

- Global düzeyde %40 azaltım (2030 taban çizgisine ilişkin olarak) yalnızca 3 anahtar sektördeki 7 önlemle mümkündür:

- Fosil yakıt sanayi,
 - Atık yönetimi,
 - Tarım

- Siyah karbon

- Global düzeyde %80 oranında azaltım (2030 taban çizgisine ilişkin olarak) yalnızca 4 anahtar sektördeki 9 önlemle mümkündür:

- Evsel yakma
 - Ulaştırma
 - Küçük sanayi
 - Tarım

- Eş zamanlı olarak diğer hava kirleticilerinde dikkate değer düşüşler

Referans senaryoya nazaran, 2030 yılındaki önlemlerin tamamının uygulanmasından elde edilen global faydalar, *UNEP/WMO, 2011*

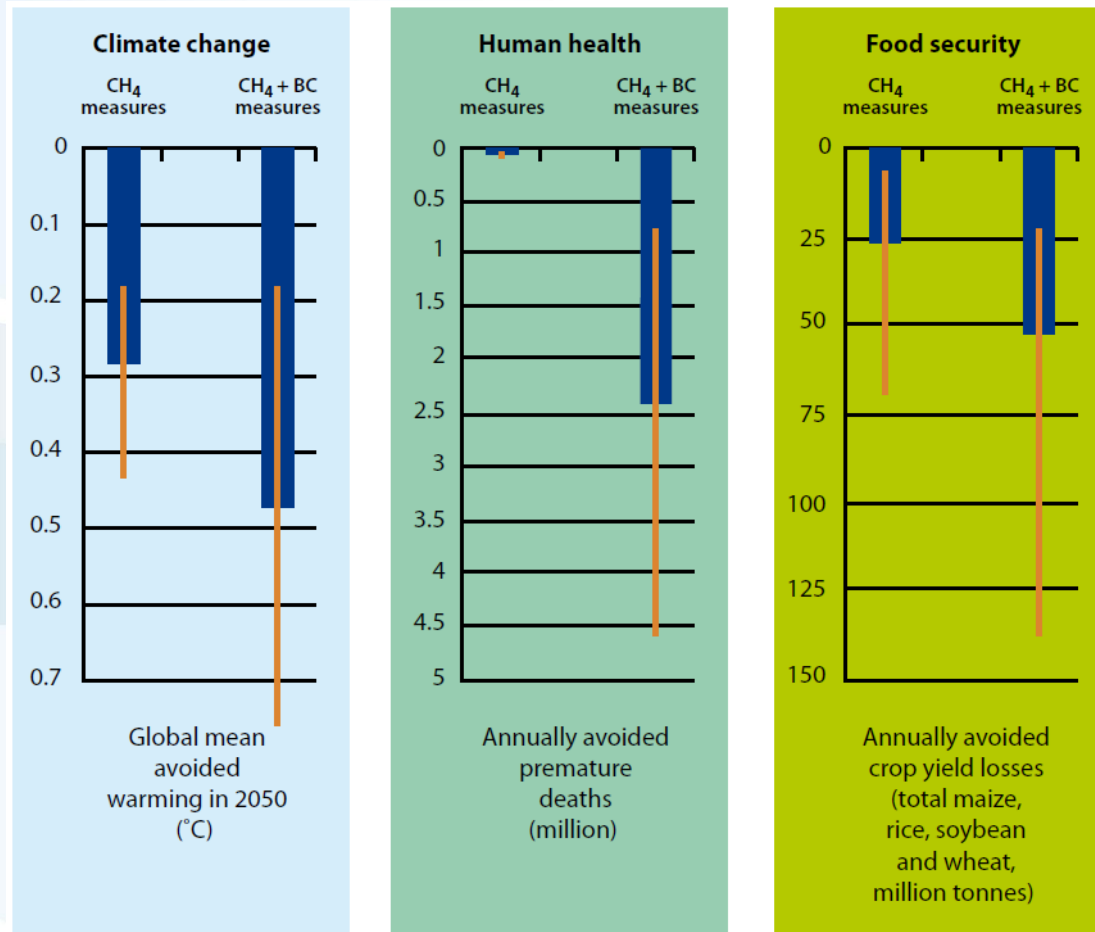


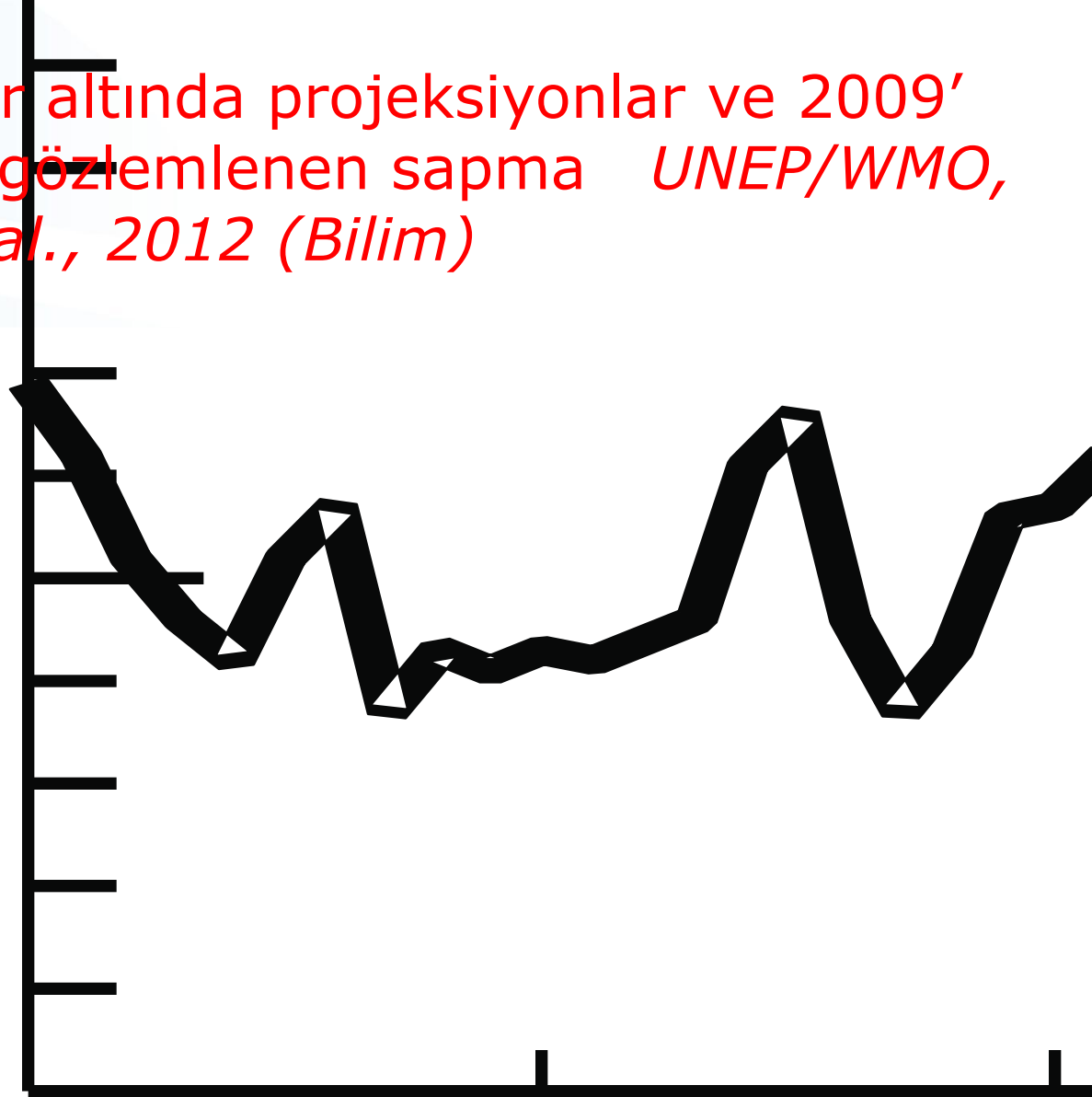
Figure 1. Global benefits from full implementation of the identified measures in 2030 compared to the reference scenario. The climate change benefit is estimated for a given year (2050) and human health and crop benefits are for 2030 and beyond.

Muhtelif senaryolar altında projeksiyonlar ve 2009'a kadar sıcaklıkta gözlemlenen sapma *UNEP/WMO, 2011; Shindell et al., 2012 (Bilim)*

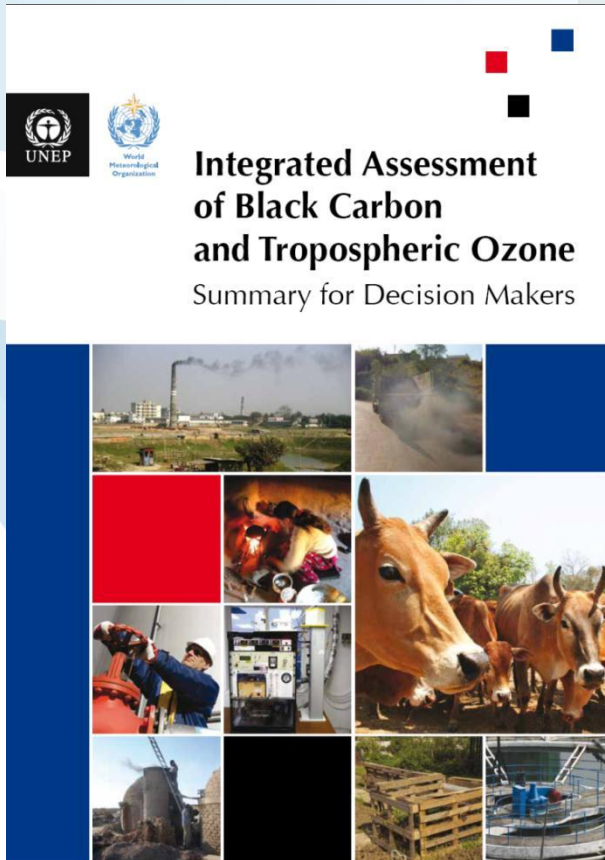
Temel

0

1900



BM Çevre Programı'nın En Son Değerlendirmeleri



Daha fazla detaya ve arka plan bilgisine aşağıdaki kaynaklardan ulaşılabilir:

- BM Avrupa Ekonomik Konseyi Gothenburg Protokolü revizyon çalışması:
 - <http://gains.iiasa.ac.at/index.php/policyapplications/gothenburg-protocol-revision>
 - GAINS modeli: <http://gains.iiasa.ac.at>
- BM Çevre Programı'na ilişkin çalışma:
 - *UNEP/WMO, 2011. Siyah Karbon ve troposferik ozon entegre değerlendirmesi.*:
http://www.unep.org/dewa/Portals/67/pdf/BlackCarbon_report.pdf
 - BM Çevre Programı, 2011. Kısa vadede İklim Koruma ve Temiz Havanın Faydaları - BM Çevre Programı, Sentez Raporu: Kısa Ömürlü İklimsel Zorlayıcıların kontrolü için eylemler:
<http://www.unep.org/publications/ebooks/SLCF>
 - *Shindell et al., 2012. Eş Zamanlı olarak Kısa vadede iklim değişikliğinin azaltılması ve insan sağlığı ve gıda güvenliğinin iyileştirilmesi Science 335, 183; DOI: 10.1126/science.1210026*