



MLGP4
CLIMATE

Karbon azaltımı nasıl hesaplanır?

Mitigasyon projelerinde GHG Protokolü'ne dayalı hesaplama mantığı
ve CITY-ACCEL Karbon Hesaplama Aracı'na giriş



Doğukan Aycı

IT ve SECAP Uzmanı, CITY-ACCEL





Neden karbon azaltımını hesaplıyoruz?

Finansörün ilk sorusu: bu proje yılda kaç ton CO₂e azaltır?



tCO₂e/yıl

Her proje için tek bir sorunun cevabı



Sonuç, Proje Tanımlama Formu'nun Etki ve göstergeler bölümüne yazılır.

1 Güvenilir ve şeffaf

1

Azaltım, her adımı izlenebilen ortak bir yöntemle hesaplanır.

2 Ortak dil

2

Aynı kavram ve ilkeler, farklı projelerin birbiriyle karşılaştırılmasını sağlar.

3 Finansörle uyum

3

Fonlar ve bankalar farklı programlar kullanır; ortak mantık bu programlar arasında uyumu kolaylaştırır.

Azaltım bir ölçüm değil, bir karşılaştırmadır

Proje, 'proje olmasaydı' senaryosuna göre değerlendirilir

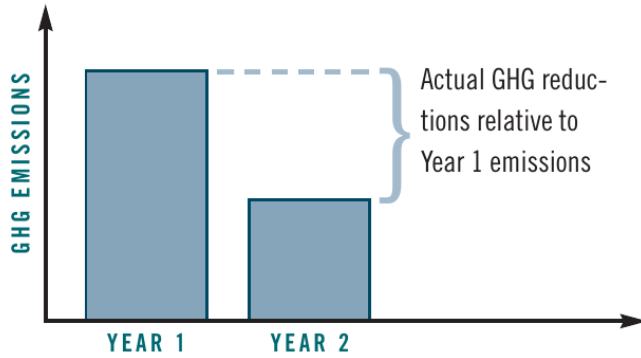


FIGURE 2.1a: Comparison against a base year for corporate/entity accounting

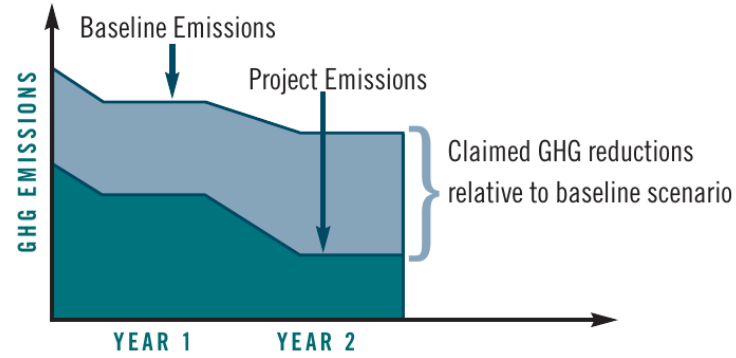


FIGURE 2.1b: Comparison against a baseline scenario for project accounting

ŞEKİLDEKİ TERİMLER (b)

Baz çizgisi emisyonu

Üst çizgi: projersiz durumdaki emisyon

Proje emisyonu

Koyu alan: projeyle gerçekleşen emisyon

Beyan edilen azaltım

Açık alan: ikisi arasındaki fark

ŞEKİL 2.1a • ENVANTER (SECAP BAZ YILI GİBİ)

Geçmişteki gerçek bir yılla karşılaştırır.

ŞEKİL 2.1b • PROJE MUHASEBESİ

Yaşanmamış, varsayımsal bir baz çizgisiyle karşılaştırır.



Projede en zor adım, baz çizgisini doğru tanımlamaktır.



Altı kavram, bütün hesabı taşır

GHG Protokolü Bölüm 2'deki temel terimler

1 Proje faaliyeti

Emisyonu, yutağı veya depolamayı değiştirmeyi hedefleyen belirli eylem. Hesap her faaliyet için ayrı yapılır.

2 Birincil etki

Faaliyetin amaçladığı emisyon değişimi. Genelde faaliyet başına tek bir birincil etki vardır.

3 İkincil etki

Amaçlanmamış değişim. Genelde küçüktür ama birincil etkiyi zayıflatabilir. Protokol 'sızıntı' yerine bu terimi kullanır.

4 Baz çizgisi senaryosu

Proje olmasaydı büyük olasılıkla ne olurdu: varsayımsal bir referans durum.

5 Ek olma

Zaten gerçekleşecek azaltım sayılmaz. Protokol ayrı bir test istemez, baz çizgisi yöntemiyle örtük olarak sağlar.

6 Değerlendirme sınırı

Birincil etkiler ve önemli ikincil etkiler. Fiziki ya da hukuki bir proje sınırı değildir.



Hesap altı adımda yapılır

GHG Protokolü Bölüm 5 ile 11: sınırdan rapora

1 Sınırı çiz

Proje faaliyetlerini, birincil etkileri ve önemli ikincil etkileri belirle.

Bölüm 5

2 Baz çizgisi yöntemini seç

Projeye özgü yöntem ile performans standardı arasından seç ve gerekçelendir.

Bölüm 6

3 Baz çizgisi adaylarını belirle

Aynı hizmeti sunabilecek alternatif teknoloji ve uygulamaları listele.

Bölüm 7

4 Baz emisyonunu tahmin et

Seçilen yöntemle projersiz durumun emisyonunu hesapla.

Bölüm 8 ve 9

5 İzle ve azaltımı hesapla

İzleme planına göre veri topla, baz çizgisi ile proje emisyonunu karşılaştır.

Bölüm 10

6 Raporla

Sınırı, varsayımları, verileri ve sonucu şeffaf biçimde yaz.

Bölüm 11



Excel aracı bu zinciri belediye için sadeleştirir: baz çizgisi ve emisyon faktörleri hazırdır, belediye faaliyet verisini girer.

Kaynak: GHG Protocol for Project Accounting, Kısım II (Bölüm 5-11)

Etkiler: amaçlanan ve amaçlanmayan

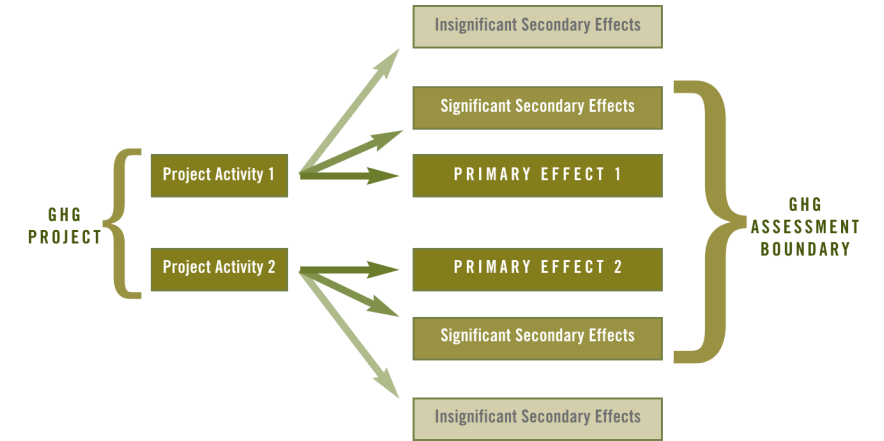
Değerlendirme sınırı, birincil etkiler ile önemli ikincil etkilerden oluşur

BİRİNCİL ETKİ: ALTI GENEL TİP

ARAÇTAKİ KARŞILIĞI

Şebeke elektriği üretiminden doğan yanma emisyonları	GES, LED, bina elektriği
Enerji veya şebeke dışı elektrik üretiminden doğan yanma emisyonları	Yakıt dönüşümü, bina yakıtı
Endüstriyel proses emisyonları	Araçta yok
Kaçak (fugitive) emisyonlar	Araçta yok
Atık emisyonları	Atık yönetimi, atıksu arıtma
Biyolojik depolama veya tutulumun artması	Yeşil alan (yutak, toplama dahil değil)

FIGURE 5.1 The GHG assessment boundary



İkincil etkiler ve önemlilik

Bir kerelik: inşaat, kurulum, söküm. **Yinelenen:** girdiler (yukarı akış) ve ürünler (aşağı akış). Yalnızca önemli olanlar sayılır. Araç işletme aşamasını hesaplar, gömülü karbon kapsam dışıdır.



Baz çizgisi iki yöntemle kurulur

Protokol, hangi yöntemin ne zaman uygun olduğunu açıkça tarif eder

Projeye özgü yöntem

NASIL ÇALIŞIR

Projeye ve alternatiflerine yapılandırılmış bir analiz uygulanır, o projeye özel bir baz çizgisi senaryosu belirlenir.

NE ZAMAN TERCİH EDİLİR

- Baz çizgisi adayı sayısı sınırlıysa
- Adayların emisyon oranı verisine ulaşmak zorsa

Performans standardı yöntemi

NASIL ÇALIŞIR

Aynı hizmeti sunan adayların emisyon oranlarından sayısal bir ölçüt türetilir ve birçok benzer projede kullanılır.

NE ZAMAN TERCİH EDİLİR

- Çok sayıda benzer proje varsa
- Alternatiflerin verisine ulaşmak zorsa
- Gizlilik kaygısı varsa



Belediye projelerinde baz çizgisi çoğunlukla mevcut durumun devamıdır: mevcut armatür, mevcut filo, mevcut bertaraf yolu. GES'te baz çizgisi şebekeden çekilecek elektriktir. Araç böyle çalışır.



Formül: baz çizgisi eksi proje

Her proje tipinde aynı mantık, farklı faaliyet verisi

$$\text{Azaltım} = \text{Baz çizgisi emisyonu} - \text{Proje emisyonu}$$

Emisyon = faaliyet düzeyi $\times$ emisyon faktörü. Önemli ikincil etkiler toplama eklenir.



Çatı GES

Binaya bağlı, kendi tüketim

Baz: şebeke elektriği
Proje: işletmede 0

56,2 tCO₂e/yıl



LED dönüşümü

2.000 armatür, 150 W $\rightarrow$ 60 W

Baz: eski armatürler
Proje: LED armatürler

324,0 tCO₂e/yıl



Elektrifikasyon

10 dizel otobüs $\rightarrow$ elektrikli

Baz: 374,8 (dizel)
Proje: 237,1 (elektrik)

137,7 tCO₂e/yıl



Yakıt dönüşümü

1.200 t kömür $\rightarrow$ doğalgaz

Baz: 2.899 (kömür)
Proje: 1.715 (doğalgaz)

1.184 tCO₂e/yıl

Kaynak: Aracın Örnek sayfası (temsili sayılar; GES, sonraki slayttaki örnektir). Fotoğraflar: GHG Protocol for Project Accounting



Örnek proje: 100 kWp çatı GES

Varsayımsal ama tutarlı bir belediye hizmet binası projesi



TESİS	Hizmet binası çatısı
PANEL	200 adet × 500 Wp
ÇATI	Yaklaşık 600 m ² , 30° eğim, güney
TÜKETİM	160.000 kWh/yıl, tamamı binada
ÖMÜR	25 yıl, yıllık kayıp %0,5

ÖZGÜL VERİM

1.600

kWh/kWp·yıl, brüt (PR hariç)

PERFORMANS ORANI

0,80

gölgeleme, kablo, invertör kayıpları

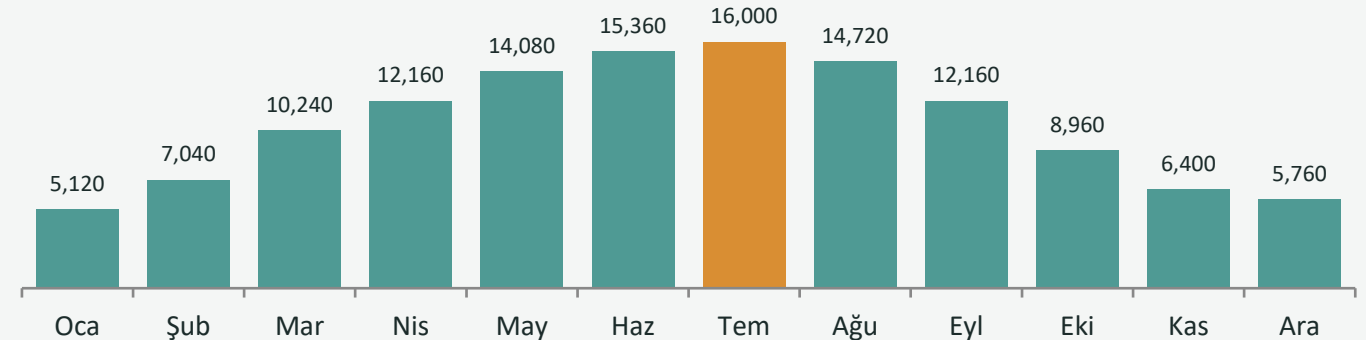
YILLIK ÜRETİM

128.000

kWh/yıl = 100 × 1.600 × 0,80

Aylık üretim (kWh)

Toplam 128.000



Yaz ayları kışın yaklaşık üç katı üretir. Aylık dağılım varsayımsaldır.

Varsayımsal örnek; sayılar CITY-ACCEL Karbon Hesaplama Aracı 1-GES sayfasının kurallarına uygundur. Fotoğraf: GHG Protocol for Project Accounting



Aynı proje: karbon azaltımı

Araçtaki 1-GES sayfasının sütun sırasıyla hesap zinciri

Kurulu güç (kWp)	Özgül verim (kWh/kWp-yıl)	Performans oranı (0-1)	Yıllık üretim (kWh)	Şebeke EF (kg CO ₂ e/kWh)	Yıllık azaltım (tCO ₂ e)	Ömür (yıl)	Ömür boyu azaltım (tCO ₂ e)
100	1.600	0,80	128.000	0,439	56,2	25	1.320,5

■ Sarı: belediye girer

■ Gri: formül veya Katsayılar sayfası

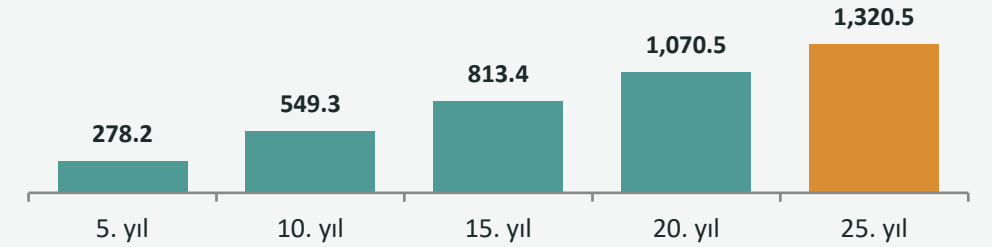
■ Yeşil: sonuç

1 YILLIK ÜRETİM
 $100 \text{ kWp} \times 1.600 \times 0,80 = 128.000 \text{ kWh/yıl}$

2 YILLIK AZALTIM
 $128.000 \text{ kWh} \times 0,439 \div 1.000 = 56,2 \text{ tCO}_2\text{e/yıl}$

3 ÖMÜR BOYU (ÜST SINIR)
 $56,2 \times 25 \times (1 - 0,005 \times 24 \div 2) = 1.320,5 \text{ tCO}_2\text{e}$

Birikimli azaltım (tCO₂e)



EF 0,479 olsaydı: 61,3 tCO₂e/yıl (yaklaşık %9 fazla)

Forma yazılacak: $56,2 \text{ tCO}_2\text{e/yıl} \cdot 1.320,5 \text{ tCO}_2\text{e ömür boyu (üst sınır)} \cdot \text{EF } 0,439 \text{ (kaynağıyla birlikte)}$

Varsayımsal örnek; hesap, CITY-ACCEL Karbon Hesaplama Aracı 1-GES sayfasındaki formüllerle birebir aynıdır



Güvenilir hesabın altı ilkesi

GHG Protokolü Bölüm 4 ve bu ilkelerin araçtaki karşılıkları

İLKE	PROTOKOL NE İSTİYOR	ARAÇTAKİ KARŞILIĞI
Alaka	Veri, yöntem ve varsayımlar çıktının kullanım amacına uygun olmalı	➡ Çıktı, Proje Tanımlama Formu'nun etki bölümüne yazılacak biçimdedir
Bütünlük	Sonucu etkileyebilecek bütün ilgili bilgi ve etkiler dikkate alınmalı	➡ Elektrifikasyonda eski yakıt emisyonundan yeni elektrik emisyonu çıkarılır
Tutarlılık	Aynı yöntem ve varsayımlar her yerde tutarlı uygulanmalı	➡ Bütün proje sayfaları tek bir Katsayılar sayfasını okur
Şeffaflık	Gözden geçiren, sonuca nasıl varıldığını anlayabilmeli	➡ Her ara adım kendi sütunundadır, her katsayının kaynağı yazılıdır
Doğruluk	Belirsizlikler makul ölçüde azaltılmalı, yanlışlıktan kaçınılmalı	➡ GES verimi gibi yere özgü değerler boştur, belediye kendi verisini girer
İhtiyatlılık	Belirsizlik yüksekse azaltım olduğundan fazla gösterilmemeli	➡ Ömür boyu rakamlar üst sınır olarak işaretlidir, yutak toplama eklenmez

Kaynak: GHG Protocol for Project Accounting, Bölüm 4; CITY-ACCEL Karbon Hesaplama Aracı, OKU ve Özet sayfaları

Şimdi Excel'e geçiyoruz

Katsayılar, proje sayfası, Özet: üç adımda bir proje. Sarı hücreleri belediye doldurur.

İLETİŞİM

Doğukan Aycı

IT ve SECAP Uzmanı

dogukan@innoverdiva.com

Akılda kalacak üç mesaj

1

Azaltım, baz çizgisine göre hesaplanır.

Proje olmasaydı ne olurdu sorusunun cevabı, hesabın en önemli varsayımıdır.

2

Her sayı kaynağıyla yazılır.

Azaltım, faaliyet verisi ile emisyon faktörünün çarpımıdır. Kullandığınız şebeke faktörünü (0,439 veya 0,479) ve kaynağını raporunuza yazın.

3

Araç taslak üretir, uzman doğrular.

Maliyet, gömülü karbon ve uyum eylemleri hesaba girmez. Resmî beyandan önce sonucu belediye verisiyle teyit edin.