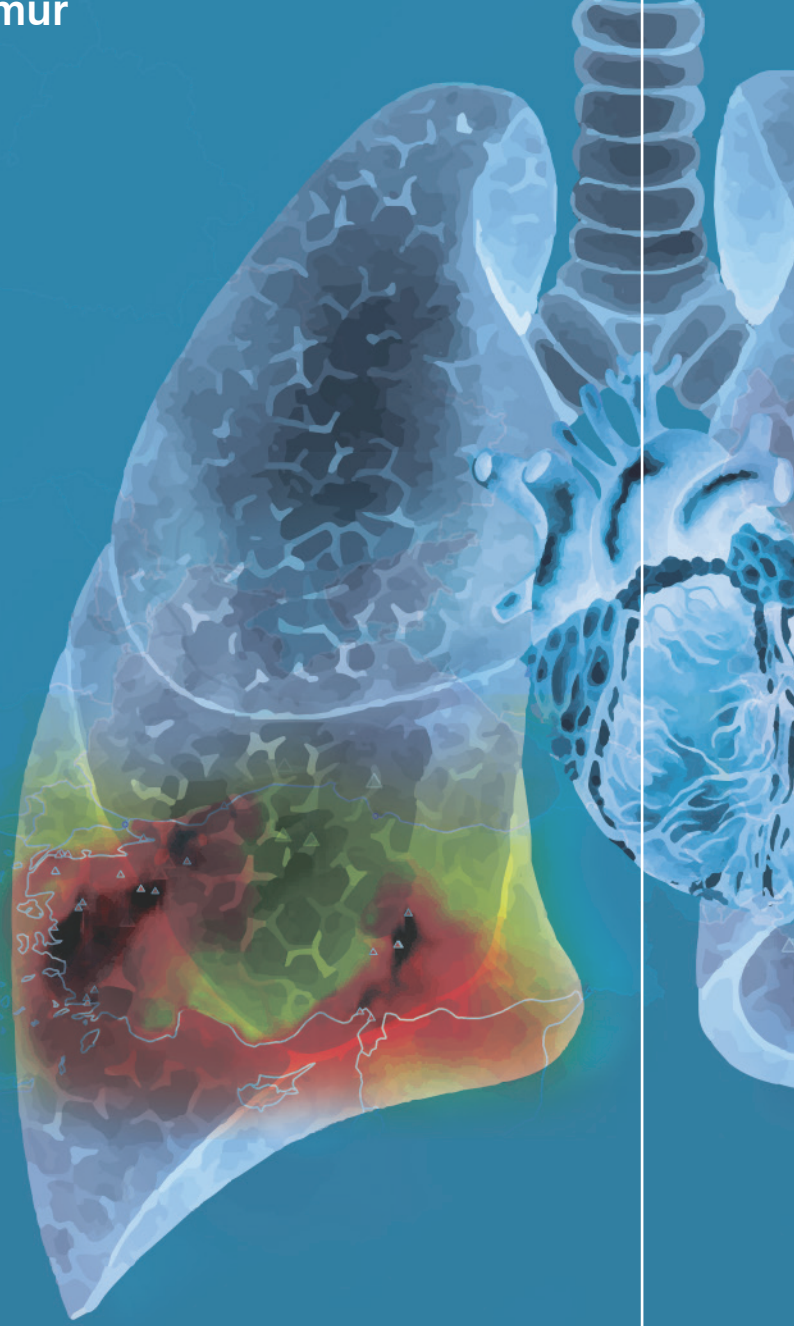


Türkiye’de kronik kömür kirliliği

Kömürün sağlık yükü ve kömür bağımlılığını sonlandırmak



BU RAPOR HAKKINDA

Bu rapor Sağlık ve Çevre Birliği (HEAL-Health and Environment Alliance) tarafından hazırlanmıştır.

Başyazar ve araştırmacı: Funda Gacal, Sağlık ve Çevre Birliği (HEAL).

Yazarlar: Funda Gacal ve Anne Stauffer (HEAL).

Editör: Elke Zander (HEAL).

Editöryal danışman: Zoey Casey.

Teknik modelleme: Lauri Myllyvyrtta ve Rosa Gierens, (Center for Research on Energy and Clean Air- CREA)

Sorumlu editör: Genon K. Jensen (HEAL).

Bu raporu destekleyen kurumlar: Çevre İçin Hekimler Derneği, Europe Beyond Coal (EBC), Halk Sağlığı Uzmanları Derneği (HASUDER), İklim Değişikliği Politika ve Araştırma Derneği, Türkiye Solunum Araştırmaları Derneği (TÜSAD), Türk Tabipleri Birliği, Türk Toraks Derneği ve Yuva Derneği.

HEAL rapora ve araştırmaya katkı veren, geri bildirimde bulunan sağlık, çevre ve enerji alanındaki tüm uzmanlara; özellikle Muzaffer Başaran (Yüksek Makine Mühendisi), Orhan Aytaç (Makine Mühendisi), Bengisu Özenç (SEFIA, Sürdürülebilir Ekonomi ve Finans Araştırmaları Derneği), Prof. Dr. Çiğdem Çağlayan (HASUDER, Halk Sağlığı Uzmanları Derneği), Doç. Dr. Melike Yavuz (HASUDER), Doç. Dr. Semih Ayta (Türk Nöroloji Derneği) ve Prof. Dr. Demet Özbabalık Adapınar'a (Türk Nöroloji Derneği) teşekkür eder.

Bu raporun metodolojisi ve bulguları Dr. Mike Holland (EMRC) tarafından gözden geçirilmiş.

Türkçe'ye çeviren: Ayşe Bereket.

Grafik tasarım: JQ&ROS Visual Communications.

Kısmen veya tamamen yapılan her tür çoğaltmada rapor ismi ve bilgileri belirtilmelidir.

Atıf önerisi: Sağlık ve Çevre Birliği (HEAL-Health and Environment Alliance). (Ocak 2021). Türkiye'de kronik kömür kirliliği. Kömürün sağlık yükü ve kömür bağımlılığını sonlandırmak

Bu rapor Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 IGO lisansı (CC BYNC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo>) altında mevcuttur.

HEAL, bu rapora verdiği finansal destek için Avrupa İklim Fonu'na (ECF) teşekkür eder. İçeriğın sorumluluğu yazarlara aittir ve bu yayında ifade edilen görüşler, destekleyen kurum ve kuruluşların görüşlerini yansıtmayabilir. Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme Ajansı (EASME) ve fon sağlayıcılar, bu yayında yer alan bilgilerin herhangi bir kullanımından sorumlu değildir.

HEAL's AB Şeffaflık Kayıt Numarası: 00723343929-96

Bu raporda kullanılan sağlık etkileri metodolojisi, Avrupa'nın Kara Bulutu (Europe's Dark Cloud) raporunda yer alan ve hava kirliliğinin sağlık etkilerini değerlendiren Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) "Avrupa'da hava kirliliğinin sağlık riskleri" (HRAPIE) projesinde belirtilen öneriler doğrultusunda kurulmuştur. Metodolojide, Avrupa İzleme ve Değerlendirme Programı Meteorolojik Sentezleme Merkezi - Batı (EMEP MSC-W) bilgisayar modeli ile yapılan ve Avrupa Çevre Ajansı tarafından Avrupa Komisyonu için gerçekleştirilen Avrupa'daki hava kirliliğinin sağlık etkileri değerlendirmesinde de kullanılan, atmosferik modelleme kullanılmaktadır. Değerlendirmeler, yazarlar tarafından bilinen, kamuya açık, ilgili verilere dayanmaktadır; tüm bu veriler eksiksiz olmayabilir ve yazarların yazım aşamasında haberdar olmadıkları daha fazla veya daha güncel bilgiler bulunabilir.



Türkiye’de kronik kömür kirliliği

Kömürün sağlık yükü ve kömür
bağımlılığını sonlandırmak

KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği ülkeleri
de-SO_x	Kükürt giderme (desülfirizasyon) sistemleri
de-NO_x	Azot giderme (denitrifikasyon) sistemleri
DSÖ	Dünya Sağlık Örgütü
EUR	Euro
GW	Gigawatt
GWh	Gigawatt-saat
MW	Megawatt
NO₂	Azot dioksit
NO_x	Azot oksitler
PM	Partikül madde
PM_{2.5}	2,5 mikron veya daha küçük partikül maddeler
PM₁₀	10 mikron veya daha küçük partikül maddeler
SO₂	Sülfür dioksit
SO_x	Sülfür oksitler
TL	Türk lirası
TWh	Terawatt-saat
USD	ABD doları
VOC'ler	Uçucu organik bileşikler
YEK	Yenilenebilir enerji kaynakları

İÇİNDEKİLER

Yönetici Özeti 6

1. Türkiye’de elektrik üretiminin kömüre bağımlılığı 8

2. Bilimsel veriler: kömür, hava kirliliği ve sağlık 9

Hava kirliliği: İnsan sağlığına yönelik en büyük çevresel tehdit 9

Kömürlü termik santrallerden kaynaklanan hava kirliliğinin sağlık etkileri 9

3. Şeffaflık sorunu: emisyon verileri kamuya açık değil 12

4. Sonuçlar: Türkiye’deki kömürlü termik santrallerin sağlık etkisi ve maliyeti 13

Mevcut sağlık yükü 13

Çocuk sağlığı üzerine etkiler 14

En büyük kirleticiler 17

Metodoloji 18

5. Kömür odakları: Çanakkale, Adana ve Hatay, Eskişehir, Muğla 19

6. Çözüm: Sağlıklı enerjiye geçiş yapmak 26

Filtreler kirlilik sorununa çözüm değil 26

Kömürden çıkış: İklim, temiz hava ve sağlık için üçlü kazanım 27

7. Kömür bağımlılığının sonlandırılması için öneriler ve sağlık sektörüne katılım çağrısı 29

8. Ekler 31

Ek 1: Sağlık etkileri ve sağlık maliyetleri 31

Ek 2: Büyük kömürlü termik santrallerin detayları 35

Ek 3: AB ve Türkiye’deki sanayi kaynaklı kirlilik mevzuatlarının karşılaştırması 40

Ek 4: Sağlık etki modellemesi metodolojisi ve kaynakları 42

9. Notlar 48

YÖNETİCİ ÖZETİ

Kömürün AB elektrik üretimindeki payı, “kömürden çıkış” (coal phase-out) politikası ve Paris İklim Anlaşması'nın uygulamaya geçmesiyle gün geçtikçe azalmaktadır.

Türkiye’de ise, elektrik üretimi kömüre dayanmaya devam etmekte ve planan termik santrallerle 19 GW’lık mevcut kurulu kömür gücünün iki katından daha fazlasına çıkması söz konusudur. Temmuz 2019 itibariyle toplam 33 GW’lık otuz yeni kömürlü termik santral projesi (lisanslı, duyurulmuş veya lisans öncesi aşamada, 100 MW üstü kurulu güçte) bulunmaktadır. Kömüre dayalı elektrik üretiminin haliha-

zırda yarattığı yoğun hava kirliliği düşünüldüğünde, kömür kullanımının artırılması halk sağlığı için büyük bir risktir.

Bu rapor, 2019 yılında Türkiye’de işletmede olan linyit, taş kömürü veya asfaltit kullanan 28 adet büyük (100 MW ve üzeri kurulu güce sahip) kömür santralının hava kirliliği yoluyla yarattığı sağlık yükünü tahmin etmeyi amaçlamaktadır. 2019 yılı sonu itibariyle kömürlü termik santraller Türkiye elektriğinin yaklaşık yüzde 37’sini üretmektedir. Bu analiz, HEAL’in 2015’de yayınladığı Ödenmeyen Sağlık Faturası raporunun ayrıntılı bir güncellemesidir.

TEMEL BULGULAR

2019’da Türkiye’deki büyük kömürlü termik santraller yarattıkları hava kirliliğiyle çok sayıda sağlık sorununa neden oldu. Bu raporda kullanılan modele göre, bunlardan bazıları:

4.818 erken ölüm,

3.070 erken doğum,

26.500 çocukta bronşit vakası,

3.230 yetişkinde yeni bronşit vakası,

5.664 hastane başvurusu,

237.037 astım ve bronşit semptomu gösterilen gün (astım hastası çocuklarda),

1.480.000 iş günü kaybı,

11.300.000 hasta geçirilen gün ve

8.850 IQ puanı kaybı (civa maruziyetine bağlı).



Bu sağlık etkileri Türkiye ve etkilenen bölgelerde 47,41 ile 99,37 milyar Türk Lirası (5,20-10,90 milyar EUR) yıllık maliyet yarattı.



Aynı sağlık etkilerinin sadece Türkiye’deki maliyetinin yılda 26,07-53,60 milyar Türk Lirası (2,86-5,88 milyar EUR) yani sağlık harcamalarının %27’si olduğu tahmin ediliyor (TÜİK 2019 sağlık harcamaları istatistikleri: 201,03 milyar TL).



Ayrıca bu hesapta iklim değişikliğine bağlı sağlık etkileri ve maliyetler dikkate alınmamıştır. Kömürlü termik santraller CO₂ emisyonları ile tahmin edilen sağlık ve ekonomi yükünü arttırmaktadır.



Bu ağır sağlık (ekonomik) yükü ve bu yükü azaltmaya yönelik önlemler, hiçbir politika kararında ve değerlendirmesinde dikkate alınmamaktadır.



Şeffaflık sorunu: emisyon verileri kamuya açık değil

Bu rapor, mevcut kömür santrallerinin hava kirliliği emisyonlarına ilişkin veri boşluklarını doldurmak için gösterilen bir çabadır. AB ülkelerinin santral bazında yıllık emisyonlarını halka açık bir veri tabanına (E-PRTR) bildirme zorunluluğu bulunurken, Türkiye tesis veya sektörel bazda emisyon verisi paylaşmamaktadır. Bunun yerine, Türkiye uluslararası taahhütler kapsamında elektrik üretimi ve ısıtma sektöründen kaynaklı hava kirletici emisyonlarını birleştirilmiş veri halinde bildirmektedir.

Bu durum kömürlü termik santrallerin ve elektrik sektörünün neden olduğu emisyonların belirlenmesini zorlaştırmaktadır. Ayrıca bu veri kısıtlılığı nedeniyle Türkiye’de hava kirliliğinin sağlık etkileri hakkında çok az araştırma bulunmaktadır. Bu sorunların üstesinden gelmek için, bu rapor kapsamlı araştırma ve işbirlikleri üzerine kurulmuştur. Gerçek zamanlı elektrik üretiminin yanı sıra kömürlü termik santrallerin teknik detayları incelenmiş, kirliliği azaltabilen ancak ortadan kaldırmayan filtre sistemleri hesaba katılmıştır.

Kömürden çıkış: İklim, temiz hava ve sağlık için üçlü kazanım

Türkiye’deki sağlık uzmanları kömürden çıkışı yani mevcut kömürlü termik santrallerin kapatılması, yeni termik santrallerin inşasının durdurulması ve bilinçli tercihleri yapılması için sağlık ve çevresel etki değerlendirmelerinin gerçekleştirilmesini önermektedir.

Buna ek olarak Türkiye, 2030 yılı sera gazı emisyonu azaltım hedeflerini yeniden belirlemek, Paris Anlaşması’nı onaylamak gibi, iklim taahhütlerini de gözden geçirmelidir.

Hekimler, hemşireler, astım hastaları ve hava kirliliğinden etkilenen kişiler, uzun süredir ihmal edilen

“sağlık perspektifinden Türkiye’nin enerji geleceği” tartışmasındaki kilit aktörlerdendir. Bu rapor, sağlık kurumları ve uzmanlarının kapasitelerinin artırılması, böylece kömürün ve enerji üretiminin sağlık etkileri ve maliyetleri konusundaki tartışmalara daha fazla dahil olmalarını; kömüre dayalı enerji üretiminin gerçek maliyetlerini vurgulamalarını önermektedir.

Son olarak, enerji, iklim ve hava kirliliği tartışmalarında, rapor, yasal düzenleme ve kararlarda sağlık alanındaki karar vericilerin de yer alması gerekmektedir.



1.

Türkiye’de elektrik üretiminin kömüre bağımlılığı



82 milyonluk nüfusu ile Türkiye, son 15 yılda en yüksek enerji talebi artışını yaşayan OECD ülkesidir¹. Türkiye elektriğinin %56’sı fosil yakıtlardan, %37’si de kömürden üretmektedir². Son üç yılda, Türkiye’nin enerji politikaları doğrultusunda yerli bir kaynak olan linyitin elektrik üretimi içindeki payı artmıştır.

Aralık 2020 itibarıyla Türkiye’de toplam 19.122 megawatt (MW) kurulu gücünde 29 büyük³ kömürlü termik santral bulunmaktadır. Santrallerin büyük kısmı (ondokuz adedi) kömürle çalışırken (ağırlıklı linyit), on santral ithal kömür yakmaktadır. Ülkedeki kömürlü termik santrallerin üçte biri 30 yaşın üzerindedir ve bu eski santrallerin tamamı devlet tarafından kurulup 2000 yılından sonra özelleştirilmiştir. Pek çok ülkenin aksine, şu anda Türkiye’de herhangi bir kömürlü termik santralin emekli olmasına, rafa yönelik plan bulunma-

makta ve “kömürden çıkış” politikasının izlenmesi öngörülmemektedir.

Son yıllarda Türkiye’de bazı yeni kömür projeleri askıya alınmış olsa da, toplam 33 GW⁵ kurulu gücünde 30’dan fazla planlanan yeni kömürlü termik santral bulunmaktadır (izin alan, ilan edilmiş veya lisans öncesi aşamada). Bu durum, Türkiye’nin uzun yıllar kömüre dayalı elektrik üretimine devam etmeyi planladığına işaret etmektedir⁶.

Sübvansiyon veya uluslararası işbirliği şeklindeki teşvikler, Türkiye’nin enerji stratejisinde hâlâ bir öncelik teşkil etmektedir. Çin Kuşak ve Yol Girişimi’nin bir üyesi olarak hükümet, İskenderun Körfezi’nde Adana Hunutlu kömürlü termik santralının de aralarında bulunduğu yeni kömürlü termik santrallere Çinli yatırımcılar başta olmak üzere yabancı yatırımcılar aramaktadır.

Şekil 1

İşletmedeki büyük kömürlü termik santraller (>100 MW kapasite, 2019 yılı), yakıt ve operatöre göre⁴



- Yerli kömür, özel şirket tarafından işletme
- İthal kömür, özel şirket tarafından işletme

- Yerli kömür, devlet tarafından işletme
- Yerli kömür, 2000’lerden bugüne özelleştirilmiş

2.

Bilimsel veriler: kömür, hava kirliliği ve sağlık



Hava kirliliği: insan sağlığına yönelik en büyük çevresel tehdit

Dünya Sağlık Örgütü'ne (DSÖ) göre, hava kirliliği Avrupa, Türkiye ve küresel ölçekte insan sağlığına yönelik en büyük çevresel tehdittir. Dış ve iç ortam hava kirliliği dünyada her yıl 7 milyon erken ölüme yol açmaktadır.⁷

2016 yılında Türkiye'deki çevre kirliliğinin 37.000 erken ölüme neden olduğu tahmin edilmektedir. 2016 yılından bu yana, erken ölüm vakaları ve hava kirliliğine atfedilen sağlık yükü artmaya devam etmiştir. DSÖ'nün AirQ+ hesaplama aracına dayanan yakın tarihli bir araştırmaya göre, 2019 yılında Türkiye'de dış ortam hava kirliliği, DSÖ hava kalitesi kılavuz sınır değerinin altına indirilebilseydi, 45.398 yetişkin ölümü önlenebilirdi.⁸

DSÖ, kılavuz sınır değerleri de dahil hiçbir hava kirliliği seviyesinin "güvenli"⁹ olarak kabul edilemeyeceği

ni; hava kirliliği ile solunum ve kalp damar hastalıkları arasındaki bağlantının net olarak kurulduğunu belirtmektedir.^{9,10,11}

Düşük yoğunlukta bile olsa partikül madde solunması, insan sağlığına zarar veren fizyolojik değişikliklere neden olabilir. Düşük hava kalitesi, bronşit ve ağır astım gibi yaşam kalitesini önemli ölçüde düşüren kronik ve akut solunum yolu hastalıklarıyla da bağlantılıdır.

Bilim insanları, hava kirliliğinin insan sağlığına zararları konusunda her geçen gün daha fazla kanıt ve bulguya erişmektedir. Örneğin, hava kirliliğini demans¹² ile ilişkilendiren çalışmalar artmakta, partikül maddelerin gebelerin akciğerlerinden geçerek plasentaya eriştiği ve anne karnındaki bebeklere zarar verdiğini gösteren yeni çalışmalar yayımlanmaktadır.¹³

Kömürlü termik santrallerden kaynaklanan hava kirliliğinin sağlık etkileri

Her bir kömürlü termik santral, her yıl büyük miktarda tehlikeli hava kirliletiçi emisyonu atmosfere bırakır ve bu santrallerin ortalama ömrü en az 40 yıldır. Bu nedenle, her bir yeni kömürlü termik santral yıllar boyunca insan sağlığına zarar veren bu emisyonlarda kilitlenmeye yol açacaktır. Bu durum, diğer sektörlerin hava kirliletiçi emisyonlarındaki olası geçici azaltım potansiyelini de boşa çıkaracaktır.

Elektrik üretmek için kömür yakılırken, sağlığa zararlı dört ana kirliletiçi atmosfere bırakılır:

- **Partikül Madde** havadaki küçük partikülleri tanımlar. PM kısaltmasının yanındaki sayı, partikül (parçacığın) büyüklüğünü belirtmektedir; PM₁₀ 10 mikron ve daha küçük, PM_{2,5} ise 2,5 mikron ve daha küçük partikülleri ifade eder. Partiküller solunduğunda, kan dolaşımına girerek akciğerlerimiz ve kalbimize zarar verebilir, felce yol açabilir ve erken ölüme neden olabilir. Yeni bulgular, PM'nin çocukların sağlıklı gelişimine zarar verdiğini, ve obezite ve alzheimer gibi hastalıklarla ilişkili olduğunu göstermektedir.

- **Kükürt (sülfür) dioksit (SO₂)** solunması halinde çok toksik bir madde olarak sınıflandırılmıştır. Burun ve boğazda ciddi tahrişe neden olabilmektedir. Yüksek konsantrasyonlarda, akciğerlerde hayati tehlike teşkil eden sıvı birikimine (pulmoner ödem) neden olabilmekte ve öksürük, nefes darlığı, zor nefes alma ve göğüste sıkışma gibi belirtilere yol açabilmektedir. Yüksek konsantrasyonda SO₂'ye tek bir kez maruz kalmak bile astım gibi uzun süreli bir hastalığa neden olabilmektedir. SO₂ atmosferde tepkimeye girerek "ikincil PM" olarak adlandırılan partikül madde oluşumuna neden olabilir.
 - **Azot (nitrojen) oksitler (NOx)** solunum yollarında yangıya (enflamasyona) neden olan gazlardır. Bunlar oksitleyici maddelerdir, yani oksidatif strese yol açarlar. Normal hücre mekanizmalarının bozulmasına ve dokularda hasara neden olarak, bağışıklık mekanizmasını zayıflatabilirler. Havada tepkimeye girerek "ikincil PM" olarak adlandırılan partikül madde oluşumuna yol açabilirler.
 - **Cıva (Hg)** hem kronik hem de akut zehirlenmeye neden olabilen nöro-toksik bir ağır metaldir. Kömürden enerji üretimi (elektrik, ısı gibi) ise insan faaliyetlerine bağlı cıva emisyonunun en büyük ikinci nedenidir. AB'deki bir çalışma her yıl 1,8 milyondan fazla çocuğun 0,58 µg/g sınırının üzerinde metil cıva (MeHg) maruziyetiyle doğduğunu göstermiştir. Bu bebeklerin yaklaşık 200 bindeki metil cıva maruziyeti DSÖ'nün üst sınır değeri olan 2,5 µg/g'u aşmaktadır. Maruziyetin önlenmesiyle yılda en az 600 bin IQ puanı kaybının önleneceği tahmin edilmiştir ki bu da yılda 8-9 milyar EUR'lık bir ekonomik fayda anlamına gelmektedir.¹⁴
- Türkiye, AB mevzuatıyla uyum sağlamak için PM₁₀, SO₂ ve NO₂ gibi kirleticiler için yönetmeliklerdeki sınır değerleri sıkılaştırmıştır (bu yeni sınır değerler hala DSÖ kılavuz sınır değerlerinden daha yüksektir). Ancak halihazırda (Aralık 2020 itibarıyla), sağlık yükü ve kirlilik kaynaklarının tanımlanması için çok önemli bir gereklilik olan ince partikül madde PM_{2,5} için hava kalitesi yönetmeliğinde sınır değer bulunmamaktadır. Yönetmelikler hakkında daha fazla bilgi için bu raporun sonunda yer alan Ek-3'e bakabilirsiniz.

Tablo 1 Bazı hava kirleticiler ve sınır değerleri (µg/m³)

Kirleticiler	Süre (Ortalama)	DSÖ Hava Kalitesi Kılavuzu	AB Direktifi (2008/50/EC)	Türkiye Mevzuatı (2019-2023)
PM ₁₀	24 saat	50	50	50
	Yıllık	20	40	40
PM _{2,5}	1 saat	25	-	-
	Yıllık	10	25	-
SO ₂	1 saat	-	350	350
	24 saat	-	125	125
NO ₂	1 saat	200	200	250 200*
	Yıllık	40	40	40

DSÖ kılavuzunda partikül madde, ozon, nitrojen dioksit ve sülfür dioksit için belirlenen sınır değerler "Global güncelleme: 2005" raporundan alınmıştır. Burada belirtilen sınır değerler halihazırda revize edilmekte ve 2021'de azaltılarak güncellemesi beklenmektedir. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

Avrupa sınır değerleri, "21 Mayıs 2008 tarihli ve 2008/50 / EC sayılı Avrupa dış ortam hava kalitesi ve daha temiz bir hava AB Direktifi"nden alınmıştır. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0050&from=en>

Türkiye sınır değerleri "Hava Kalitesi Değerlendirmesi ve Yönetimi Yönetmeliği"nden alınmıştır.

*NO₂ sınır değeri 2019-2023 yılları için 250 µg/m³, 2024 ve sonrası için 200 µg/m³ olarak belirlenmiştir. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=12188&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>

Kömürlü termik santrallerden kaynaklı hava kirliliği sağlığımızı nasıl etkiliyor

Beyin

- Serebrovasküler iskemide artış
- Demans (bunama)

Kan

- Kan akışkanlığında bozulma
- Pıhtılaşmada artış
- Partiküler maddelerin dokuya taşınması
- Periferik damarlarda pıhtılaşma
- Kandaki oksijen doygunluğunda azalma

Hücre Düzeyinde

- Mesane kanseri
- Cilt kanseri
- Obezite gelişimi
- Diyabet gelişimi

Akciğerler

- Akciğerlerde yangı (inflamasyon)
- Oksidatif stres
- KOAH'ın ilerlemesinde hızlanma
- Artan solunum yolu semptomları
- Bozulan solunumsal refleks mekanizmaları
- Solunum fonksiyonlarında bozulma
- Artmış akciğer kanseri riski

Kalp

- Kalbin otonom fonksiyonlarında bozukluk
- Oksidatif stres
- Aritmi duyarlılığında artış
- Kalbin kasılma fonksiyonlarında bozulma
- Kalp kasında iskemide artış

Çocuklar ve Gebelik Dönemi

- Annede gebelik zehirlenmesi (preeklampsi)
- Erken doğum
- Bebeklerde düşük doğum ağırlığı
- Havadaki kirlleticilerin plasentaya ulaşması
- Astım riskinde artış, astımlı çocuklarda atak sıklığında artış
- Dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu (DEHB)

Damarlar

- Damar sertliğinde artış (ateroskleroz) ve damar plaklarının instabilitesi
- Endotel fonksiyonunda bozulma
- Vazokonstriksiyon (damarlarda daralma) ve hipertansiyon

Sağlık etkileri, hem kısa hem de uzun süreli, hava kirliliğine tekrar tekrar maruz kalmanın sonucudur. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından yapılan yakın tarihli bir gözden geçirme, hava kirliliğinin düşük konsantrasyonlarda dahi sağlığı olumsuz etkilediğini ve hava kirliliğinin daha önce belirlenen sınırlardan çok daha uzaktaki bölgeleri etkilediğini göstermiştir yani başta partikül madde olmak üzere hava kirliliği için güvenli bir sınır değer yoktur.

Kaynak: "APHEKOM 2012" projesi, "Pope & Dockery 2006" ve DSÖ "REVIHAAP 2013" raporlarından uyarlanmıştır.

3.

Şeffaflık sorunu: emisyon verileri kamuya açık değil



AB üye devletleri Avrupa Kirletici Salımı ve Taşıma Kayıt Yönetmeliği (E-PRTR) kapsamında santral bazında yıllık hava kirletici emisyonlarını bildirmekte yükümlüdür. Ancak Türkiye’de, büyük yakma tesislerinden kaynaklı emisyonlar santral bazında kamuya paylaşılmamaktadır.¹⁵

Türkiye Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, kömürlü termik santraller dahil olmak üzere termik santral tesislerini izlemekte ve baca emisyonları sınır değerleri aştığı durumlarda cezai işlem uygulamaktadır. Ancak bu gerçek zamanlı veriler bakanlığa ait olup, kamuoyu ile paylaşılmamaktadır. Türkiye, Uzun Menzilli Sınır Ötesi Hava Kirliliği Sözleşmesi (CLRTAP) ve Avrupa İzleme ve Değerlendirme Programı’nı (EMEP) imzalamıştır¹⁶;

bu nedenle yıllık emisyon verilerini bildirmesi gerekmektedir.¹⁷ Ancak, Türkiye elektrik ve ısınma sektörlerinden kaynaklanan emisyonları birlikte bildirildiği için, bu verilerden yalnızca kömürlü termik santrallerin veya elektrik sektörünün emisyon miktarını belirlemek mümkün değildir¹⁸. Türkiye, bahsedilen alt sektörler için raporlama yapmak ve diğer kirleticileri sınırlandırmak için yapılan CLRTAP’ın altındaki diğer teknik anlaşmaları imzalamamıştır¹⁹.

Bu şeffaflık sorunu, ülkedeki hava kirliliği ve buna bağlı sağlık sorunlarının tayin edilmesinde, acilen çözüme kavuşturulması gereken bir engeldir.

4.

Sonuçlar: Türkiye'deki kömürlü termik santrallerin sağlık etkisi ve maliyeti



Mevcut sağlık yükü

2019 yılında, 29 büyük kömürlü termik santralden 28'i faaliyetlerini devam ettirerek, havayı kirletmiş, yakınındaki ve uzağındaki insanların sağlığını etkilemiştir.

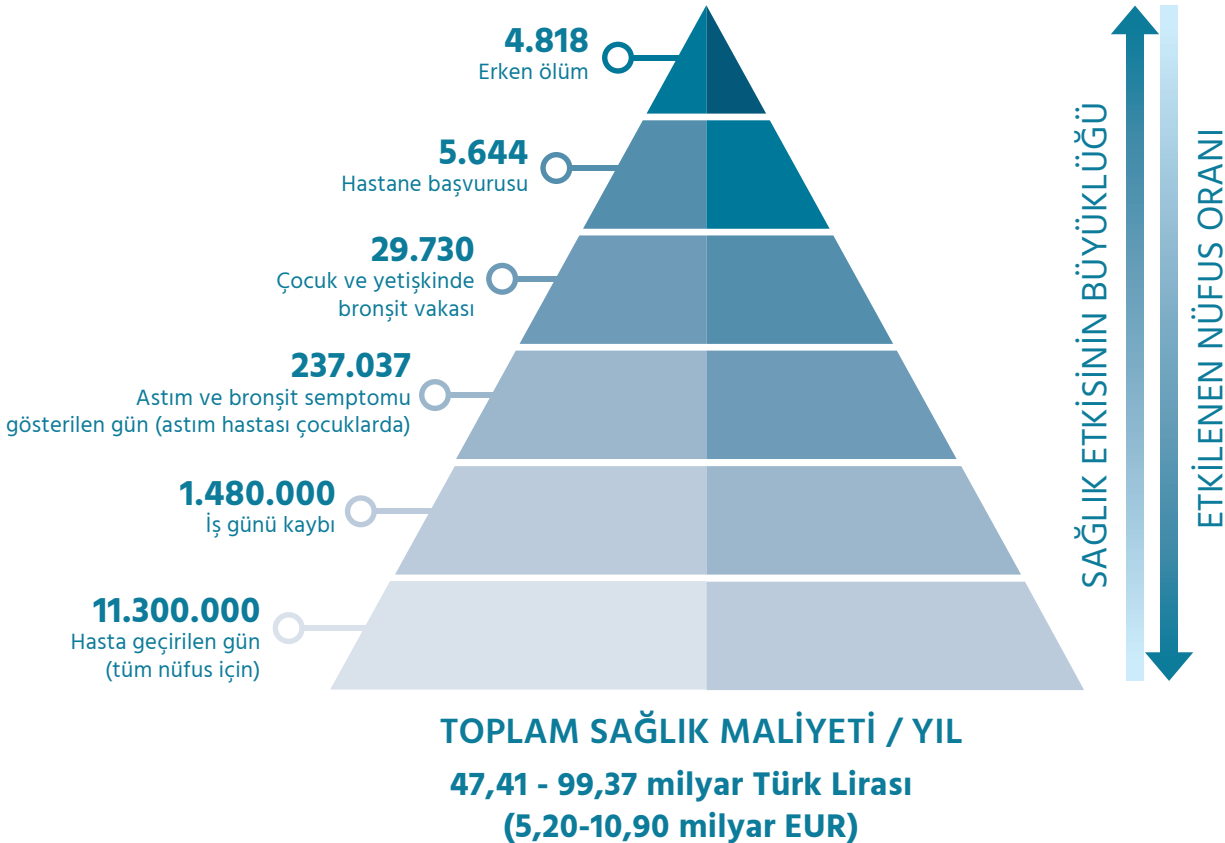
2019 yılında kömürlü termik santrallerden kaynaklanan sadece bir yıllık sağlık etkileri şunlardır: 4.818 erken ölüm²⁰ 3.070 erken doğum, astım hastası çocuklarda astım ve bronşit semptomu gösterilen 237.037 gün, 26.500 çocukta bronşit vakası, 3.230 yetişkinde yeni bronşit vakası, solunum ve kalp damar hastalıklarına bağlı 5.664 hastane başvurusu, 1.480.000 iş

günü kaybı, 11.300.000 hasta geçirilen gün ve cıva maruziyetine bağlı 8.850 IQ puanı kaybı (ayrıntılar için bkz. Ek 1).

Bu sağlık etkilerinin Türkiye ve etkilenen bölgelerdeki maliyeti yıllık 47,41 ile 99,37 milyar Türk Lirası (5,20-10,90 milyar EUR) civarındadır.²¹ Aynı sağlık etkilerinin sadece Türkiye'deki maliyetinin yılda 26,07-53,60 milyar Türk Lirası (2,86-5,88 milyar EUR) yani sağlık harcamalarının %27'si olduğu tahmin edilmektedir.^{22,23}

Şekil 2

Türkiye'deki büyük kömürlü termik santrallerden kaynaklanan hava kirletici emisyonların 2019 yılındaki tahmini sağlık etkileri



Çocuk sağlığı üzerine etkiler

Çocuklar, gelişmekte oldukları için hava kirliliğine daha çok duyarlıdır. Hava kirleticilerine maruz kalmak, yaşamlarının çok daha ileriki dönemlerinde hastalık geliştirme risklerini artırabilmektedir. Çocukların ömürleri boyunca taşıyacakları bu sağlık riskini ölçmek ve maliyetini belirlemek (henüz) mümkün değildir. Ancak, politika belirlerken genelde çocukların hava kirliliği karşısındaki kırılganlıkları hesaba katılmalıdır.

Cıva, çocuk sağlığı açısından özellikle endişe verici ve gelişimlerini engelleyen bir kirleticidir. Cıva son derece zehirli bir maddedir. Kömürden enerji üretimi (elektrik, ısı gibi) insan faaliyetlerine bağlı cıva emisyonunun en büyük ikinci nedenidir. Termik santrallerin atmosfere bıraktığı cıva su döngüsüne girip gıda

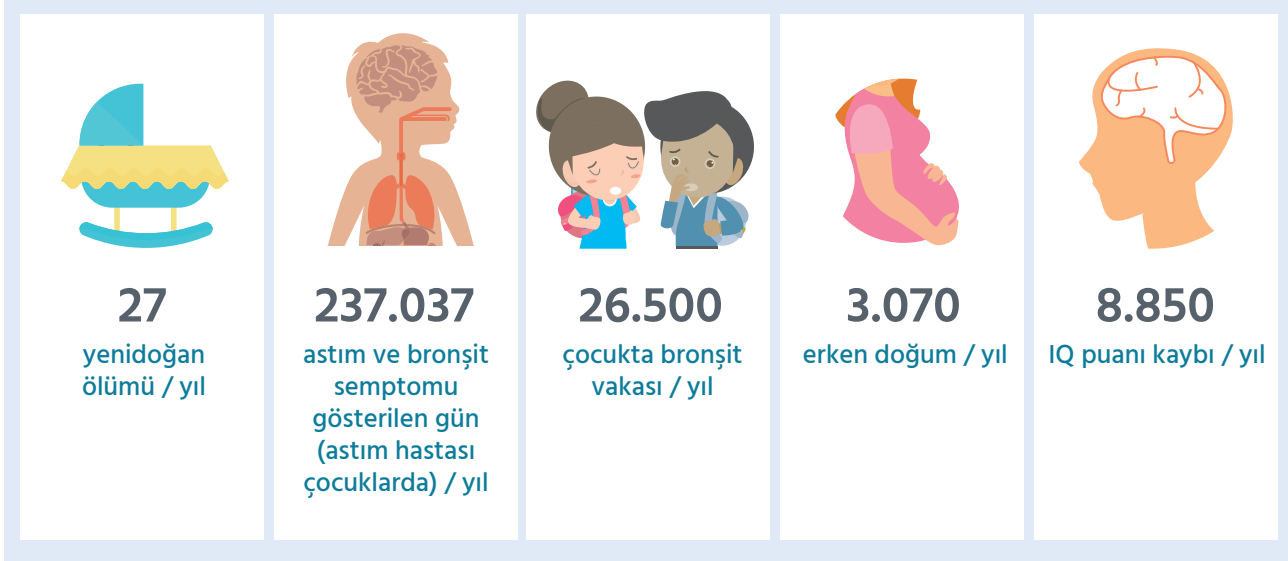
maddelerinde birikir. AB ülkelerinde en çok nörolojik hasara yol açan madde olan metil cıva balıklarda birirmektedir, hamile kadınlar ve çocuklar tarafından tüketilen deniz ürünlerinde cıva olması endişe vericidir. 2013 yılında yapılan bir çalışma, AB’de her yıl 1,8 milyondan fazla çocuğun güvenli sınırların üstünde cıva seviyeleriyle doğduğunu ortaya koymuştur¹⁴.

Cıva maruziyeti çocuklarda IQ seviyesinin düşürerek, eğitim ve iş hayatlarındaki performanslarını etkileyebilir. Cıvanın yol açtığı hasar kalıcıdır, hem toplum hem de ekonomiyi etkilemektedir.

Bu raporda, cıva emisyonlarının sağlık etkileri, kilogram bazında hesaplanmıştır (Bkz. Ek 4).

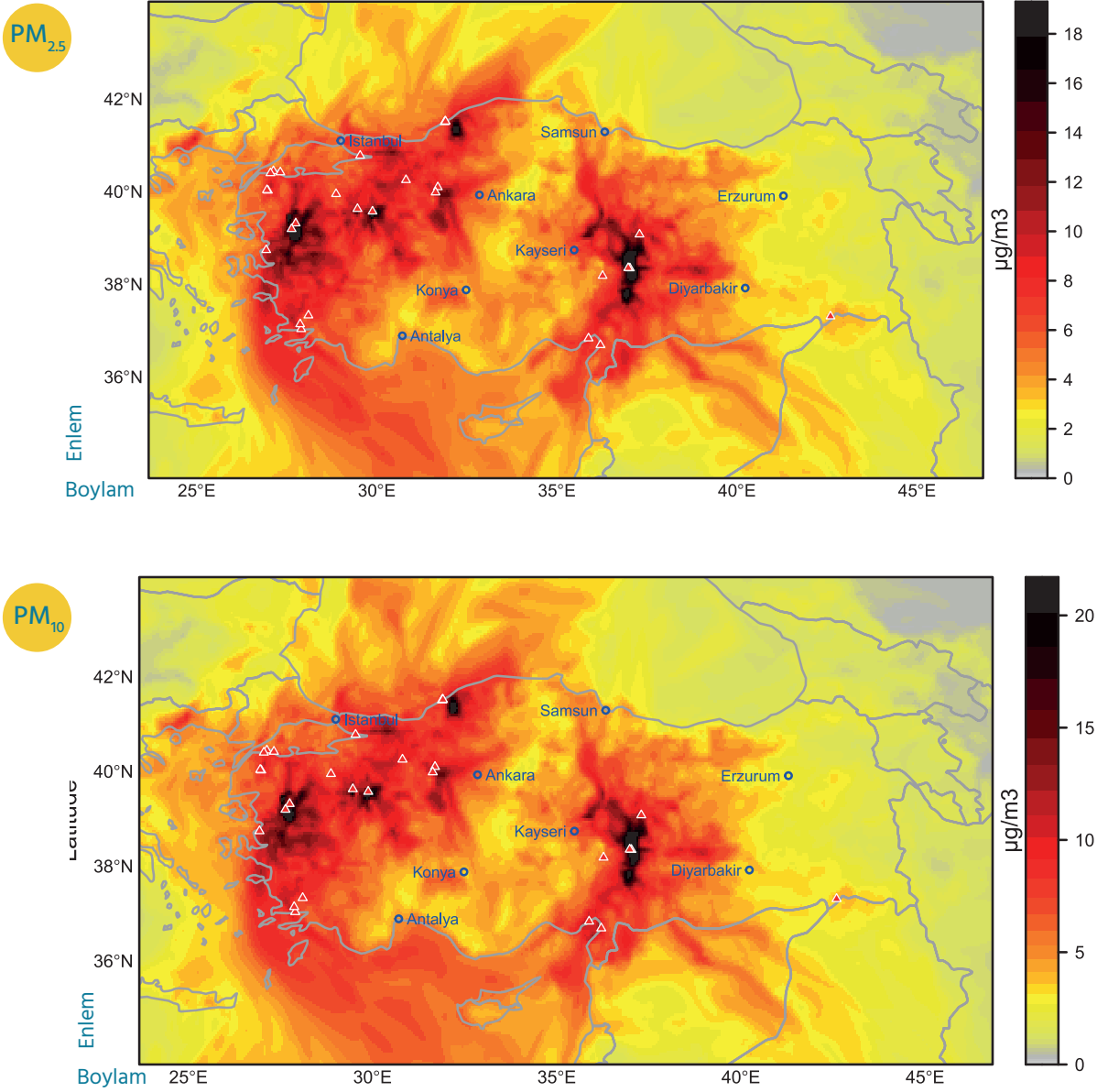
Şekil 3

Kronik kömür kirliliğinin çocuk sağlığı üzerindeki bazı etkileri, 2019



Şekil 4

Türkiye'deki 28 kömürlü termik santralden salınan partikül madde ($PM_{2.5}$ ve PM_{10}) dağılım modeli, 24 saatlik maksimum konsantrasyon, 2019 yılı



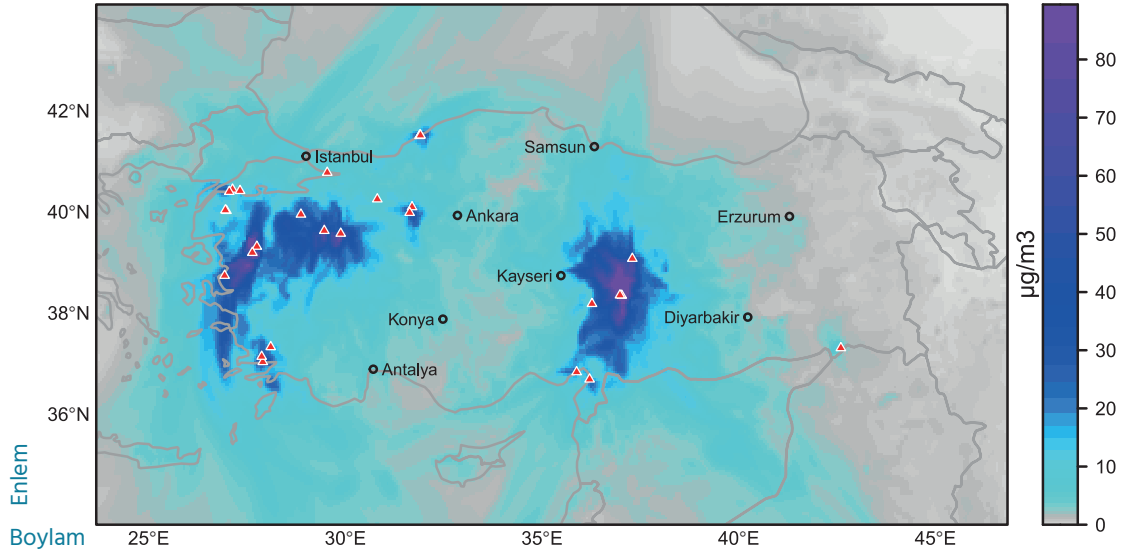
En çok etkilenen bölgeler Afşin-Elbistan bölgesi ve Zonguldak, Çanakkale ve Milas-Muğla arasındaki "kömür kuşağı" bölgeleridir. İstanbul, Ankara ve İzmir dahil olmak üzere çoğu büyük şehirle birlikte, tüm Akdeniz kıyı şeridi ve Karadeniz sahilinin Zonguldak'tan İstanbul'a kadar uzanan kısmı büyük ölçüde etkilenmektedir. Dağılım modeli, Çanakkale çevresindeki batı kıyılarında hakim kuzey rüzgarlarının, Afşin ve Adana'da doğu (kış) ve batı (yaz) rüzgarlarının ve

Zonguldak'ta kuzey-kuzey batı rüzgarlarının etkisini göstermektedir. Köroğlu ve Doğu Toros dağlıkları, ülkenin doğu ve kuzeydoğusuna dağılımı azalttığı için bu bölgeler daha az etkilenmektedir.

Sonuç olarak, 24 saatlik verilere bakıldığında, Manisa, Kütahya ve Maraş santrallerin yarattığı partikül madde kirliliğine en çok maruz kalan illerdir.

Şekil 5

Türkiye'deki 28 kömürlü termik santralden salınan kükürt dioksit (SO_2) dağılım modeli, 24 saatlik maksimum konsantrasyon, 2019 yılı



Lejant $\mu\text{g}/\text{m}^3$ = kirlenici konsantrasyonu; üçgen = kömürlü termik santraller
Haritalar sadece santrallerin neden olduğu "ek" kirlilik yükünü göstermektedir.

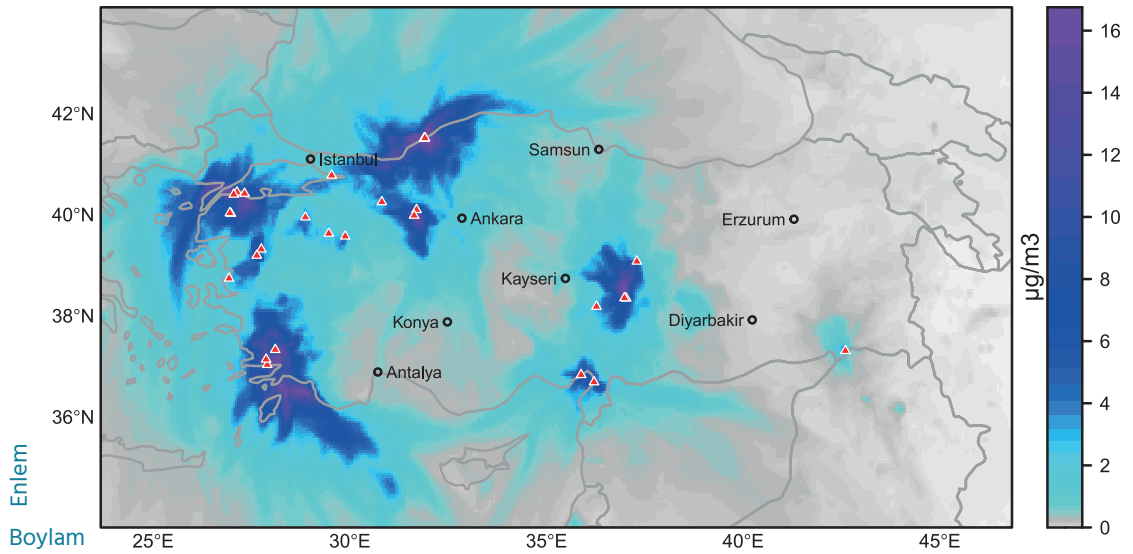
Bu raporda, (DSÖ metodolojisine uygun olarak) SO_2 'nin doğrudan neden olduğu sağlık etkileri ele alınmamış olsa bile, SO_2 sağlığa zararlı ikincil PM oluşumuna katkıda bulunması sebebiyle dikkate alınması gereken önemli bir kirlenicidir.

Türkiye'nin CLRTAP kapsamında bildirdiği verilere göre, Türkiye'de kükürt oksit (SO_x) emisyonlarının başlıca kaynağı "elektrik ve ısı üretimi"dir. 1990'daki ilk

envanterden bu yana SO_x emisyonlarının yarısından fazlası enerji sektöründen kaynaklıdır; enerjinin SO_x emisyonları içindeki payı 2013'te %60 iken 2018'de %70'e çıkmıştır. Son 20 yılda özelleştirilen ve kükürt giderme (desülfürizasyon- deSOx) sistemleri kullanmayan santraller, Türkiye'nin artan SO_x kirliliğinin başlıca kaynaklarından (en yüksek SO_2 emisyonuna neden olan 5 santral bu gruba girmektedir).

Şekil 6

Türkiye'deki 28 kömürlü termik santralden salınan azot dioksit (NO_2) dağılım modeli, 24 saatlik maksimum konsantrasyon, 2019 yılı



Lejant $\mu\text{g}/\text{m}^3$ = kirlenici konsantrasyonu; üçgen = kömürlü termik santraller
Haritalar sadece santrallerin neden olduğu "ek" kirlilik yükünü göstermektedir.

NO_2 konsantrasyon dağılımı PM'e kıyasla daha küçük ölçeklidir; Muğla bölgesinin güney-kuzey eksenine, Çanakkale bölgesinin güneybatı kısmı ve Zonguldak bölgesinin denize paralel eksenine bu durumdan özellikle etkilenmektedir.

En büyük kirleticiler

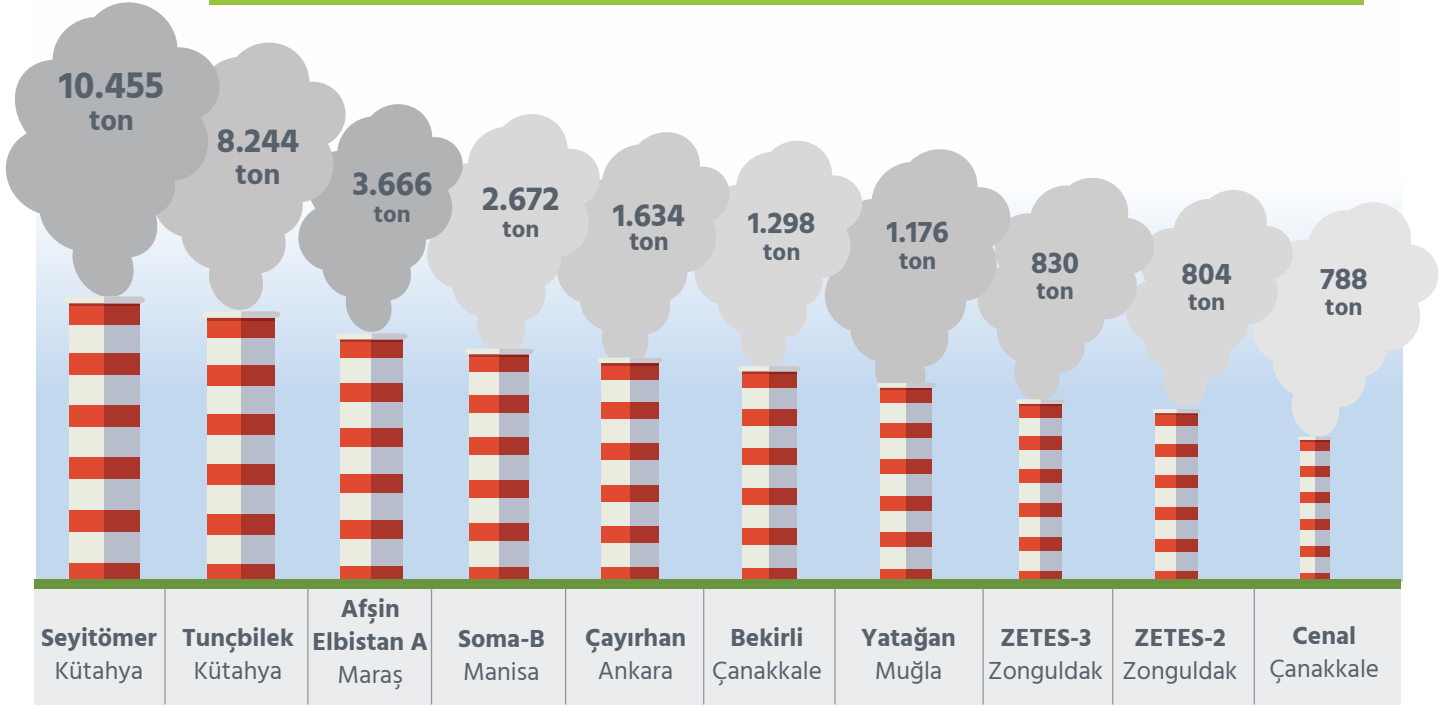
Aşağıdaki tablolar, tahmini yıllık PM ($PM_{2,5}$ ve PM_{10}), SO_2 ve NO_x emisyonlarına göre en kirli 10 termik santrali göstermektedir.

Bu raporun hesaplamalarında kullanılan model, yakma teknolojisi, filtre verimliliği, varsa önceki hava

kirliliği ölçümler ve kömürün kalori değeri, sülfür, nem ve toz içeriği gibi bilgileri göz önünde bulundurmaktadır. Tüm bu unsurlar şekil 7, 8 ve 9'da gösterilen PM, SO_2 ve NO_x 'in baca emisyonlarını etkilemektedir.

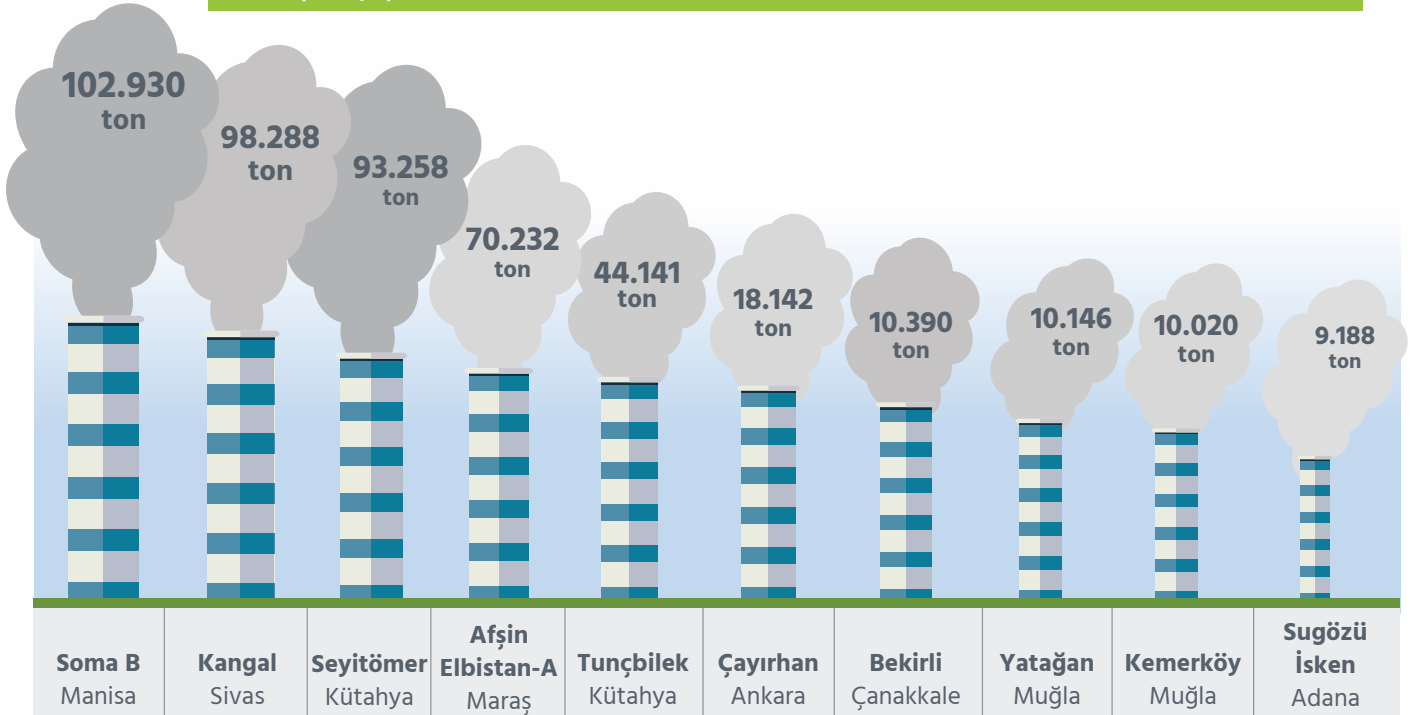
Şekil 7

Partikül madde (PM) emisyonu bazında Türkiye'nin en kirli 10 kömürlü termik santrali, 2019 (ton/yıl)



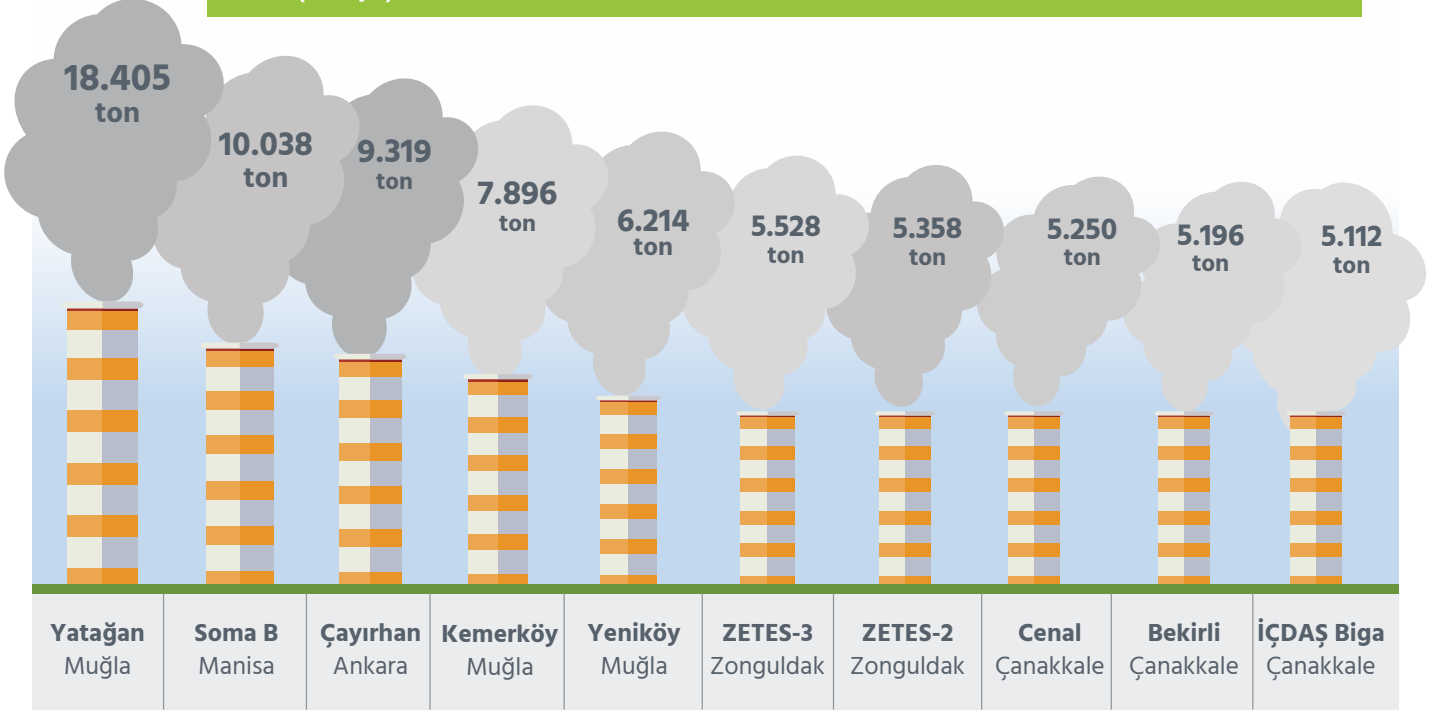
Şekil 8

Kükürt dioksit (SO_2) emisyonu bazında Türkiye'nin en kirli 10 kömürlü termik santrali, 2019 (ton/yıl)



Şekil 9

Azot dioksit (NO₂) emisyonu bazında Türkiye'nin en kirli 10 kömürlü termik santrali, 2019 (ton/yıl)



Metodoloji

Bu raporda, işletmedeki kömürlü termik santrallerden kaynaklanan hava kirliliği emisyonları, ve bu emisyonların neden olduğu sağlık etkileri ve maliyetleri hesaplanmıştır. Rapor, kömürlü termik santrallerden kaynaklanan hava kirliliği emisyonlarına bir miktar şeffaflık kazandırmak için gerçek zamanlı elektrik üretim verilerinin yanı sıra, hava kirliliği kontrolünde temel faktörler olan filtre sistemlerini ve yakma teknolojilerini de incelemektedir.

HEAL 2015 yılında, Türkiye'nin CLRTAP'a bildirdiği ısınma ve elektrik üretimi verisi ve Küresel Hastalık Yükü çalışmasını²⁴ temel alan yukarıdan aşağıya bir modele dayanarak hava kirliliğinden kaynaklanan sağlık yükünü hesaplayan "Ödenmeyen Sağlık Faturası"^{25, 26} raporunu yayınlamıştır.

Bu raporda ise kazan tipi ve verimi, toz, NO_x ve SO_x filtreleri, kömürün sülfür, toz ve nem içeriği, 2019 yılı gerçek zamanlı elektrik üretimi gibi detaylar dikkate

alınarak, santral bazında baca emisyonunu tahmin etmeye çalışan bir metodoloji kullanılmıştır. Bu bilgiler, yapılan araştırmalar, önceki AB eşleştirme projelerinden elde edilen veriler, operatörlerin raporları, web siteleri ve sunumları ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Müdürlükleri'nden şehir düzeyinde santral bilgilerine yönelik bilgi edinme başvurularına gelen yanıtlardan elde edilmiştir. 2020 yılı, birkaç santralin hava kirliliği filtre sistemleri kurulumları nedeniyle faaliyetlerinin durdurulduğu bir yıl olduğu için çalışmaya dahil edilmemiştir.

Sağlık etkilerinin ve maliyetlerinin hesaplanmasında kullanılan metodoloji AB Komisyonu ve DSÖ tarafından geliştirilmiş, kullanılmıştır ve farklı coğrafyalarda geniş çapta kabul görmüştür.

Dört aşamadan oluşan metodolojiye bu raporun Ek 4'ünde ayrıntılı olarak değinilmiştir.

5.

Kömür odakları: Çanakkale, Adana ve Hatay, Eskişehir, Muğla



Çanakkale: Planlanan en yüksek kömürlü termik santrali kapasite artışı

Çanakkale, 520.000 kişilik nüfusuyla Marmara Bölgesi ve Türkiye genelinde kırsal nüfusun en yüksek olduğu illerden biridir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın 2016 raporuna göre kömür santrallerinden kaynaklanan hava kirliliği ildeki en önemli çevre sorunudur.²⁷

Çanakkale ilinde sanayi esas olarak tarıma ve ormancılığa dayanmaktadır ancak kömürlü termik santraller, demir, çelik ve çimento endüstrileri ve madencilik gibi çevreye zararlı sektörler büyümeye devam etmektedir.²⁸

Çanakkale ilinde, bir kısmı halihazırda Türkiye'nin en büyük 10 kirlenici santrali arasında yer alan beş

adet faal kömürlü termik santral bulunmaktadır. Bu raporun değerlendirmesine göre, Bekirli santrali hem SO₂ hem de PM emisyonları açısından Türkiye'nin en kirlenici 7. santraliyken, Cenal santrali de PM emisyonları açısından 10. sırada yer almaktadır.

Ayrıca, toplam 4.360 MW kurulu gücünde beş yeni santral planı bulunmaktadır. Bunlardan üçü lisans almıştır, ikisi ise ön lisans aşamasındadır.⁶

Çanakkale şehrini ve tüm bölgeyi önemli bir kirlilik artışı ve bunun neticesinde çok ağır sağlık sonuçları beklemektedir.



Tablo 2

Çanakkale'deki büyük kömürlü termik santrallerin kirlетici emisyonları

	Emisyon (ton/yıl)			Kurulu güç (MW)	Kömür türü	Filtre sistemi	İlk ünitenin işletmeye alınma yılı
	PM	SO ₂	NO _x				
Bekirli	1,298	10,390	5,196	1,200	İthal taş kömür	PM ✓ SO _x ✓ NO _x ✓	2011
Cenal	788	5,250	5,250	1,320	İthal taş kömür	PM ✓ SO _x ✓ NO _x ✓	2017
İÇDAŞ Biga	510	4,089	5,112	405	İthal taş kömür	PM ✓ SO _x - NO _x -	2005
18 Mart Çan	70	5,918	1,268	320	Linyit	PM ✓ SO _x - (2019) NO _x -	2005
Çan-2	157	1,045	1,045	330	Linyit	PM ✓ SO _x ✓ NO _x ✓	2018

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2017 yılında "Çanakkale'de Temiz Hava Eylem Planı" raporunu yayınlamıştır. Raporda, hava kalitesini iyileştirmek için evsel ısınmada kömür kullanımının azaltılması ve kişisel elektrik tüketiminin azaltılması gibi eylemler sıralanmaktadır. Ancak raporda, kömürlü termik santraller için önlem alınmasını önerilmemiştir²⁹. Rapor, ayrıca kükürt kirliliği sorununun da altını çizmektedir.

Hem 18 Mart Çan, hem de Çan-2 kömürlü termik santralleri yerli linyit kömürü kullanmaktadır. Bu raporun bulgularına göre 18 Mart Çan kömürlü termik santralinden kaynaklanan SO₂ kirliliği Çan-2'nin yarattığı kirlilikten fazladır çünkü 18 Mart Çan DeSOx sistemi kurulumunu 2020'ye ertelemiştir (Tablo 2).



"Tıp misyonunun temel ilkesi, insan sağlığını korumaktır, bu da hastalık henüz oluşmadan nedenleriyle mücadele etmek anlamına gelmektedir. Çanakkale ilinde insan sağlığının korunması ve sağlık yükünün azaltılması ancak ısınma amaçlı kömür kullanımının kontrol altına alınması ve Çanakkale'de planlanan yeni kömürlü termik santral projelerinin durdurulması mümkündür."

Doç. Dr. Haluk Çalışır
Türk Toraks Derneği



"Çanakkale kentinde halihazırda beş kömürlü termik santral faaliyet göstermektedir ve bunların yarattığı kirliliğe rağmen daha fazla kömürlü termik santral planlanmaktadır. Çanakkale'deki Cenal kömürlü termik santrali, etki değerlendirme raporları aleyhine açılan davaların devam etmesine rağmen faaliyetlerini sürdürmektedir. Türkiye, Paris Anlaşması'nı acilen onaylamalı ve iklim krizini daha da ağırlaştıran, sağlığımızı ve çevremizi tehdit eden kömüre dayalı enerji üretiminden vazgeçmelidir."

Dr. Eftal Yıldırım
Çanakkale Tabip Odası Başkanı



Adana ve Hatay (İskenderun Körfezi)

Türkiye'nin güneydoğu Akdeniz bölgesinde yer alan İskenderun Körfezi, Adana, Mersin ve Hatay olmak üzere üç büyük şehri içeren nüfus yoğun bir bölgedir. Bölgenin toplam nüfusu yaklaşık altı milyondur, nüfusun Türkiye ve Suriye'den gelen göçlerle artması beklenmektedir.

Tarım, bölgenin başlıca ekonomik faaliyetidir ve kalabalık bir mevsimlik tarım işçisi nüfusu bulunmaktadır. Bu bölge, aynı zamanda Türkiye'nin önemli sanayi bölgelerinden biridir ve çok sayıda ağır, enerji yoğun sanayi tesislerine ev sahipliği yapmaktadır.

2020 yılı sonu itibarıyla bölgede toplam 2.860 MW kurulu gücünde üç adet işletmede kömürlü termik santral (Adana'da Tufanbeyli ve Sugö-

zü İsken, Hatay'da Atlas) bulunmaktadır. Adana ilinde ayrıca planlama ve inşaat aşamasında toplam 5.445 MW kurulu gücünde beş kömürlü termik santral bulunmaktadır. Bunlardan üçü lisans öncesi aşamdadır, biri lisans almıştır (2019 Temmuz verisiyle). Hunutlu santrali ise yerel sağlık ve çevre STK'larının inşaat alanının koruma altındaki önemli bir deniz kaplumbağası yuvalama alanı olması sebebiyle yaptıkları itirazlara rağmen, şu anda inşaat halindedir³⁰.

Bu çalışmaya göre Adana'daki Sugözü İsken kömürlü termik santrali, SO₂ emisyonları açısından Türkiye'nin en kirlenici 10. santraldir ve İskenderun Körfezi'ndeki en eski santraldir (tablo 3). Adana şehir merkezinde hava kalitesi şimdiden çok düşüktür³¹.



Tablo 3 Adana ve Hatay'daki büyük kömürlü termik santrallerin kirlenici emisyonları

	Emisyon (ton/yıl)			Kurulu güç (MW)	Kömür türü	Filtre sistemi	İlk ünitenin işletmeye alınma yılı
	PM	SO ₂	NO _x				
Sugözü İsken	690	9.188	4.594	1.210	İthal taş kömür	PM ✓ SO _x ✓ NO _x ✓	2003
Atlas	256	5.102	5.102	1.200	İthal taş kömür	PM ✓ SO _x ✓ NO _x ✓	2014
Tufanbeyli Enerjisa	393	2.613	2.613	450	Linyit	PM ✓ SO _x ✓ NO _x -	2016

HEAL, daha önce yayınladığı bir değerlendirmede, hava kalitesi konsantrasyonlarının DSÖ önerilerine uygun olarak iyileştirilmesiyle, 2019 yılında 2.072 erken ölüm vakasının önlenilebileceği tahmininde bulunmuştur. Bu değerlendirme, 2019 yılındaki 30 yaş üstü ölümlerin beşte birinde hava kirliliğinin bir faktör olarak rol oynadığını göstermiştir.³² Ayrıca, hali hazırda İskenderun Körfezi'ndeki her iki kömürlü termik santralin çevresindeki yerleşim yerlerinde kanser vaka sayısı ve türünde artış olduğu bilinmektedir.³²

2020 yılında yapılan araştırmaya göre, işletilen üç kömürlü termik santral ömürleri boyunca 5.350 erken ölüme neden olacaktır; şu anda yapım aşamasında olan Hunutlu kömürlü termik santralinin ise işletmede kalacağı 40 yılda 2.080 erken ölüme neden olacağı öngörülmektedir.³²

Sağlık çalışanlarının, Adana Tabip Odası, Adana Barosu ve sivil toplum kuruluşlarının yeni kömürlü termik santrallere ve özellikle Hunutlu'ya dair endişeleri artırmıştır. Hunutlu kömürlü termik santrali, Kuşak ve Yol Girişimi (KYG) dahilinde Çin menşeli özel sektör tarafından finanse edilmektedir. Haziran 2020'de, 20'den fazla uluslararası ve ulusal sivil toplum kuruluşu, Çin Kalkınma Bankası, ICBC ve Bank of China gibi birkaç Çin bankasına Hunutlu'ya yönelik mali desteklerini geri çekmeye davet eden bir mektup göndermiştir. Mektupta, bu projenin Çin'in yeşil finans politikaları açısından açtığı tartışmaların yanı sıra Türkiye'deki düzenlemelere ve uluslararası anlaşmalara da aykırı olduğu belirtilmiştir. Hunutlu, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan 2009/10 genelgede koruma altındaki bir yuvalama alanı olarak geçen Sugözü plajının çevresinde inşa edilmektedir. Bu bölgede bir termik santralinin kurulması, hem yuvalama alanları için bir tehdit oluşturacaktır hem de Türkiye ve Çin'in imzaladıkları Bern Sözleşmesi ve Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi'ni ihlal edecektir.³³



"Bu ölçekte bir yatırımın hem Çin'e hem de Türkiye'ye, en önemlisi de kömürlü termik santralin etkileyeceği yerel topluluklara fayda sağlaması gerekmektedir. İthal kömürle çalışacak bu projenin çevre, iklim ve biyolojik çeşitlilik üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı toplumumuza ve ülkemize fayda sağlayacağına inanmıyoruz. Türkiye ve Çin'deki paydaşlara fayda sağlayacak güneş ve rüzgar gibi temiz sektörlerin desteklenmesini talep ediyor ve Çin bankalarından sürdürülebilir kalkınma temelinde hareket etmelerini ve Çin'in yeşil finansman politikalarına uymalarını istiyoruz."

Dr. Sadun Bölükbaşı

Adana Çevre ve Tüketiciyi Koruma Derneği Başkanı



Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan Eskişehir'in nüfusu 887.000'dir. Hem Eskişehir, hem de komşusu başkent Ankara ve Kütahya illerinde linyit madenleri ve linyitle çalışan kömürlü termik santraller bulunmaktadır. Eskişehir ilinde 2016 yılında kurulmuş 145 MW kurulu gücünde Yunus Emre isminde büyük bir kömürlü termik santral bulunmaktadır, ancak bu santral faal değildir ve 2019 yılında düzenli olarak çalışmadığı için bu rapordaki hesaplamalarda dikkate alınmamıştır.

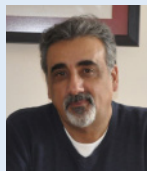
Planlanan 1.080 MW kurulu gücündeki Alpu kömürlü termik santrali ise şu anda ön geliştirme aşamasındadır. 2018 yılında hem sağlık hem de çevre örgütleri Alpu'ya dair endişelerini ifade etmiş, sağlık etki değerlendirmesi yapılması çağrısında bulunmuştur.³⁴ 2020 yılında ise sağlık ve çevre örgütleri Türkiye'nin ilk kömürlü termik santral sağlık etki değerlendirmesi olan Eskişehir/Alpu Sağlık Etki Değerlendirmesi'ni yayımlamıştır.³⁵



"Alpu kömürlü termik santrali ve hava kirliliği ve halk sağlığı üzerindeki etkileri yeniden değerlendirilmelidir ve santralin ihale süreci iptal edilmelidir. Alpu santrali, yılda 7,8 milyon ton kömür yakacak şekilde tasarlanmıştır ve bu da evlerde ısınma amaçlı kullanılan miktarın 156 katından fazladır. Ayrıca, hava kirlilik emisyondaki her bir 10µg/m³'lük artış, akciğer kanserine bağlı erken ölüm oranlarında yüzde 15-27 kadar bir artış anlamına gelmektedir".

Prof. Dr. Çiğdem Çağlayan

Türkiye Halk Sağlığı Uzmanları Derneği (HASUDER)



"2013 yılında, Dünya Sağlık Örgütü dış ortam hava kirliliğini, "insanlar için kanserojen" anlamına gelen "grup-1" kanserojen olarak sınıflandırdı. Eskişehir, Türkiye'de kanserden ölüm oranlarının en yüksek olduğu beş ilden biridir. Planlanan Alpu kömürlü termik santralinin faaliyete geçmesi halinde Eskişehir'deki kansere bağlı ölüm vakaları önümüzdeki 35 yıl içinde önemli ölçüde artacaktır."

Dr. Mehmet Akif Aladağ

Eskişehir-Bilecik Tabip Odası Yönetim Kurulu Başkanı



Muğla: Filtreler yeterli değil

Muğla, Türkiye'nin güney batısında, Ege kıyılarında bir ildir. Yaklaşık 1 milyon nüfusuyla aynı zamanda uluslararası üne sahip turizm beldelerine de ev sahipliği yapmaktadır.

Kömür, Muğla ilinde son 38 yıldır önemli bir rol oynamaktadır. Muğla'da 27 yaşından büyük ve linyitle çalışan üç faal kömürlü termik santral bulunmaktadır. Halihazırda, toplam 460 MW kurulu gücünde planlanan (ilan edilen ve lisans öncesi) iki santral bulunmaktadır⁶. Muğla bölgesi ayrıca üç termik santrali besleyen birkaç linyit madenine de ev sahipliği yapmaktadır. Bu madenlerin inşaatları tarım arazilerini ve sekiz köyü yerinden etmiştir³⁶.

Bu raporun bulgularına göre, Yatağan kömürlü termik santrali Türkiye'de PM açısından 7., SO₂ emis-

yonu açısından ise 8. en kirli santraldir. Kemerköy kömürlü termik santrali ise SO₂ emisyonlarında Türkiye'nin en kirlitici 9. santralidir. Bölgedeki her üç santral de SO₂ emisyonlarını azaltan DeSOx sistemlerine sahiptir ancak filtrelerin 7/24 çalışıp çalışmadığı veya yaşlarına göre düzenli olarak bakımlarının yapılıp yapılmadığı kamuoyu tarafından halen bilinmemektedir. Bununla beraber bu çalışmada, varolan tüm filtrelerin çalıştığı kabul edilmiştir. Genel olarak, filtreler kirliliği azalsa da sifıra indiremez ve zaman içerisinde verim kaybı yaşanabilir. CAN Europe tarafından yapılan son araştırmaya göre, üç kömürlü termik santralin yılda 280 erken ölüme neden olduğu tahmin edilmektedir³⁶.



2 yeni santral planlanıyor

Tablo 4

Muğla'daki büyük kömürlü termik santrallerin hava kirletici emisyonları

	Emisyon (ton/yıl)			Kurulu güç (MW)	Kömür türü	Filtre sistemi	İlk ünitenin işletmeye alınma yılı
	PM	SO ₂	NO _x				
Yatağan	1.176	10.146	18.405	630	Lignite	PM ✓ SO _x ✓ NO _x -	1982
Kemerköy	336	10.020	7.896	630	Lignite	PM ✓ SO _x ✓ NO _x -	1993
Yeniköy	278	8.488	6.214	420	Lignite	PM ✓ SO _x ✓ NO _x -	1986



“Hava kirliliği ve iklim krizi tüm dünyada tartışılırken ve bilim insanları bu krizi durdurmak için çok az vaktimiz kaldığını açıklarken, Muğla bölgesindeki üç kömürlü termik santral, yerel halkın şikayetlerine rağmen faaliyetlerini sürdürmektedir. Maden alanlarının planlanan kapasite artışı ve genişletilmesi, köylerin ve ormanların yok edilmesi anlamına gelmektedir. Bölge sakinlerinden aldığım bilgiler doğrultusunda, bir vatandaş ve hekim olarak bu santrallerin gerekli çevresel tedbirler altında çalıştırılmamasından endişe edtmekteyim. Üstelik bir yılı aşkın süredir, ölçüm cihazının arızalanması nedeniyle Yatağan'ın hava kalitesine dair hiçbir bilgi yoktur. Bu kadar riskli bir bölgede ne soluduğumuzu bilmiyoruz.”

Prof. Dr. Sebahat Genç Göğüs Hastalıkları Uzmanı
Türk Toraks Derneği

6.

Çözüm: Sağlıklı enerjiye geçiş yapmak



COVID-19 sağlığını, sağlık sistemlerimizin ve toplumumuzun kırılganlığını ve daha dirençli olmamız gerektiği ortaya koymuştur. Çevre kirliliğini, iklim değişikliğini ve bunlarla ilişkili sağlık sonuçlarını azaltmak için küresel düzeyde bugün acil eyleme geçmek her zamankinden daha büyük bir gerekliliktir.

Türkiye, fosil yakıtla dayalı enerji üretiminin neden olduğu ağır sağlık yükünü hafifletmek için farklı enerji üretim biçimlerinin dışsal maliyetlerini dikkate almalıdır. Bu maliyetler hesaba katılınca, ortaya çıkan yegane sonuç fosil yakıtlardan vazgeçilmesi ve kömüre

dayalı elektrik üretiminin aşamalı olarak sona erdirilmesidir.

Fosil yakıtların gerçek sağlık ve çevre maliyetleri, elektrik üretimi hakkındaki karar verme süreçlerinde hala dikkate alınmamaktadır. Yakın zamanda yapılan bir araştırmaya göre, fosil yakıtların neden olduğu sağlık maliyetleri, fosil yakıtlara verilen ölçülebilir teşviklerin 10 katından yüksektir³⁷. Hem teşvikler, hem de dışsal sağlık ve çevre maliyetleri için harcanan finansman sağlık sistemine tahsis edilebilir.

Filtreler kirlilik sorununa çözüm değil

Kömür santrallerinde tozu (partikül madde - PM), SO_x (sülfür oksitler) ve NO_x'i (azot oksitler) tutmak için üç tip filtre sistemi vardır. Filtre sistemleri kömürlü termik santral emisyonlarını sadece ulusal mevzuat tarafından belirlenen emisyon sınırlara indirmeyi hedefler. Türkiye'de bazı kömürlü termik santraller üç tip filtre sistemine de sahiptir, ancak veri eksikliğinden dolayı tüm santrallerin emisyon limitlerine uyup uymadığını anlamak mümkün değildir.

En iyi filtre sistemleri bile, bacalardan yayılan hava kirliticilerini yalnızca bir noktaya kadar sınırlayabildikleri için kronik hava kirliliğine çözüm teşkil etmezler. Filtreler ayrıca CO₂ salımını engellemez, yani kömürün iklim değişikliğini tetiklemedeki rolünü azaltmaz.

Filtrelerin yanı sıra, kömür türü ve enerji içeriği ve kazan teknolojisi de bacalardan salınan hava kirlitici emisyonları etkilemektedir. Ayrıca baca çapı ve yüksekliği gibi, baca tasarım unsurları kirliliğin dağılımını etkilemektedir.

Tüm bu teknik detaylara çevre izni aşamasında karar verilmektedir ve bunlar ulusal mevzuata uygun şekilde tasarlanmaktadır. Türkiye'de endüstriyel kirliliği sınırlandıran iki düzenleme bulunmaktadır: Ölçülen hava kirliliğine ilişkin "Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği" ve kömür santralleri dahil, sanayiden kaynaklanan hava kirliliğine ilişkin "Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği".

2013 yılında Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde belirtilen hava kirliliği sınır değerleri, 2019'a kadar azaltılarak AB sınır değerlerine indirilmek üzere revize edilmiştir. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği de 2019 yılına kadar sınır değerlerin azaltılması için revize edilmiştir; ancak bu yönetmelikte yer alan sınır değerler hala AB standartlarının üzerindedir.³⁹



Halk sağlığı kazanımı: Daha iyi filtre sistemleri

Türkiye’de 2000-2015 yılları arasında linyit ve taş kömürü ile çalışan 19 santralden 11’i özelleştirilmiştir. 2013’te ve 2016’da özel sektör operatörlerine sağlanan bir dizi teşvik/muafiyet çevre mevzuatına uygun filtre teknolojileri için tanınan süreyi 31 Aralık 2019’a uzatmıştır³⁸. Ancak, yeni operatörlerin çoğu daha iyi filtreler için herhangi bir adım atmamıştır. 2019 yılının ilk aylarında, sürenin iki yıl daha uzatılması Türkiye Büyük Millet Meclisi’nde tartışılmış, ancak sağlık örgütlerinin de aralarında bulunduğu sivil toplum örgütlerinin endişelerini dile getirmelerinin ardından muafiyetin uzatılması rafa kaldırılmıştır. 13 kömürlü termik santralde (11 özelleştirilmiş ve 2 kamuya ait) durum tespiti için yapılan incelemeler neticesinde, 6 kömürlü termik santral filtre sistemi takmak üzere 2020’nin ilk yarısında kapatılmış, 4 santrale çevre izinlerine başvurmaları şartıyla geçici faaliyet izni verilmiş, 3 santrale ise çevre izni verilmiştir (filtreler hakkında ayrıntılı bilgi için bkz. Ek 2).

Kömürden çıkış: İklim, temiz hava ve sağlık için üçlü kazanım

Kömürlü termik santraller sadece neden oldukları hava kirliliğine bağlı sağlık sorunu teşkil etmez, elektrik üretmek için yakılan kömür aynı zamanda büyük miktarlarda CO₂ emisyonuna neden olarak, sağlığımızı birçok yönden etkileyen iklim değişikliğini de körükler.

Lancet Countdown 2020 raporu, hiçbir kıtanın, ülkenin veya topluluğun iklim değişikliğinin sağlık etkilerinden muaf olmadığını vurgulamıştır⁴⁰. İklim değişikliği, temiz hava, temiz içme suyu, yeterli gıda ve güvenli barınma gibi, pek çok sosyal ve çevresel sağlık belirleyicisini etkilemektedir.

Şekil 10

İklim değişikliğinin bazı sağlık etkileri⁴⁰



Aşırı hava olaylarının artması, özellikle daha sık ve daha şiddetli sıcak dalgaları, ve yoğun ve kesintisiz yağmurun neden olduğu fırtına ve seller. Bu olaylar enfeksiyon, yaralanma ve hatta ölüm gibi fiziksel sağlık etkilerinin yanı sıra stres, endişe bozukluğu, travma ve depresyon gibi psikolojik belirtilerle de ilişkilendirilebilmektedir.



Yeni hastalıklar ve bitkilerin yayılması, örneğin keneler ve sivrisinekler, kanarya otu (ambrosia) veya diğer polenler.



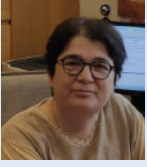
Alerji mevsiminin uzaması.



İçme suyu ve gıdanın kalitesi ve miktarı üzerindeki etkisi.

İklim değişikliğiyle mücadele için harekete geçmenin önemini kabul eden dünya liderleri, 2015 yılında Paris İklim Anlaşması'nı imzalamıştır. Paris Anlaşması'nın hedefi küresel sıcaklık artışını sanayi öncesi seviyelere kıyasla 2°C derecenin olabildiğince altında, ve hatta tercihen 1,5°C derecede tutabilmektir.

Türkiye şu anda Paris Anlaşması'nı resmi olarak onaylamayan tek G20 ülkesidir ve anlaşmayı imzalayan 197 ülke arasından onaylamayan yedi ülkeden biridir.⁴¹ Yapılan bağımsız değerlendirmelerde, Türkiye'nin 2030 yılı için belirlediği CO₂ emisyon azaltım hedefinin kritik derecede yetersiz olduğu belirtilmektedir.⁴²

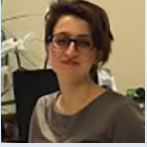


"Küresel iklim değişikliğiyle mücadele, ertelenebilecek bir sorun değildir. Derhal önlem almazsak, aşırı hava olaylarından ciddi şekilde etkileneceğiz. Sıcak dalgaları, bulaşıcı hastalıklar ve dünyanın diğer bölgelerinden yayılabilecek yiyecek ve su kaynaklı hastalıklar ölüme neden olabilir. Su kıtlığı, kuraklık, yetersiz besin ve kitle-sel göçlerin baskısıyla karşı karşıya kalacağız. Çocuklarımız için istediğimiz gelecek bu olamaz. İklim değişikliğini durdurmak için tüm önlemleri uygulamalıyız, özellikle fosil yakıtları aşamalı olarak kaldırmalıyız."

Prof. Dr. Çiğdem Çağlayan

Halk Sağlığı Uzmanı,

HASUDER, Temiz Hava Hakkı Platformu-Türkiye



"Vatandaşların temiz bir çevrede yaşama hakkını savunmak, hekimler için temel bir görevdir. Bu nedenle vatandaşları ve sağlıklı bir çevrede yaşama haklarını korumak için fosil yakıtı dayalı enerji üretiminden vazgeçilmesini talep ediyoruz."

Doç. Dr. Gamze Varol

Türk Tabipleri Birliği, Temiz Hava Hakkı Platformu-Türkiye,

Namık Kemal Üniversitesi Halk Sağlığı Bölüm Başkanı

7.

Kömür bağımlılığının sonlandırılması için öneriler ve sağlık sektörüne katılım çağrısı



Türkiye'deki politika yapıcılar için öneriler

- Mevcut ve eskimiş kömürlü termik santrallerin en kısa sürede kapatılması ve yenilerinin inşa edilmemesi.
- Sağlık ve çevre etki değerlendirmeleriyle birlikte kısa ve uzun vadeli analizler ile yerel ve sınır ötesi etkileri de içeren, ekonomik maliyet fayda analizlerine dayanan bilinçli enerji seçimleri yapılması.
- Elektrik sektöründen kaynaklanan emisyonların raporlanarak veri şeffaflığının artırılması ve bunların bilimsel olarak değerlendirmesine izin verilmesi. Bağımsız araştırma ve değerlendirmenin yürütülmesine olanak sağlamak için, kömürlü termik santraller de dahil olmak üzere büyük yakma tesislerinden kaynaklanan emisyonlara ilişkin verilerin kamuoyuna açılması (ve ayrıca E-PRTR'a raporlanması).
- İlçe düzeyinde sağlık istatistiklerinin kamuoyuyla paylaşılması.
- Ekonomi, enerji ve çevre mevzuatları ve stratejilerini birbirleriyle ilişkilendirilerek enerji sektörü planlamasının geliştirilmesi ve uzmanların ve halkın katılımına izin verilerek, şeffaflığın artırılması.
- Sürdürülebilir yenilenebilir enerji ve enerji tasarrufu biçimlerinin tercih edilmesi. Güneş ve rüzgar enerjisinin ucuzlamasından yararlanılması. Yenilenebilir enerji kullanımının artırılması için tarife ve tarife dışı engellerin (düzenleyici, idari vb.) kaldırılması.
- Dönüm noktası niteliğindeki Paris İklim Anlaşması'nın onaylanması ve iddialı bir Ulusal Katkı Beyanı (NDC) ile yenilenebilir enerji kaynaklarının paylarının artırılmasına dair hedeflerinin belirlenmesi. İklim değişikliğiyle daha güçlü bir mücadele taahhüdü ile 2030 sera gazı azaltım hedefinin benimsenmesini, yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği hedefleri belirlenmesini de kapsamaktadır. Tüm bu önlemler hem halk sağlığı açısından yarar sağlayacak, hem de sağlık harcamalarını azaltacaktır.

Sağlık sektörü için öneriler

- Sağlık ve tıp örgütlerinin ve uzmanların kömür ve enerji üretiminin sağlık üzerindeki etkileri ve maliyetleri hakkındaki tartışmalara katılımlarının, halka açık toplantılarda iletişim kanalları kullanılarak ve bilimsel kanıt sunularak, artırılması.
- Halk sağlığı alanında kazanımlarının önünü açmak ve enerji dönüşümünü hızlandırmak için hava kalitesi iyileştirilmelerinin ve iklim eylemlerinin önünün açılması. Bunun için, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından yayımlanan COVID-19 Manifestosu,⁴³ DSÖ stratejisi,⁴⁴ sağlık, çevre ve iklim değişikliği yol haritası,⁴⁵ hava kirliliği sağlık etkilerine ilişkin kararları⁴⁶ ve DSÖ'nün Çevre ve Sağlık Bakanları Ostrava Konferansı Kararı gibi materyallere ve kanıtlara vurgu yapılması.
- Varlıklı ve yoksul her ülkenin iklim değişikliğinden halihazırda etkilendiğini vurgulayan Lancet Countdown yayınlarının⁴⁰ paylaşılması.
- Ekonomi ve halk sağlığı toplantılarında kömüre dayalı enerji üretiminin gerçek maliyetlerinin vurgulanması ve kömürün ödenmeyen sağlık faturasının azaltılmasının halk sağlığına sağlayacağı faydalara dair halkın bilinçlendirilmesine yönelik çalışılması.
- Sağlık bakanlıkları tarafından, temiz hava faaliyet ve planlarının ve de, kömür kirliliğini azaltmaya yönelik önlemler ve kömür kullanımının sonlandırılması planlarını ve azaltım önlemlerini destekleyen enerji ve iklim politikalarının tasarımı ve uygulanmasına katkı sunulması.

8.

Ekler

Ek 1: Sağlık etkileri ve sağlık maliyetleri

Tablo 1 Santrallerin yarattığı hava kirliliğinin etkilenen tüm bölgelerdeki toplam sağlık etkileri, 2019

Sağlık etkisi	Kirletici	Birim	Hastalık yükü (ortalama)
Ölüm	tümü	vaka	4.818
- Yetişkin ölüm	PM _{2,5}	vaka	4.270
- Yenidoğan ölüm (1 yaşa kadar)	PM _{2,5}	vaka	27
- Yetişkin ölüm	NO ₂	vaka	173
- Yetişkin ölüm	cıva	vaka	352
Erken doğum	PM _{2,5}	vaka	3.070
Çocuklarda bronşit	PM ₁₀	etkilenen çocuk sayısı	26.500
Yetişkinlerde kronik bronşit insidansı	PM ₁₀	yeni vaka	3.230
Solunum hastalıklarına bağlı hastaneye başvuru	PM _{2,5} , NO ₂ ve ozon	hastaneye başvuru	3.032
Kalp damar hastalıklarına bağlı hastaneye başvuru (felç dahil)	PM _{2,5} ve ozon	hastaneye başvuru	2.632
Astım hastası çocuklarda astım ve bronşit belirtileri	PM ₁₀ ve NO ₂	gün	237.037
İş günü kaybı (20-65 yaş)	PM _{2,5}	gün	1.480.000
Hasta geçirilen gün (20 yaş altı ve 65 yaş üstü)	PM _{2,5}	gün	11.300.000
Nörolojik hasar (IQ puanı)	cıva	IQ puan kaybı / yıl	8.850

Tablo 2

Santrallerin yarattığı hava kirliliğinin etkilenen tüm bölgelerdeki toplam sağlık maliyeti, 2019, milyon EUR

Sağlık etkisi	Kirletici	Hastalık Birimi	Asgari	Azami
Ölüm	tümü	vaka	4.730	10.003
- Yetişkin ölüm	PM _{2,5}	vaka	4.400	8.950
- Yenidoğan ölüm (1 yaşa kadar)	PM _{2,5}	vaka	36	122
- Yetişkin ölüm	NO ₂	vaka	215	542
- Yetişkin ölüm	cıva	vaka	82	397
Erken doğum	PM _{2,5}	vaka	65	142
Çocuklarda bronşit	PM ₁₀	etkilenen çocuk sayısı	-2*	14
Yetişkinlerde kronik bronşit insidansı	PM ₁₀	yeni vaka	45	201
Solunum hastalıklarına bağlı hastaneye başvuru	PM _{2,5} , NO ₂ ve ozon	hastaneye başvuru	0	5
Kalp damar hastalıklarına bağlı hastaneye başvuru (felç dahil)	PM _{2,5} ve ozon	hastaneye başvuru	0	4
Astım hastası çocuklarda astım ve bronşit belirtileri	PM ₁₀ ve NO ₂	gün	1	7
İş günü kaybı (20-65 yaş)	PM _{2,5}	gün	41	55
Hasta geçirilen gün (20 yaş altı ve 65 yaş üstü)	PM _{2,5}	gün	308	387
Nörolojik hasar (IQ puanı)	cıva	IQ puan kaybı / yıl	8	40
TOPLAM (Milyon EUR)			5.200	10.900
TOPLAM (Milyon TRY)			47.405	99.369

Tüm sağlık etkilerine (cıva hariç) ilişkin verilen asgari ve azami değerler, maliyet hesaplamasından değil hastalık yükü hesabındaki konsantrasyon-yanıt fonksiyondan kaynaklanmaktadır. Konsantrasyon-yanıt fonksiyonlarının alındığı HRAPIE araştırmasında yüzde 95'lik güven aralıklarına göre asgari ve azami rölatif riskler belirtilmiştir. Cıva hasarı maliyetinin asgari ve azami değerleri için AMAP/BM Çevre (2019) emisyon verilerindeki tahminler kullanılmıştır.

*Ozon ve dolayısıyla SOMO35'e bağlı bu hastalık yükü ozon emisyonlarındaki negatif ayrışmadan ötürü 0'ın altında verilmiştir. Ozonun kimyası son derece karmaşıktır, atmosferdeki NO_x veya VOC yoğunluğuna göre SO₂ emisyonları ozon konsantrasyonunda azalmayı, NO_x emisyonları ise azaltmaya veya arttırmaya neden olabilir. Bu etki aynı kirletici kaynak için bile yılın farkı zamanlarına göre değişebilir.

Tablo 3

Santrallerin yarattığı hava kirliliğinin sadece Türkiye'deki sağlık etkileri, 2019

Sağlık etkisi	Kirletici	Birim	Hastalık yükü (ortalama)
Ölüm	tümü	vaka	1.852
- Yetişkin ölüm	PM _{2.5}	vaka	1.670
- Yenidoğan ölüm (1 yaşa kadar)	PM _{2.5}	vaka	16
- Yetişkin ölüm	NO ₂	vaka	166
- Yetişkin ölüm*	cıva	vaka	
Erken doğum	PM _{2.5}	vaka	1.345
Çocuklarda bronşit	PM ₁₀	etkilenen çocuk sayısı	12.043
Yetişkinlerde kronik bronşit insidansı	PM ₁₀	yeni vaka	1.452
Astım hastası çocuklarda astım ve bronşit belirtileri	PM ₁₀ ve NO ₂	gün	102.922
Solunum hastalıklarına bağlı hastaneye başvuru	PM _{2.5} , NO ₂ ve ozon	hastaneye başvuru	1.490
Kalp damar hastalıklarına bağlı hastaneye başvuru (felç dahil)	PM _{2.5} ve ozon	hastaneye başvuru	1.209
İş günü kaybı (20-65 yaş)	PM _{2.5}	gün	282.193
Hasta geçirilen gün (20 yaş altı ve 65 yaş üstü)	PM _{2.5}	gün	5.163.216
Nörolojik hasar (IQ puanı)*	cıva	IQ puan kaybı / yıl	

*Cıva maruziyetine bağlı hastalık yükleri kümülatif hesaplanmakta olup, kullanılan yöntemde herhangi bir coğrafi sınır ile kestirim yapmak mümkün değildir.

Tablo 4

Santrallerin yarattığı hava kirliliğinin sadece Türkiye'deki sağlık maliyetleri, 2019, milyon EUR

Sağlık etkisi	Kirlenici	Birim	Sağlık Maliyeti (milyon EUR)	
			Asgari	Azami
Ölüm	tümü	vaka	2.598	5.420
- Yetişkin ölüm	PM _{2,5}	vaka	2.367	4.811
- Yenidoğan ölüm (1 yaşa kadar)	PM _{2,5}	vaka	27	91
- Yetişkin ölüm	NO ₂	vaka	205	518
- Yetişkin ölüm*	cıva	vaka		
Erken doğum	PM _{2,5}	vaka	34	74
Çocuklarda bronşit **	PM ₁₀	etkilenen çocuk sayısı	-1	6
Yetişkinlerde kronik bronşit insidansı	PM ₁₀	yeni vaka		2
Astım hastası çocuklarda astım ve bronşit belirtileri	PM ₁₀ ve NO ₂	gün	0	3
Solunum hastalıklarına bağlı hastaneye başvuru	PM _{2,5} , NO ₂ ve ozon	hastaneye başvuru	0	3
Kalp damar hastalıklarına bağlı hastaneye başvuru (felç dahil)	PM _{2,5} ve ozon	hastaneye başvuru	0	0
İş günü kaybı (20-65 yaş)	PM _{2,5}	gün	11	15
Hasta geçirilen gün (20 yaş altı ve 65 yaş üstü)	PM _{2,5}	gün	192	241
Nörolojik hasar (IQ puanı)*	cıva	IQ puan kaybı / yıl		
TOPLAM (Milyon EUR)			2.860	5.880
TOPLAM (MilyonTRY)			26.073	53.604

Tüm sağlık etkilerine (cıva hariç) ilişkin verilen asgari ve azami değerler, maliyet hesaplamasından değil hastalık yükü hesabındaki konsantrasyon-yanıt fonksiyondan kaynaklanmaktadır. Konsantrasyon-yanıt fonksiyonlarının altındığı HRAPIE araştırmasında yüzde 95'lik güven aralıklarına göre asgari ve azami rölatif riskler belirtilmiştir. Cıva hasarı maliyetinin asgari ve azami değerleri için AMAP/BM Çevre (2019) emisyon verilerindeki tahminler kullanılmıştır.

*Cıva maruziyetine bağlı hastalık yükleri kümülatif hesaplanmakta olup, kullanılan yöntemde herhangi bir coğrafi sınır ile kestirim yapmak mümkün değildir.

** Ozon ve dolayısıyla SOMO35'e bağlı bu hastalık yükü ozon emisyonlarındaki negatif ayrışmadan ötürü 0'ın altında verilmiştir. Ozonun kimyası son derece karmaşıktır, atmosferdeki NOx veya VOC yoğunluğuna göre SO₂ emisyonları ozon konsantrasyonunda azalmayı, NOx emisyonları ise azaltmaya veya arttırmaya neden olabilir. Bu etki aynı kirlenici kaynak için bile yılın farkı zamanları göre değişebilir.

Ek 2: Büyük kömürlü termik santrallerin detayları

Aşağıdaki tabloda büyük kömürlü termik santrallerin yıllık PM, SO₂ ve NO_x emisyonları (alfabetik sırayla) listelenmektedir.

Elektrik üretimi ile ilgili veriler, bir gerçek zamanlı resmi veri kaynağı olan EPIAŞ Şeffaflık Platformu veri tabanından alınmıştır. Aşağıdaki tabloda yer alan kazan ve filtre tipleri, Makine Mühendisleri Odası'nın makalesinden,⁴⁷ santrallerin 2020 yılında askıya alınma durumları ise Çevre ve Şehircilik Bakanı'nın resmi açıklamasından⁴⁸ alınmıştır.

Santral düzeyinde daha ayrıntılı bilgi için bkz. Ek 4.

Tablo 5 Büyük kömürlü termik santrallerin kirlenici emisyonları ve bazı ayrıntıları

Santral adı	Şehir	Kurulu güç(MW)	Ünite sayısı	2019 elektrik üretimi (MWh)	Kömür türü	Kazan tipi	Toz tutma (2019)	DeSO _x (2019)	DeNO _x (2019)	İşletmeye alındığı tarih	İşletmede olduğu yıl sayısı	PM emisyonları (2019)	PM sıralaması (1-28)	SO ₂ emisyonları (2019)	SO ₂ sıralaması (1-28)	NO _x emisyonları (2019)	NO _x sıralaması (1-28)	İşletmeci (2019)	2020 yılındaki durumu
18 Mart Çan	Çanakkale	320	2	2.133.825	Linyit	Akışkan yatak	Var -ESF	Yok	Yok	2005	15	70	27	5.918	13	1.268	26	EÜAŞ	İnceleme yapıldı ve 2020'de durdurulmadı. Ocak 2020'de çevre izni aldı. 2020'de DeSox tesisi kuruldu.
Afsin Elbistan A	Kahramanmaraş	1.355	4	1.898.604	Linyit	Püskürtme kömür (pulva-rize)	Var -ESF	Yok	Yok	1984	36	3.666	3	70.232	4	4.316	16	2019'da özelleştirildi	İncelendi ve 2020 yılının ilk 6 ayı boyunca tüm üniteler durduruldu. Daha sonra 2 ünite geçici DeSox tesis kuruldu ve Haziran 2020'de geçici izin verildi.
Afsin Elbistan B	Kahramanmaraş	1.44	4	2.772.803	Linyit	Püskürtme kömür	Var -ESF	Var- Islak kireçtaşı yıkayıcı	Yok	2005	15	368	18	8.612	11	4.86	13	EÜAŞ	İnceleme yapıldı ve 2020'de durdurulmadı. Ocak 2020'de geçici izin verildi.

Üretime ara vermedi. Ocak 2020'de çevre izni verildi

Üretime ara vermedi. Ocak 2020'de geçici faaliyet belgesi verildi

2020 ilk yarısında üretime ara verdi. Haziran 2020'de geçici faaliyet belgesi verildi

İnceleme yapıldı. Ocak 2020'de kısmi izin verildi. 2020 yılı boyunca üretimi kısmen durduruldu

Santral adı	Şehir	Kurulu güç(MW)	Ünite sayısı	2019 elektrik üretimi (MWh)	Kömür türü	Kazan tipi	Toz tutma (2019)	DeSOx (2019)	DeNOx (2019)	İşletmeye alındığı tarih	İşletmede olduğu yıl sayısı	PM emisyonları (2019)	PM sıralaması (1-28)	SO ₂ emisyonları (2019)	SO ₂ sıralaması (1-28)	NOx emisyonları (2019)	NOx sıralaması (1-28)	İşletmeci (2019)	2020 yılındaki durumu
Atlas	Hatay	1.2	2	8.501.980	İthal taş kömür	Kritik üstü- püskürtme kömür	Var- Torbalı filtre	Var- Islak kireç taşı yıkayıcı	Var-SCR	2014	6	256	22	5.102	17	5.102	11	Özel sektör	İnceleme yapılmadı. Faaliyetlerine devam ediyor.
Bekirli	Çanakkale	1.2	2	8.658.498	İthal taş kömür	Kritik üstü- püskürtme kömür	Var -ESF	Var-Deniz suyu	Var-SCR	2011. 2014	9	1.298	6	10.39	7	5.196	9	Özel sektör	İnceleme yapılmadı. Faaliyetlerine devam ediyor.
Bolu Göynük	Bolu	270	2	1.963.560	Linyit	Akışkan yatak	Var -ESF	Var- Islak kireç taşı yıkayıcı	Yok	2015. 2016	5	206	24	1.378	26	1.378	25	Özel sektör	İnceleme yapılmadı. Faaliyetlerine devam ediyor.
Çan-2	Çanakkale	330	1	1.523.738	Linyit	Kritik püskürtme kömür	Var -ESF	Var- Islak kireç taşı yıkayıcı	Var	2018	2	157	25	1.045	28	1.045	27	Özel sektör	İnceleme yapılmadı. Faaliyetlerine devam ediyor.
Cenal	Çanakkale	1.32	2	9.166.738	İthal taş kömür	Ultra kritik üstü - Püskürtme kömür	Var -ESF	Var- Deniz suyu	Var-SCR	2017	3	788	10	5.25	16	5.25	8	Özel sektör	İnceleme yapılmadı. Faaliyetlerine devam ediyor.
Çatalağzı	Zonguldak	300	2	1.493.878	Yerli taş kömür	Püskürtme kömür	Var -ESF	Yok	Yok	1989	31	338	19	2.268	21	4.14	17	2014'te özelleştirildi	İncelendi ve 2020 yılının ilk 6 ayı boyunca tüm üniteler durduruldu. Daha sonra 2 ünite geçici DeSox tesisi kuruldu ve Haziran 2020'de geçici izin verildi.
Çayırhan	Ankara	620	4	4.311.860	Linyit	Püskürtme kömür	Var -ESF	Var- Islak kireç taşı yıkayıcı	Yok	1987. 1997. 1998	33	1.634	5	18.142	6	9.319	3	2000 ve 2001'nde özelleştirildi	İnceleme yapıldı ve 2020'de durdurulmadı. Ocak 2020'de geçici izin verildi.
Çolakoğlu 2	Kocaeli	190	2	1.191.008	İthal taş kömür	Akışkan yatak	Var -ESF	Var- Islak kireç taşı yıkayıcı	Yok	2015	5	30	28	1.264	27	858	28	Özel sektör	İnceleme yapılmadı. Faaliyetlerine devam ediyor.
İÇDAŞ Biga	Çanakkale	405	3	3.163.873	İthal taş kömür	Akışkan yatak	Var -ESF	Yok	Yok	2005	15	510	13	4.089	18	5.112	10	Özel sektör	İnceleme yapılmadı. Faaliyetlerine devam ediyor.

Santral adı	Şehir	Kurulu güç(MW)	Ünite sayısı	2019 elektrik üretimi (MWh)	Kömür türü	Kazan tipi	Toz tutma (2019)	DeSOx (2019)	DeNOx (2019)	İşletmeye alındığı tarih	İşletmede olduğu yıl sayısı	PM emisyonları (2019)	PM sıralaması (1-28)	SO ₂ emisyonları (2019)	SO ₂ sıralaması (1-28)	NOx emisyonları (2019)	NOx sıralaması (1-28)	İşletmeci (2019)	2020 yılındaki durumu
İzdemir	İzmir	350	1	2.484.070	İthal taş kömür	Kritik üstü-püskürtme kömür	Var -ESF	Var- Islak kireç taşı yıkayıcı	Var-SCR	2015	5	80	26	1.605	23	1.605	22	Özel sektör	İnceleme yapılmadı. Faaliyetlerine devam ediyor.
Kangal	Sivas	457	3	2.587.547	Linyit	Püskürtme kömür	Var -ESF	İngilizce kalmış	Yok	1989, 1990, 2000	31	503	14	98.288	2	4.921	12	2013'te özelleştirildi	İncelendi ve DeSox sistemi olmayan 2. ünite 2020'ilk 6 ayı boyunca durduruldu, 3. ünite durdurulmadı. Daha sonra 2 ünite geçici DeSox tesisi kuruldu ve Haziran 2020'de geçici izin verildi.
Kemerköy	Muğla	630	3	4.127.562	Linyit	Püskürtme kömür	Var -ESF	Var- Islak kireç taşı yıkayıcı	Yok	1993, 1994, 1995	27	336	20	10.02	9	7.896	4	2014'te özelleştirildi	İnceleme yapıldı ve 2020'de durdurulmadı. Ocak 2020'de çevre izni aldı.
Orhaneli	Bursa	210	1	1.570.302	Linyit	Püskürtme kömür	Var -ESF	Islak kireç taşı yıkayıcı	Yok	1992	28	459	15	1.819	22	3.528	18	2015'te özelleştirildi	İnceleme yapıldı ve 2020'de durdurulmadı. Ocak 2020'de geçici izin verildi.
Seyitömer	Kütahya	600	4	3.967.990	Linyit	Püskürtme kömür	Var -ESF	Yok	Yok	1973, 1977, 1989	47	10.455	1	93.258	3	4.843	14	2013'te özelleştirildi	İncelendi ve 2020 yılının ilk 6 ayı boyunca tüm üniteler durduruldu. Daha sonra 2 ünite geçici DeSox tesisi kuruldu ve Haziran 2020'de geçici izin verildi
Silopi	Şırnak	405	3	2.323.761	Asfaltit	Akışkan yatak	Var -ESF	Yok	Yok	2009, 2015	11	762	11	3.429	19	1.524	24	Özel sektör	İnceleme yapılmadı. Faaliyetlerine devam ediyor.

Santral adı	Şehir	Kurulu güç(MW)	Ünite sayısı	2019 elektrik üretimi (MWh)	Kömür türü	Kazan tipi	Toz tutma (2019)	DeSOx (2019)	DeNOx (2019)	İşletmeye alındığı tarih	İşletmede olduğu yıl sayısı	PM emisyonları (2019)	PM sıralaması (1-28)	SO ₂ emisyonları (2019)	SO ₂ sıralaması (1-28)	NOx emisyonları (2019)	NOx sıralaması (1-28)	İşletmeci (2019)	2020 yılındaki durumu
Soma Kolin	Manisa	510	2	2.527.179	Linyit	Akışkan yatak	Var -ESF	Var-Kireçtaşı ve dolaşimli akışkan yatak (CFB)	Var-SCR	2018	2	234	23	1.564	24	1.564	23	EÜAŞ	İnceleme yapılmadı. Faaliyetlerine devam ediyor.
Soma B	Manisa	990	6	5.059.070	Linyit	Püskürtme	Var -ESF	Yok	Yok	1982, 1985, 1986, 1991, 1993	38	2.672	4	102.93	1	10.038	2	2015'te özelleştirildi	İncelendi ve 2 ünite 2020 yılı boyunca durdurulurken, 1 Ocak 2020'de 4 üniteye geçici izin verildi. Soma B, konutlara ısıtma sağlıyor
Sugözü İskan	Adana	1.21	2	7.109.924	İthal taş kömür	Püskürtme kömür	Var -ESF	Var- Islak kireç taşı yıkayıcı	Var-SCR	2003	17	690	12	9.188	10	4.594	15	Özel sektör	İnceleme yapılmadı. Faaliyetlerine devam ediyor.
Tufanbeyli	Adana	450	3	3.283.071	Linyit	Akışkan yatak	Var -ESF	Var- Islak kireç taşı yıkayıcı	Yok	2016	4	393	16	2.613	20	2.613	19	Özel sektör	İnceleme yapılmadı. Faaliyetlerine devam ediyor.
Tunçbilek	Kütahya	365	3	1.051.462	Linyit	Püskürtme kömür	Var -ESF	Yok	Yok	1965, 1977, 1978	55	8.244	2	44.141	5	2.608	20	2013 ve 2015'te özelleştirildi	İncelendi ve 2020 yılının ilk 6 ayı boyunca tüm üniteler durduruldu. Daha sonra 2 üniteye geçici DeSox tesisi kuruldu ve Haziran 2020'de geçici izin verildi
Yatağan	Muğla	630	3	3.764.110	Linyit	Püskürtme kömür	Var -ESF	Var- Islak kireç taşı yıkayıcı	Yok	1982, 1983, 1984	38	1.176	7	10.146	8	18.405	1	2014'te özelleştirildi	İnceleme yapıldı ve 2020'de durdurulmadı. Ocak 2020'de geçici izin verildi.

Santral adı	Şehir	Kurulu güç(MW)	Ünite sayısı	2019 elektrik üretimi (MWh)	Kömür türü	Kazan tipi	Toz tutma (2019)	DeSOx (2019)	DeNOx (2019)	İşletmeye alındığı tarih	İşletmede olduğu yıl sayısı	PM emisyonları (2019)	PM sıralaması (1-28)	SO ₂ emisyonları (2019)	SO ₂ sıralaması (1-28)	NOx emisyonları (2019)	NOx sıralaması (1-28)	İşletmeci (2019)	2020 yılındaki durumu
Yeniköy	Muğla	420	2	2.997.155	Linyit	Püskürtme kömür	Var -ESF	Var- Islak kireç taşı yıkayıcı	Yok	1986. 1987	34	278	21	8.488	12	6.214	5	2014'te özelleştirildi	İnceleme yapıldı ve 2020'de durdurulmadı. Ocak 2020'de çevre izni aldı.
Yunus Emre	Eskişehir	145	2	0	Linyit	Akışkan yatak	Var -ESF	Var	Yok	2016. 2018	4	-	-	-	-	-	-	Özel sektör	-
ZETES 1	Zonguldak	160	1	1.141.181	İthal taş kömür	Akışkan yatak	Var -ESF	Yok	Yok	2010	10	369	17	1.475	25	2.212	21	Özel sektör	İnceleme yapılmadı. Faaliyetlerine devam ediyor.
ZETES 2	Zonguldak	1.23	2	8.931.440	İthal taş kömür	Kritik üstü-püskürtme kömür	Var -ESF	Var- Islak kireç taşı yıkayıcı	Var-SCR	2010	10	804	9	5.358	15	5.358	7	Özel sektör	İnceleme yapılmadı. Faaliyetlerine devam ediyor.
ZETES 3	Zonguldak	1.4	2	9.211.843	İthal taş kömür	Kritik üstü-püskürtme kömür	Var -ESF	Var- Islak kireç taşı yıkayıcı	Var-SCR	2016	4	830	8	5.528	14	5.528	6	Özel sektör	İnceleme yapılmadı. Faaliyetlerine devam ediyor.

Ek 3: AB ve Türkiye'deki sanayi kaynaklı kirlilik mevzuatlarının karşılaştırması

Türkiye için sınır değerler "Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği" nden (20.21.2014 tarihinde güncellenen 29211 sayılı yönetmelik) alınmıştır⁴⁹.Türkiye Çevre ve Şehircilik Bakanlığı kömür santralleri de dahil olmak üzere büyük sanayi tesislerinin baca emisyonlarını izlemekle ve sınır değerler aşıldığı takdirde ceza vermekle yükümlüdür.

AB sınır değerleri Avrupa Parlamentosu ve Konseyi'nin sanayi kaynaklı emisyonlar (entegre kirlilik önleme ve kontrolü) hakkındaki 24 Kasım 2010 tarihli 2010/75/EU Direktif'nden alınmıştır.⁵⁰

Tablo 6 Türkiye'deki mevcut kömürlü termik santrallerin baca emisyon sınır değerleri

Yakıt ısı gücü	Toz (mg/Nm ³)		SO ₂ (mg/Nm ³)		NO ₂ (mg/Nm ³)	
	2004	2019	2004	2019	2004	2019
≥50-100 MW	100	100	2000	2000	800**	600
≥100-300 MW			1300	2000-400*		
≥300-500 MW			1000			
≥ 500 MW		50	1000	400		

* Lineer azalma

** Yakıt olarak toz halinde taş kömürü kullanılıyorsa ve taş kömürü ergimiş kül bırakarak yakılıyorsa bu değer 1800 mg/Nm³olarak alınır. Toz taş kömürü yakan kuru küllü tesisler için sınır değer 1300 mg/Nm³tür.

Tablo 7 AB'deki mevcut kömürlü termik santrallerin baca emisyon sınır değerleri

Yakıt ısı gücü	Toz (mg/Nm ³)		SO ₂ (mg/Nm ³)		NO ₂ (mg/Nm ³)	
	2016	2021	2016	2021	2016	2021
≥50-100 MW	30	18	400	360	300, 450**	270
≥100-300 MW	25	14	250	200	200	180
≥300 MW	20	10, 8*	200	130, 180***		150, 175****

*1000 MW'a kadar olan tesislerde sınır değer 10 mg/Nm³. 1000 MW ve üzerinde 8 mg/Nm³.

**Püskürtme toz linyit yakma için 450 mg/Nm³.

***Akışkan yatak teknolojisi ile kömür ve linyit yakan tesislerde 180 mg/Nm³. Püskürtme toz yakma için 130 mg/Nm³.

****Püskürtme linyit yakma ve 07.01.2014'ten önce işletmeye alınmış olan akışkan yatak teknolojisi ile yakma için 175 mg/Nm³. Püskürtme kömür (liniyit hariç) yakma ve 07.01.2014'ten sonra işletmeye alınan akışkan yatak teknolojisi ile yakma için 150 mg/Nm³.

Tablo 8 Türkiye'deki yeni kömürlü termik santrallerin baca gazı emisyon sınır değerleri

Yakıt ısı gücü	Toz (mg/Nm ³)		So ₂ (mg/Nm ³)		NO ₂ (mg/Nm ³)	
	2004	2019	2004	2019	2004	2019
≥50-100 MW	100	50	2000	850	800*	400
≥100-300 MW		30	1300	200		200
≥300 MW			1000			

* Yakıt olarak toz halinde taş kömürü kullanılıyorsa ve taş kömürü ergimiş kül bırakarak yakılıyorsa bu değer 1800 mg/Nm³olarak alınır. Toz taş kömürü yakan kuru küllü tesisler için sınır değer 1300 mg/Nm³tür.

Tablo 9 AB'deki yeni kömürlü termik santrallerin baca emisyon sınır değerleri

Yakıt ısı gücü	Toz (mg/Nm ³)		So ₂ (mg/Nm ³)		NO ₂ (mg/Nm ³)	
	2016	2021	2016	2021	2016	2021
≥50-100 MW	20	5	400	200	300, 400**	150
≥100-300 MW			200	150	200	100
≥300 MW			10	200, 150*	75	150,200***

*Akışkan yatak teknolojisi kullanan tesislerde 200 mg/Nm³.

** Püskürtme toz linyit yakma için 400 mg/Nm³.

***Püskürtme toz linyit yakma için 200 mg/Nm³.

Ek 4: Sağlık etki modellemesi metodolojisi ve kaynakları

Bu raporda kullanılan metodoloji dört adımda özetlenebilir

1

2019 yılında işletmede olan kömürlü termik santrallerden kaynaklanan emisyonların hesaplanması.

2

Atmosferdeki kirlilik dağılımının modellenmesi.

3

Kirletici maruziyetiyle ilişkili sağlık etkilerinin hesaplanması.

4

Sağlık etkilerinin maliyetlerinin hesaplanması.

1

Emisyonların hesaplanması

Daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi, santral bazında kirlilik emisyonu kamuya açık bir veri olmadığı için, santral başına emisyonlar aşağıdaki hesaplama yöntemiyle tahmin edilmiştir. Bu hesaplama yöntemine göre:

$$ER = CAP / EFF * SFGV * FGC$$

ER (emission rate) emisyon miktarını, CAP enerji üretim ünitesinin elektrik çıkış kapasitesini, EFF termal verimliliği, SFGV enerji ünitesi başına yakıtın spesifik baca gazı hacmi (Nm³/GJ) ve FGC baca gazındaki kirletici konsantrasyonu ifade eder.

2010 yılından bu yana devreye alınan yeni tesisler için baca gazı kirletici konsantrasyonlarının (FGC değerlerinin), SKHKKY'daki sınır değerleri geçmediği varsayılmıştır. 2010 yılından daha önce inşa edilmiş santraller için FGC değerleri 2006 yılında yapılan bir Twinning (eşleştirme) projesinden⁵¹, 1994 yılındaki santral bazındaki ölçümlerden,⁵² IAEA (2006), Güven ve ark. (2007) ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın (2017) verilerinden derlenmiştir. Genel olarak, listelenen bu beş referansta farklı yıllardaki baca gazı kirletici konsantrasyonlarına ait ölçümlerin tutarlı olduğu görülmüştür. Ancak durum böyle olmadığı durumlarda, mevcut durumu temsil etme olasılığının en yüksek olduğunu ölçüm kabul edilmiştir; ölçüm zamanından sonra emisyon kontrol altyapısını yenilemiş olan santrallerde bu ölçüm değerleri kullanılmamıştır.

2010 yılından önce işletmeye alınmış ve desülfirizasyon (deSOX) tesis olan santraller için FGC aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$FGC = FGC_0 * (1 - CE)$$

FGC₀ herhangi bir kirlilik kontrolünden geçmemiş baca gazı emisyonunu; CE ise toz filtresi, DeSOx ve DeNOx tesislerinin verimliliğini başka bir deyişle tutulan kirletici miktarını (%) temsil eder. DeSOx üniteleri için eğer değerler ÇED raporlarından ya da işletmecinin websitesi, sunum gibi belgelerinden bulunamamışsa %95 olarak alınmıştır. Eğer santralin DeSOx ünitesinin olmadığı biliniyorsa (Bknz-Ek2) CE sıfır olarak alınmıştır.

Yerli linyit yakan santrallerde, kömürün kalori değeri (NCV), toz oranı (A), nem oranı (M) ve kükürt içeriği (S) gibi değerler Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi ra-

Emisyonların hesaplanması

porundan alınmıştır.⁵⁷ Kömüre ilişkin bu bilgi ISO EN-12952-15 formülüne dayanan SFGV (enerji ünitesi başına yakıtın spesifik baca gazı hacmi) hesabının yapılmasında kullanılmıştır.

$$SFGV = [-0.06018 * (1 - A - M) + 0.25437 * (NCV + 2.4425 M)] / NCV$$

Eğer kömüre ait toz, nem, kükürt, kalori gibi bilgilere ulaşmak mümkün olmamışsa, (özellikle işletmecinin beyanı olmadığı, ÇED raporlarına ulaşılamayan ithal kömüre dayalı santrallerde) SFGV değeri taş kömürü için 350mg/Nm³ ve linyit kömürü için 380mg/Nm³ olarak kabul edilmiştir.

SO₂ için FGC₀ hesaplanırken kömürün kükürt içeriği (S) dikkate alınmış, S'nün tümünün SO₂'ye dönüştüğü varsayılmıştır. Buna göre:

$$FGC_0 = S * 2 * NCV / SFGV$$

2, SO₂ ve S'nin molar kütlelerinin oranıdır.

Son olarak termal verimlilik (EFF), 2006 yılında yapılan bir Twinning (eşleştirme) projesinden alınmıştır.⁵¹ Eğer santralin termal verimliliğine ilişkin bir veri seti bulunamamışsa EFF; kritik altı (subcritical) tesisler için 39%, süper kritik (supercritical) santraller için 42% ve ultra süper kritik (ultra supercritical) %44 olarak kabul edilmiştir.

Toz emisyonu hesabı için tüm boyutlardaki PM'ler PM₁₀'a çevrilmiştir. Bu çeviride ABD Çevre Ajandası AP-42 "default emissions factors for electrostatic precipitators at coal-fired utility boilers" belgesi referans olarak kullanılmıştır; buna göre PM₁₀/TSP (toplam askıdaki partikül madde- total suspended particules) oranı 54/80, PM_{2.5}/PM₁₀ oranı 24/54 alınmıştır.

Tüm bu hesaplamalar ve veri madenciliğinden sonra hesaplanan ER (emisyon miktarı) verisi ve EPIAŞ Şeffaflık Platformu'ndan⁵² 2019 yılı için alınan santral bazında elektrik üretimi verisi kullanılarak, bu raporun sonuçları bölümünde verilen santral başına yıllık kirlilik miktarı (ton cinsinden) hesaplanmıştır.

Cıva emisyonları veri kısıtlılığını nedeniyle santral başına hesaplanmamış; AMAP/ UN Environment (2019) Global Mercury Assessment 2018⁵³ raporunda geçen, Türkiye'deki kömürlü termik santrallerin neden olduğu cıva miktarı verisi doğrudan alınmıştır. Bu raporda cıvaya bağlı sağlık yükü ve maliyetin (IQ kaybı ve ölümler) UN raporundan alınan cıva değeri üzerinden hesaplanmıştır.

Son olarak, gerçek durumdaki hava kirlenici emisyonların rapordaki bulgulardan daha yüksek olabileceği tahmin edilmektedir. Çünkü emisyon tahminlerinde, özellikle kontrol verimlilikleri ile ilgili önemli belirsizlikler vardır. Bazı eski tesisler için, kötü bakım ve yıllar içindeki verim kaybı nedeniyle, tasarımdaki verimliliğe ulaşılmadığına dair anekdot niteliğinde kanıtlar vardır.

Santral bazında veriler

HEAL olarak, 2019 yılında yerli kömürün (liniyit, asfaltit ve taş kömürü) toz, nem, kükürt ve kalori içeriği, yakma (kazan) teknolojisi ve verimliliği, baca boyutu, filtrasyon türleri ve elektrik üretimi gibi santral düzeyinde gerekli bilgilerin veri madenciliğini yaptık.

1

Emisyonların hesaplanması

Tüm kömür santralleri için elektrik üretimi, resmi bir kaynak olan ve gerçek zamanlı veri sağlayan EPIAŞ Şeffaflık Platformu veritabanından, kazan ve filtrasyon türlerine ilişkin veriler Makine Mühendisleri Odası'ndan alınan bir makaleden⁵⁴, tesislerin askıya alma durumlarından elde edilmektedir. 2020 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın resmi açıklamasından analiz edildi.⁵⁵

Orhaneli, Seyitömer, Tunçbilek, Soma B, Çan 18 Mart, Yatağan, Yeniköy ve Kemerköy için toz, nem ve kükürt içeriği 2012 yılında TR-2008-IB-EN-03 Eşleştirme proje raporundan alınmıştır.⁵⁶

Orhaneli, Afşin Elbistan A & B santralleri için kükürt içeriği (santralleri besleyen rezervden bazı ilgilere göre) ve Çayırhan, Tufanbeyli, Silopi, Aksa Göynük santralleri için toz, nem ve kükürt içeriği ile kalori değerleri Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi raporundan alınmıştır.⁵⁷

Çan-2 ve Çan 18 Mart santralleri için baca tasarımı, kömür ısı değeri ve SO₂ kontrol verimliliği, ÇED raporlarından elde edildi. Soma B, Soma Kolin ve Çayırhan için baca tasarımı değerleri Çevre Mühendisleri Odası'nın Çevre Şehircilik İl Müdürlükleri'ne yaptığı bilgi edinme başvurularından elde edildi.

Çanakkale, deki tüm kömürlü termik santraller için baca ölçümleri Çanakkale kömür santralleri ile ilgili bir makaleden alınmıştır.⁵⁸

Atlas CPP için kömür ayrıntıları operatörün web sitesinden alındı.⁵⁹

Silopi için kömür özellikleri ÇED raporundan, baca detaylarından Türkiye Çevre Mühendisleri Odası'nın talebine resmi bir cevaptan alınmıştır.

Tufanbeyli için kömür kullanımı ve mülkleri ile baca özellikleri Türkiye Kömür İşletmesi web sitesindeki EnerjiSA Sunumundan alınmıştır.⁶⁰

2

Kirlilik dağılımının modellenmesi

Farklı senaryoların hava kalitesi ve sağlık etkileri projeksiyonları, Uzun Menzilli Sınırlar Ötesi Hava Kirliliği Sözleşmesi (CLRTAP)'ın Avrupa Gözlemeleme Programı Meteorolojik Sentezleme Merkezi - Batı (EMEP MSC-W) kapsamında geliştirilen Avrupa bölgesi atmosferik kimyasal taşıma modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Model kodu (sürüm rv4.36, 2020 yılı EMEP durum raporlamasında kullanılan versiyonu temel alır) ve gerekli girdi veri setleri EMEP MSC-W ve Norveç Meteoroloji Enstitüsü tarafından sağlanmıştır.

Bu girdiler, tüm kaynak ve konumlardan emisyonları gösteren 2015 emisyon envanterini içermektedir. Bu envanterden ilk önce incelediğimiz kömürlü termik santralleri içeren gridlerdeki enerji sektörü emisyonları çıkarılmıştır; "sıfır emisyon çıkışı senaryosu" aynı zamanda "referans senaryo"nun altlığıdır. "Sıfır emisyon çıkışı senaryosu"na termik santrallerin daha önceden hesaplanan (bir önceki bölüme bakınız) emisyonları eklenerek "referans senaryosu" elde edilmiş, bu senaryodaki hava kirlenme dağılımı da aynı yöntemle modellenmiştir.

Raporun bulguları, iki senaryonun kıyaslamasına dayalıdır; termik santrallerin yarattığı "ek" kirliliğin dağılımını tahmin etmeye çalışılmıştır, gerçek sağlık sorunları ve maliyetlerinin çok daha yüksek olduğu düşünülmektedir.

Sağlık etkilerinin hesaplanması

Farklı senaryoların kirlenici konsantrasyonlarındaki değişikliklerin sağlık etkileri, (Europe's Dark Cloud raporunda uygulandığı üzere), DSÖ'nün 2013 yılındaki HRAPIE araştırmasına (Avrupa'da hava kirliliğinin sağlık etkilerinin değerlendirilmesi) ilişkin önerileri doğrultusunda değerlendirilmiştir.

Bir önceki bölümde bahsedilen iki senaryo kıyaslandığında, PM_{2,5} konsantrasyonlarındaki artıştan kaynaklanan sağlık etkileri nüfusa bağlı değerlendirilmiştir. Bunun için CIESIN'den (2017)⁶¹ alınan yüksek çözünürlüklü, grid bazında, 2015 yılına ait nüfus verileri 2019 yılı nüfus verilerine ölçeklendirilerek kullanılmıştır.

Sağlık maruziyeti için DSÖ HRAPIE'nin (2013) araştırmasında yer alan konsantrasyon-tepki formülleri kullanılmıştır. Ayrıca erken doğum tahminleri için Trasande ve ark. (2016)'nin makalesindeki formüller temel alınmıştır.

Türkiye ve komşu ülkeler için ölüm oranları, yaş grupları, yaş grubuna göre toplam nüfus gibi bilgiler Küresel Hastalık Yüklü (GBD 2019) raporundan alınmıştır. Erken doğum verileri ise Chawanpaiboon ve ark. (2019)⁶² alınmıştır.

Cıva emisyonlarının sağlık etkileri, Nedellec&Rabl (2016)⁶³ çalışmasındaki, "Avrupa'daki kömürlü termik santrallerin kilogram emisyon başına sağlık etkileri" verisine dayanarak hesaplanmıştır.

DSÖ önerileri doğrultusunda, doğrudan SO₂ maruziyetinden kaynaklı sağlık etkileri hesaba katılmamıştır. Ancak SO₂ kirlenicisinin ikincil partikül (özellikle PM_{2,5}) oluşturarak sağlığı etkilediği gerçeği dikkate alınmış, ikincil partikül yoluyla etkileri hesaplamalara katılmıştır.

Tablo 10

Kirlenici konsantrasyonu yıllık ortalamalarındaki her 10µg/m³lük değişimin rölatif sağlık riski (%95 güven aralığı)

Etki	Kirlenici	Ortalama	Asgari	Azami
Çocuklarda bronşit, PM ₁₀ *	PM ₁₀	1,08	0,98	1,19
Astımlı çocuklarda astım belirtileri, PM ₁₀ *	PM ₁₀	1,028	1,006	1,051
Yetişkinlerde kronik bronşit insidansı, PM ₁₀ *	PM ₁₀	1,117	1,04	1,189
Uzun vadede, tüm nedenlere dayalı ölüm	PM _{2,5}	1,062	1,04	1,083
Kalp damar hastalıklarına bağlı hastaneye yatış	PM _{2,5}	1,0090	1,0017	1,0166
Solunum yolu hastalıklarına bağlı hastaneye yatışlar	PM _{2,5}	1,019	0,9982	1,0402
Kısıtlı faaliyet günleri (hasta geçirilen gün) (20 yaş altı, 65 yaş üstü) *	PM _{2,5}	1,047	1,042	1,053
Kaybedilen iş günü (20-65 yaş)	PM _{2,5}	1,046	1,039	1,053
Astımlı çocuklarda bronşit belirtileri (yıllık ortalamalardaki 1µg/m ³ lük değişim)*	NO ₂	1,021	0,99	1,06
Solunum yolu hastalıklarına bağlı hastaneye yatışlar ⁶⁴	NO ₂	1,018	1,0115	1,0245
Uzun vadede, tüm nedenlere dayalı ölüm*	NO ₂	1,055	1,031	1,08
Erken doğumlar	PM _{2,5}	1,15	1,07	1,16

* WHO HRAPIE projesindeki bu rölatif riskler Grup-B altında incelenmiştir. Grup-B'de belirtilen sağlık etkilerinde Grup-A'ya göre daha fazla belirsizlik vardır. Ancak sağlık riskinin olduğundan daha az tahmin edilmesini önlemek için Grup-B de belirtilen rölatif risk değerleri kullanılmıştır.

Tablo 11

Havadaki cıva emisyonlarının sağlık üzerindeki etkilerini ve ekonomik maliyetlerini değerlendirmede kullanılan faktörler (Nedellec&Rabl 2016)

Sonuç	Vaka/kg	Valüasyon, EUR, 2010 fiyatları/kg	Valüasyon, EUR, 2019 fiyatları/kg
Kayıp yaşam yılı	0,56	126.000	141.749
Ölüm	0,054	NA	NA
Nörolojik hasar (kaybedilen IQ puanı)	1,36	16.272	18.306

4

Sağlık maliyetlerinin hesaplanması

Hava kirliliği, kronik solunum yolu hastalıkları, hastaneye yatışlar, erken doğumlar ve diğer sağlık etkileri gibi bir dizi olumsuz sağlık etkisine neden olmaktadır. Bunlar sağlık bakım maliyetlerinin artmasına; hastalık ve çalışmama nedeniyle, veya bir çalışanın hasta bir çocuk veya bakmakla yükümlü olduğu başka bir kişiye bakmak için izin almak zorunda kalması nedeniyle, ekonomik verimlilik kaybına ve etkilenen insanların beklenen yaşam süresinin kısılması ve refah kaybına yol açmaktadır.

Orijinal valüasyonlar, 2010 yılı Avrupa Birliği valüasyonlarını 2005 fiyatlarıyla hesaplayan AÇA (2014)⁶⁵ çalışmasından alınmıştır (Trasande ve ark. (2016)⁶⁶ çalışmasından alınan erken doğumlar dışında). Değerler, ilk olarak Avrupa Birliği enflasyon oranları kullanılarak 2019 fiyatlarına dönüştürülmüş ve ardından valüasyonlar farklı kişi başına GSYİH seviyeleri ve maliyetlerine göre düzeltilmiştir.

SAGP GSYİH'ye göre yapılan düzeltme, 0,8'lik bir esneklik varsayılarak satın alma gücü paritesinde kişi başına GSYİH temelinde değer transferini ifade eder. Bu, OECD'nin ölüm oranı değerlendirilmesine yönelik önerilerine dayanmaktadır.⁶⁷ Bu düzeltme, "ödeme istekliliği" temelinde değerlendirilen diğer sağlık etkilerine de uygulanmaktadır.

SAGP (Satın alma gücü paritesi)'ne göre yapılan düzeltme, maliyetlerin farklı ülkelerin genel maliyet seviyelerine göre ölçeklendirildiği anlamına gelmektedir ve GSYİH SAGP'yi hesaplamak için kullanılan SAGP dönüşümünün fiyat düzeyi oranı ile ölçülmektedir.

GSYİH'ye göre yapılan düzeltme, birim esneklikle piyasa fiyatları üzerinden GSYİH bazında değer transferi anlamına gelmektedir.

Avrupa Birliği için SAGP'ye çevirmede kullanılan fiyat düzeyi, AB ülkeleri oranlarının GSYİH ağırlıklı ortalaması olarak hesaplanmıştır. Gerekli tüm ekonomik veriler Dünya Bankası Veri Bankası'ndan elde edilmiştir.⁶⁸

Cıvanın sağlık etkileri valüasyonları Tablo 11'de, başlıca hava kirlenmelerinin farklı sağlık etkilerinin valüasyonları ise Tablo 12'de verilmektedir.

Tablo 12

Sağlık etkileri valüasyonu (Trasande ve ark., 2016 çalışmasından alınan erken doğum verileri haricindeki tüm veriler EEA, 2014 çalışmasından alınmıştır)

Etki	Valüasyon, AB, 2010	Valüasyon, Türkiye, 2019	Düzeltilme
Uzun vadede, tüm nedenlere dayalı ölüm	2.810.000	2.170.000	GSYİH SAGP
Kalpdamarhastalıklarınabağlıhastaneyeyatış	2.810	875	SAGP
Solunumyollarıhastalıklarınabağlıhastaneyeyatış	2,810	875	SAGP
Kısıtlıfaaliyetgünü	54	42	GSYİHSAGP
Kaybedilen iş günü	166	46	GSYİH
Yeni doğan ölüm	4.210.000	3.260.000	GSYİHSAGP
Çocuklarda bronşit	750	234	SGAP
Astımlı çocuklarda astım belirtileri	54	17	SGAP
Yetişkinlerde kronik bronşit insidansı	68.400	53.000	GSYİH SAGP
Astımlı çocuklarda bronşit belirtileri	750	234	SGAP
Kısa vadede, tüm nedenlere dayalı ölüm*	2.810.000	2.170.000	GSYİH SAGP
Erken doğum	275.000	51.800	GDP

* Modelde ozon maruziyetine bağlı tüm nedenlerden kısa dönemli ölümler hesaplanmıştır. Bununla birlikte, atmosferdeki ozon kimyasına ilişkin belirsizlikler nedeniyle (bkz. Ek 1- Tablo 2), sağlık yükü sonuçlarda (sağlık etkileri ve maliyetler) dikkate alınmakta ancak raporda listelenmemektedir.

NOTLAR

1. TC Dışişleri Bakanlığı (t.y.). Türkiye'nin Enerji Profili ve Stratejisi <http://www.mfa.gov.tr/turkeys-energy-strategy.en.mfa>.
2. TC Enerji Bakanlığı (t.y.) İstatistik Raporları <https://www.eigm.gov.tr/tr-TR/Istatistik-Raporlari> .(HEAL hesaplamaları Aralık 2019 verilerine dayanmaktadır)
3. Kurulu gücü 100 MW' ve üzerinde.
4. Bu haritadaki veriler bu rapor için derlenmiştir.
5. İzin almış, yapım aşamasında veya lisans öncesi aşamada olan toplam 33.312 MW'lık kurulu güce sahip, 100 MW'ın üzerindeki santraller dikkate alınmıştır.
6. İklim Eylem Ağı CAN Europe.(2019 Temmuz). Türkiye'deki Kömürlü Termik Santrallerin Güncellenmiş Listesi
7. DSÖ. (t.y.). Air Pollution. https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1
8. Temiz Hava Hakkı Platformu. (Ağustos 2020). Kara Rapor 2020 Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri <https://www.temizhavahakki.com/download/4295/>
9. DSÖ Avrupa. (2013). Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/review-of-evidence-on-health-aspects-of-air-pollution-revihaap-project-final-technical-report>
10. Royal College of Physicians. (Şubat 2016). Every breath we take: the lifelong impact of air pollution. <https://www.rcplondon.ac.uk/projects/outputs/every-breath-we-take-lifelong-impact-air-pollution>
11. The European Respiratory Society ve European Lung Foundation. (t.y). The European Lung White Book. <https://www.erswhitebook.org/chapters/outdoor-environment/>
12. BMJ Open. (18 Eylül 2018). Air pollution may be linked to heightened dementia risk. [Blog post]. <https://blogs.bmj.com/bmjopen/2018/09/18/air-pollution-may-be-linked-to-heightened-dementia-risk/>
13. Carrington, D. (16 Eylül 2018). Air pollution particles found in mothers' placentas. The Guardian. Retrieved from <https://www.theguardian.com/environment/2018/sep/16/air-pollution-particles-found-in-mothers-placentas>
14. Bellanger, M., Pichery, C., Aerts, D. ve ark. (2013). Economic benefits of methylmercury exposure control in Europe: Monetary value of neurotoxicity prevention. Environ Health. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-12-3>
15. Avrupa Çevre Ajansı (2019). Avrupa Kirlenici Salımı ve Taşıma Kayıt Yönetmeliği (E-PRTR). <https://prtr.eea.europa.eu/>
16. Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu (BM/AEK). (2020). Status of ratification of EMEP Protocol. https://unece.org/fileadmin/DAM/env/lrtap/status/84e_st.htm
17. Avrupa Çevre Ajansı (AÇA). (2020). Turkey - Air pollution country fact sheet. <https://www.eea.europa.eu/themes/air/country-fact-sheets/2020-country-fact-sheets/turkey>
18. Ulusal envantere göre, "kamu elektrik ve ısı üretimi" tek başına Türkiye'nin SOx emisyonlarının en büyük kaynağıdır. 1990'daki ilk envanterden bu yana SOx emisyonlarının yarısından fazlası enerji kaynaklı olmuştur ve enerjinin payı 2013 yılındaki %60'tan 2018 yılında %70'e çıkmıştır. Son 20 yılda özelleştirilen ve DeSOx altyapısı olmayan termik santrallerin Türkiye'nin artan SOx kirliliğine büyük katkısı yadsınmaz.
19. Burada bahsedilen diğer anlaşmalar: 1985 Helsinki Kükürt Emisyonlarının Azaltılması Protokolü, 1994 Oslo Sülfür Emisyonlarının Daha Fazla Azaltılması Protokolü, 1988 Sofya Azot Oksit Emisyonlarının veya Sınır Ötesi

- Akımlarının Kontrolü Protokolü, 1991 Cenevre Kalıcı Organik Kirletici (KOK) Emisyonları ve Sınır Ötesi Akımlarının Kontrolü Protokolü, 1998 Aarhus Ağır Metaller Protokolü ve 1999 Gothenburg Asidifikasyon, Ötrofikasyon ve Yer Seviyesi Ozonun Azaltılması Protokolü.
20. PM_{2.5}, NO₂ ve cıva kaynaklı erken ölümler toplam olarak ifade edilmiştir. Olası çakışmalardan kaçınarak daha doğru bir tahmin yapmak için DSÖ HRAPIE (2013) önerileri uygulanmıştır. Buna göre asgari risk faktörlerine göre erken ölüm hesabı yapılırken NO₂ kaynaklı erken ölümleri 2/3'ü hesaba dahil edilmiştir. Azami erken ölüm rakamlarında ise NO₂ kaynaklı erken ölümlerin hepsi dahil edilmiştir.
 21. Türkiye Merkez Bankası istatistiklerine göre, 31 Aralık 2020 tarihinde EUR/TL = 9,1164 TL.
 22. Hesaplama, Türkiye İstatistik Kurumu 2019 özel ve kamu sektörü verilerine göre sağlık harcamalarına dayanmaktadır.
 23. TÜİK. (2019) Sağlık Harcamaları İstatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Saglik-Harcamaları-Istatistikleri-2019-33659#>
 24. HEAL. (Mart 2013). Ödenmeyen Sağlık Faturası-Türkiye'de Kömürlü Termik Santraller Bizi Nasıl Hasta Ediyor. [internet makalesi] HEAL web site'sinden erişilmiştir. <https://www.env-health.org/unpaid-health-bill-how-coal-power-plants-make-us-sick/>
 25. HEAL. (Mayıs 2014). Ödenmeyen Sağlık Faturası-Türkiye'de Kömürlü Termik Santraller Biz Nasıl Hasta Ediyor. https://www.env-health.org/wp-content/uploads/2018/08/unpaid_health_bill_turkey_en.pdf
 26. The Lancet. (2020, Ekim 17). Global Burden of Disease <https://www.thelancet.com/gbd/about>
 27. TC Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2016). Türkiye Çevre Sorunları Ve Öncelikleri Değerlendirme Raporu. https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/cevre_sorun_2016.pdf
 28. Çanakkale Valiliği. (2015). İl Bilim, Sanayi ve Teknoloji Durum Raporu, 2015 <http://docplayer.biz.tr/5331298-Il-bilim-sanayi-ve-teknoloji-durum-raporu.html>
 29. TC Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2017). Çanakkale İli Temiz Hava Eylem Planı <http://canakkale.csb.gov.tr/canakkale-ili-temiz-hava-eylemlani-duyuru-340745>
 30. HEAL. (Haziran 2020). Letter to Chinese Banks by More than 20 Turkish NGOs. [Internet makalesi]. <https://www.env-health.org/letter-to-chinese-banks-by-more-than-20-turkish-ngos/>
 31. Centre for Research on Energy and Clean Air (CREA). (2020). Air Quality and Health Impacts of the Proposed EMBA Hunutlu Coal Power Project https://world.350.org/adanayatemizhava/files/2020/08/CREA_Hunutlu-health-impacts-briefing-v2.pdf
 32. HEAL. (Mayıs 2020). Hunutlu Termik Santrali ve Adana Hava Kirliliği Teknik Değerlendirme Notu https://www.env-health.org/wp-content/uploads/2020/06/HEALs-technical-expertise-report-on-Hunutlu_ENG.pdf
 33. 350.org, Adana Tabip Odası, İklim Eylem Ağı CAN-Europe ve ark., (t.y.). "Adana'ya Temiz Hava" websitesinden erişilmiştir. <https://adanayatemizhava.org/en>
 34. HEAL. (Temmuz 2018). [Internet makalesi]. Call to protect people's health as permitting of new coal power projects accelerates in Turkey, including in Eskisehir city. <https://www.env-health.org/call-to-protect-peoples-health-as-permitting-of-new-coal-power-projects-accelerates-in-turkey-including-in-eskisehir-city/>
 35. Temiz Hava Hakkı Platformu. (Kasım 2020). Eskişehir Alpu Termik Santrali SED Raporu. <https://www.temizhavahakki.com/wp-content/uploads/2020/11/ALPU-SED-RAPORU-ENG-dusuk.pdf>
 36. İklim Eylem Ağı CAN Europe. (2019). "Kömürün Gerçek Bedeli Muğla" <http://www.costsofcoal.caneurope.org/assets/report.pdf>

37. HEAL. (2018). Hidden Price Tags, How Ending Fossil Fuel Subsidies Would Benefit Our Health. https://www.env-health.org/wp-content/uploads/2018/08/hidden_price_tags.pdf
38. HEAL. (15 Şubat 2019). Step forward for health protection in Turkey: Proposal to extend the pollution exemptions given to privatised coal power plants withdrawn. [Internet makalesi]. <https://www.env-health.org/step-forward-for-health-protection-in-turkey-proposal-to-extend-the-pollution-exemptions-given-to-privatised-coal-power-plants-withdrawn/>
39. Bkz. Ek 3: Sanayi kaynaklı kirlilik mevzuatlarındaki hava kirliliği sınır değerleri karşılaştırması
40. Lancet Countdown. (2 Aralık 2020). The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32290-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32290-X)
41. UNFCCC. (Ocak 2021 güncellemesi). Status of ratification of the Paris Agreement. ; <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/status-of-ratification>
42. Climate Action Tracker. (Aralık 2020 December güncellemesi). Turkey özeti. <https://climateactiontracker.org/countries/turkey/>
43. WHO International. (Mayıs 2020). WHO Manifesto for a healthy recovery from COVID-19. Retrieved from <https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/who-manifesto-for-a-healthy-recovery-from-covid-19>
44. DSÖ. (2020). WHO global strategy on health, environment and climate change: the transformation needed to improve lives and well-being sustainably through healthy environments. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331959/9789240000377-eng.pdf?ua=1>
45. DSÖ. (2018, April 20). Health, environment and climate change road map for an enhanced global response to the adverse health effects of air pollution. https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA71/A71_10Add1-en.pdf
46. DSÖ Avrupa Ofisi. (2015, May 27). [Web article]. Air quality and health resolution adopted at the sixty-eighth World Health Assembly. <https://bit.ly/3bzdbV1>
47. Aytaç, O. (2020, May). Ülkemizdeki Kömür Yakıtlı Santraller Çevre Mevzuatıyla Uyumlu Mu?. Chamber of Mechanical Engineers. 717. Ankara. <https://bit.ly/2LHzft>
48. İhlas Haber Ajansı (IHA). (1 Ocak 2020). BakanKurum: "5 termiksantraltamamen, 1'i kısmenkapatıldı". IHA websitesi <https://www.ihacom.tr/ankara-haberleri/bakan-kurum-5-termik-santral-tamamen-1-i-kismen-kapatildi-2492387/>
49. ResmiYönetmelik. (20 Aralık 2014). Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. ResmiGazete websitesi. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/12/20141220-2.htm>
50. AB Mevzuatı. (24 Kasım2010). Directive 2010/75/EU of The European Parliament and Of The Council. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32010L0075>
51. Almanya Çevre, Doğa Koruma ve Nükleer Güvenlik Bakanlığı [BMU]. (2006). Large combustion plants according to LCP-Directive in Turkey. Twinning-Project TR-03-EN-01.
52. EPİAŞ SaydamlıkPlatformu. (t.y.). Retrieved from <https://seffaflik.epias.com.tr/transparency/>
53. AMAP/UNEP 2019. Technical Background Report for the Global Mercury Assessment 2018. Arktik İzleme ve Değerlendirme Programı, Oslo, Norveç / BM Çevre Programı, Kimyasallar ve Sağlık Şubesi, Cenevre, İsviçre.

54. Aytaç, O. (Mayıs 2020). Ülkemizdeki Kömür Yakıtlı Santraller Çevre Mevzuatıyla Uyumlu Mu?. Chamber of Mechanical Engineers. 717. Ankara. <https://bit.ly/2LHzft>
55. İhlas Haber Ajansı (İHA). (1 Ocak 2020). BakanKurum: "5 termiksantraltamamen, 1'i kısmenkapatıldı". İHA websitesi <https://www.ihacom.tr/ankara-haberleri/bakan-kurum-5-termik-santral-tamamen-1-i-kismen-kapatildi-2492387/>
56. Eşleştirme projesi Türkiye (2008-IB-EN-03). Kömür Kullanan Büyük Yakma Tesisleri için MET kılavuzu <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:3Vje6nz1j6MJ:webdosya.csb.gov.tr/db/ippc/icerikbelge/icerikbelge881.docx+&cd=9&hl=tr&ct=clnk&gl=tr>
57. Dünya Enerji Konseyi Türkiye Milli Komitesi. (Aralık 2007). Kömür Çalışma Grubu Raporu. https://www.dunyaenerji.org.tr/wp-content/uploads/2017/10/komur_raporu_304.pdf
58. Akyüz E. veKaynak B., 2017. Çanakkale'de Kurulması Planlanan Kömür Yakıtlı Termik Santrallerin Hava Kirliliğine Katkısının Belirlenmesi. VII. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu. <http://hkk2017.akdeniz.edu.tr/wp-content/uploads/2017/10/038.pdf>
59. Diler Holding. Atlas Enerji. [websayfası]Diler Holding websitesinden alınmıştır. http://www.dilerhld.com/grup.asp?anagrup_no=4
60. Şişman, Ş.H. (2018). Tufanbeyli Termik Santrali Sunumu.
61. Center for International Earth Science Information Network (CIESIN) - Columbia Üniversitesi. (2018). Gridded Population of the World, Version 4 (GPWv4): Population Density Adjusted to Match 2015 Revision UN WPP Country Totals, Revision 11. Palisades, NY: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC). <https://doi.org/10.7927/H4F47M65>.
62. Chawanpaiboon, S. ve ark. (2019). Global, regional, and national estimates of levels of preterm birth in 2014: a systematic review and modelling analysis. Lancet Glob Health 7(1):e37-e46. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(18\)30451-0](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30451-0).
63. Nedellec, V. veRabl, A. (2016). Costs of Health Damage from Atmospheric Emissions of Toxic Metals: Part 2-Analysis for Mercury and Lead. Risk Analysis. 36(11):2096-2104. <https://dx.doi.org/10.1111/risa.12598>.
64. DSÖ (2013) tarafından tanımlanan PM_{2.5} ölüm etkileriyle belirlenen olası örtüşmeyi önlemek için, NO₂ ölümlerinin üçte ikisi, toplam erken ölümlerin ortalama tahminlerine ve aynı zamanda güven aralıklarının alt sınırına dahil edilirken, tam ölüm oranı, güven aralığının en yüksek noktasına dahil edilmektedir.
65. AvrupaÇevreAjansı (AÇA). (2014). Costs of air pollution from European industrial facilities 2008–2012 — an updated assessment. EEA Technical report No 20/2014. <https://www.eea.europa.eu/publications/costs-of-air-pollution-2008-2012>
66. Trasande, L. Malecha, P. Attina, T.M. (2016). Particulate Matter Exposure and Preterm Birth: Estimates of U.S. Attributable Burden and Economic Costs. Environmental Health Perspectives 124:12. <https://doi.org/10.1289/ehp.1510810>.
67. OECD. (2012). Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies. <https://doi.org/10.1787/9789264130807-en>.
68. Dünya Bankası. (t.y) Veri Bankası. Ocak 2020 tarihindeerişilmiştir. <https://databank.worldbank.org/>

HEAL-Sağlık ve Çevre Birliği çevrenin insan sağlığına etkilerini Avrupa Birliği (AB) üyesi ülkelerde ve küresel ölçekte çalışan, Avrupa'nın önde gelen kar amacı gütmeyen kurumlardan birisidir. HEAL halk ve gezegen sağlığının iyileştirilmesini destekleyen, çevre kirliliğinden etkilenen grupları koruyan politika ve mevzuatların oluşturulması ve çevre hareketlerinin sağlığa yararı hakkında farkındalık oluşturmak için çalışır.

HEAL 70'den fazla üye kuruluşu ile Dünya Sağlık Örgütü Avrupa Bölgesi'ndeki 53 ülkeden 200 milyondan fazla insanı; uluslararası, ulusal ve yerel ölçekte yer alan sağlık çalışanlarını, kar amacı gütmeyen sağlık sigortacılarını, hastaları, vatandaşları, kadın gruplarını, gençlik gruplarını ve çevre uzmanlarını temsil eder.

Bir birlik olarak HEAL hastalıkların önlenmesini teşvik etmek; düşük karbonlu, zehirli maddelerden arınmış (toksiksiz), adaletli ve sağlıklı bir geleceği desteklemek için sağlık dünyasının sunduğu bağımsız uzmanlık ve kanıtları AB ve küresel ölçekte karar alma mekanizmalarına sunar.

HEAL AB Şeffaflık Sicil Numarası: 00723343929-96
İletişim: info@env-health.org