

TERMİK SANTRALLERİN HAVA KİRLİLİĞİ MODELLEMESİ: ÇANAKKALE VE BİGA YARIMADASI

**TERMİK SANTRALLERİN
HAVA KİRLİLİĞİ
MODELLEMESİ:
ÇANAKKALE VE
BİGA YARIMADASI**

2017, İstanbul

**TERMİK SANTRALLERİN HAVA KİRLİLİĞİ MODELLEMESİ:
ÇANAKKALE VE BİGA YARIMADASI**

YAYIMA HAZIRLAYANLAR

Lauri Myllyvirta, Kömür ve Hava Kirliliği Uzmanı,
Greenpeace International
Özlem Katisöz, Çevre Politikaları Bölümü Proje Koordinatörü,
TEMA Vakfı

KONU DANIŞMANI VE TÜRKÇE EDITÖRÜ:

Prof. Dr. Murat Türkeş, Bilim Kurulu Üyesi,
TEMA Vakfı

Bu yayının tamamı ya da herhangi bir bölümü, TEMA Vakfı'nın izni olmadan yeniden çoğaltılamaz ve basılamaz. Tüm hakları saklıdır.

TEMA, Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı
Halaskargazi Mah. Halaskargazi Cad. No: 22 Kat: 7 Şişli, İstanbul
T: 212 291 9090 (pbx) | F: 212 284 9593
tema.org.tr | tema@tema.org.tr

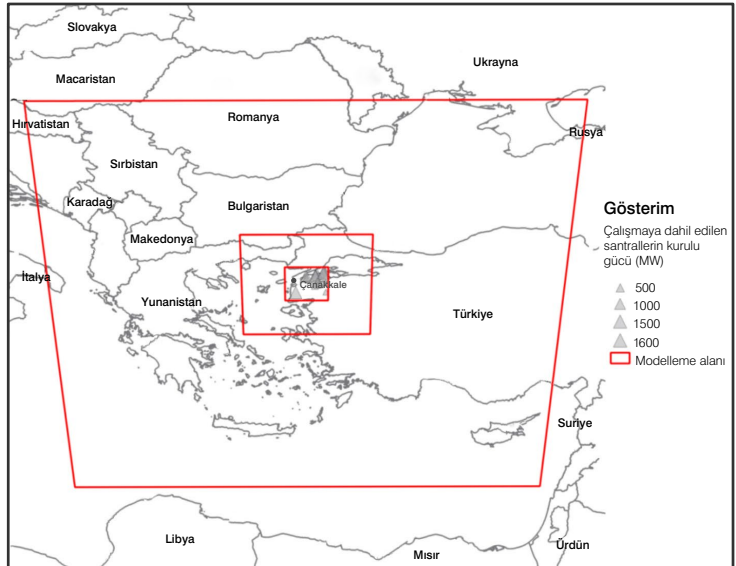
İÇİNDEKİLER

Özet	6
Veri ve yöntem	7
Çalışmanın Sonuçları ve Değerlendirmesi	9
Hava Kalitesi ve Sağlık Üzerindeki Etkiler	12
Toksik Birikme ve Toprağa Etkileri	15
Kaynaklar	17

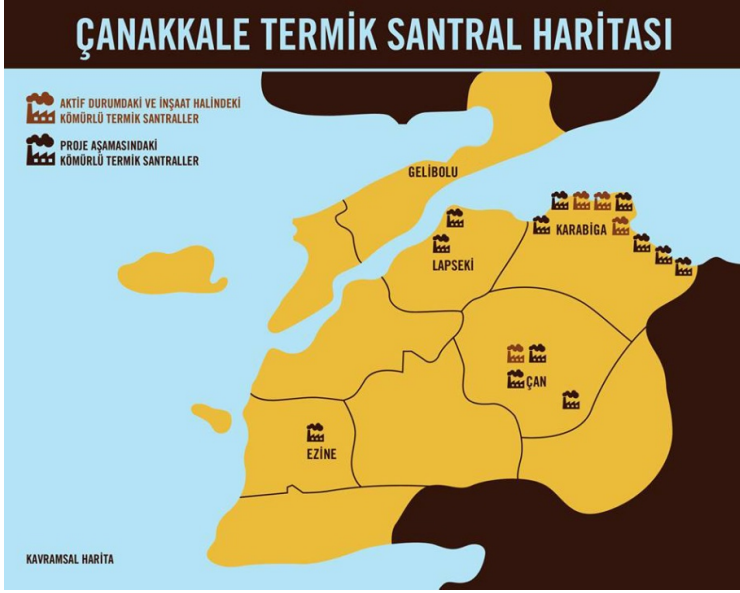
Özet

Çanakkale ve Biga Yarımadası Yöresi, hem Türkiye hem de dünya çapında kömür madenciliği ve kömürlü termik santral tehdidinin en ciddi boyutlarda yaşandığı bölgelerden. Bu yörede 15.000 MW'a yaklaşan kurulu güç ile 16 kömürlü termik santralin üretim yapması planlanıyor. İlde hali hazırda 3 kömürlü termik santral işletmede, 2 kömürlü termik santral inşa halinde. Yöredeki hava kalitesi, sağlık ve toprak üzerine olası etkileri, CALPUFF hava kirliliği modelleme sistemi (ABD Çevre Koruma Dairesi - ABD EPA tarafından uzun erimli kirletici taşınımı ve etkilerini saptamak üzere kullanılan bir model) kullanılarak çalışıldı.

Şekil 1.1: TAPM ve CALPUFF hava kirliliği modelleme sisteminde çalışılan modelleme alanlarının sınırları (kırmızı çizgi) ve çalışmaya konu edilen termik güç santralleri.



Şekil 1.2: Kurulması planlanan, işletmedeki ve inşa halindeki kömürlü termik santralleri gösteren kavram harita



Veri ve Yöntem

Termik santrallerin etkileri, Türkiye ve komşu ülkeleri içine alacak şekilde 1500 km x 1500 km bir alanı kapsayarak ve daha yüksek bir mekânsal çözünürlükle santral projelerinin yakın çevresi için modellendi (Şekil 1.1 ve Şekil 1.2).

Olay ya da durum belirleme çalışmalarının (İng: Case study) atmosferik yayılım modellemesi için CALPUFF modelleme sisteminin 7. versiyonu (Haziran 2015) kullanıldı. CALPUFF, Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı'nın (ABD EPA) Hava Kalitesi Modelleri Rehberi'ne göre uzun erimli kirletici ve etkilerinin taşınımını modellemek için tercih ettiği gelişmiş bir sürgit olmayan (İng: non-steady-state) meteorolojik durum ve hava kalitesi modelleme sistemidir.

Avusturalya Ulusal Bilim Ajansı CSIRO tarafından geliştirilen TAPM modelleme sistemi, CALPUFF tarafından gerekli olan saatlik üç boyutlu hava durumu alanlarını ya da koşullarını üretmek için kullanıldı. TAPM, girdi olarak CSIRO tarafından sağlanan küresel hava durumu verisini kullanır. TAPM çıktıları, CALTAPM kullanılarak CALPUFF meteorolojik işlemcisi CALMET tarafından kabul edilen biçime dönüştürüldü ve daha sonra meteorolojik veri CALMET kullanılarak CALPUFF'ta işlenmek üzere hazır hale getirildi. CALMET, CALPUFF'a girdi olması için bir dizi zaman değişimli mikrometeorolojik parametreyi (saatlik 3 boyutlu sıcaklık alanları, saatlik gridli kararlılık sınıfları, yüzey sürtünme hızı, karışma yüksekliği, Monin-Obukhov uzunluğu, konvektif hız ölçeği, hava yoğunluğu, kısa dalga boylu güneş ışınımı, bağıl yüzey nemi ve sıcaklığı, yağış kodu ve yağış oranı) üretir.

Arazi yüksekliği ve arazi kullanım verileri de TAPM sistemi ve CSIRO tarafından sağlanan küresel veri setleri kullanılarak hazırlandı. TAPM simülasyonları (benzeştirme) için Çanakkale yöresi merkezli, 50 x 50 boyutlu, 30 km, 7,5 km ve 2.5 km yatay çözünürlük ve 35 dikey düzeye eşmerkezli bir dizi yuvalanmış grid kullanıldı.

CALPUFF benzeştirmesi, 2013 yılında işletmedeki tüm santraller için tam bir takvim yılı için çalıştırıldı. CALPUFF'un ISORROPIA II kimyasal modülü için, ikincil inorganik aerosol oluşumlarını etkileyen türlerin arka plan konsantrasyonları gereklidir. Saatlik ozon ölçümleri bölgedeki ve Türkiye ölçeğindeki 16 istasyon verisinden modele sokuldu. Amonyum ve H₂O₂ için aylık ortalama temel konsantrasyonları Norveç Meteoroloji Ajansı'nın EMEP MSC-W modelinden elde edildi.

CALPUFF sonuçları temel amonyum konsantrasyonlarına dayanarak azot türlerinin (NO, NO₂, NO₃ ve HNO₃) dağılımlarını görmek için POSTUTIL kullanarak yeniden işlendi.

Çalışmanın Sonuçları ve Değerlendirmesi

Modelleme sonucuna göre santral emisyonları (salım), Çanakkale ve çevresinde havadaki zehirli parçacık madde ve NO₂ konsantrasyonlarını (birikim) arttırarak, felç, akciğer kanseri, yetişkinlerde kalp ve solunum yolu hastalıkları ile çocuklarda solunum yolları semptomlarında artışa ve dolayısıyla bu hastalıklardan kaynaklanan erken ölümlere neden olabilir (Dadvand ve ark., 2013). Ayrıca, kükürtdioksit (SO₂), azotoksitleri (NO_x) ve toz salımı nedeniyle havadaki zehirli parçacık madde oluşumu da artıyor.

CALPUFF modelleme sisteminin çok önemli bir özelliği, Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) ve yasal-yönetmelik süreçlerde genellikle göz ardı edilen bir etki alanı olan SO₂ ve NO_x'nin atmosferdeki ikincil PM_{2,5}'a kimyasal dönüşümünü simüle edebilmesidir (benzeştirme).

Diğer bir kilit konu ise, santrallerden kaynaklanan asit gaz salımlarının neden olduğu asit yağışları ile tarım alanlarına, ekosistemlere ve mülklere verdiği zarardır.

Tüm planlanan santrallerin çalışmaya başladığı varsayılarak yapılan modelleme sonucuna göre, tahmin edilen sağlık etkileri, yılda 1130 erken ölümdür (% 95 güven düzeyi ile 660-1570 güven aralığında). Bu sayının 960'ı PM_{2,5}'a maruz kalmaktan ve 260'ı NO₂'ye maruz kalmaktan kaynaklanmaktadır. Yapılan kestirimler, düşük doğum ağırlığında olan bebek sayısında 160 bebek artışı öngörmektedir.

Hesaplanan asit birikimi en çok etkilenen alanlarda SO₂ eşdeğeri cinsinden 70 kg/hektar/yıl'dır. 120 km²'lik bir alanda SO₂ eşdeğeri cinsinden 50 kg/hektar/yıl üzerinde, 1400 km²'lik bir alan için de SO₂ eşdeğeri cinsinden 50 kg/hektar/yıl asit birikimi hesaplanmıştır.

Çizelge 1: Çalışmada temel alınan kurulması öngörülen termik santrallerin (TS) özellikleri

Santral ismi	Enlem	Boylam	Kapasite (MW)	Kömür Türü	Teknoloji	Akışkan Gaz Hacmi (Nm ³ /h)	Yük Faktörü
Çan TS	40.02	26.98	320	Linyit	FBC	N/A	N/A
IC içdaş Değirmencik	40.40	27.05	405	Taş kömürü	N/A	N/A	N/A
IC içdaş Bekirli	40.40	27.05	1200	Taş kömürü	N/A	N/A	N/A
Biga TS	40.23	27.24	1540	Taş kömürü	USC	N/A	N/A
Irmak TS	39.79	26.33	1320	Taş kömürü	N/A	N/A	N/A
Çan 2	40.06	27.08	330	Linyit	N/A	N/A	N/A
Filiz Kirazlıdere 2	40.39	27.00	660	Taş kömürü	N/A	2090000	N/A
Karaburun TS	40.43	27.32	1600	Taş kömürü	pulverize	3800000	90%
Ağan TES	40.45	27.30	1580	Taş kömürü	pulverize, USC	3838005	92%
Namal TES	40.38	26.99	1000	Taş kömürü	Supercritical	N/A	94%
Filiz Kirazlıdere 1	40.39	27.00	600	Taş kömürü	pulverize	1900000	90%
Cenal TES	40.43	27.27	1320	Taş kömürü	Pulverize, süperkritik	N/A	68%
Naren TS	40.46	27.26	1200	Taş kömürü	pulverize	3746642	87%
Helvacı TS	40.07	27.18	270	Linyit	FBC	N/A	N/A
Güreci TS	40.34	26.68	1320	Taş kömürü	N/A	N/A	N/A
Çırpılar TS	39.81	27.35	200	Linyit	FBC	1536480	N/A
Default					pulverize, süperkritik		90%

Hava kirliliği salım verileri mevcut olan tüm santral projelerinin ÇED raporları, SO₂/NO_x/toz için sırasıyla 200/200/30 mg/Nm³ emisyon konsantrasyonlarına göre hazırlandığından, yıllık emisyonlar için bu düzeyler temel alınmıştır (Çizelge 1). Verilerin eksik olduğu santral projeleri için tahmini kapasite faktörü ve baca özellikleri, raporlanan değerlerinin medyanı kullanılmıştır.

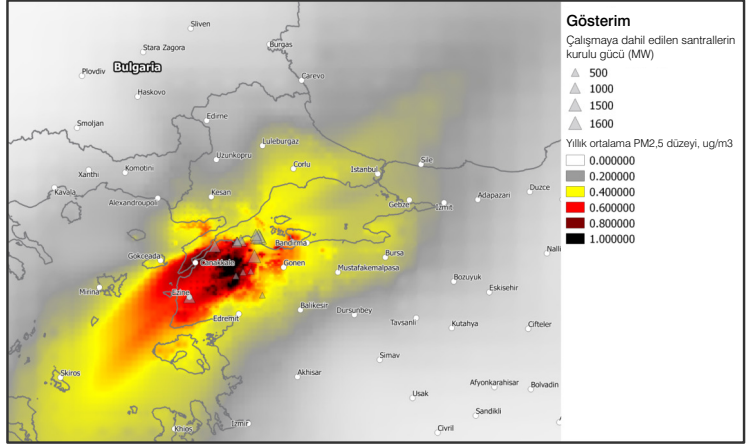
Kazan teknolojilerinin belli olmadığı projeler için, düşük ısı değerinde, % 45 verimle çalışan ultra süper kritik kazan teknolojisi kullanıldığı var sayılmıştır. ABD EPA AP-42 ve Avrupa Çevre Ajansı'nın uygulamalarına paralel olarak tozun % 67'sinin PM₁₀, % 30'unun PM_{2,5} olduğu varsayılmıştır. Kestirilen yıllık salımlar, tüm yıla uygulanan ortalama salım oranlarına dönüştürülerek tüm yıla uygulanmıştır.

Çizelge 2: Çalışmada temel alınan kurulması öngörülen termik santrallerin (TS) baca özellikleri.

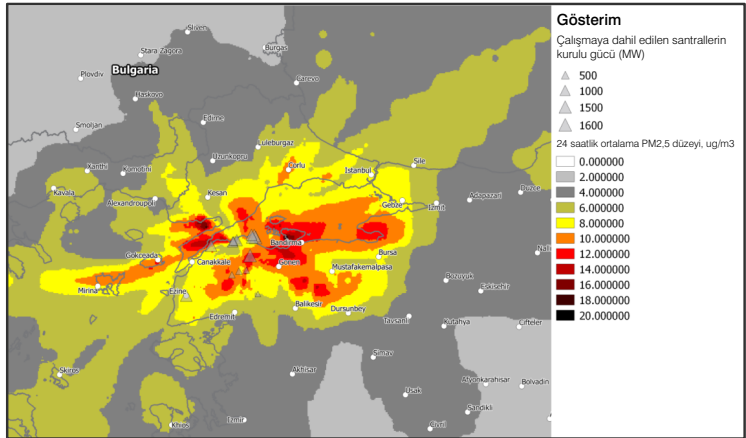
Santral ismi	Baca Yüksekliği (m)	Baca Çapı (m)	Gaz Sıcaklığı (°C)	Gaz Hızı (m/s)
Çan TS	N/A	N/A	N/A	N/A
IC İçdaş Değirmencik	N/A	N/A	N/A	N/A
IC İçdaş Bekirli	N/A	N/A	N/A	N/A
Biga TS	N/A	N/A	N/A	N/A
Irmak TS	N/A	N/A	N/A	N/A
Çan 2	N/A	N/A	N/A	N/A
Filiz Kirazlıdere 2	150	6	80	20,5
Karaburun TS	150	6	80	18,7
AğanTES	175	7,8	81	22,3
Namal TES	N/A	N/A	N/A	N/A
Filiz Kirazlıdere 1	150	6	80	18,7
Cenal	135	8	60	18,0
Naren Entegre TS	180	6,5	75	N/A
Helvacı TS	N/A	N/A	N/A	N/A
Güreci TS	N/A	N/A	N/A	N/A
Çırpılar TS	65	6,5	93	N/A
Default	150	6,3	80	18,7

Çizelge 1 ve Çizelge 2’de sunulan gaz salım ve baca verileri, santrallerin hava kalitesine etkisinin CALMET-CALPUFF modelleme sistemi ile modellenmesinde temel alınmıştır.

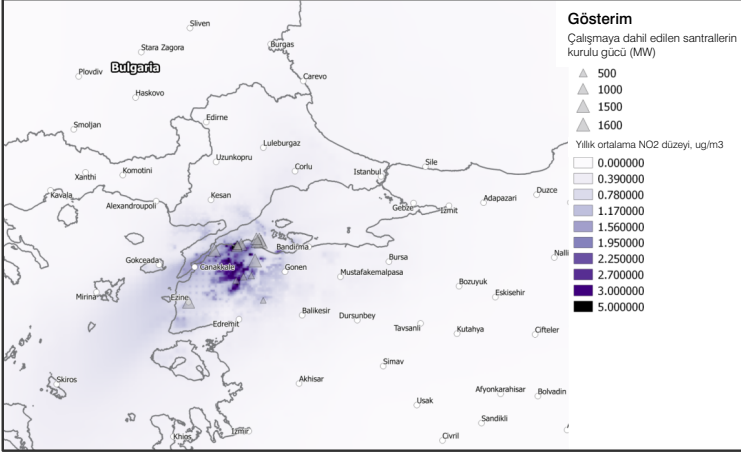
Hava Kalitesi ve Sağlık Üzerindeki Etkiler



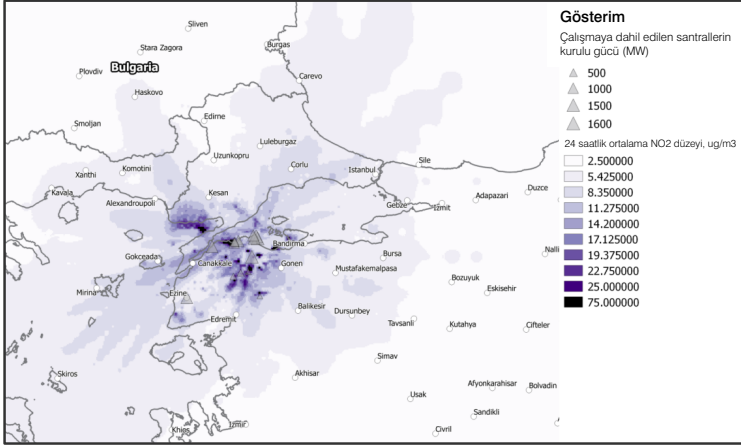
Şekil 3: Çalışmada incelenen santrallerden kaynaklı kestirilen yıllık PM_{2.5} birikimlerindeki artışlar ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Şekil 4: Çalışmada incelenen santrallerden kaynaklı kestirilen 24-saatlik maksimum PM_{2.5} birikimlerindeki artışlar ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Şekil 5: Çalışmada incelenen kömür santrallerinden kaynaklı kestirilen yıllık NO₂ birikimlerindeki artışlar ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Şekil 6: Çalışmada incelenen kömür santrallerinden kaynaklı kestirilen 24-saatlik maksimum NO₂ birikimlerindeki artışlar ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Çalışma kapsamındaki kirlilik kaynaklarının emisyonları, özellikle Bandırma - Çanakkale arasındaki bölge ve Eziye'deki kirlilik düzeylerini etkileyecektir (Şekil 3, 4, 5, 6). Bahsedilen bölgelerde,

planlanan santraller, en kötü durumda, günlük PM_{2,5} düzeylerini yöresel olarak 10-18µg/m³'e kadar ya da başka bir deyişle ortalama yıllık düzeyleri %50-150 arasında artırabilecektir (Şekil 3)(WHO Ambient Air Pollution, 2016)¹. Günlük NO₂ düzeyleri, en kötü koşulda, tüm alanda 15 µg/m³'a kadar yükselebilecek, bu değer alanın büyük kısmını oluşturan bölgede 25 µg/m³'e kadar ulaşabilecektir (haritada siyah ile gösterilmiştir) (Şekil 6). Kirlilik düzeylerindeki artışın büyüklüğü oldukça sıra dışı; kirlilik düzeyleri, vadi ve körfez/koylarda, yüksek baca ve duman çıkış seviyelerine rağmen, termik santrallerin çevrelediği alanlarda kirliliğin tutulu kaldığı devreler yaşanıyor.

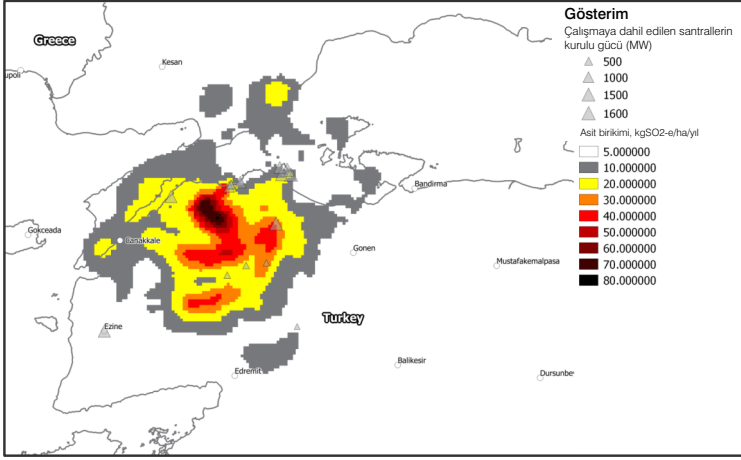
Kirliliğin uzun mesafelere taşınması da oldukça önemli bir durum. Modelleme sonuçları, planlanan santrallerin yapılması durumunda, en kötü durum senaryolarında günlük PM_{2,5} düzeylerinin İstanbul'da 6-8 µg/m³'e kadar artabileceğini, yani yıllık ortalamalarda % 20-25 kadar bir artış olabileceğini gösteriyor (Şekil 3 ve 4) (WHO Ambient Air Pollution, 2016)². NO₂ kirliliği, PM_{2,5}'a göre daha yerel kalmasına karşın, İstanbul'daki günlük NO₂ düzeyleri 4-5µg/m³ artıyor ve geniş bir nüfusu etkisi altına aldığı için İstanbul'daki kirlilik düzeylerinde artışın önemli düzeyde sağlık etkileri olacağı öngörülüyor (Şekil 5 ve 6).

Dış ortam hava kirliliği düzeyleri zaten Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) çok üstünde olduğundan, yeni santrallerin ekleyeceği kirlilikle, kişilerin çok ciddi derecede sağlık tehdidi yaratacak kirlilik düzeylerine maruz kalması olası.

İnsanların maruz kalacağı kirlilik ve bunun neden olacağı sağlık etkilerinin önemli bir bölümü kirliliğin Romanya ve komşu ülkeler boyunca uzun erimli taşınımından kaynaklanıyor.

1 - Ortalama PM2.5 konsantrasyon düzeyleri 2012 yılı ölçüm verilerine göre, Çanakkale'de 11µg/m³ ve Balıkesir'de 28 µg/m³'tür

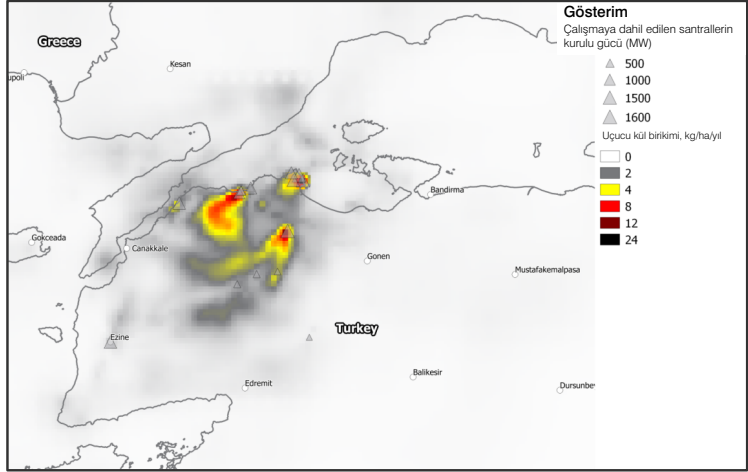
2 - Ortalama PM2.5 konsantrasyon düzeyleri 2012 yılı ölçüm verilerine göre İstanbul'da 33µg/m³'tür.



Şekil 7: Kurulması planlanan kömürlü termik santrallerden kaynaklanacak kestirilen asit birikmesi (SO₂ eşdeğeri) (kg/ha/yıl).

Toksik Birikme ve Toprağa Etkileri

Kömürlü termik santrallerden kaynaklanan salımlar, asit birikmesi (asit yağışları) ve ağır metal içeren uçucu kül birikmesine neden olur. Birikme, yağmurların kirleticileri yıkması ve dolayısıyla birikmenin çoğunluğu, kuzey ve kuzeydoğudan esen rüzgârlarla nemli hava kütlelerinin santrallerin kuzey ve güneyindeki tepe ve dağlarla karşılaşması ile oluşur. Asit birikmesinin Biga, Çan ve Marmara kıyı kuşağını kapsayan alanda 20-80kg/hektar olacağı hesaplanmıştır (Şekil 7). En fazla etkilenen alanlarda uçucu kül birikiminin ise yaklaşık 10-20kg/hektar olacağı kestirilmektedir (Şekil 8).



Şekil 8: Kurulması planlanan kömürlü termik santrallerden kaynaklanacak kestirilen uçucu kül birikmesi (kg/ha/yıl)

KAYNAKLAR

Center for International Earth Science Information Network - CIESIN - Columbia University, United Nations Food and Agriculture Programme - FAO, and Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. (2005). Gridded Population of the World, Version 3 (GPWv3): Population Count Grid, Future Estimates. Palisades, NY: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC). <http://dx.doi.org/10.7927/H42B8VZZ>. Accessed 23 December 2016

<http://sedac.ciesin.columbia.edu/data/set/gpw-v3-population-count-future-estimates>

Dadvand, P. ve ark. (2013). Maternal Exposure to Particulate Air Pollution and Term Birth Weight: A Multi-Country Evaluation of Effect and Heterogeneity. *Environmental Health Perspectives*, 121(3), 267-373.

<http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1205575>

Holland, M., ve ark. (2005). Damages per tonne emission of PM2.5, NH3, SO2, NOx and VOCs from each EU25 Member State (excluding Cyprus) and surrounding seas. AEA Technology Environment. Retrieved 23 December 2016.

Krewski, D. ve ark. (2009). Extended Follow-Up and Spatial Analysis of the American Cancer Society Study Linking Particulate Air Pollution and Mortality. HEI Research Report, 140. Health Effects Institute, Boston, MA.

Open Source EMEP/MSW model [wiki.met.no]. (2016). Wiki.met.no. Retrieved 23 December 2016, from https://wiki.met.no/emep/page1/emepmscw_opensource

1 - Termik santral listesi, Haziran 2016'daki Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu websitesindeki lisans-önlisans verilerine ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çanakkale İl Müdürlüğü'nün duyuru sayfasında ilan edilen ÇED süreçleri verilene göre derlenmiştir.



TEMA, Türkiye Erozyonla M¼cadele, Ağağlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı

Halaskargazi Mah. Halaskargazi Cad. No: 22 Kat: 7 Şişli, İstanbul
T: 212 291 9090 (pbx) | F: 212 284 9593

tema.org.tr |     temavakfi