

## ÇANAKKALE'DE KURULMASI PLANLANAN KÖMÜR YAKITLI TERMİK SANTRALLERİN HAVA KİRLİLİĞİNE KATKISININ BELİRLENMESİ

Ezgi AKYÜZ<sup>1</sup>, Burçak KAYNAK TEZEL<sup>1(\*)</sup>

<sup>1</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 34469

### ÖZET

Bu çalışmada, Çanakkale ilinde yakın zamanda kurulması planlanan kömür yakıtlı santrallerinin bölgedeki hava kalitesine etkisi araştırılmıştır. Halihazırda mevcut üç adet, ikisi inşa halinde olmak üzere kurulması planlanan 10 adet santralin kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) ve partikül madde (PM) kirliliğine etkisi CALPUFF dağılım modeli kullanılarak belirlenmiştir. Model alanı 150×150 km<sup>2</sup> ve hücre boyutları 1 km olarak seçilmiştir. Modelleme için 2014 yılı seçilmiş; rüzgar hızı, rüzgar yönü, sıcaklık, bulut yüksekliği, bulut kapalılığı ve yağış miktarı verileri değerlendirildikten sonra Ocak ayı için modelleme çalışması gerçekleştirilmiştir. Farklı senaryolar ile santrallerden kaynaklanabilecek SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> kirletici konsantrasyonları hesaplanmıştır. Modelin tüm kaynaklar ile çalıştırılması birden fazla termik santral için kümülatif etki belirlenmesi için önemlidir. Çanakkale Bölgesi gibi kara-su geçişli coğrafi özelliklere sahip bölgelerde diğer dağılım modellerine göre CALPUFF'ın daha iyi sonuç verdiği bilinmektedir. Çalışma sonuçları mevzuattaki sınır değerler ve ÇED raporlarında verilen Aermom model sonuçları ile kıyaslanmıştır. Santrallerin bölgedeki mevcut yer gözlem istasyonları kullanılarak kirliliğe muhtemel katkısı belirlenmiştir.

### ANAHTAR SÖZCÜKLER

SO<sub>2</sub>, CALPUFF dağılım modeli, Çanakkale, Kömür termik santralleri

### ABSTRACT

In this study, the effect of coal-fired power plants planned to be established in the near future on air quality was investigated around Çanakkale. The impact of the three existing and 10 planned power plants on SO<sub>2</sub> and PM pollution was determined using CALPUFF dispersion model. Model domain and cell size were chosen as 150×150 km<sup>2</sup> and 1 km, respectively. The year 2014 was selected for modeling. Wind speed, wind direction, pressure, temperature, cloud height, cloud coverage, and precipitation data were evaluated and the model was run for the month of January. With different scenerios, SO<sub>2</sub> and PM<sub>10</sub> concentrations resulting from plant emissions were calculated. Running the model with all power plants is important to determine the cumulative effect of thermal power plants. It is known that CALPUFF gives better results compared to other dispersion models for complex terrain such as Çanakkale region. The study results were compared with the limit values in the legislation and with the Aermom model results given in EIA reports for the planned power plants. Possible contribution of these plants to pollution has been determined using existing ground monitoring stations in this area.

(\*) burcak.kaynak@itu.edu.tr

## KEYWORDS

SO<sub>2</sub>, CALPUFF dispersion model, Çanakkale, Coal-fired thermal power plants

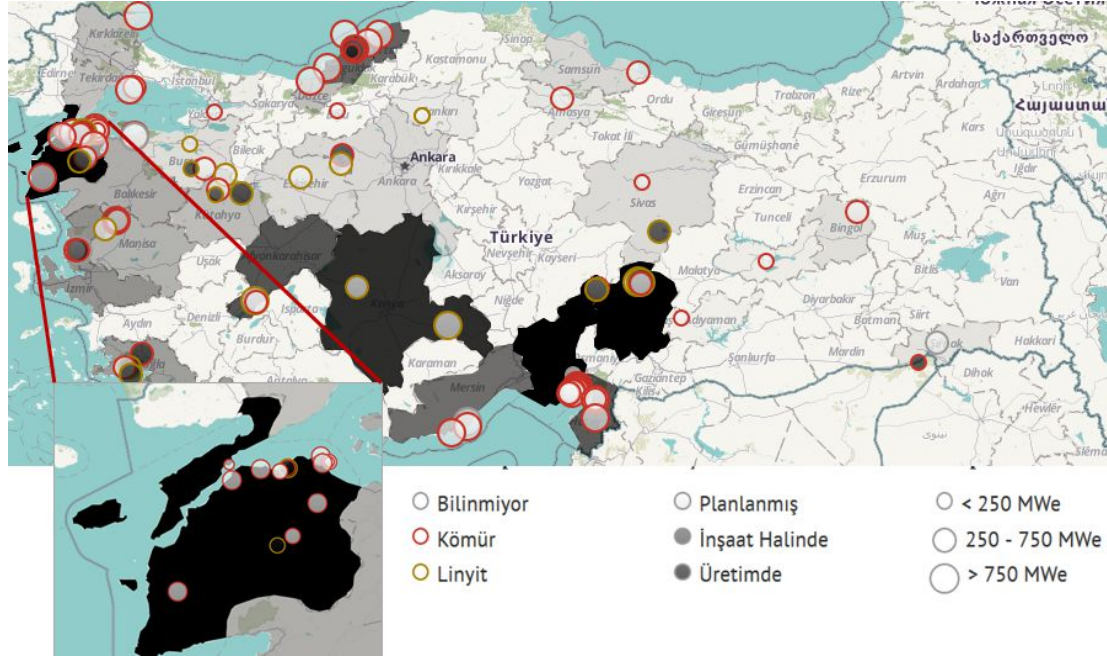
## 1. GİRİŞ

Çanakkale ili Gelibolu ile Biga yarım adası çevresinde kurulmuş olup hem Avrupa hem Asya kıtasında toprakları bulunmaktadır. Tarihi ve turistik özellikleri ile yerli ve yabancı turistlerin ilgisini çekmektedir. İki yarım adadan oluşan Çanakkale'nin hem Marmara Denizi hem de Ege Denizi'ne kıyısı bulunmaktadır. Bu kıyılar üzerinde yaklaşık 20 liman ve koy ile AKÇANSA ve İÇDAŞ'a ait özel limanlar bulunmaktadır (Çanakkale İli 2015 Yılı Çevre Durum Raporu, 2016; Türkiye'deki Limanlar Haritası, 2017; Deniz Ticareti, 2015). Yüzey şekilleri dağlar ve tepelerle kaplı olup engebeldir. Birincil hakim rüzgar yönü Kuzey-Kuzeydoğu, ikincil hakim rüzgar yönü ise daha az sıklıkla gözlenmekte olup Güneybatı'dır (Çanakkale İli Temiz Hava Eylem Planı, 2014).

Son yıllarda artan enerji ihtiyacı sebebiyle Türkiye genelinde enerji üretimine ağırlık verilmiş olup mevcuttaki 20 termik santrale ek olarak dokuz santral inşa halinde olmak üzere toplamda 79 adet kömür yakıtlı termik santral kurulması planlanmaktadır. Kurulması planlanan termik santrallerin sayısında işletme lisansının alınamaması, konfigürasyon ya da lokasyon revizyonları sebebiyle değişiklikler olabilmektedir. Kurulu ve kurulması planlanan kömür yakıtlı termik santrallerin lokasyonlarına bakıldığında ülke genelinde belirli bölgelerde yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 1. Türkiye genelinde kurulu ve kurulması planlanan kömür yakıtlı termik santraller (Karaatlas, 2017)). Kömür yakıtlı termik santraller planlarının yoğunlaştığı bölgelerden birisi Adana ili bir diğeri ise Çanakkale ilidir. Her iki ilde de sayıları 10-15 arasında değişen yeni kömür yakıtlı termik santrallerin kurulması planlanmaktadır. Çanakkale ilinde hali hazırda üç adet kömür yakıtlı termik santral işletilmektedir. İki santral inşa halinde olmak üzere 14 adet daha kömür yakıtlı termik santral kurulması planlanmaktadır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017; Enerji atlası, 2017; Karaatlas, 2017).

Bu ilde artan sayıdaki kömür yakıtlı termik santrallerin il ve çevresindeki hava kalitesine etkisinin araştırılması önemlidir. Kömürün yakılmasıyla ortaya çıkan ısı enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmek için işletilen sistemler olan termik santraller, yakma prosesi sonucunda kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>), partikül madde (PM), azot oksitler (NO<sub>x</sub>), karbon monoksit (CO), uçucu organik bileşikler (UOB), karbon dioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonları oluşturur (Guttikunda, 2014). SO<sub>2</sub> ve PM atmosferdeki önemli kirleticilerden olup, özellikle SO<sub>2</sub> için en önemli antropojenik kaynak kömür yakılmasıdır. Dolayısıyla kömür yakıtlı termik santraller, diğer kömür kullanan prosesler ile birlikte önemli SO<sub>2</sub> ve PM kaynaklarıdır. SO<sub>2</sub> emisyonları atmosferde okside olarak aerosol oluşumuna ve asit birikimine yol açmakta (Fioletov vd., 2013), PM emisyonları ise insanlar ile hayvanların solunum sistemini tahrip ederek sağlığını bozmakta, bitkilerinse solunuma yarayan gözeneklerini tıkayarak fotosentez yapmalarını engellemektedir (Pokale, 2012).

Özkurt (2011) çalışmasında CALPUFF Modelini kullanarak Çanakkale Çan-Bayramiç bölgesindeki Çan Termik Santrali ve Çanakkale Seramik sanayi tesisleri ile yerleşim alanlarından kaynaklanan SO<sub>2</sub> ve NO<sub>2</sub> kirleticilerinin bölge hava kalitesine katkılarını belirlemiştir. Fıratlı (2016) çalışmasında Türkiye'deki önemli kömür termik santrallerini ve onlardan kaynaklanan SO<sub>2</sub> kirliliğini uydu ve yer ölçümleri kullanarak değerlendirmiştir.



**Şekil 1.** Türkiye genelinde kurulu ve kurulması planlanan kömür yakıtlı termik santraller (Karaatlas, 2017)

Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı (TEMA), Çanakkale ve Biga Yarımadasında kurulu ve kurulması planlanan kömür yakıtlı termik santrallerin CALPUFF dağılım modeli ile çevreye muhtemel etkilerini incelemiştir. Artan SO<sub>2</sub> emisyonlarının yöre topraklarında asit birikimine yol açacağı ve Marmara kıyılarının da bu birikimden etkileneceğinden bahsedilmiştir (TEMA, 2017).

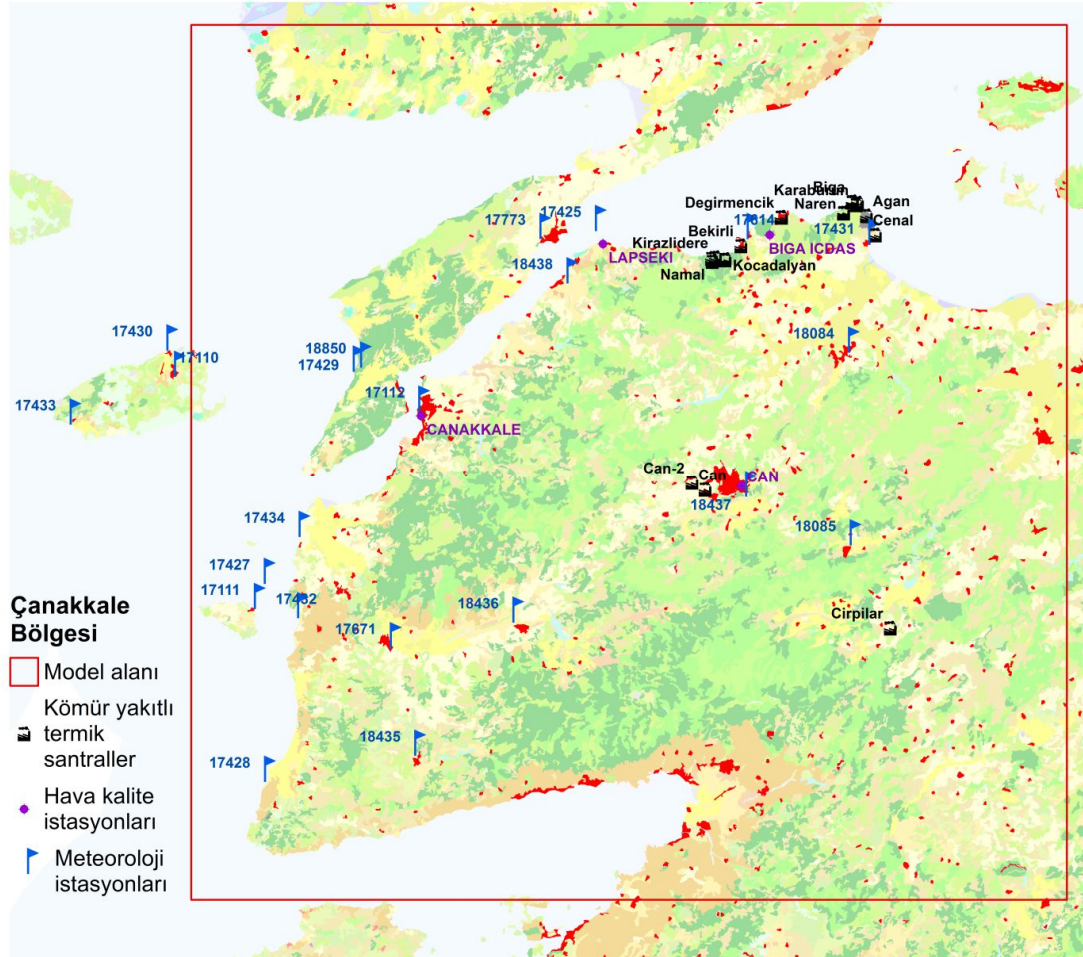
2013-2016 yılları arası Marmara Temiz Hava Merkezi (MTHM) tarafından gerçekleştirilen SO<sub>2</sub> ölçümleri arasında Çanakkale Çan İstasyonu'nun bölgede ikinci en yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir (Kara ve Kaynak Tezel, 2017).

Bu çalışma kapsamında, mevcut termik santrallerin hava kirliliğine katkısı şu anki Hava Kalitesi Gözlem İstasyonlarından alınan veriler ile kıyaslanmış, kurulması planlanan termik santrallerin kümülatif olarak hava kirliliğine katkılarının belirlenmiş, bu katkıların değişen meteorolojik koşullara bağlı değişimi incelenmiş ve sonuçlar mevcut ÇED raporları sonuçları ile kıyaslanmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOD

Modelleme için çalışma alanı Çanakkale ilinde kurulması planlanan termik santralleri ve mevcut meteoroloji gözlem istasyonlarını içerecek şekilde seçilmiş olup çalışma alanı 150×150 km<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir (Şekil 2. Çalışma alanında bulunan meteoroloji ve hava kalite gözlem istasyonları ile kurulu ve kurulması planlanan termik santraller). Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilen 22 adet otomatik meteoroloji gözlem istasyonuna ait veriler ile üst seviye hava gözlemleri için İstanbul Bölge ravinsonde istasyonu verileri kullanılmıştır. Bölgedeki mevcut hava kirliliği durumunu belirlemek amacıyla SO<sub>2</sub> ve PM ölçümleri Marmara Temiz Hava Merkezi Müdürlüğü ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hava Kalitesi İzleme Ağı istasyonlarından

elde edilmiştir (Şekil 2. Çalışma alanında bulunan meteoroloji ve hava kalite gözlem istasyonları ile kurulu ve kurulması planlanan termik santraller).



**Şekil 2.** Çalışma alanında bulunan meteoroloji ve hava kalite gözlem istasyonları ile kurulu ve kurulması planlanan termik santraller

CALMET, CALPUFF ve CALPOST olmak üzere üç modülden oluşan CALPUFF, EPA tarafından uzun mesafeli taşınımlar için önerilen Lagrangian bir dağılım modelidir. CALMET modülü ile yüksek seviye ve yüzey meteoroloji verileri kullanılarak rüzgar alanları oluşturulur. Emisyon kaynaklarının arka plan hava kirliliğine katkısı CALPUFF modeli ile belirlenir ve ardından konsantrasyon dağılımı CALPOST modülü ile hesaplanır. Sonuçları görselleştirmek için ise CALVIEW aracı kullanılır (CALPUFF Kullanım Kılavuzu, 2011).

Arazi kullanımı verileri için Avrupa ölçeğinde oluşturulmuş en büyük izleme projesi olan 100 m×100 m çözünürlükteki, 3. seviyede 44 farklı arazi örtüsü/kullanımı sınıfı bulunan CORINE projesi verileri kullanılmıştır (EEA, 2014; Sertel vd., 2015b). CALPUFF ön işleme modülü ile CALMET modülünün istediği arazi örtüsü/kullanımı sınıflarında hazırlanmıştır. The United States Geological Survey (USGS) web sitesinden alınan arazi yükseklik verileri kullanılarak Çalışma kapsamında değerlendirilen kömür yakıtlı termik santrallere ait kirletici kütleli debiler ve modele girdi olarak kullanılacak olan baca bilgileri Tablo 2’de verilmiştir. İki bacaya sahip

santrallerin baca özelliklerinin tümüyle aynı olması sebebiyle diğer bacaya ait özellikler tabloda tekrar verilmemiştir.

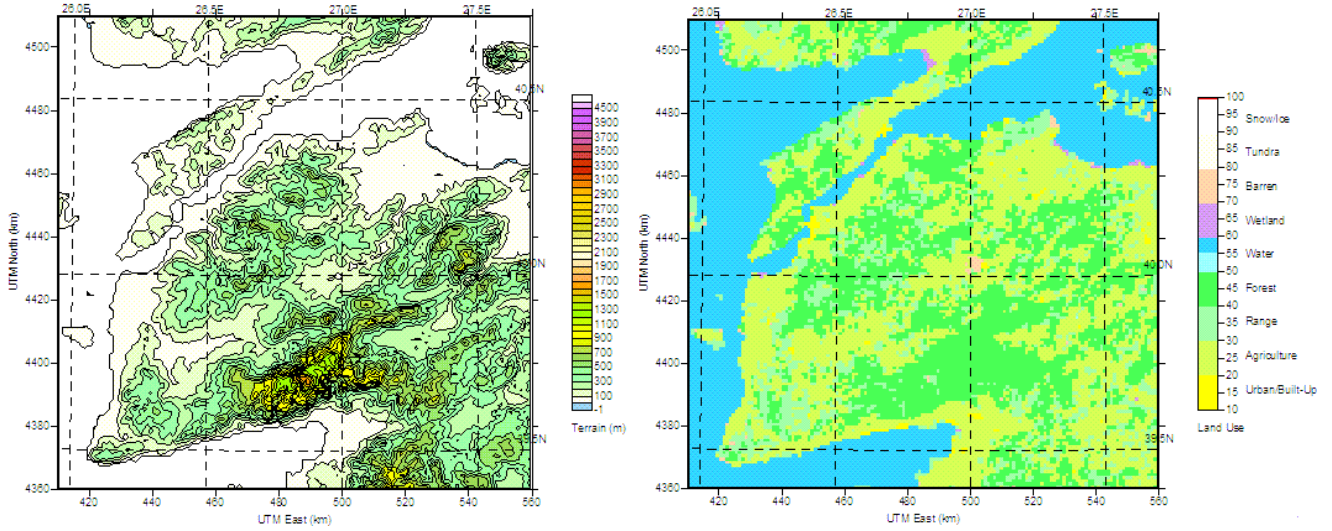
'te verilmiş olan arazi kullanımı ve arazi yüksekliği haritaları oluşturulmuştur (USGS, 2017).

Çanakkale ilinde kurulu, inşa halinde ve nihai ÇED raporu aşamasında olup kurulması planlanan termik santrallere ilişkin bilgiler Tablo 1'de verilmiştir. Henüz sadece ÇED başvuru dosyası hazırlanmış ya da duyurusu bulunan termik santral bilgileri verilmiş olmakla birlikte Namal Termik Santrali hariç olmak üzere bu santrallerin gerek yeri gerekse emisyon bilgileri henüz yayımlanmamış olup bu çalışmaya dahil edilmemiştir. Namal Termik Santraline ilişkin bilgiler yatırımcı firmadan alınan bilgilerin kullanılmış olduğu Kirazlıdere Termik Santrali Nihai ÇED raporundan alınarak çalışmaya dahil edilmiştir.

**Tablo 1.** Çanakkale ilinde kurulu ve kurulması planlanan termik santraller

Sıra No	Termik Santraller	Dosyası	Dosya Tarihi	Durumu	Planlanan/ Kurulu Güç (MWe)	Kömür Tipi
1	İçdaş Bekirli TS	-	-	<b>Kurulu</b>	<b>2 × 600</b>	<b>İthal</b>
2	İçdaş Değirmencik TS	-	-	<b>Kurulu</b>	<b>3 × 135</b>	<b>İthal</b>
3	18 Mart Çan TS	-	-	<b>Kurulu</b>	<b>320</b>	<b>Yerli Linyit</b>
4	Ağan TS	ÇŞB - Nihai ÇED Raporu	Nisan 2015	Planlanan	2 × 790.1	İthal
5	Karaburun Entegre TS	ÇŞB - Nihai ÇED Raporu	Aralık 2014	Planlanan	160 + 660	İthal
6	Kirazlıdere Entegre TS	ÇŞB - Nihai ÇED Raporu	2017	Planlanan	2 × 800	İthal
7	Naren TS	ÇŞB - Nihai ÇED Raporu	2015	Planlanan	2 × 600	İthal
8	Çan-2 TS	ÇŞB - Nihai ÇED Raporu	Kasım 2014	Planlanan	330	Yerli Linyit
9	Biga Entegre TS	ÇŞB - Nihai ÇED Raporu	Ekim 2015	Planlanan	2 × 770	İthal
10	Cenal TS	ÇŞB - ÇED Raporu	Eylül 2013	Planlanan	2 × 660	İthal
11	Kocadalyan TS	ÇŞB - ÇED Raporu	Aralık 2014	Planlanan	2 × 600	İthal
12	Çırpılar TS	ÇŞB - ÇED Raporu	Ağustos 2017	Planlanan	200	Yerli Linyit
13	Namal TS	ÇŞB - ÇED Başvuru Dosyası	2015	Planlanan	1000	İthal
14	Helvacı TS	ÇŞB - Duyuru	Temmuz 2016	Planlanan	2 × 135	-
15	Evreşe TS	Karaatlas	-	Planlanan	-	-
16	Güreci TS	Karaatlas	-	Planlanan	-	-
17	Lapseki TS	Karaatlas	-	Planlanan	-	-

Çalışma kapsamında değerlendirilen kömür yakıtlı termik santrallere ait kirlenme debileri ve modele girdi olarak kullanılacak olan baca bilgileri Tablo 2'de verilmiştir. İki bacaya sahip santrallerin baca özelliklerinin tümüyle aynı olması sebebiyle diğer bacaya ait özellikler tabloda tekrar verilmemiştir.



Şekil 3. Arazi yükseklik (sol) ve arazi kullanım (sağ) verileri

Tablo 2. Kurulu ve kurulması planlanan kömür yakıtlı termik santral bilgileri

Tesisler	Baca Bilgileri				Kütlesel Debi		
	Baca Sayısı	Baca Yüksekliği (m)	Baca Çapı (m)	Çıkış Hızı (m/s)	Çıkış Sıcaklığı (°C)	SO <sub>2</sub> (kg/sa)	PM (kg/sa)
İçdaş Bekirli TS <sup>1</sup>	2	150	6.5	16.04	30	95.93	4.79
İçdaş Değirmencik TS b1 <sup>2</sup>	2	150	7	15.3	90	100.00	15.00
İçdaş Değirmencik TS b2 <sup>2</sup>	2	150	4	33	130	202.00	30.00
Çan TS <sup>3</sup>	1	50	4.5	16	80	550.00	55.00
Ağan TS <sup>4</sup>	2	175	7.8	22.31	80	768.00	115.00
Karaburun TS <sup>5</sup>	2	200	6	18.67	80	332.50	19.00
Kirazlıdere TS b1 <sup>6</sup>	2	200	6	18.67	80	332.50	19.00
Kirazlıdere TS b2 <sup>6</sup>	2	200	6	20.53	80	332.50	19.00
Cenal TS <sup>7</sup>	1	135	6	18.67	80	400.08	60.01
Biça TS <sup>8</sup>	2	180	6.4	18.7	80	433.00	65.00
Naren TS <sup>9</sup>	2	180	6.5	20	75	374.60	56.19
Çırpılar TS <sup>10</sup>	1	65	6.5	18	80	171.79	11.45
Kocadalyan TS <sup>11</sup>	2	150	6.5	16.04	30	103.05	1.30
Çan-2 TS <sup>10</sup>	1	120	6.5	15	63	280.00	28.00
Namal TS <sup>13</sup>	2	180	6.5	20	75	374.60	56.19

<sup>1</sup> Karaburun Termik Santrali Nihai ÇED Raporu, Aralık 2014

<sup>2</sup> Karaburun Termik Santrali Nihai ÇED Raporu, Aralık 2014

<sup>3</sup> Çan-2 Termik Santrali Nihai ÇED Raporu, Kasım 2014

<sup>4</sup> Ağan Termik Santrali Nihai ÇED Raporu, Nisan 2015

<sup>5</sup> Karaburun Termik Santrali Nihai ÇED Raporu, Aralık 2014

<sup>6</sup> Kirazlıdere Termik Santrali Nihai ÇED Raporu, 2017

<sup>7</sup> Cenal Termik Santrali ÇED Raporu, Eylül 2013

<sup>8</sup> Biça Termik Santrali Nihai ÇED Raporu, Ekim 2015

<sup>9</sup> Naren Termik Santrali Nihai ÇED Raporu, 2015

<sup>10</sup> Çırpılar Termik Santrali ÇED Raporu, Ağustos 2017

<sup>11</sup> Kocadalyan Termik Santrali ÇED Raporu, Aralık 2014

<sup>12</sup> Çan-2 Termik Santrali Nihai ÇED Raporu, Kasım 2014

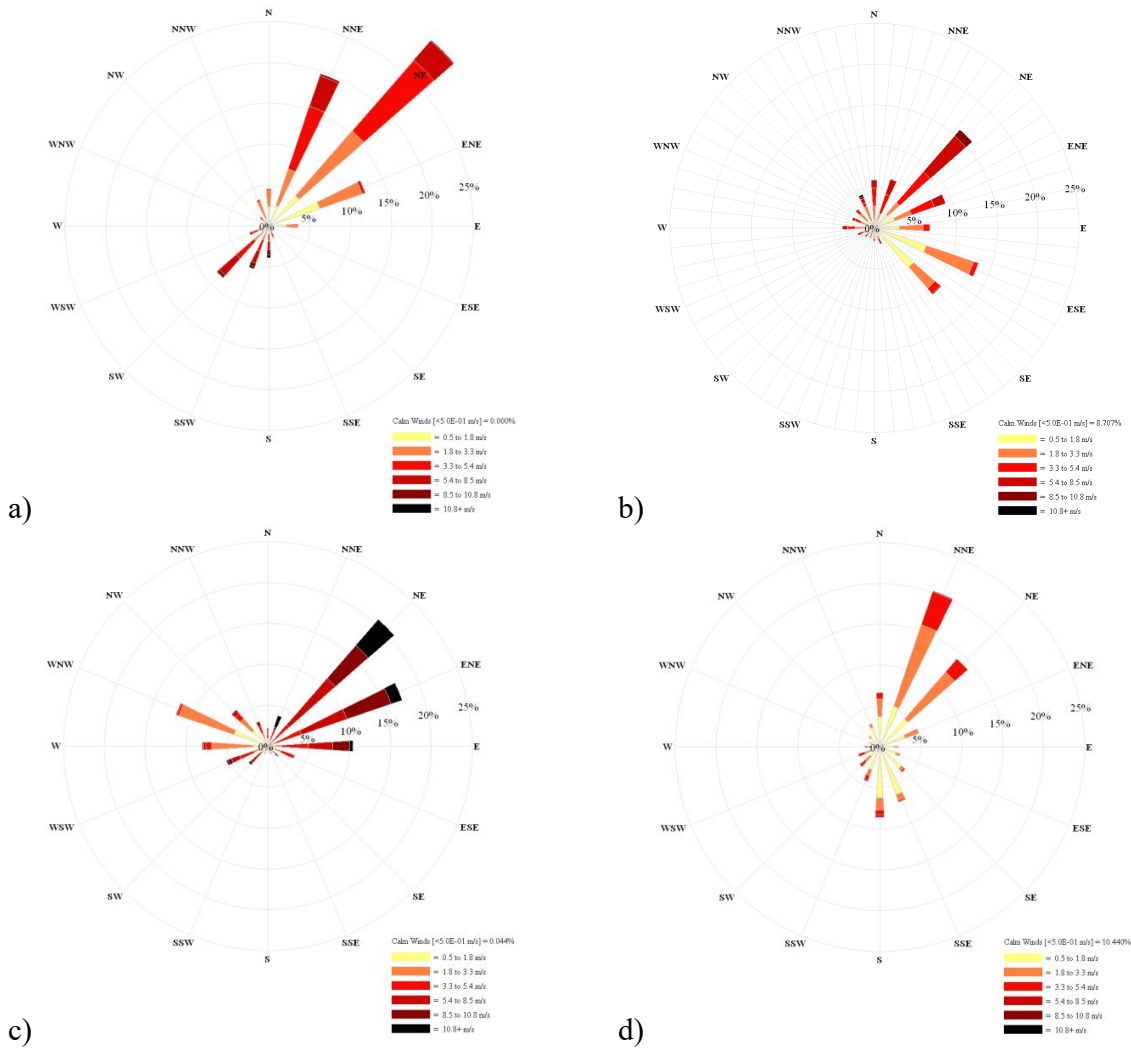
<sup>13</sup> Karaburun Termik Santrali Nihai ÇED Raporu, Yatırımcı Firma, Aralık 2014

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Model, farklı sayıda meteoroloji istasyonu kullanılarak farklı sayıda emisyon kaynakları ile çalıştırılmıştır. Tablo 2'de özetlenen ÇED raporlarında yapılmış olan hava kirlenmesine katkı

değeri hesaplamalarında AERMOD modeli ile birlikte sadece 17112 numaralı Çanakale meteoroloji gözlem istasyonuna ait veriler kullanılmıştır. Bunun sebebi olarak bu istasyonun en yüksek veri doluluk oranına sahip olması düşünülmektedir. Fakat bölgenin karmaşık yüzey şekilleri ve topoğrafyası göz önünde bulundurulduğunda özellikle rüzgar hızı ve yönünün tek meteoroloji istasyonu ile tahmini gerçekçi olmayan sonuçların ortaya çıkabileceği düşünülmektedir. Dolayısıyla bölgede mevcut olan tüm meteoroloji istasyonları verileri 2014 yılı için değerlendirilerek bu çalışmaya dahil edilmiştir. Kullanılan verilere örnek olması için tüm ÇED çalışmalarında kullanılan istasyon ile özellikle kurulması planlanan ve şu anda işletmede olan tesislere en yakın seçilmiş diğer üç meteoroloji istasyonundaki rüzgar hızı ve yönü kıyaslanmıştır (

Şekil 4). Bu dört istasyonda hakim rüzgar yönlerinin benzer olduğu görülmekle beraber rüzgar hızlarında farklılıklar gözlenmiştir. Genel olarak tüm istasyonlar incelendiğinde ise hem rüzgar yönleri hem de rüzgar hızlarında kayda değer farklılıklar göze çarpmaktadır. 2014 yılının geneli ve Ocak ayı için rüzgâr yönü ve hızı dağılımına göre bölgede genel olarak hakim rüzgar yönü Kuzeydoğu'dur.



**Şekil 4.** 2014 yılı a) 17112, b) 17614, c) 17431 ve d) 17437 istasyonları için rüzgar hız ve yön dağılımı

Çalışma alanında kalan Çevre ve Şehircilik Bakanlığına bağlı (Çan MTHM, Lapseki MTHM ve Çanakkale) ve tesis etki alanını inceleyen Biga İÇDAŞ hava kalite gözlem istasyonları verileri 2013-2016 yılları için değerlendirildiğinde SO<sub>2</sub> ve PM kirliliğinin 2014 yılında en yüksek olduğu belirlenmiştir. Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'nden alınan SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> konsantrasyonlarının yıllık sınır değerleri ile kıyaslandığında Çan İstasyonu'nun tüm yıllarda bu değerlerin üstünde olduğu gözlenmiştir (

2014 yılı tüm aylara ait rüzgar grafikleri değerlendirilerek rüzgar hızının diğer aylara göre daha düşük olması ve kış ayları arasında kirliliğin Şubat ve Aralık ayına göre daha fazla olması sebebiyle modelin çalıştırılacağı ay olarak Ocak ayı seçilmiştir .





**VII. ULUSAL HAVA KİRLİLİĞİ VE KONTROLÜ SEMPOZYUMU**  
Hava Kirlenmesi Araştırmaları ve Denetimi Türk Milli Komitesi  
Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü  
1-3 Kasım 2017-Antalya



**Tablo 3).**

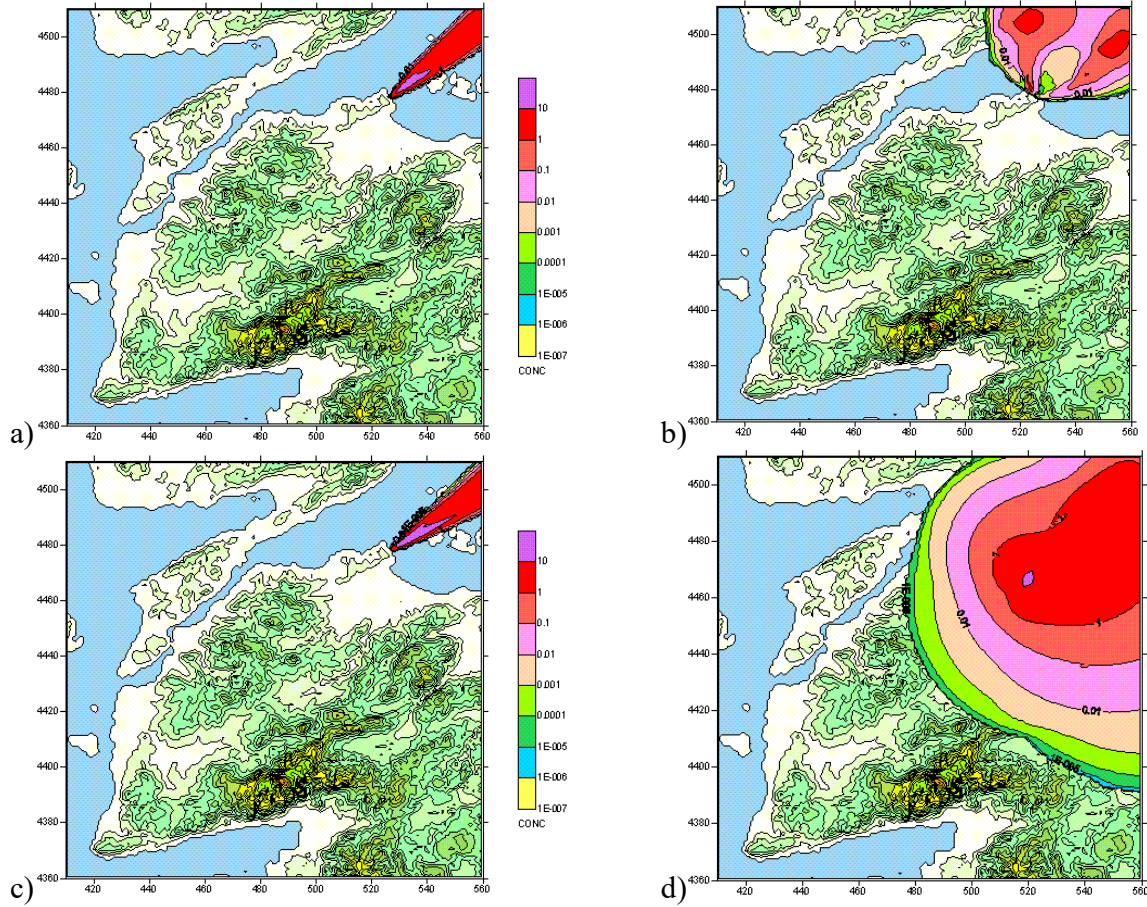
2014 yılı tüm aylara ait rüzgar grafikleri değerlendirilerek rüzgar hızının diğer aylara göre daha düşük olması ve kış ayları arasında kirliliğin Şubat ve Aralık ayına göre daha fazla olması sebebiyle modelin çalıştırılacağı ay olarak Ocak ayı seçilmiştir .

**Tablo 3.** Çalışma alanındaki hava kalite gözlem istasyonlarında ölçülen yıllık ve 2014 yılı aylık SO<sub>2</sub> ve PM konsantrasyonları değişimi (\*Lapseki için PM<sub>10</sub> ölçümleri mevcut olmayıp PM<sub>2.5</sub> ölçümleri verilmiştir)

Yıllar	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )				PM <sub>10</sub>			
	Çan	Lapseki	Çanakkale	Biga	Çan	Lapseki *	Çanakkale	Biga
2013	122.89	7.16	13.07	4.89	73.07	17.69	17.76	33.55
2014	138.42	7.87	11.48	13.34	71.59	20.04	23.44	19.52
2015	89.10	7.95	10.24	4.19	71.39	16.86	26.87	20.87
2016	53.42	6.41	8.70	3.97	64.91	13.74	23.85	17.50
<b>Aylar</b>								
Ocak	400.01	9.23	11.24	16.26	128.75	29.85	30.45	19.51
Şubat	318.32	9.30	8.62	9.09	110.41	24.68	14.08	16.42
Mart	255.99	7.45	15.26	9.03	91.25	18.49	11.26	17.13
201404	118.69	6.70	16.67	8.04	69.04	17.29	13.92	18.88
201405	51.27	5.77	6.46	8.41	50.80	16.26	17.57	18.27
201406	18.88	8.08	4.18	9.12	46.32	15.22	25.32	18.90
201407	19.41	7.58	5.23	9.57	44.99	18.27	28.60	20.31
201408	18.41	10.08	7.13	8.45	45.66	20.64	28.87	26.39
201409	15.06	7.95	4.93	8.21	50.35	17.84	27.42	19.98
201410	53.90	5.87	8.81	22.79	52.88	17.34	22.04	18.07
201411	200.39	7.84	24.70	35.09	93.40	25.03	32.79	22.72
201412	203.51	8.53	21.44	14.42	87.28	17.78	23.90	16.74

Kurulması planlanan kömür yakıtlı termik santrallerin emisyonları göz önünde bulundurulduğunda, en yüksek emisyon değerine sahip olması sebebiyle ÇED raporlarında yapılan modelleme çalışmalarıyla kıyaslamak üzere bu santraller arasından Ağan Termik Santrali seçilmiştir. Model öncelikle ÇED raporlarında da kullanılmış tek meteoroloji istasyonu olan 17112 nolu istasyonu verileri kullanılarak çalıştırılmıştır. CALPUFF modülü ile hesaplanan kirletici konsantrasyonlarının CALPOST modülü ile bölgedeki dağılımı belirlenmiştir. Aynı termik santralin Çanakkale ilinde bulunan tüm meteoroloji istasyonlarının verileri kullanılarak da hava kirliliğine katkı değerleri ve bölgedeki dağılımı belirlenmiştir (Şekil 5). Tek meteoroloji istasyonu ile tüm meteoroloji istasyonları kullanılarak çalıştırılan model sonuçlarına bakıldığında değişen meteorolojik koşulların kirletici dağılımını farklı yönlere taşıyabildiği ve hava kalitesine etkisinin farklı olabildiği gözlemlenmiştir.

Şekil 5’de farklı günlere ait SO<sub>2</sub> dağılımları incelendiğinde tek meteoroloji istasyonu kullanılarak çalıştırılan model sonucuna göre tek bir doğrultuda ilerliyor ve sadece adaların üstünden geçerek bu bölgeleri etkilemektedir. Değişen meteorolojik şartların etkisini belirlemek amacıyla Çanakkale’deki tüm meteoroloji istasyonları dahil edilerek model çalıştırılmıştır. Fakat tüm meteoroloji istasyonlarının kullanılarak çalıştırıldığı model sonuçlarına bakıldığında dağılımın 18 Ocak 2014 tarihinde Trakya bölgesine doğru uzandığı, 22 Ocak 2014 tarihinde ise Çanakkale merkezinden Çan bölgesine kentsel alanlara kadar daha düşük konsantrasyonlarda olsa da ulaşabildiği görülmüştür. Kurulması planlanan kömür yakıtlı termik santrallerin ÇED raporlarında sadece tesis etki alanlarının incelenmesi sebebiyle çalışma alanları daha küçük bir alanı kapsamakta ve kirlilik yer seviyesine ulaşmadan çalışma alanından çıkabilmektedir.



**Şekil 5.** Kurulması planlanan Ağan Termik Santrali'nin 24 saatlik a) 18.01.2014 ve c) 22.01.2014 tarihlerinde tek meteoroloji istasyonu ve b) 18.01.2014 ile d) 22.01.2014 tarihinde çok meteoroloji istasyonu kullanılarak belirlenmiş SO<sub>2</sub> konsantrasyon dağılımı

Ağan Termik Santrali Nihai ÇED Raporunda verilen SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> konsantrasyon değerleri ile CALPUFF modeli ile belirlenen konsantrasyonlarının saatlik ve günlük değerleri karşılaştırılmıştır (Tablo 4). Tek meteoroloji istasyonu kullanılarak belirlenen AERMOD ve CALPUFF model sonuçlarına bakıldığında saatlik SO<sub>2</sub> katkı değerleri arasında yaklaşık 50 µg/m<sup>3</sup> farklılık gözlenmiştir. Aynı şekilde günlük SO<sub>2</sub> ve saatlik PM<sub>10</sub> konsantrasyon katkıları da oldukça farklıdır.

**Tablo 4.** Ağan Termik Santrali AERMOD sonuçları ile CALPUFF sonuçlarının saatlik ve günlük olarak karşılaştırılması

Kirlenici parametre (µg/m <sup>3</sup> )	Ağan Termik Santrali Nihai ÇED Raporu (AERMOD)	Bu çalışma (CALPUFF)	
		1 meteoroloji istasyonu	22 meteoroloji istasyonu
SO <sub>2</sub>	saatlik	107.96*	66.59
	24 saatlik	24.29*	65.14
PM <sub>10</sub>	saatlik	2.08*	9.92

\* Ağan Termik Santrali Nihai ÇED Raporu, Nisan 2015



**VII. ULUSAL HAVA KİRLİLİĞİ VE KONTROLÜ SEMPOZYUMU**  
Hava Kirlenmesi Araştırmaları ve Denetimi Türk Milli Komitesi  
Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü  
1-3 Kasım 2017-Antalya



Bölgede bulunan tüm meteoroloji istasyonları kullanıldığında ise CALPUFF modeli ile hesaplanan katkı değerlerinin, bir meteoroloji istasyonu kullanılarak AERMOD modeli ile hesaplanan değerlerden yüksek olduğu ve bir meteoroloji istasyonu kullanılarak CALPUFF modeli ile hesaplanan değerlerden farklı olduğu görülmektedir. Meteoroloji istasyonlarının tümünün ve yalnızca bir tanesinin kullanılmasıyla CALPUFF modeli ile hesaplanan değerler karşılaştırıldığında aynı gün içinde dahi maksimum değerler arasında  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  değerine ulaşan katkı farkı olabilmektedir. Modelleme çalışmasında etkisinin oldukça fazla olduğu görülmüştür.

Yönetmelik limit değerleri açısından bakıldığında,  $\text{SO}_2$  saatlik limit değerinin 2019 yılında  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve 24 saatlik değerinin ise  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olacağı düşünüldüğünde Ağan Termik Santrali'nin tek başına muhtemel katkısının saatlik  $132.48 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve 24 saatlik  $40.57 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olacağı öngörülmektedir. Kurulması planlanan 10 termik santralin muhtemel katkısı CALPUFF ile belirlenmiştir (Tablo 5). Çanakkale ilinin genel hava kirliliği durumu ve kurulması planlanan santrallerin bu istasyonlarda ölçülen değerlere kümülatif muhtemel katkısı grafik üstünde gösterilmiştir (Şekil 6).

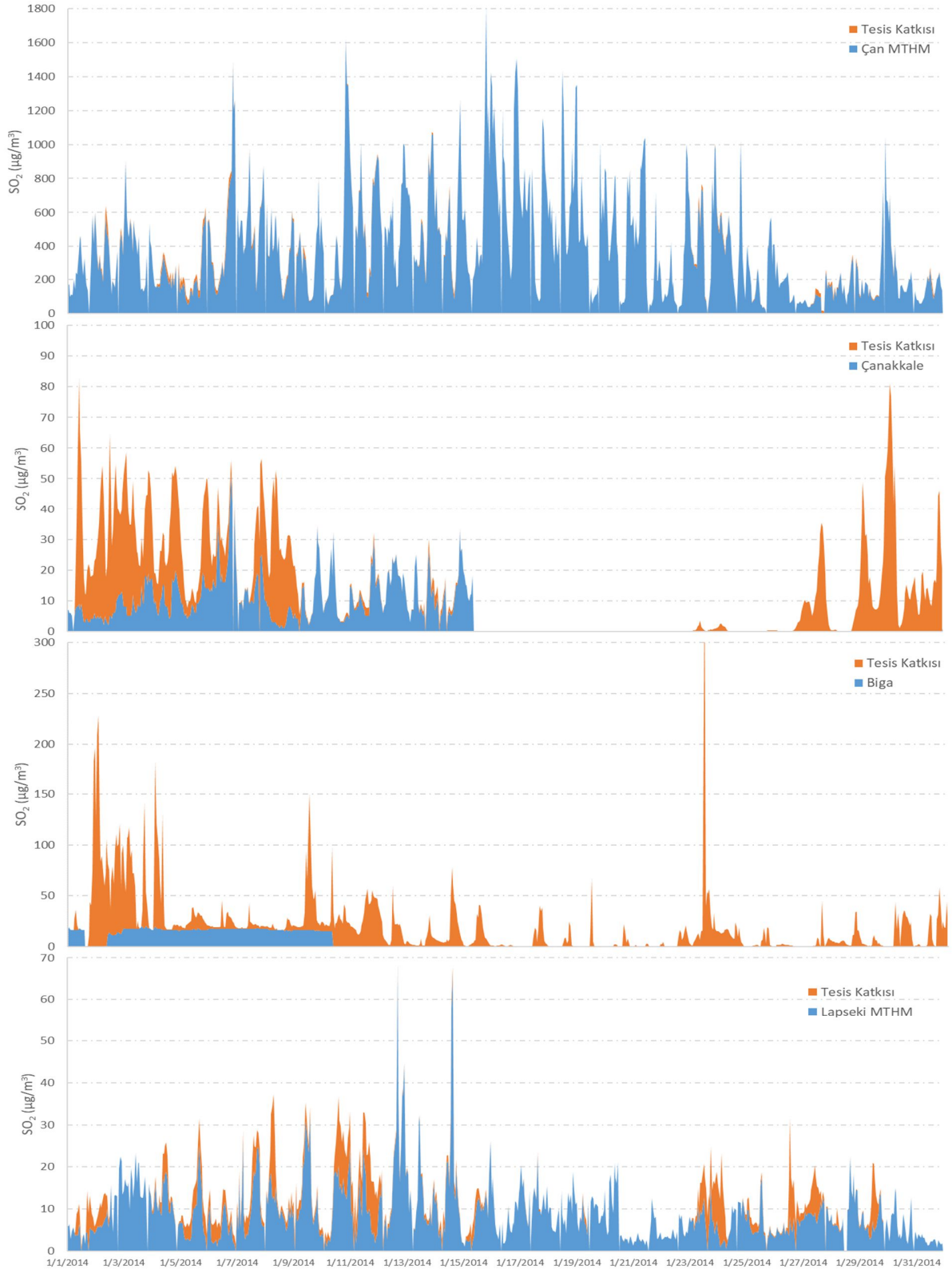
**Tablo 5.** 10 Termik santralin Çanakkale ili hava kirliliğine kümülatif muhtemel katkısı

Kirlenici parametre ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	10 Termik Santralin CALPUFF ile hesaplanan hava kirliliğine katkısı	
	1 meteoroloji istasyonu	22 meteoroloji istasyonu
$\text{SO}_2$	saatlik	444.63
	24 saatlik	73.25
$\text{PM}_{10}$	saatlik	10.18
		12.01

Lapseki ve Çan hava kalite gözlem istasyonları Marmara Temiz Hava Merkezine bağlı olarak çalışan gözlem istasyonlarıdır. Lapseki kırsal bir alanda bulunmaktadır ve 2014 yılı  $\text{SO}_2$  ölçümlerine bakıldığında bu bölgede limit değerlerin üzerinde kalabilecek bir kirlilik olmadığı söylenebilmektedir. Çanakkale-Çan İstasyonu endüstriyel tesisler, 18 Mart Çan Termik Santrali ve yerleşim yerlerinin bulunduğu bir bölgede kentsel bir istasyon olarak 2014 yılında  $\text{SO}_2$  konsantrasyonları değerlendirildiğinde çoğunlukla limit değerlerin üstünde olduğu,  $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  değerinin üstüne çıktığı görülmüştür. Çanakkale hava kalitesi gözlem istasyonu ise verilerinin kalite kontrolünün Marmara Temiz Hava Merkezine devredildiği kentsel alanda bulunan bir istasyondur. Yönetmelik 24 saatlik limit değerleri göz önünde bulundurulduğunda bu değerlerin aşılmadığı görülmektedir. Biga İÇDAŞ hava kalite gözlem istasyonu termik santrallerin etkisini belirlemek amacıyla kurulmuş tesis etki alanı hava kalitesi gözlem istasyonudur. Hali hazırda kurulu ve İÇDAŞ'a ait olan termik santrallerin etki alanını incelemekte olup buradaki mevcut santraller ile limit değerleri aşmadığı fakat bu bölgeye kurulması planlanan tesislerin muhtemel katkısı göz önünde bulundurulduğunda arka plan hava kirliliğine katkısının  $50-300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  arasında olabileceği ve bu durumda 24 saatlik limit değerleri aşacağı görülmektedir.

## 5. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Çanakkale bölgesinde kurulması planlanan kömür yakıtlı 10 termik santral için CALPUFF modeli kullanılarak hava kirliliğine muhtemel katkı değerleri belirlenmiştir. ÇED raporlarında AERMOD modelinin tek meteoroloji istasyonu verileri ile çalıştırılması sebebiyle bu çalışma hem raporlarda kullanılan istasyonun verileriyle hem de bölgede bulunan tüm meteoroloji istasyonu verileri kullanılarak çalıştırılmıştır. Sonuçta tek meteoroloji istasyonu verileri kullanılarak saatlik  $\text{SO}_2$  tahminleri her iki model tarafından da daha düşük hesaplanmakla birlikte



Şekil 6. Çalışma alanında kurulması planlanan kömür yakıtlı termik santrallerin Çanakkale hava kalite gözlem istasyonlarında SO<sub>2</sub> kirliliğine katkısı

24 saatlik SO<sub>2</sub> ve PM konsantrasyonları tüm meteoroloji istasyonları kullanılarak hesaplanan değerlerden daha düşük çıkmaktadır. Buna rağmen mevcuttaki ÇED raporlarında çalışılan tesis etki alanları yerine Çanakkale ilinde kurulması planlanan tüm termik santraller çalışmaya dahil edildiğinde bazı bölgeler için yönetmelik limit değerlerinin SO<sub>2</sub> için aşılacağı ön görülmektedir.

ÇED raporlarında model alanı olarak daha küçük bir çalışma alanı seçilmesi sebebiyle kurulması planlanan termik santrallerin tamamının arka plan kirliliğine katkısının tam olarak belirlenemediği ve yine seçilen alanın küçük olması sebebiyle emisyonun yer seviyesine inmeden model alanından ayrıldığı görülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma 114Y159 nolu proje kapsamında TÜBİTAK tarafından desteklenmektedir.

## KAYNAKLAR

- Guttikunda, S. K. & Jawahar, P., 2014. Atmospheric emissions and pollution from coal-fired thermal power plants in India. *Atmos. Environ.* 92, 449-460.
- Kara M. B., Kaynak Tezel B. 2017. “Türkiye’deki SO<sub>2</sub> yer ölçümlerinin değerlendirilmesi ve SO<sub>2</sub> kirliliğinin zamansal ve mekansal değişiminin incelenmesi”, VII. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu, 1-3 Kasım 2017-Antalya.
- Fıratlı, E., 2016. *Determination of large-scale SO<sub>2</sub> point sources in Turkey using Satellite retrievals*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye
- Öztürk, N., 2011. *Kırsal alanlarda hava kalitesi modellemesi üzerine araştırma (Çan-Bayramiç örneği)*, Doktora Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, Türkiye.
- Fioletov, V. E., McLinden, C. A., Krotkov, N., Yang, K., Loyola, D. G., Valks, P., Theys, N., Van Roozendaal, M., Nowlan, C. R., Chance, K., Liu, X., Lee, C. ve Martin, R. V. 2013. “Application of OMI, SCIAMACHY, and GOME-2 satellite SO<sub>2</sub> retrievals for detection of large emission sources”, *Journal of Geophysical Research-Atmospheres* 118, 11399-11418.
- Pokale, W.K.. (2012). Effects of thermal power plant on environment. *Scientifics Reviews & Chemical Communications.* 2. 212-215.
- Sertel, E., Kutoglu, S.H., Kaya, S., 2007. Geometric correction accuracy of different satellite sensor images: application of figure condition. *International Journal of Remote Sensing*, 28(20), pp.4685–4692.
- EEA, 2014. CORINE Land Cover Nomenclature Illustrated Guide. Available at:<http://www.eea.europa.eu/publications/CORO-landcover>.



VII. ULUSAL HAVA KİRLİLİĞİ VE KONTROLÜ SEMPOZYUMU  
Hava Kirlenmesi Araştırmaları ve Denetimi Türk Milli Komitesi  
Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü  
1-3 Kasım 2017-Antalya



- TEMA, 2017. Termik Santrallerin Hava Kirliliği Modellemesi: Çanakkale ve Biga Yarımadası
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Termik Santral ÇED Raporları, [www.csb.gov.tr/iller/canakkale/](http://www.csb.gov.tr/iller/canakkale/), Erişim tarihi: 24.09.2017
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2016. Çanakkale İli 2015 Yılı Çevre Durum Raporu, <https://www.csb.gov.tr>, Erişim tarihi:01.06.2017
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2014. Çanakkale İli Temiz Hava Eylem Planı
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, <http://www.havaizleme.gov.tr>, Erişim Tarihi:25.09.2017
- Enerji atlası, Kömür ve Linyit Yakıtlı Termik Santraller, <http://www.enerjiatlası.com/> Erişim tarihi:24.09.2017
- Karaatlas, Kurulu ve kurulması planlanan termik santraller haritası, <http://karaatlas.org/harita/> Erişim tarihi:24.09.2017
- CALPUFF Modeling System Version 6 User Instructions, 2011. Erişim tarihi: 25.09.2017
- USGS, 2017. <https://earthexplorer.usgs.gov/> Erişim tarihi:25.09.2017
- Türkiye'deki Limanlar Haritası, [www.haritatr.com](http://www.haritatr.com), Erişim tarihi: 25.09.2017
- Deniz Ticaret Odası, Deniz Ticareti Dergisi, 2015. Erişim tarihi: 25.09.2017