

KÜTAHYA’NIN KIRSAL VE KENTSEL İSTASYONLARINDAKİ PM_{2.5} ÖRNEKLERİNİN RADİKAL OLUŞTURMA POTANSİYELLERİNİN İNCELENMESİ

Eftade O. GAGA^{1(*)}, Gülzade KÜÇÜKAÇIL¹, Mustafa ODABAŞI², Thomas
KUHNBUSH³, Bryan HELBACK³

¹Çevre Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Anadolu Üniversitesi, İki Eylül
Kampüsü, 26555, Eskişehir

²Çevre Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Tınaztepe
Kampüsü, Buca, 35160, İzmir

³Institute of Energy and Environmental Technology e.V. (IUTA), Bliersheimerstraße 58-60,
47229 Duisburg, Germany

ÖZET

Partikül maddenin reaktif oksijen türlerini (ROT) oluşturma kapasitesinin belirlenmesi, olumsuz sağlık etkilerini anlamak açısından önemlidir. Partikül maddenin kendisi ROT oluşturarak oksidatif strese neden olmaktadır. Bu çalışma kapsamında 3 tane termik santralin bulunduğu Kütahya ilinde, günlük olarak kuvars filtreler üzerine toplanan PM_{2.5} örneklerinin ROT oluşturma kapasitesi değerlendirilmiştir. Kütahya’da kurulan kentsel ve kırsal istasyonlarda toplanan PM_{2.5} örneklerinin ROT oluşturma kapasitesi, Elektron Spin Rezonans (ESR) tekniği kullanılarak belirlenmiştir. Kentsel istasyonda toplanan PM_{2.5} örneklerinin OH radikali oluşturma potansiyelleri genel olarak kırsal istasyondaki değerlerden daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). PM örneklerinin ROT oluşturma kapasiteleri mevsimsel olarak değerlendirilmiş ve kentsel istasyon yaz dönemi medyan değerinin, kırsal istasyon yaz dönemi medyan değerinden daha yüksek olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$).

ANAHTAR SÖZCÜKLER

Partikül Madde, Oksidatif Stres, Reaktif Oksijen Türleri (ROT), Elektron Spin Rezonans (ESR)

ABSTRACT

Determination of reactive oxygen species (ROS) generation capacity, often also called oxidative potential (OP), of particulate matter (PM) is of concern considering possible induced adverse health effects by PM. Particulate matter itself can causes oxidative stress by generating ROS. In this study, ROS generation capacity of daily PM samples were investigated in Kütahya where three thermal power plants are located. ROS generation capacity of PM_{2.5} samples, collected in urban and rural stations in Kütahya, was investigated by a spin trap based Electron Spin Resonance (ESR) spectroscopy approach. OH radical formation potency of urban samples were found to be statistically significant higher than rural samples ($p<0.05$). Seasonal variation of the ROS generation capacities of PM samples were

* egaga@anadolu.edu.tr

also investigated. Median value of ROS generation capacities of summer urban PM samples was found to be statistically significant higher than median of the rural PM samples ($p<0.05$).

KEYWORDS

Particulate Matter, Oxidative Stress, Reactive Oxygen Species (ROS), Electron Spin Resonance (ESR), Oxidative Potential (OP)

1. GİRİŞ

Son yıllarda gerçekleştirilen pek çok çalışma partikül maddenin (PM) çeşitli olumsuz sağlık etkileri olduğuna işaret etmektedir. PM yapısında pek çok organik ve inorganik bileşeni barındıran kompleks bir karışımdır. Son yıllarda PM'in kimyasal kompozisyonunun yapısını aydınlatmaya yönelik pek çok çalışma gerçekleştirilmiştir. Öte yandan PM'nin sağlık etkilerini belirlemeye yönelik çalışmalar nispeten daha yeni ve daha çok bilinmezi içermektedir. PM solunum yolu ile vücuda alındıktan sonra boyutuna bağlı olarak farklı etkiler göstermektedir. Bu etkilerden bir tanesi ise oksidatif strestir. PM radikal oluşumuna neden olarak hücrelerde oksidatif etki yaratmaktadır (Hellack vd., 2015, Shi vd., 2003).

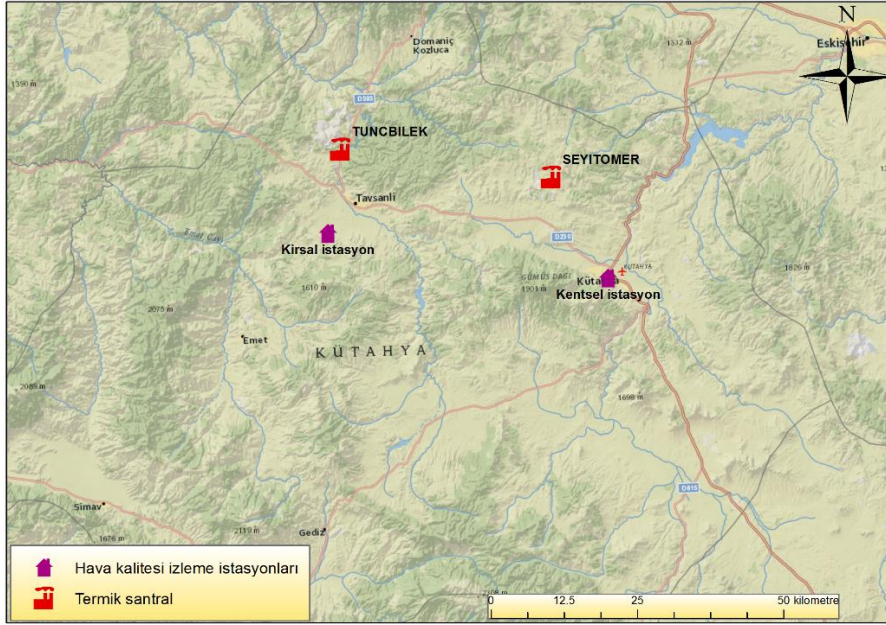
Partikül maddenin reaktif oksijen türlerini (ROT) oluşturma kapasitesinin ölçülmesi, partikül maddenin neden olduğu olumsuz sağlık etkilerini belirlemek açısından umut vericidir. Toksikolojik çalışmalar, ROT oluşumlarının partikül maddenin kimyasal yapısıyla doğrudan veya dolaylı olarak ilişkili olduğunu göstermektedir (Wessels vd., 2010, Hellack vd.,2014).

Bu çalışmada Elektron Spin Rezonans (ESR) tekniği kullanılarak partikül maddenin ROT oluşturma kapasitesi belirlenmiştir. Bu yaklaşım, fenton tipi reaksiyon sonucu H_2O_2 varlığında oluşan OH radikallerinin bir spin tuzağı kullanılarak ölçülmesi temeline dayanır (Shi vd.,2003).

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Çalışma alanı ve örnekleme

Çalışma kapsamında Kütahya il sınırları içinde kentsel ve kırsal nitelik taşıyan iki istasyonda kuvars filtreler üzerine toplanan $PM_{2.5}$ örnekleri ESR tekniği kullanılarak analiz edilmiştir. Örnekleme noktaları Şekil 1'de gösterilmiştir. Örneklemede düşük hacimli bir örnekleme kullanılmış ve aynı anda hem ince hem de kaba partiküller kuvars filtreler üzerine toplanmıştır. Kuvars filtrelerin yarısı ESR ile analiz edilmiştir. Örnekleme dönemine ait meteorolojik veriler de elde edilmiştir.



Şekil 1. PM_{2.5} örneklerinin toplandığı hava kalitesi izleme istasyonlarının yerleri

Örnekleme kampanyasına ilişkin bilgiler ise Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo 1: Örnekleme kampanyası özellikleri

Örnekleme noktası	Örnekleme Periyodu	Örnek sayısı	Özellikleri
Kentsel (Kütahya)	28.01.2014-14.12.2014	114	Şehir merkezinde kurulu, direk trafik etkisinden uzak
Kırsal(Göbel)	17.01.2014-23.12.2014	111	Kütahya kent merkezinden 70 km uzaklıkta

2.2. Örneklerin hazırlanması ve analizleri

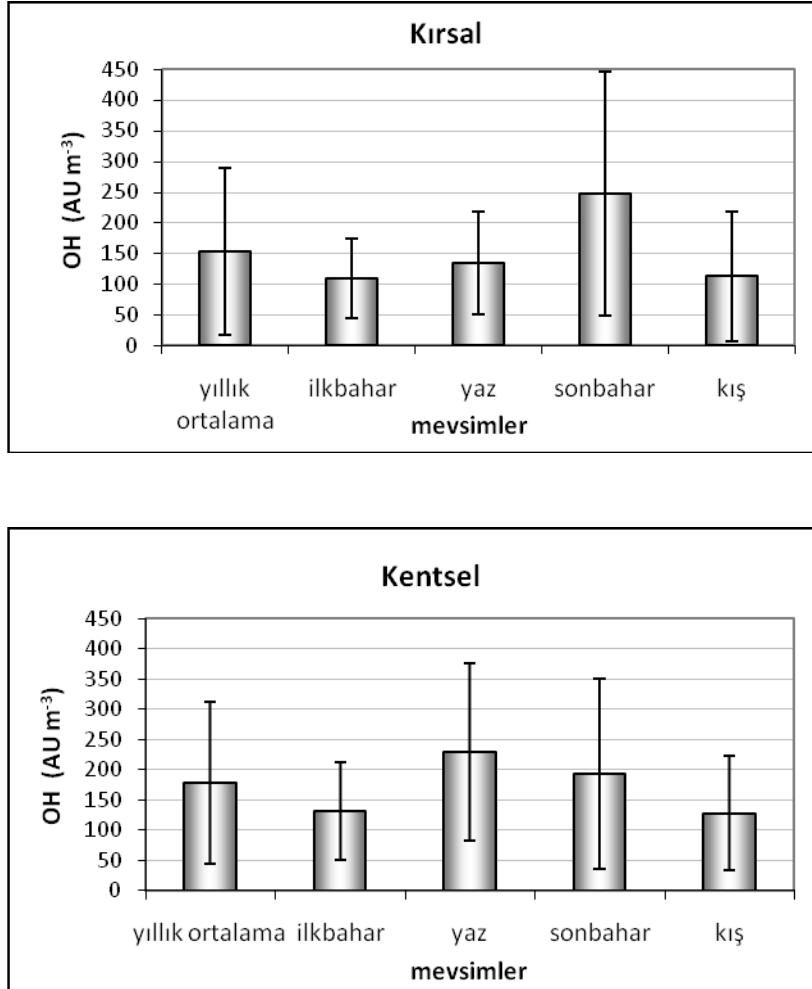
PM_{2.5} örneklerinin toplandığı kuvars filtreler yarıya bölünüp 5 ml hacmindeki viallere yerleştirilmiştir. Viillere alınan örneklerin üzerine sırasıyla, deionize su, hidrojen peroksit ve DMPO (5,5-dimethylpyrroline-N-oxide) eklenmiştir. Vortekste karıştırılan örnekler inkübe edilerek analize hazır hale edilmiştir. Her örnek 3 defa analiz edilmiştir. Analizlere başlamadan önce ve analizler esnasında kalite kontrol çözeltilerinin rutin olarak ölçümleri gerçekleştirilmiştir. ROT oluşturma potansiyeli, ESR’deki DMPO-OH dörtlü sinyali ile oluşan piklerin genişliğinin hesaplanması ile belirlenmiştir.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Elde edilen ROT oluşturma kapasitesi verilerinin dağılımının normal olup olmadığını anlamak için Kolmogorov Smirnov testi kullanılmış ve her iki istasyon için de verilerin normal dağılmadığı görülmüştür. Bu yüzden karşılaştırmalarda non-parametrik testler kullanılmıştır. Tüm verilerin analizi SPSS statistics 22 programı ile gerçekleştirilmiştir.

6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu-2015 7-9 Ekim 2015, İZMİR

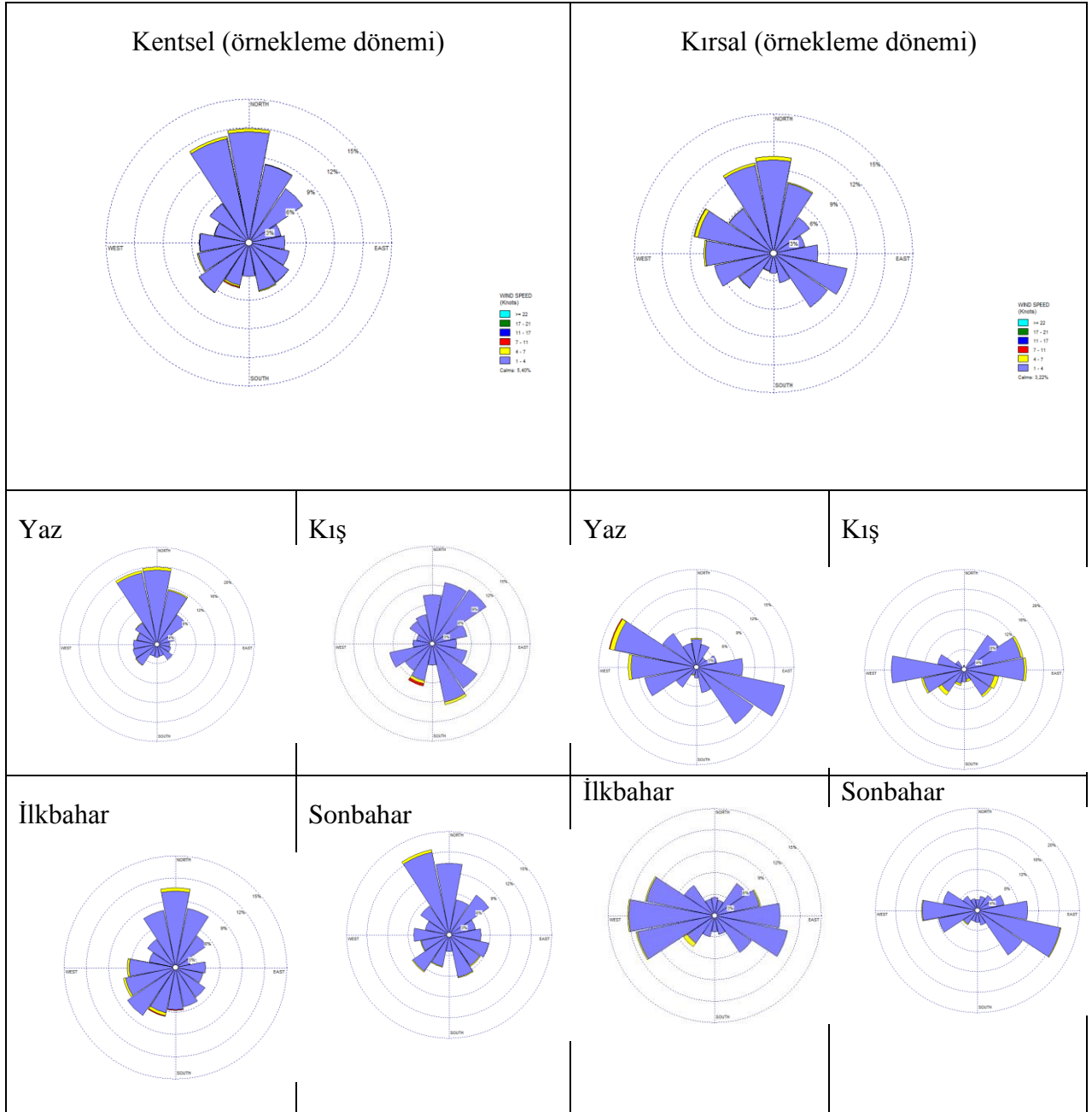
Kırsal ve kentsel istasyona ait verilerin mevsimsel değişimleri ve yıllık ortalamaları görsel olarak Şekil 2’de gösterilmiştir. Kırsal ve kentsel istasyon verileri normal dağılmadığından karşılaştırmalarda medyan değerleri kullanılmış ve Kentsel istasyon verilerinin (medyan=140 AU m^{-3}) kırsal istasyon verilerinden (medyan=123 AU m^{-3}) istatistiksel olarak daha yüksek olduğu görülmüştür ($p<0.005$, Mann-Whitney U testi). Mevsimsel karşılaştırmalar yapıldığında ise kentsel istasyon yaz değerlerinin kırsal istasyon yaz değerlerinden istatistiksel olarak daha yüksek olduğu görülmüştür ($p<0.005$, Mann-Whitney U testi).



Şekil 2. Kırsal ve kentsel istasyonlara ait ROT oluşturma kapasitesi ortalamaları

PM’in ROT oluşturma kapasitesinin $\text{PM}_{2.5}$ kütle konsantrasyonlarıyla ilişkisi de incelenmiştir. İstasyonlarda aynı günlere ait elde edilen $\text{PM}_{2.5}$ kütle konsantrasyonları ROT değerleri ile korelasyon analizleri gerçekleştirilmiş ve her iki istasyon için de anlamlı bir korelasyon görülmemiştir.

Örnekleme yapılan günlere ait rüzgar gülleri oluşturulmuş ve Şekil 2’de örnekleme yapılan döneme ait ve mevsimlere ait rüzgar gülleri gösterilmiştir. Detaylı rüzgar analizleri gerçekleştirilmese de kentsel istasyon için nispeten daha yüksek değerlerin ölçüldüğü yaz ve sonbahar mevsimlerinde rüzgarın yön değiştirdiği ve termik santrallerin kurulu olduğu yönlerden estiği dikkat çekmektedir.



Şekil 3. Örnekleme dönemine ait rüzgar gülleri

4. TEŞEKKÜR

Bazı ön değerlendirmelerinin sunulduğu bu çalışma 112Y305 numaralı ve "Kütahya'da Hava Kalitesi Belirleme Çalışmaları: Kaynakların Tespiti, Ölçümler ve Sağlık Riski Analizi" başlıklı TÜBİTAK ve 1306F272 numaralı "Kütahya Hava Kalitesinin ve Partikül Madde Genotoksitesinin Araştırılması" başlıklı Anadolu Üniversitesi BAP projelerinin bir parçasıdır. Ylisans öğrencisi Gülzade Küçükaçıl'ın örnekleri analiz etmek üzere IUTA'da bulunduğu sürece yol ve yaşam giderleri BAP 1505F418 numaralı Yüksek Lisans Projesi bütçesi kapsamında Anadolu Üniversitesi tarafından sağlanmıştır. Yazarlar Anadolu Üniversitesi ve TÜBİTAK'a teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

Hellack, B., Yang, A., Cassee F. R., Janssen N.A.H., Schins R. P.F. , Kuhlbusch, T. A.J.,2014. Intrinsic hydroxyl radical generation measurements directly from sampled filters as a metric for the oxidative potential of ambient particulate matter. *Journal of Aerosol Science* 72, 47-55.

Hellack, B.,Quass, U.,Beuck, H., Wick, G.,Kuttler, W., Schins, R.P.F., Kuhlbusch, T.A.J., 2015. Elemental composition and radical formation potency of PM₁₀ at an urban background station in Germany in relation to origin of air masses. *Atmospheric Environment* 105, 1-6.

Shi,T., Schins, R.P.F., Knaapen, M., Kuhlbusch, T., Pitz, M., Heinrich, J., Borm, P.J.A., 2003. Hydroxyl radical generation by electron paramagnetic resonance as anew method to monitor ambient particulate matter composition, *J. Environ. Monit.*,5, 550–556.

Wessels, A.,Birmili, W., Albrecht, C., Hellack, B., Jermann, E.,Wick, G., Harrison, R.M., Schins, R.P.F., 2010. Oxidant Generation and Toxicity ofSize-Fractionated Ambient Particlesin Human Lung Epithelial Cells, *Environ. Sci. Technol.* 44, 3539–3545.