

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ YERLEŞKESİ AÇIK ALANLARDA ORTAM PM_{2,5} SEVİYESİNİN BELİRLENMESİ

Şükrü DURSUN^{1(*)}, Z. Cansu AYTURAN¹, Fatma KUNT², Çiğdem ULUSOY³, Özgül
ÇİMEN MESUTOĞLU⁴

¹ Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Selçuklu, Konya

² Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği
Bölümü, Meram, Konya

³ Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama
Bölümü, Meram, Konya

⁴ Aksaray Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Aksaray

ÖZET

Atmosferdeki çeşitli hava kirleticiler doğal ya da insan kaynaklı olarak oluşmaktadır. Dünya genelinde yapılan çeşitli çalışmalar, alınan önlemler ve yayınlanan mevzuatlar göz önünde bulundurulduğunda bunlar arasında önemli bir yere sahip olan partikül madde kirliliği, ülkemizde de önemli yer etmektedir. Partikül madde (PM), rüzgâr, deniz ve volkanlar gibi doğal kaynaklardan veya antropojenik kaynaklı aktivitelerden ortaya çıkan ve bir gaz içerisindeki ince katı veya sıvı maddelerin oluşturduğu süspansiyon olarak tanımlanmakta ve literatürde genel olarak aerosol olarak yer almaktadır. Hava ortamındaki PM boyutları çok çeşitli olabilmektedir. Genel olarak, aerodinamik çap açısından sınıflandırılırlar. PM₁₀ ve PM_{2,5}, sırasıyla aerodinamik çapı 10 ve 2.5 µm'den küçük partiküllerin kütlelerini temsil etmektedir. PM_{2,5} atmosferde haftalarca ya da aylarca kalabilirken; PM₁₀ birkaç saat içerisinde çökerek atmosferden uzaklaşabilmektedir. Bu çalışma ile Selçuk Üniversitesi Kampüsü açık alanlarındaki PM_{2,5} konsantrasyon değişimi günün belli saatleri ve mevsime göre değerlendirilmiştir. Ölçüm için kampüs alanı içerisinde 40 nokta belirlenmiştir. Bu noktalarda gündüz, öğlen ve akşam saatlerinde kış ve ilkbahar dönemleri için ölçümler yapılmıştır. Ölçüm sonuçlarına göre kış ayları için özellikle sabah saatlerinde yüksek konsantrasyonlara ulaşıldığı belirlenmiştir. İlkbahar dönemine ise en yüksek partikül madde konsantrasyonları öğle saatlerinde görülmüştür.

ANAHTAR SÖZCÜKLER

Partikül Madde, PM_{2,5}, Hava Kalitesi, Ortam Toz, Açık Alan Partikül madde,

ABSTRACT

There are several air pollutants in the atmosphere formed by natural or anthropogenic activities. Particulate matter pollution is very important for our country when the other studies, precautions and legislations made in different countries are considered. Particulate matter (PM) is defined as suspension which is produced by the fine solid and liquid materials found in a gas and emitted from natural resources such as volcanoes and sea, and anthropogenic activities. In literature, it is referred

(*) sdursun@selcuk.edu.tr

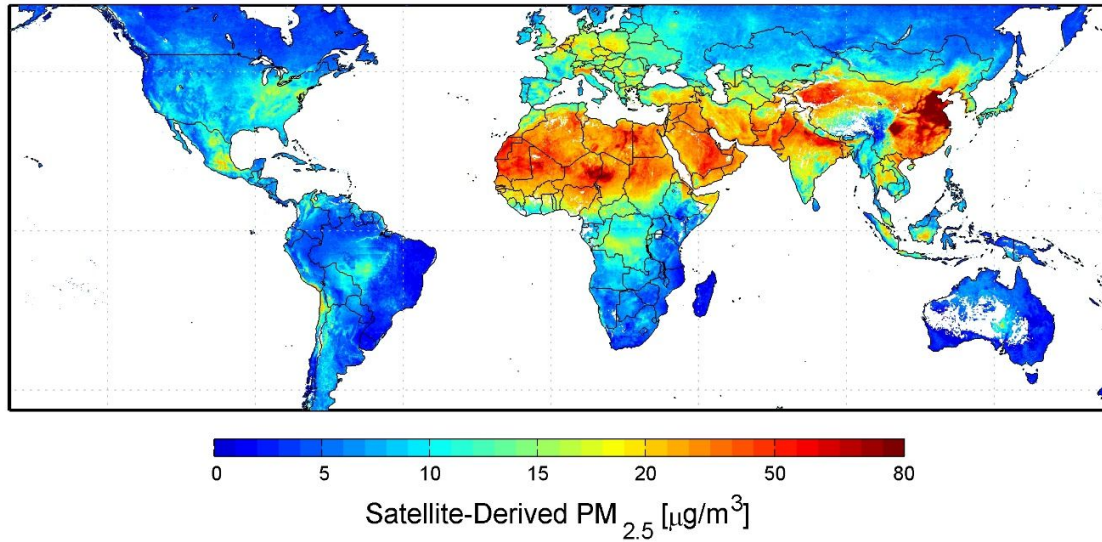
as aerosol. In the atmosphere, there are several PM in different size and they are classified according to aerodynamic diameter. PM₁₀ and PM_{2.5} pollutants represent the particulate with aerodynamic diameter smaller than 10 micrometres and 2.5 micrometres, respectively. While PM_{2.5} stays in the atmosphere for weeks or months, PM₁₀ precipitate in hours and is removed from the atmosphere. In this study, PM_{2.5} pollutants in Selçuk University Campus open areas for certain hours of the day of winter and fall period were investigated. For the measurement, 40 sampling points were determined. Measurements were done in hours of morning, noon and afternoon for winter and fall period. According to the measurement results, for the winter period especially in the morning peak values were reached. Moreover, for fall period maximum concentrations were reached at noon.

1. GİRİŞ

İnsan eylemlerinden ve doğal olaylardan kaynaklanan partikül madde (PM) yoğunluğunun belirlenmesi ve tanımlanması, farklı partikül bileşimi, partikül büyüklüğü, yoğunluk özelliklerinden değerlerinden dolayı zordur. Ayrıca sıcaklık, nem, rüzgar hızı gibi iklim verileri de partikül maddenin tanımlanmasını etkilemektedir. Partikül maddeler veya kirleticiler ABD Çevre Koruma Kurumu (EPA) uyarınca iki kategoride sınıflandırılır. Bunlara solunabilir kaba parçacıklar ve ince parçacıklar denir. Solunabilir yol parçacıklarının çapı 2.5 mikrondan büyük ve 10 mikrondan küçüktür. İnce parçacıkların çapı 2.5 mikrondan küçüktür. Bu partiküller atmosferde bir duman ve bulanıklık hali olarak bulunur ve doğrudan orman yangınları ve enerji santralleri tarafından atmosfere salınırlar (URL-1). Geçtiğimiz yüzyılda PM oluşumuna sebep olan insan kaynaklı emisyonlar çarpıcı bir biçimde artmış ve buna bağlı olarak insan sağlığında olumsuz etkilere, kentsel ve kırsal alanlarda görüş mesafesinde düşüşe, asit birikimine ve dünyanın radyasyon dengesinin bozulmasına sebep olmuştur. Potansiyel sağlık ve çevre etkilerinden dolayı Avrupa Birliği ülkelerinin de içinde bulunduğu dünyanın birçok bölgesinde PM konsantrasyonunun sınır değerleri yönetmeliklerle belirlenmiştir. Yıllık ve günlük PM₁₀ sınır değerleri sırasıyla; 40 µg/m³ ve 50 µg/m³, PM_{2.5} için ise 17 µg/m³ olarak Avrupa Parlamentosu ve Konseyinin 21 Mayıs 2008'de dış ortam hava kalitesi için hazırlamış olduğu 2008/50/EC numaralı direktifi ile yasalaşmıştır. Kirliliğin olumsuz sağlık etkilerinin önemli oranda azaltılabilmesi için WHO hava kalitesi standartlarının (PM_{2.5} ve PM₁₀ için sırasıyla; 25 µg/m³ ve 50 µg/m³) her yerde sağlanması tavsiyesinde bulunmuştur (Özdemir vd., 2010). Türkiye'de ise 6 Haziran 2008'de yürürlüğe giren hava kalitesi yönetmeliğinde, PM₁₀ standartları günlük ve yıllık olarak sırasıyla; 50 µg/m³ ve 40 µg/m³ olarak belirlenmiştir (Resmî Gazete, 2008).

Katı yakıtların içeride ve açık mahallerde veya geleneksel sobalarda yakılması sonucu kirleticilere maruz kalma, genç çocuklarda alt solunum yollarında akut enfeksiyon riskini yükseltmekte ve ilgili ölümcül durumları getirmektedir. Katı yakıtlar nedeniyle dahili hava kirliliği aynı zamanda yetişkinler için kronik obstrüktif pulmoner hastalıklar ve akciğer kanseri için temel risk faktörü olmaktadır. Yüksek seviyelerde kirliliğin olduğu bölgelerde tespit edilen ölüm oranları, nispeten daha temiz bölgelerdeki ölüm oranına göre 15-20% daha yüksektir. AB içerisinde, beklenen ortalama yaşam süreleri, insan aktiviteleri sonucunda oluşan PM_{2.5}'a maruz kalınması sonucunda 6 - 8 ay kısalmaktadır (URL 2).

NASA tarafından 2006 yılında yapılan çalışmada dünya genelindeki PM_{2.5} konsantrasyonunun dağılımı Şekil 1’de gösterilmektedir. Bu haritada 2001- 2006 yılları arasındaki PM_{2.5} dağılımları verilmiştir. Gelişmekte olan ülkelerin büyük çoğunluğunda küçük boyuttaki partikül maddelerin belirlenmesi için kullanılan cihazlar bulunmamaktadır. NASA’nın yaptığı çalışmada uydu kaynaklı ölçümler yapılarak harita oluşturulmuştur (NASA, 2010).



Şekil 1. 2001-2006 yılları arasında dünya genelinde PM_{2.5} dağılımları (NASA, 2010)

Şekil 1’de verilen harita incelendiğinde PM seviyelerinin özellikle Asya ve Afrika kıtalarında daha yüksek seviyelerde olduğu görülmektedir. Bunun başlıca sebebi bölgelerin iklimi ve nüfus yoğunluğu olabilir. Özellikle sahra çölü ve çevresinde ciddi bir PM kirlenmesi mevcuttur (NASA, 2010). Harita aynı zamanda Türkiye’deki durum hakkında da bilgi vermektedir. Özellikle İç ve Doğu Anadolu bölgelerinde PM seviyeleri ortalamanın üzerinde seyretmektedir. Dış ortamda oluşan kirliliğin başlıca nedenleri insan faaliyetleri veya doğa olayları kaynaklıdır. Bu konu hakkında daha fazla çalışma yapılarak maruziyetin azaltılması ve PM kaynaklarının tespitinin yapılması mümkündür.

Bu çalışma kapsamında Konya Selçuk Üniversitesi Kampüs alanında açık ortamda PM_{2.5} ölçümleri 40 farklı nokta belirlenerek gerçekleştirilmiş; mevsim, ölçüm saati ve ölçüm günün kirlilik oluşumuna olan etkileri belirlenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Çalışma alanı

Çalışma alanı olarak Konya İlinde yer alan Selçuk Üniversitesi Kampüs alanı seçilmiştir. 1975 yılında kurulan Selçuk Üniversitesi’nde bugün itibarıyla, 21 fakülte, 6 enstitü, 6 yüksekokul, 22 meslek yüksekokulu, 1 devlet konservatuvarı bulunan Selçuk Üniversitesi, 70.000’i aşkın öğrencisi ile Türkiye’nin en büyük eğitim kuruları arasında yer almaktadır. Selçuk Üniversitesi, çalışanlarıyla birlikte 85 bine yaklaşan nüfusu ile Türkiye’nin 29 il merkezinden büyük

konumdadır. Şehir merkezi ve SÜ Alaeddin Keykubat Kampüsü arasında toplu ulaşım için iki seçenek vardır.

- Tramvay (Hat Konya haritasında görülmektedir)
- Dolmuş (Dolmuş hattı yaklaşık Tramvay hattına paraleldir)

Şehir merkezi Kampüs arası yaklaşık 20 km'dir. Tramvayla ulaşım yaklaşık 45 dk. Dolmuşla ulaşım ise 40-60 dk arası sürmektedir. Otogar kampüs tramvay ve dolmuş hattı üzerindedir. Otogardan hiçbir firma servis hizmeti vermemektedir. Tren garından kampüse ulaşım için, önce gardan dolmuş ya da taksi ile Alaeddin Tepesi civarına gelip, oradan dolmuş ya da tramvaya aktarma yapılması gerekmektedir. Kampüs içinde ulaşım Tramvay ile ücretsiz olarak sağlanmaktadır.

2.2. PM veri temini

Selçuk Üniversitesi yerleşkesi açık alanlarda ortam PM_{2,5} seviyesinin belirlenmesi için kullanılan Thermo Scientific Personal DataRAM pDR-1000AN Monitör marka-modeli, pasif, gerçek zamanlı kişisel aerosol monitör/veri kayıt cihazının fotoğrafı Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Thermo Scientific Personal DataRAM pDR-1000AN Monitör marka-model, pasif, gerçek zamanlı kişisel aerosol monitör/veri kayıt cihazı

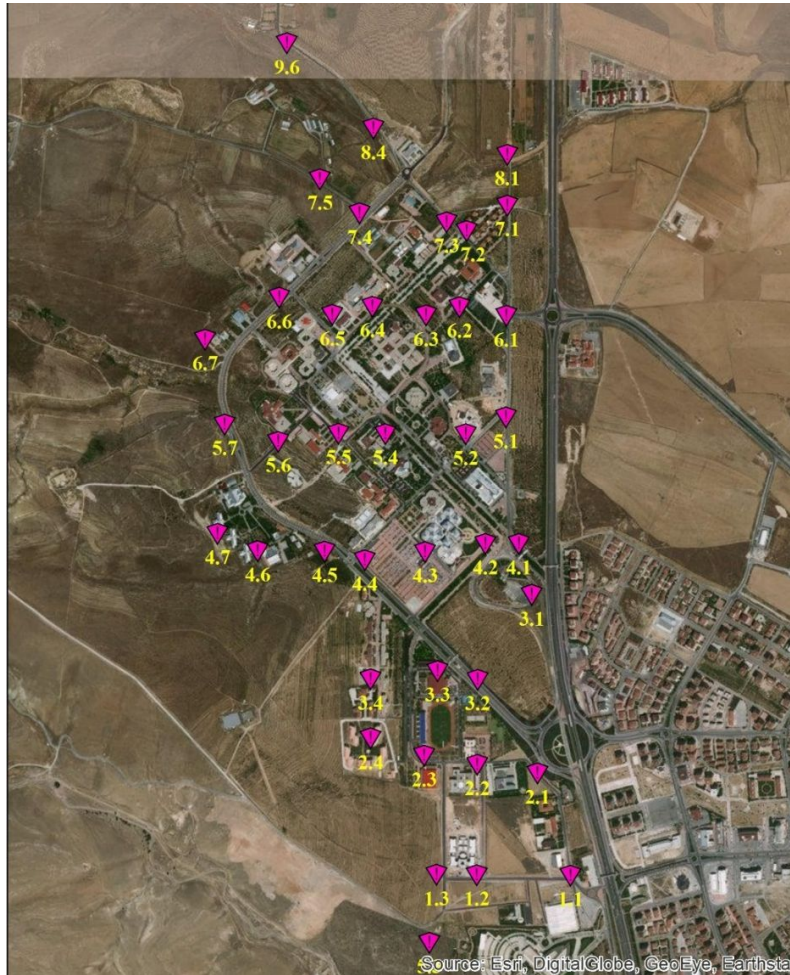
Ölçüm yerine gidilmeden önce tüm ekipman temizlenir ve hazırlanır. Sıfır ölçümünün yapıldığı özel torbanın içi temiz bir bezle güzelce silinerek muhtemel toz girişimi önlenir. Ölçüm yapılmadan önce cihaz tozsuz bir ortamda sıfırlanmalıdır (kalibrasyon). Bu amaçla cihazla birlikte gelen özel torba kullanılır. Temizlenmiş olan torbanın fermuarı açılarak içindeki hava boşaltılır ve cihaz torba içine konularak fermuarı kapatılır. Daha sonra torbanın üzerindeki hava giriş kısmına cihazla birlikte gelen el pompası yerleştirilir. Cihaz torbanın içinde iken çalıştırılır ve sıfır okuma seçilir. Bünyesinde bir filtresi de bulunan el pompası ile yaklaşık 1 dk hava gönderilir. Cihaz sıfırlama işlemini yaptıktan sonra ekranda CALIBRATION: OK görünür. NEXT tuşu ile ölçüm aşamasına geçilir. Kalibrasyondan sonra NEXT tuşu ile ölçüm aşamasına geçildiğinde ekranda iki seçenek görünür.

START RUN: ENTER
READY: NEXT

Doğrudan ölçüme geçebilmek için ENTER tuşuna basılır. Eğer işletim parametreleri değiştirilecek veya kurulacaksa NEXT tuşuna basılır. ENTER tuşuna bastıktan sonra ekranda bir dizi ölçüm parametreleri görülebilir. Bunlar arasında NEXT tuşu ile dolaşmak mümkündür. Cihaz ölçüm sonuçlarını mg/m^3 cinsinden konsantrasyon (CONC) olarak ve ölçüm süresindeki ortalama konsantrasyon (TWA) olarak göstermektedir. Ölçümü sonlandırmak için EXIT veya ON/OFF tuşlarına basılabilir. Cihaz ölçüm sonuçlarını mg/m^3 cinsinden vermektedir.

2.3. Ölçüm noktaları ve veri analizi

Selçuk Üniversitesi kampüs açık alanlarında öğrencilerin ve personelin maruz kaldıkları $\text{PM}_{2.5}$ seviyesini tespit etmek amacıyla GPS cihazı ile 40 adet ölçüm noktası belirlenmiştir. Selçuk Üniversitesi kampüs açık alanlarında yapılan 40 ölçüm noktası konum ve koordinatları Şekil 3 ve Tablo 1 de verilmiştir.



Şekil 3. Selçuk Üniversitesi kampüs açık alanlarında yapılan 40 ölçüm noktası

Tablo 1. Açık alan ölçüm noktaları için açıklamalar ve koordinatlar

ÖLÇÜM NO.	AÇIKLAMALAR	KOORDİNATLAR
1.1	Yeni Giriş Kapısı (Sürekli Eğitim Merkezi Yanı)	K 38° 00' 34" D 32° 31' 03"
1.2	Yeni Giriş İnşaat Şantiyesi Önü	K 38° 00' 34" D 32° 30' 49"
1.3	Yeni Giriş İnşaat Arkası	K 38° 00' 34" D 32° 30' 43"
2.1	Bosna Kavşağı Polis Merkezi Yanı	K 38° 00' 46" D 32° 30' 58"
2.2	Güzel Sanatlar Fakültesi Önü	K 38° 00' 47" D 32° 30' 49"
2.3	İkonyum (Kapalı Havuz) Otopark	K 38° 00' 48" D 32° 30' 41"
2.4	Şems Tebriz'i Öğrenci Yurdu C Blok Önü	K 38° 00' 50" D 32° 30' 33"
3.1	Üniversite Tramvay Giriş	K 38° 01' 07" D 32° 30' 57"
3.2	Üniversite Araç Ana Giriş	K 38° 00' 57" D 32° 30' 49"
3.3	19 Mayıs Spor Salonu Giriş Kapısı	K 38° 00' 58" D 32° 30' 43"
3.4	Atatürk Öğrenci Yurdu Piramit Kafe Önü	K 38° 00' 57" D 32° 30' 33"
4.1	Üniversite Gökkuşağı Girişi	K 38° 01' 13" D 32° 30' 55"
4.2	Tıp Fakültesi Acil Önü	K 38° 01' 13" D 32° 30' 50"
4.3	Tıp Fakültesi Otopark Poliklinik Önü	K 38° 01' 12" D 32° 30' 41"
4.4	Sağlık Bilimler Önü	K 38° 01' 11" D 32° 30' 32"
4.5	Alâeddin Yurdu Sağlık Bilimler Arası	K 38° 01' 12" D 32° 30' 26"
4.6	Alâeddin Yurdu A Blok Önü	K 38° 01' 12" D 32° 30' 16"
4.7	Alâeddin Yurdu C Blok Arkası	K 38° 01' 14" D 32° 30' 10"
5.1	Gökkuşağı Dış Otopark Yanı	K 38° 01' 28" D 32° 30' 53"
5.2	Müze Önü	K 38° 01' 26" D 32° 30' 47"
5.3	Kütüphane Önü İş Bankası Yanı	K 38° 00' 26" D 32° 30' 42"
5.4	Rektörlük	K 38° 01' 26" D 32° 30' 35"
5.5	Turizm Fakültesi Önü	K 38° 01' 26" D 32° 30' 28"
5.6	Hukuk Fakültesi Arkası Trafo Önü	K 38° 01' 25" D 32° 30' 19"
5.7	İsmet Paşa Cad. Hukuk Fak. Arkası Kavşak	K 38° 01' 27" D 32° 30' 11"
6.1	Veterinerlik Fak. Yanı Nizamiye Girişi	K 38° 01' 40" D 32° 30' 53"
6.2	Veterinerlik Fakültesi Önü Sera	K 38° 01' 41" D 32° 30' 46"
6.3	Mühendislik Veterinerlik Arası	K 38° 01' 40" D 32° 30' 41"
6.4	Teknokent Selçuk İlkent Arası	K 38° 01' 41" D 32° 30' 33"
6.5	Yadam binası Arkası	K 38° 01' 40" D 32° 30' 27"
6.6	İİBF Arkası	K 38° 01' 42" D 32° 30' 19"
6.7	Yeni Mimarlık Arkası	K 38° 01' 37" D 32° 30' 08"
7.1	Lojmanlar Köşe Ziraat Fakültesi Arası	K 38° 01' 53" D 32° 30' 53"
7.2	381 Nolu Lojman Önü	K 38° 01' 50" D 32° 30' 47"
7.3	Ziraat Fakültesi Arkası	K 38° 01' 51" D 32° 30' 44"
7.4	Ardıçlı Yol Girişi	K 38° 01' 52" D 32° 30' 31"
7.5	Ardıçlı Köy Yolu	K 38° 01' 56" D 32° 30' 25"
8.1	Çeşme Önü	K 38° 01' 59" D 32° 30' 53"
8.4	Deneyisel Araştırma Merkezi	K 38° 02' 02" D 32° 30' 33"
9.6	Veterinerlik Fak. Araştırma ve Uygulama Merkezi	K 38° 02' 12" D 32° 30' 20"

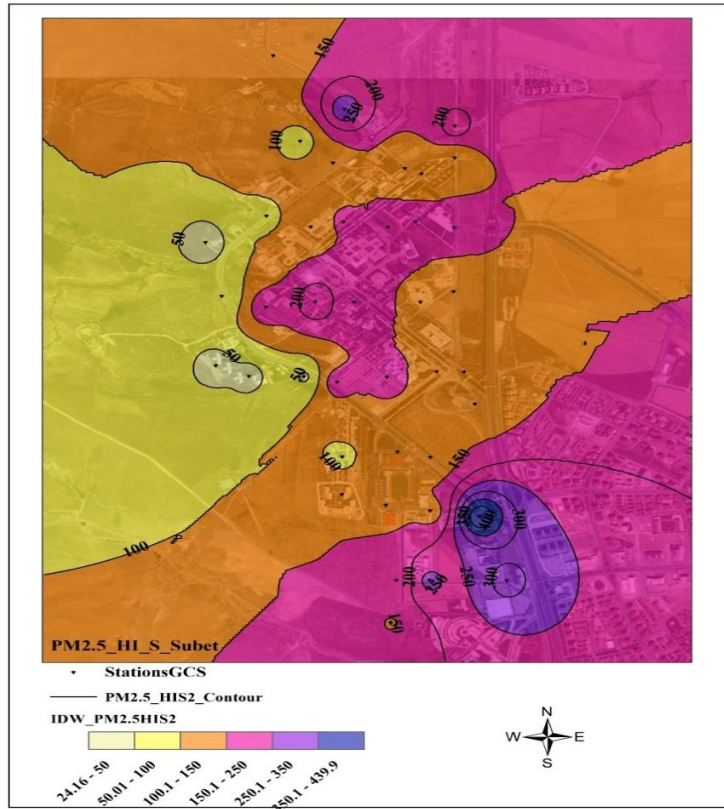
Haritalama ve sonuçların yorumlanması sırasında ArcGIS yazılımından faydalanılmıştır. Bu program ile haritalama ve mekânsal akıl yürütme için bağlamsal araçlar kullanılarak verileri detaylıca analiz edilir ve konum tabanlı iç görüler paylaşılabilir. ArcGIS sayesinde olayların nerede olduğunu ve bilgilerin nasıl bağlandığını hızlı bir şekilde belirlemek ve anlamak mümkündür. ArcGIS programı bir eşleme ve analiz platformu olarak da görev yapar (URL 3). Bu nedenle yazılım yardımı ile ölçüm noktaları üzerinde kirletici konsantrasyonlarının miktar ve

dağılımlarını gösterecek şekilde farklı haritalar hazırlanarak Selçuk Üniversitesi Kampüs alanı PM_{2.5} durum değerlendirmesi yapılmıştır.

Açık alanda yapılan ölçümlerde elde edilen veriler ArcGIS programına girilerek kirlilik yayılım haritaları oluşturulmuştur. ArcGIS programı kullanılarak yapılan açık alan ölçüm noktalarını içeren haritalar sonuçlar kısmında verilmiştir.

3. SONUÇLAR

Proje kapsamında Selçuk Üniversitesi Kampüsü açık alanlarında yapılan ölçümlerde elde edilen veriler ArcGIS programına girilerek kirlilik yayılım haritaları oluşturulmuştur. Kış dönemi haritaları hafta içi sabah ve öğlen saatleri, hafta sonu için öğlen saatlerinde elde edilen veriler kullanılarak oluşturulmuştur. İlkbahar dönemi için hafta içi sabah saatleri ve hafta sonu öğlen saatlerinde ölçümler yapılarak veri elde edilmiştir. Yaz dönemi için ise hafta içi sabah saatlerinde ölçümler yapılmıştır. Yaz dönemi için hafta sonu ölçümüne gerek duyulmamıştır.

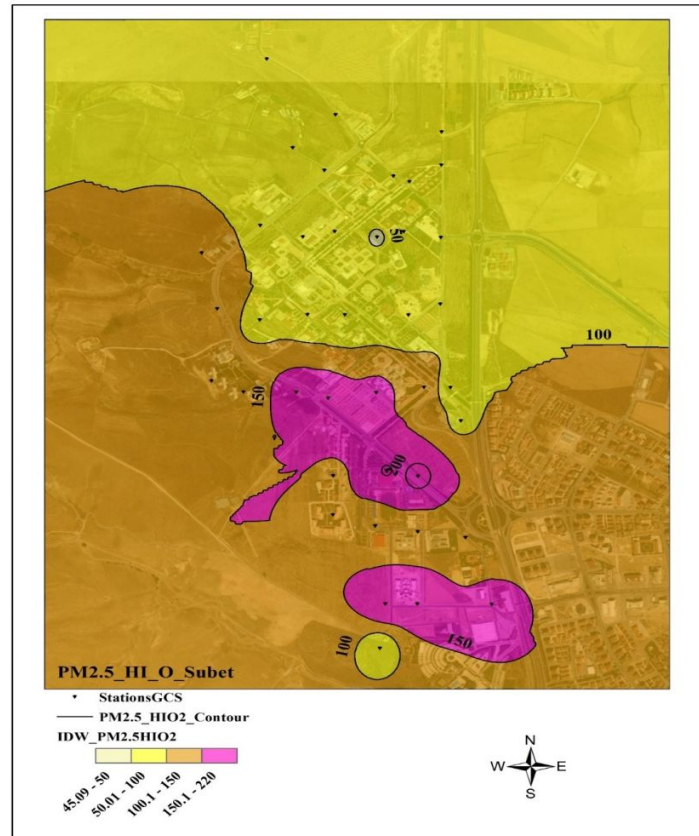


Şekil 4. Kış dönemi hafta içi sabah saatleri PM_{2.5} konsantrasyonu dağılımı

Kış dönemi, hafta içi sabah saatleri için oluşturulan harita Şekil 4’de gösterilmektedir. Oluşturulan kirlilik dağılımı haritasına göre sabah saatlerinde kampüs Bosna Hersek mahallesi giriş kapısı

çevresinde ve yoğunluğun fazla olduğu fakültelerin etraflarında PM_{2.5} konsantrasyonları en yüksek değerlere ulaşmıştır.

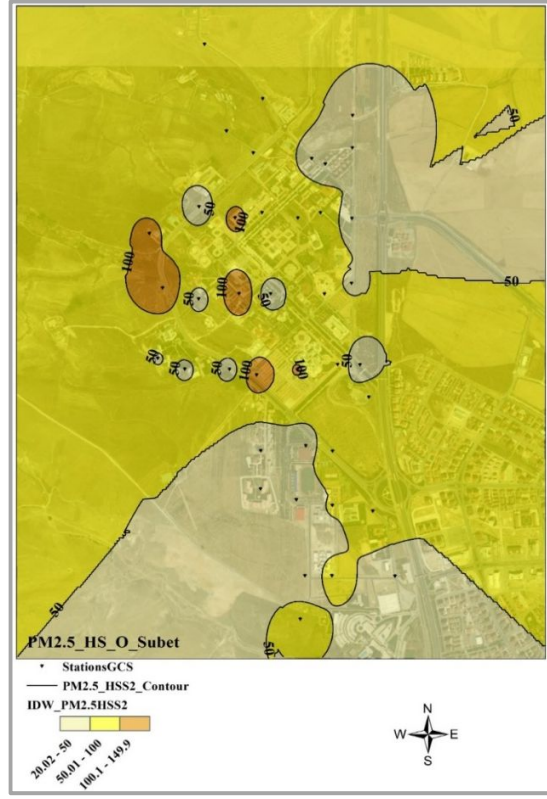
Kış dönemi hafta içi öğlen saatleri için oluşturulan harita Şekil 5’de gösterilmektedir. Oluşturulan kirlilik dağılımı haritasına göre öğle saatlerinde kampüs alanı içinde PM kirliliğinde azalma olduğu görülmektedir. Bu saatlerde kampüs giriş kapıları, Tıp Fakültesi çevresinde PM_{2.5} konsantrasyonları en yüksek değerlere ulaştığı görülmektedir.



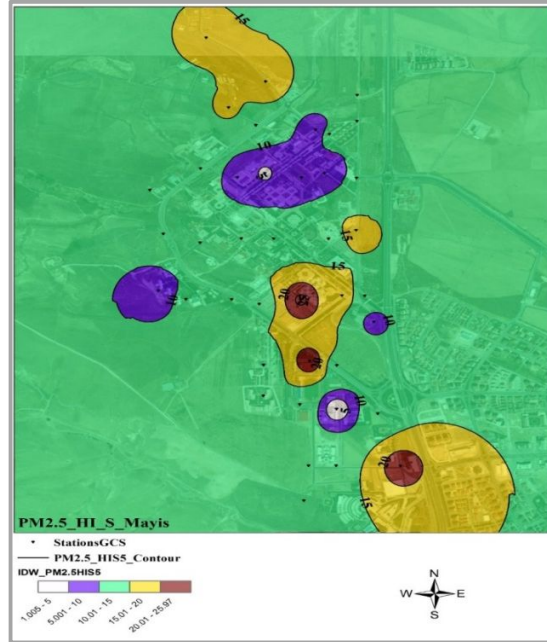
Şekil 5. Kış dönemi hafta içi öğlen saatleri PM_{2.5} konsantrasyonu dağılımı

Kış dönemi hafta sonu öğlen saatleri için oluşturulan harita Şekil 6’da gösterilmektedir. Şekilde verilen haritaya göre partikül madde kirliliğinde hafta içine kıyaslandığında ciddi bir azalma olduğu görülmektedir. Hafta sonu için elde edilen en yüksek konsantrasyonların lojmanlar çevresi ve tıp fakültesi otoparkında olduğu görülmektedir.

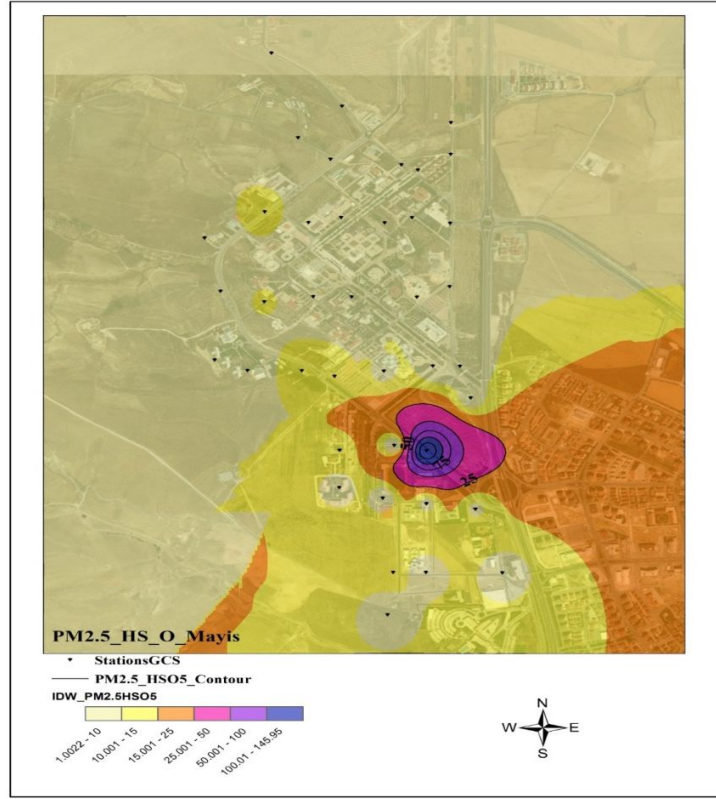
İlkbahar dönemi hafta içi sabah saatleri için oluşturulan harita Şekil 7’de gösterilmektedir. Şekilde verilen haritaya incelendiğinde partikül madde kirliliğinin kış dönemine göre ciddi oranlarda azaldığı görülmüştür. Bunun ana sebebi ısınmadan kaynaklı fosil yakıt kullanımının ilkbaharda azalmasıdır. Hafta içi sabah saatleri için tespit edilen en yüksek konsantrasyonlara üniversite giriş kapıları ve tıp fakültesi çevresinde ulaşıldığı görülmektedir.



Şekil 6. Kış dönemi hafta sonu öğlen saatleri PM_{2.5} konsantrasyonu dağılımı



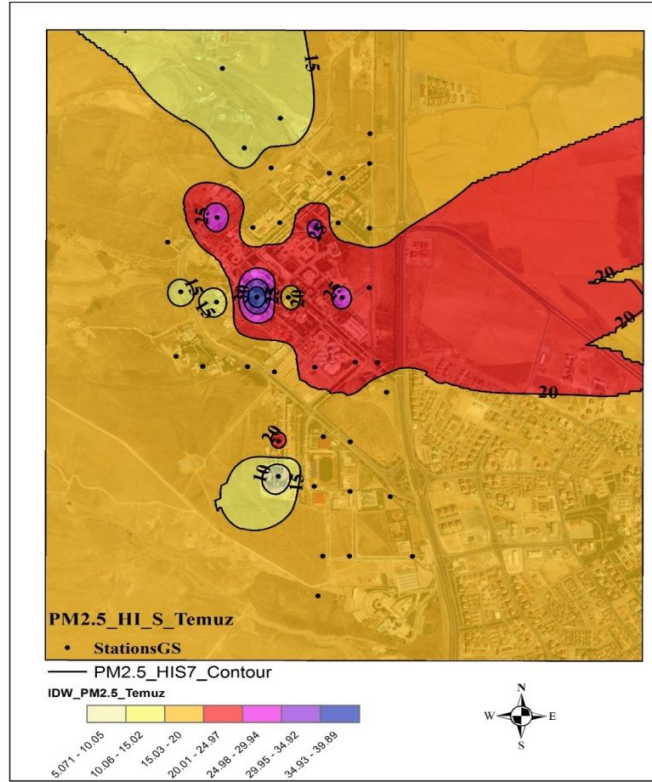
Şekil 7. İlkbahar dönemi hafta içi sabah saatleri PM_{2.5} konsantrasyonu dağılımı



Şekil 8. İlkbahar dönemi hafta sonu öğlen saatleri PM_{2.5} konsantrasyonu dağılımı

İlkbahar dönemi hafta sonu öğlen saatleri için oluşturulan harita Şekil 8’de gösterilmektedir. Bu haritaya göre bölgesel olarak bazı noktalarda PM konsantrasyonlarında artışlar tespit edilmiştir. Harita geneline bakıldığında değerlerin kış aylarına göre daha düşük seviyelerde olduğu görülmektedir. Oluşturulan haritaya göre bu dönem için en yüksek konsantrasyon değerleri Bosna Hersek Mahallesi giriş kapısı çevresinde tespit edilmiştir.

Yaz dönemi hafta içi sabah saatleri için oluşturulan harita Şekil 9’da gösterilmektedir. Bu haritaya göre partikül madde konsantrasyonlarının kış aylarına göre daha az olduğu, ancak ilkbahar döneminden biraz daha fazla olduğu görülmektedir. Ölçüm yapılan saatler ve o dönemde kampüs içindeki araç yoğunluğu elde edilen verileri etkileyen en önemli faktörlerdendir. Oluşturulan haritaya göre yaz dönemi için en yüksek konsantrasyonlara mühendislik fakültesi çevresinde ulaşılmıştır. Bu dönem için ulaşılan maksimum PM_{2.5} konsantrasyonu 40 µg/m³ ü geçmemektedir.



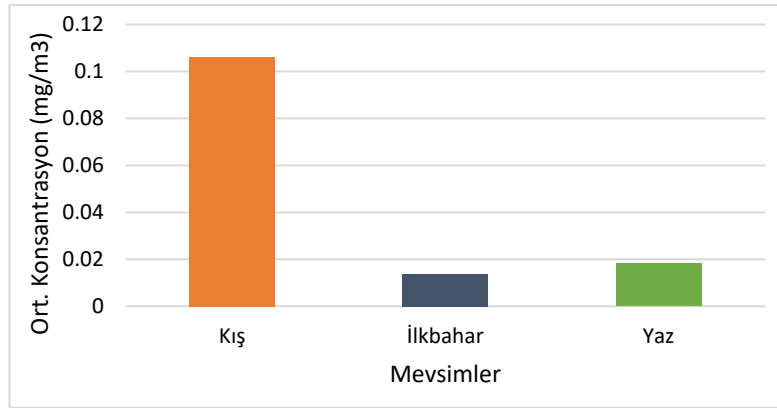
Şekil 9. Yaz dönemi hafta içi sabah saatleri PM_{2.5} konsantrasyonu dağılımı

4.SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışma Konya’da önemli bir yer kaplayan Selçuk Üniversitesi Kampüs alanı için gerçekleştirilmiştir. Her geçen sene büyüyen ve gelişen kampüs alanında kırktan fazla amaca hizmet eden birçok bina bulunmaktadır. Kampüste öğrenim gören öğrenci sayısı 85.000’in üzerindedir ve Türkiye’nin en büyük üçüncü kampüsüdür. Tüm bunlar dikkate alındığında kampüs içinde ciddi bir enerji tüketimi ve bundan kaynaklanan hava kirliliğinin olması da kaçınılmazdır. Özellikle PM_{2.5} kirliliği Konya’daki hava kirliliği problemleri arasında önemli bir yere sahiptir. Partikül maddenin yarattığı ciddi sağlık sorunları da dikkate alındığında öncelikli olarak incelenmesi gereken alanlardan biridir. Bu çalışma ile Selçuk Üniversitesi Kampüs alanında iç ve dış ortamlardaki partikül madde miktarları ölçülmüş ve ArcGIS kullanılarak elde edilen veriler modellenmiştir. PM_{2.5} kirliliğinin hangi bölgelerde daha yüksek seviyelerde seyrettiği mevsimsel olarak ve günün farklı saatlerinde belirlenmiştir.

Şekil 10 ‘da çalışma kapsamında elde edilen veriler kullanılarak oluşturulmuş mevsimlere göre PM_{2.5} değişimi gösterilmektedir. Bu grafiğe göre kış mevsiminde PM_{2.5} konsantrasyonları artış göstermektedir. Bu konu hakkında yapılan diğer çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Wang ve arkadaşlarının 2017 yılında Çin’ de yaptığı çalışmada PM_{2.5} konsantrasyonlarının kış aylarında 250 µg/m³ ün üzerine çıktığı görülmüştür. Bu değer ciddi anlamda bir kirliliğin olduğunu göstermektedir. (Wang vd., 2017). Bu çalışmada elde edilen kış mevsimi ortalama değeri

106 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dır ve Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'nde belirtilen sınır değerleri (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) aşmamaktadır (Resmi Gazete, 2008). Ancak insan sağlığı açısından zararlı olma potansiyeline sahiptir. Bununla birlikte bu ciddi farkın bir diğer sebebi fosil yakıt kullanımının kış aylarında daha fazla olmasıdır. Dünya genelinde ısınma amaçlı fosil yakıt kullanımı havada bulunan PM_{2.5} konsantrasyonunun %62' sinden sorumludur (Brouwers ve Devriendt, 2017). Çalışma sonucu oluşturulan haritalar incelendiğinde kış dönemi özellikle sabah saatlerinde yurtlar bölgesi ve lojmanların çevresinde PM konsantrasyonlarında artış olduğu görülmektedir.



Şekil 10. Mevsimlere Göre PM_{2.5} Değişimi

Açık alan ölçümleri sonucu elde edilen dağılım modelleri incelendiğinde partikül madde konsantrasyonlarının hafta içi ve hafta sonunda farklılık gösterdiği görülmektedir. Hafta içi yapılan ölçümlerde daha yüksek konsantrasyonlarda PM_{2.5} salınımı olduğu belirlenmiştir. Bunun ana sebebi hafta içi kampüs içi ve çevresinde daha fazla araç trafiğinin olmasıdır. Şekil 5 ve Şekil 6 karşılaştırdığında özellikle kış döneminde hafta sonu yapılan ölçümlerde PM miktarında azalma olduğu görülmektedir. Bahar dönemine bakıldığında hafta sonu ölçümlerinin birbirlerine yakın olduğu, sadece bölgesel olarak konsantrasyonlarda değişimler olduğu görülmektedir. Ölçümün yapıldığı saatlerde bölgedeki araç trafik yoğunluğu bu değişimlerin sebebi olabilir. Yaz dönemini için oluşturulan harita incelendiğinde özellikle mühendislik fakültesi ve çevresinde artış olduğu görülmüştür. Ölçümün yapıldığı dönem yaz okulunun olması, fakülte çevresindeki PM konsantrasyonun artmasının sebebi olarak düşünülebilir.

5. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Selçuk Üniversitesi kampüs açık alanlarda yapılan PM_{2.5} ölçüm sonuçlarına göre özellikle kış mevsiminde ve trafiğin yoğun olduğu saatlerde yapılan ölçümlerde partikül madde konsantrasyonunun yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca sabah saatlerinde yapılan ölçümlerde PM konsantrasyonlarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Hacettepe Üniversitesinde 2015 yılında yapılan çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Çalışma kapsamında birkaç farklı istasyondan sağlanan verilerden sabah ve akşam saatlerinde havadaki PM kirliliğinin arttığı belirlenmiştir. Öğlen saatlerinde ise bu değerler düşüş göstermektedir (Karakaş, 2015). Taşıt hareketliliği ve insan yoğunluğu bu durumun ana sebepleri arasındadır.

Elde edilen sayısal verilere dayanarak, kampüs alanı içerisinde özel trafik araçların önemli bir kirlilik kaynağı olması sebebiyle; bu konuda öğrenci, akademisyen ve çalışanların toplu taşımaya özendirilmesi, trafik akış, güzergâhlarının yeniden gözden geçirilmesi, kampüs içi güvenli bisiklet/yaya yollarının inşasını içeren düzenlemeler yapılması ve yeşil alan çalışmalarının artırılması tavsiye edilmektedir. Bunun yanı sıra özellikle kış aylarında fosil yakıtlardan kaynaklı PM kirliliğinin arttığı belirlenmiştir. Fosil yakıt tüketimini azaltıcı önlem olarak, daha az emisyon oluşturan doğalgaz, elektrikli ısıtıcı, güneş enerjili ısıtıcılar gibi sistemlerin kullanımı çözüm olabilir.

Teşekkür: Yazarlar, BAP-16401091 ve BAP-17704011 projeleriyle çalışmaya sağladığı maddi destek sebebiyle Selçuk Üniversitesi BAP'a teşekkür eder.

KAYNAKLAR

- Brouwers, J., Devriendt, S., 2017. Energy System, System Balance 2017 Environmental challenges for the energy, mobility and food systems in Flanders (Belgium), MIRA Klimaatrapport 2015, pp. 14-41.
- Karakaş, B., 2015. İç ve Dış Hava Ortamlarında Partiküler Madde (PM₁₀, PM_{2.5} ve PM₁) Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- NASA, 2010. New Map Offers a Global View of Health-Sapping Air Pollution, internet sayfası: <https://www.nasa.gov/topics/earth/features/health-sapping.html>, Erişim Tarihi: 27 Ağustos 2017.
- Özdemir, H., Borucu, G., Demir, G., Yiğit, S. ve Ak, N., 2010. İstanbul'daki Çocuk Oyun Parklarında Partikül Madde (PM_{2.5} ve PM₁₀) Kirliliğinin İncelenmesi, *Ekoloji* 20, 77, pp. 72-79.
- Resmî Gazete, 2008. Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği, Çevre ve Orman Bakanlığı, Sayı: 26898, 06 Haziran 2008, Ankara.
- URL 1, Particulate Matter(PM), <http://www3.epa.gov/pm/>, Erişim Tarihi: 20 Ağustos 2017.
- URL 2, Hava kirliliğinin etkileri nelerdir?, <http://www.cevrekorumadairesi.org/air/tr-subpages.php?no=49>, Erişim Tarihi: 27 Ağustos 2017.
- URL 3, ArcGIS, <https://www.arcgis.com/features/features.html> Erişim Tarihi: 27 Ağustos 2017.
- Wang, S., Zhou, C., Wang, Z., Feng, K., Hubacek, K., 2017. The characteristics and drivers of fine particulate matter (PM_{2.5}) distribution in China, *Journal of Cleaner Production*, pp. 1-15.