

ERGENE HAVZASI'NDA UÇUCU ORGANİK KİRLETİCİLERİN MEVSİMSSEL VE MEKANSAL DEĞİŞKENLİĞİNİN MODELLEMESİ

Lokman H. TECER¹, Sermin TAGIL^{2(*)}, Merve FIÇICI¹

¹ Tekirdağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Çorlu/Tekirdağ

² Balıkesir Enstitüsü, Coğrafya Bölümü, Balıkesir

ÖZET

Son yıllarda havza yönetiminde bütünleşik havza yönetimi dikkati çekmektedir. Bu kapsamda da ekosistemlerinin korunması, iyileştirilmesi ve olası tahribatların önlenmesini hedeflemektedir. Bu bağlamda hava, su ve toprak kaynaklarının yönetiminde havza ölçeği esas alınmaktadır. Bu kapsamda bakıldığında; hava kirleticilerinin de havza ölçeğinde ele alınması hava kalitesinin korunmasında büyük öneme sahiptir. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de önemli bir havza olan Ergene havzası ölçeğinde uçucu organik kirleticilerin mevsimsel ve mekansal değişimini ortaya koymaktır. Bu amaçla; havzada Benzen, Etilbenzen, m-p Ksilen, o-Ksilen, Toluen, Butilasetat, n-Butan, n-Dodekan, n-Hekzan, n-Heptan n-Nonane, n-Pentan, n-Tetradekan ve n-Tridekan ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler yaz aylarını temsil etmek için 29.07.2015 - 27.08.2015, kış için 01.02.2016 – 23.02.2016 tarihleri arasında pasif örnekleme yöntemi ile 200 istasyonda yapılmıştır. Pasif örneklemlerin enterpolasyonunda Ters Ağırlıklı Ortalama (Inverse Distance Weighted-IDW) algoritması kullanılmıştır. Yapılan çalışma göstermektedir ki, her bir kirleticinin havza ölçeğinde farklı desene sahiptir. Bu desenlerin oluşumunda farklı mekansal kontrol edici faktörler rol oynamaktadır. Bu kontrol edici faktörler her bir uçucu organik kirleticinin için farklılık göstermektedir. Bununla birlikte havza boyutunda iki alan dikkati çekmektedir. Bunlardan biri, Havza (Edirne) çevresi; bir diğeri ise Çerkezköy-Çorlu çevresidir. Bu iki alan uçucu organik kirleticilerin dağılımında sıcak bölge olarak dikkati çekmektedir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER

Uçucu organik Bileşikler, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Ergene Havzası, Pasif örneklem, Mekansal Patern

ABSTRACT

Integrated watershed management in watershed management has attracted attention in recent years. For this reason, it aims to protect, improve and prevent possible destruction of ecosystems. In this context, the basin scale is used in the management of air, water and soil resources. In this context; the handling of air pollutants in the basin scale has a great deal of importance in the conservation of air quality. The aim of this study is to determine the seasonal and spatial changes of volatile organic pollutants in the Ergene basin scale, an important basin in Turkey. For this purpose; n-Dodecane, n-Hexane, n-Heptane n-Nonane, n-Pentane, n-Tetradecane and n-Tridecane were measured. Measurements were made in 200 stations by passive sampling method between

(*) stagil@balikesir.edu.tr

29.07.2015 - 27.08.2015 for representing summer months and between 01.02.2016 - 23.02.2016 for winter. Inverse Distance Weighted (IDW) algorithm is used in the interpolation of passive samples. The study shows that each pollutant has a different pattern on the basin scale. Different spatial control factors play a role in the formation of these patterns. These controlling factors vary for each volatile organic pollutant. However, two areas in the basin dimension are noteworthy. One of these is the vicinity of the Basin (Edirne); and the other is the Çerkezköy-Corlu environment. These two areas are remarkable as a hot zone in the distribution of volatile organic pollutants.

KEYWORDS

Volatile Organic Compounds, Geographical Information Systems, Ergene Basin, Passive Sampling, Spatial Pattern

1. GİRİŞ

Hava kirliliğine maruz kalma, endüstriyel ve ekonomik olarak hızla gelişen bölgelerde endişe kaynağıdır. Hava kirliliği ve sosyo-ekonomik faktörlerle ilişkili sağlık etkilerinin doğru şekilde değerlendirilmesi, hava kirliliği kontrol politikalarının belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır. Hava kirliliğinin olası olumsuz sağlık etkileri üzerine kamusal endişeler yıllar içinde artmıştır.

Uçucu Organik Bileşik(VOC)'ler yaklaşık 600 farklı bileşik içeriği bulunduran önemli kirleticilerdir (Heinsohn ve Kabel, 1999). ABD Çevre Koruma Ajansı'na göre, VOC'ler havayı kirleten gaz olarak yayılan küçük parçacıklardır. VOC'ların önemli bir miktarı doğal yollardan biyogenik aktiviteler sonucunda atmosfere bırakmakla birlikte, bir diğer kaynağı da insan aktiviteleridir. Antropojenik emisyonlar endüstriyel proseslerden direkt olarak atmosfere bırakılmaktadır. Aşırı nüfuslanmış bölgelerde ulaşım VOC emisyonu yayan en önemli kaynaklardan biridir. Diğer yandan, antropojenik olarak havadaki VOC'lerin başlıca kaynakları, endüstriyel işlemler (çözücüler ve üretim), petrol arıtımı ve dağıtımı ve nakliyesidir (egzoz emisyonları ve yanmamış yakıt) (Tecer, Tagil, 2014). Genellikle, araçlardan, yakıt tanklarından, kranklardan, karbiraörden buharlaşmalar şeklinde kaçaklar ve kirlenmiş malzemeler boyunca oluşan yakıt kayıpları olarak atmosfere bırakılmaktadır. Egzos emisyonları ise yanmamış ve kısmen yanmış yakıt, motor yağı ve motordan sızıntı ile kaçaklardır. Sonuçta motorlu taşıtlar alken ve aromatik emisyonların başlıca kaynaklarıdır (Heinsohn ve Kabel, 1999; Lawryk ve Weisel, 1996; Gelencser vd., 1997).

Bitkiler üzerinde doğrudan etkilere neden olabilecek tüm VOC'lerin arasında, bitki hormonu rolünden dolayı etilen en muhtemel adaydır. Sonuç olarak, hem endojen hem de ekzojen olan etilen üzerine geniş bir literatür bulunmaktadır (Abeles, 1973; Abeles vd, 1992; Mattoo ve Suttle, 1991). Öyle ki, 1980'lerin sonunda ve 1990'lı yılların başında Almanya'da 'orman düşüşü', VOC'lerin, orta Avrupa'da geniş bir alana yayılmış ağaç canlılığının kaybolmasından sorumlu olması ile ilişkilendirilmiştir (Cape, 2003). Bitkiler türlerine bağlı olarak hava yoluyla taşınan VOC'lere olan tolerans farklılık göstermektedir. VOC'a bağlı olarak Fasülye (*P. vulgaris*) bitkilerinin, hasat edilen bakla ağırlığındaki azalma gösterdiği için daha hassas olduğu belirlenmiştir (Cape, 2003). Capa (2003) tarafından uçucu organik bileşiklere bağlı, bitkilerin üreme aşamaları (tohum çimlenmesi,

çiçeklenme, meyve olgunlaşması) üzerinde gözle görülür hasar gözlenmemekle birlikte büyüme üzerindeki etkileri tespit etmiştir.

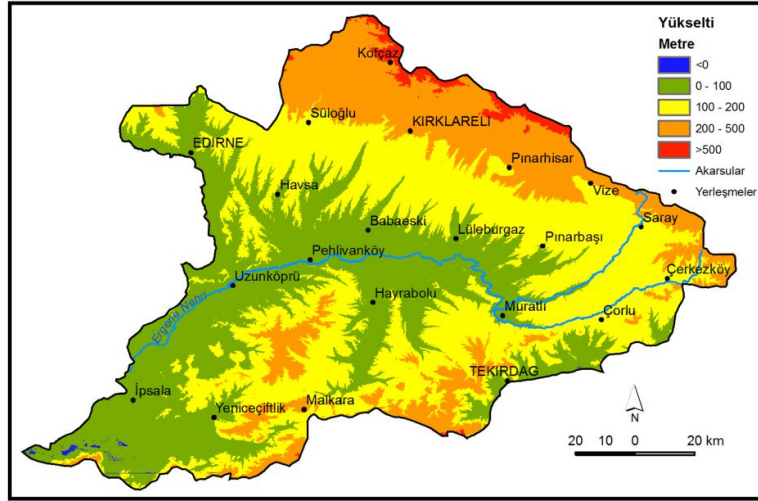
Birçok VOC türünün, insanlar üzerinde doğrudan toksik etkilere sahip olduğu bilinmektedir; bu etkiler karsinogenezden nörotoksite kadar uzanmaktadır. Tehlikeli hava kirleticilerden olan VOC'ların insan sağlığına etkileri arasında kanser, genetik bozukluklar, gelişim bozuklukları, sinir sistemi tahribatı bulunmaktadır (EPA, 2012). Uçucu organik bileşikler sınıfında yer alan BTEX (benzen, toluen, etilbenzen ve ksilenler) grubu ise, kent atmosferinde yanma, endüstriyel kaynaklar, trafik ve biyogenik bozunma ile atmosfere yayılan kirleticilerdir (Zhang vd., 2012; Miller vd., 2012; Pekey ve Yılmaz, 2011; Buczynska vd., 2009). Birkaç çeşit VOC (Benzen ve Diklorometan) 1999 Kanada Çevre Koruma Yasası uyarınca toksik olarak değerlendirilmiştir (CEPA, 1999). Daha reaktif VOC'ler atmosferdeki fotokimyasal reaksiyonlarda azot oksitlerle (NO_x) birleşerek sisin önemli bir bileşenini oluşturan zemin seviyesinde ozon oluşturmaktadır. Kısaca, endüstriyel ve/veya trafik kaynaklı hava kirleticileri arasında bulunan VOC'ler kent atmosferinde ozon oluşumuna neden olmakta ve bazı zehirli gazları da üreterek fotokimyasal reaksiyonun başlamasını tetiklemektedir. VOC'ler aynı zamanda ince tanecikli partiküler maddenin sekonder oluşumuna (PM_{2.5}) yönelik bir öncü kirleticilerdir. Hem ozon hem de PM_{2.5}'in insan sağlığı ve çevre üzerinde zararlı etkileri olduğu bilinmektedir.

Ulusal Havza Yönetim Stratejisi Taslağı -2012-2023'te "Havza yönetimi, coğrafi olarak ayrı bir drenaj alanındaki hidrolojik hizmetlerin sürdürülebilirliğini, toprağın, bitki örtüsünün ve su ve diğer doğal kaynakların o alanda ve alt havza alanlarında yaşayanların yararına entegre korunması ve kullanımını ve bu suretle ülkemizin sosyo-ekonomik kalkınmasına katkı sağlamayı amaçlamaktadır" şeklinde havzaların önemi vurgulanmıştır (Anonim, 2012). Havzaların ekonomik cazibe merkezi olması beraberinde plansız sanayileşmeyi ve dolayısı ile artan nüfusu ve ulaşım ihtiyacını doğurmaktadır. Oysa havzalar başka su ve tarım potansiyel olmak üzere ülke girdisine önemli katkı sunmaktadırlar. Bu nedenle son yıllarda havza yönetiminde bütünleşik havza yönetimi dikkati çekmektedir. Bu kapsamda da ekosistemlerinin korunması, iyileştirilmesi ve olası tahribatların önlenmesini hedeflemektedir. Bu bağlamda hava, su ve toprak kaynaklarının yönetiminde havza ölçeği esas alınmaktadır. Bu kapsamdan bakıldığında hava kirleticilerinin de havza ölçeğinde ele alınması hava kalitesinin düzenlenmesinde büyük öneme sahiptir. Bu çalışmanın amacı Türkiye'de önemli bir havza olan Ergene havzası ölçeğinde Uçucu Organik Bileşik (VOC)'lerin mevsimsel ve mekansal değişimini ortaya koymaktır. Bu amaçla havzada Benzen, Etilbenzen, m-p Ksilen, o-Ksilen, Toluene, Butilasetat, n-Butan, n-Dodekan, n-Hekzan, n-Heptan n-Nonane, n-Pentan, n-Tetradekan ve n-Tridekan incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Çalışma alanı

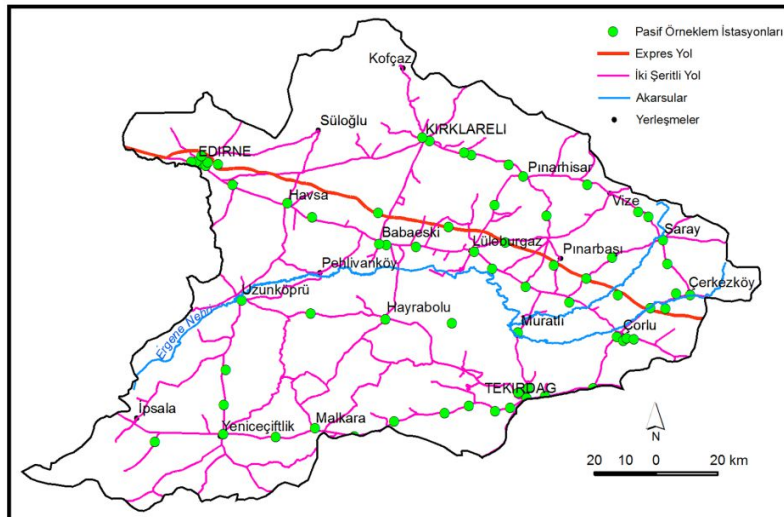
Türkiye'de 25 ana akarsu havzası bulunmaktadır. Bunlardan, 7 alt havzadan oluşan Ergene havzası Trakya bölgesinin neredeyse tamamını kaplamaktadır. Ergene Havzası toplam alanı 12.438 km² olup, en önemli yerüstü su kaynağı Ergene Nehri'dir (Şekil 1). Ergene Nehri, havzanın kuzey doğusunda bulunan Istranca dağlarındaki doğmakta ve KD-GB yönünde akmaktadır. Muratlı kuzeyinde doğudan gelen Çorlu deresi ile birleşerek Ergene Nehri ismini almaktadır. Ergene Nehri uzunluğu yaklaşık 282 km'dir. Ergene havzası tarım ve sanayi potansiyeli ile dikkat çekmektedir.



Şekil 1. Ergene havzası ve çevresinin topografik özellikleri.

2.2. Yöntem

Çalışmada pasif örnekleme tüpleri kullanılmıştır. Pasif örnekleme noktalarının tespiti için Ergene Havzası ve çevresinde bölgeyi tanıma amacıyla arazi çalışması yapılmıştır. İstasyonların yerleştirilmesinde seçilecek noktalar için kentlerin yerleşim planları (konut, ticari alan ve kamu yerleşim bölgeleri), konut ve işyeri sayıları, nüfus yoğunlukları, sosyo ekonomik yapıları, trafik akış yoğunluğu, ana cadde - tali yol durumu, bölgedeki doğal gaz-kömür kullanımı gibi bilgiler temin edilerek havza genelinde 200 nokta belirlenmiştir (Şekil 2). Pasif örnekleme çalışmasında örnekleme süreleri yaz örnekleme için 29.07.2015 tarihinde başlamış ve 27.08.2015 tarihinde sonuçlandırılmıştır. Aynı şekilde kış örnekleme ise 01.02.2016 – 23.02.2016 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. Pasif örnekleme istasyonları.

Uçucu organik bileşiklerin pasif örneklemeinde paslanmaz çelikten yapılmış 5.8 mm çapındaki silindirik tüpler (radiello marka) kullanılmıştır. Örnekleme tüpleri uygun bir adsorbent (530 ± 30 mg aktif karbon) ile doldurulmuştur. Pasif örnekleme tüplerinde adsorpsiyon yöntemiyle toplanan uçucu organik bileşikler karbon bisülfid ile ayrıldıktan sonra FID Gaz Kromatografi (GK) cihazında analiz edilmiştir.

Pasif örneklemlerin enterpolasyonunda birçok yöntem kullanılmakla birlikte, bu çalışmada ‘ters ağırlıklı ortalama (Inverse Distance Weighted-IDW)’ algoritması kullanılmıştır. Bu yöntemde, kestirim noktasındaki yüzey değeri, dayanak noktalarındaki yüzey değerlerinin ağırlıklandırılmış ortalamasının alınmasıyla hesaplanmakta, kestirim noktalarına yakın olan dayanak noktalarının etkisi uzak noktaların etkisine göre daha fazla olmaktadır.

3. BULGULAR

Ergene havzasındaki uçucu organik bileşiklerin mekansal ve mevsimsel dağılışı Şekil 3, 4 ve 5’te verilmiştir. BTEX, benzen, toluen, etilbenzen ve ksilenleri içeren bir grup bileşiktir. Bu bileşikler toprağın ve zemin suyunun en toksik ve en hareketli olduğu düşünülen bileşikler olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenlerden dolayı, birçok ülkede BTEX ulusal talimatla temizlenmektedir. Bunlar içinden Benzen kış aylarında havza genelinde $3.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ üzerindeyken yaz aylarında sadece Havza (Edirne) çevresinde bu seviyelere yükselmektedir. Havza (Edirne)’da sanayi sitesinde araç tamiratının yapılması, mobilya boyama atölyeleri ve solvent kullanımının yaygın olması bu ölçülen yüksek konsantrasyonların nedeninin olduğu düşünülmektedir. Kış aylarında bazı merkezlerde benzen seviyesi $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ seviyesini aştığı tespit edilmiştir (Şekil 3). Bu değerler Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDYY)’nde insan sağlığının korunması için yıllık bazda aşılması gereken limit değer olan $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’ü aşmamaktadır (Tablo 1). Kış aylarında konsantrasyon değerleri aynı yönetmelikte belirtilen alt ve üst değerlendirme sınırı arasında kalmaktadır. Her ne kadar alt ve üst sınır değer aşımı Yönetmelikte tanımlandığı şekliyle gerçekleşmemiş olsa bile bu konsantrasyonların ölçülmesi bir uyarı olarak değerlendirilebilir. Bu durumda ise Bakanlık ve İl Müdürlükleri HKDYY MADDE 8’de belirtildiği gibi belirli zaman dilimi içinde veya sürekli olarak hava kalitesini değerlendirmek durumundadır.

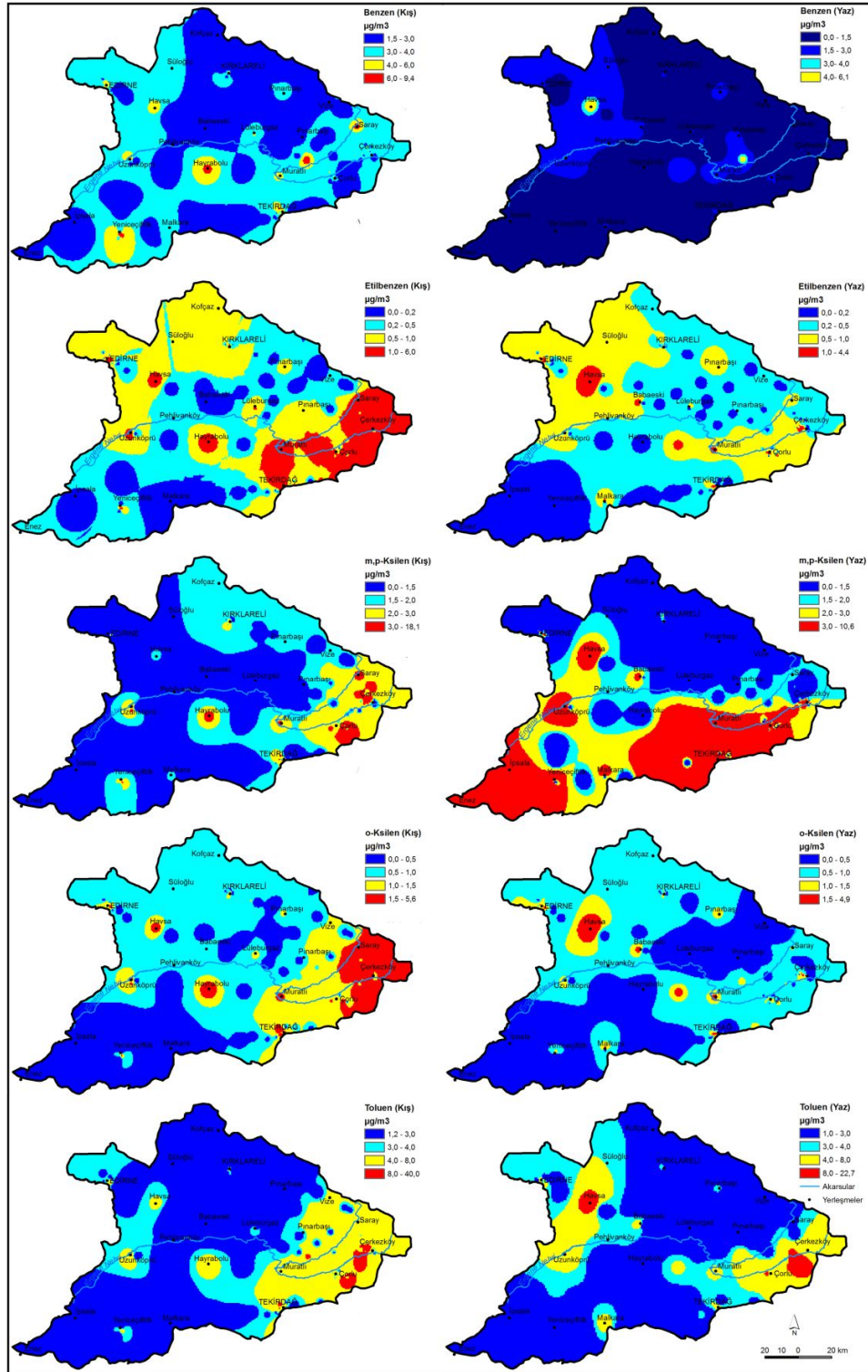
Tablo 1. HKDKK Benzen limit, tolerans payı alt-üst değerlendirme eşiği.

Ortalama süre	Limit değer	Tolerans payı	Üst değerlendirme eşiği	Alt değerlendirme eşiği	Limit değere ulaşılacak tarih
yıllık	$5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	1.1.2014 tarihinde $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (% 100) ve 01.01.2017 tarihinden 1.1.2021 tarihine kadar tolerans payı sıfırlanacak şekilde her 12 ayda bir eşit miktarda yıllık olarak azaltılır	limit değerinin %70’i ($3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	limit değerinin %40’ı ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	1 Ocak 2021 zaman-sınırlı uzatmaya mutabık kalınan “bölge” ve “alt bölge”ler hariç (bakınız madde 12 (3))

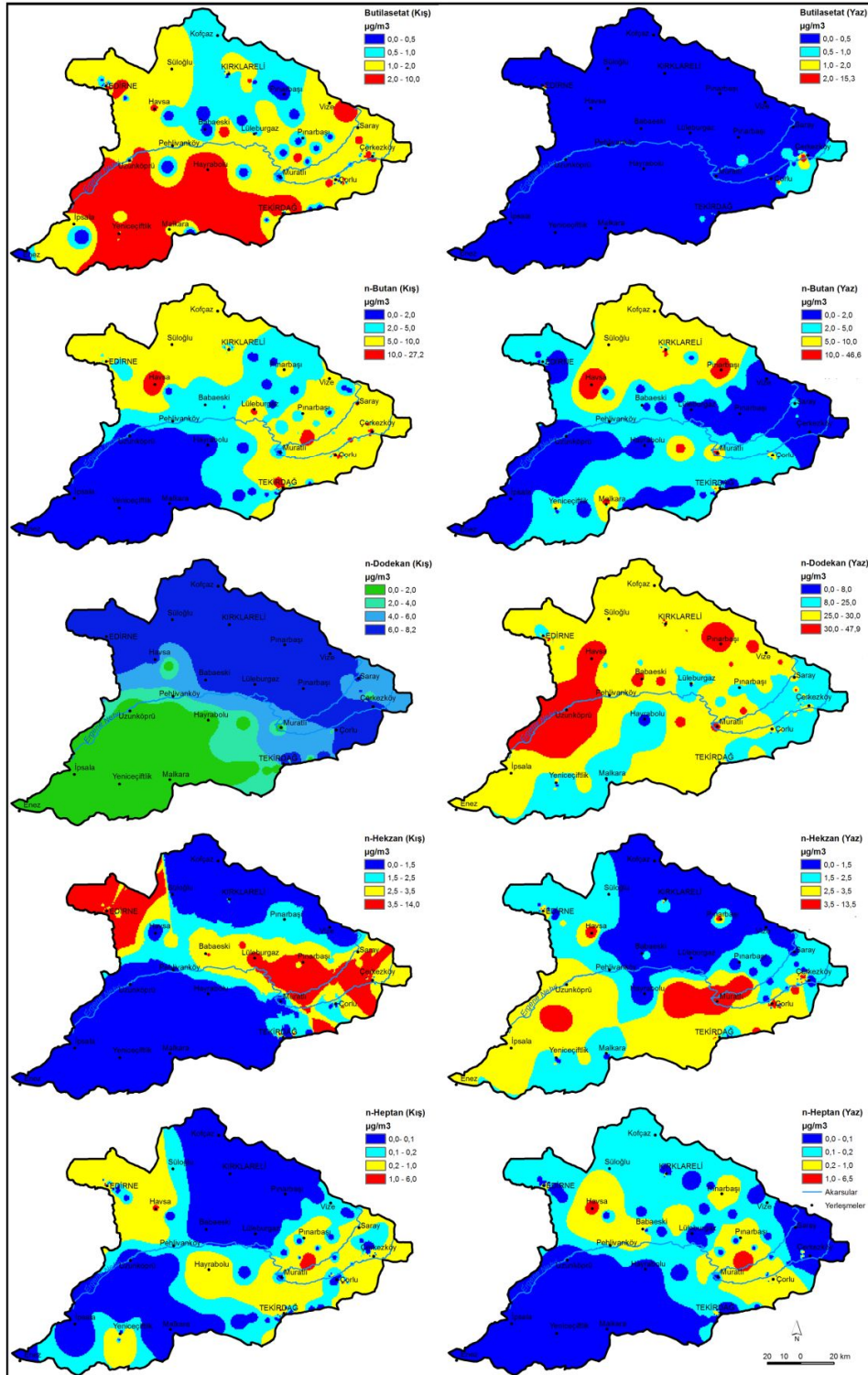
Diğer VOC'lardan etilbenzen, m,p-ksilen, o-ksilen ve toluen hemen hemen benzer bir dağılışı paterni göstermektedir (Şekil 3). Bu kirlleticiler de kış aylarında yaz aylarından daha yüksek değerler göstermektedir. Havza içinde üst havzada Çerkezköy-Çorlu-Tekirdağ hattı ile orta havzada Havza-Edirne tarafı dikkati çekmektedir. Havza (Edirne)’nın VOC konsantrasyonunda yüksek değerler göstermesinde sanayi sitesindeki faaliyetlerin etkili olduğu düşünülmektedir. Etilbenzen, havza genelinde daha yaygın bir dağılışa sahiptir. Toluene konsantrasyonu, elektrik

motorlu sarma, endüstriler ve motorlu araç servis istasyonları tarafından çevrelenen orta havzadaki Havza (Edine) ve Çerkezköy OSB çevresinde yüksek seviyelerde ölçülmüştür.

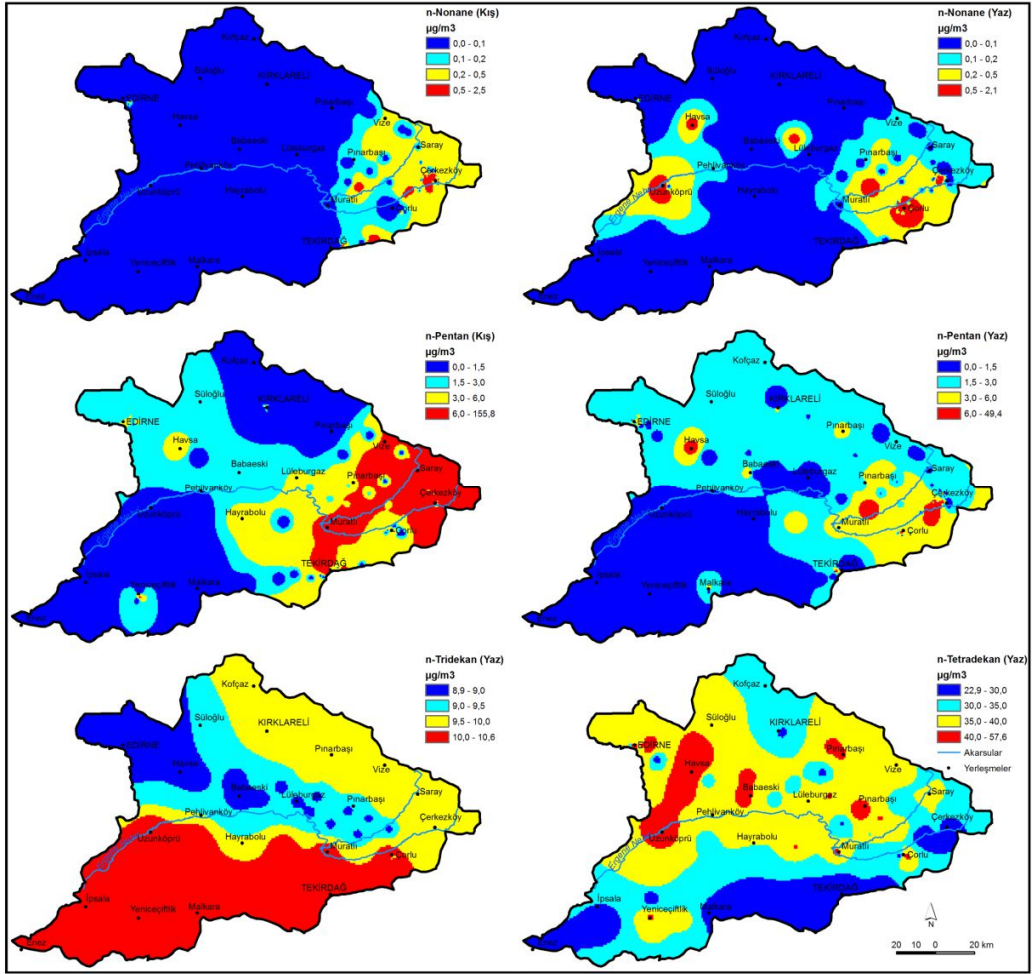
Ergene havzasında yaz ve kış aylarında butilasetat, n-butan, n-dodekan, n-hekzan ve n-heptan dağılışı Şekil 4'te; n-nonane ve n-pentan konsantrasyonu Şekil 5'te gösterilmiştir. Kış aylarında yüksek konsantrasyon seviyesi göstermemekle birlikte yaz aylarındaki n-Tetradekan ve n-Tridekan dağılışı da Şekil 5'te verilmiştir. Bu hidrokarbonlar, sadece karbon ve hidrojen atomları içeren organik bileşiklerdir. (örn; bütan, pentan, hekzan, heptan, nonan ve dekan). Şekil 4 ve 5 te havza içinde dağılışı verilen hidrokarbonlar, havadaki diğer kirleticilerin birbirleri arasındaki reaksiyonlarda rol oynadıkları için önemli kirleticilerdir. Yakıtın tam yanmaması ve benzinin depodan çıkışı veya dolum sırasında buharlaşması ile ortaya çıkmaktadırlar. Bu emisyonların mukozada tahrişe yol açtığı ve buharlarının solunması durumunda sistemik etki gösterdikleri bilinmektedir.



Şekil 3. Ergene havzasında yaz ve kış aylarında Benzen, Etilbenzen, m-p Ksilen, o-Ksilen ve Toluen dağılışı.

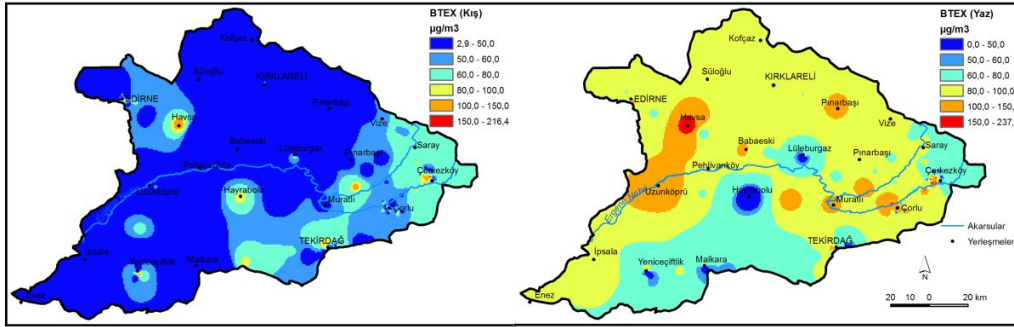


Şekil 4. Ergene havzasında yaz ve kış aylarında Butilasetat, n-Butan, n-Dodekan, n-Hekzan, n-Heptan dağılışı



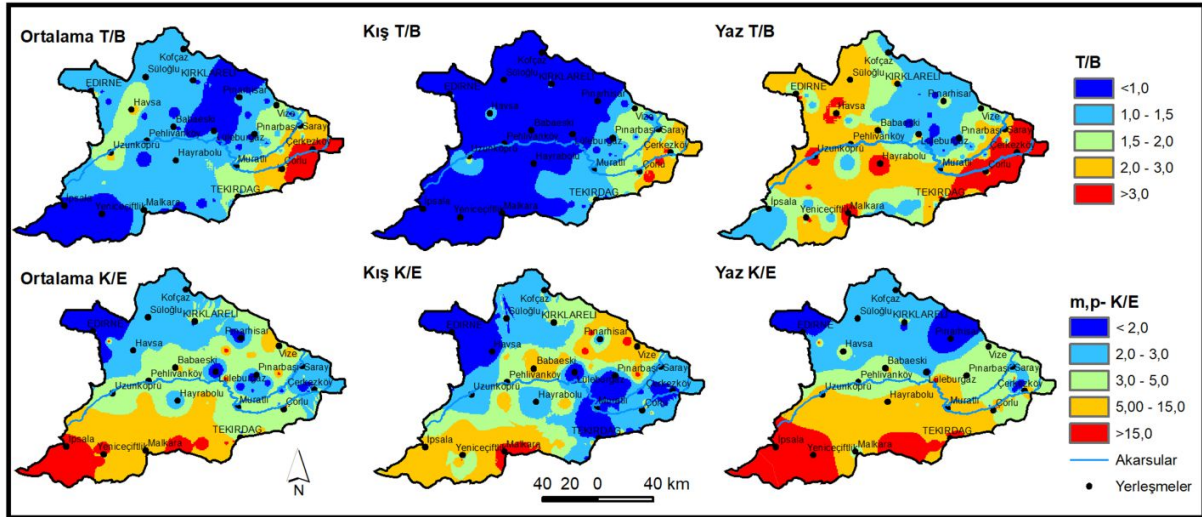
Şekil 5. Ergene havzasında yaz ve kış aylarında n-Nonane ve n-Pentan ile yaz aylarında n-Tetradekan ve n-Tridekan dağılışı.

Genel olarak VOC dağılışı incelendiğinde de ise yaz aylarında yüksek değerler gözlenmiştir (Şekil 6). Bunun sıcaklık artışı ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Çünkü atmosfere çok sayıda kaynak türünden salınan VOC'ler buharlaşma ve yanma proseslerinin bir sonucudur. Diğer yandan bu bileşikler genelde benzin ve benzin rezervuarlarından, endüstriyel proseslerden ve yakıt yanması, boya ve temizlik maddesi kullanımı veya tarımsal faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Yaz aylarında tarımsal faaliyetlerin fazla olması da yaz aylarında emisyon artışının bir nedeni olarak görülebilir. Nitekim, havzanın bilinen en önemli özelliği tarım potansiyelidir.



Şekil 6. Ergene havzasında yaz ve kış aylarında BTEX dağılışı

Son zamanlarda yapılan araştırmalar, BTEX türleri arasındaki oranların, hava kütlelerinin fotokimyasal yaşının yanı sıra, kaynak oluşumuna farklı bakış açısı sağlayabileceğini göstermektedir. Bu çalışmada toluen/benzen (T/B) ve m,p-ksilen/etilbenzen (m,p-K/E) oranları dikkate alınmıştır. T/B oransal değerlerinin 1.5-3.0, arasında değişmesi muhtemelen farklı araç tiplerine ve farklı bölgelerdeki yakıt kompozisyonuna atfedilebilir (Khoder, 2007; Chiang, vd., 1996). Bu nedenle, yüksek T/B oranları göreceli olarak yeni araç emisyon kaynaklarını yansıtmaktadır. Ergene havzasında T/B oranının 10'un dahi üstüne çıktığı Çerkezköy çevresinde trafik aralığının (1.5-3.0) çok dışında oranları gözlenmiş olması, üst havzadaki bu bölgede toluen kaynaklarının etkisini göstermektedir. Bu da endüstriyel faaliyetlerin toluene büyük katkı sağladığının kanıtı niteliğindedir (Hsieh vd., 2006). Havza genelinde yaz aylarında bir yandan tarım, diğer yandan ulaşım faaliyetlerinin artmış olması T/B oranının 1,5-3,0 arasında değişimine neden olmuş; ve bu trafik kaynaklı emisyonların havzada etki alanını genişlettiğini göstermektedir.



Şekil 7. Ergene havzasında ortalama, kış ve yaz mevsiminde Toluen/Benzen (T/B) ve m-p Ksilen/Etilbenzen (K/E) oranının dağılışı.

Bilinen kimyasal reaksiyon çıkarma oranları nedeniyle, m,p -ksilen ile etilbenzene ((m + p) / E) oranı, hava kütlesinin fotokimyasal yaşının bir göstergesidir (Nelson ve Quigley, 1983). Bu oranlardaki yüksek değerler tipik olarak taze yerel emisyonları belirtirken, daha düşük değerler daha fazla fotokimyasal bozunma ile ilişkilidir. Ergene havzasında güneybatıda Enez'den Kuzey doğuya doğru bu oran azalmaktadır. Bu da daha kırsal olmakla birlikte çeltik tarımının da yapıldığı Enez çevresinde taze emisyon oranının yüksekliğinden kaynaklanmaktadır. Bu Enez den Kuzeydoğuya doğru emisyonlar kaynaklarından yayıldıktan sonra zaman aşımına uğrayıp yaşlanmışlardır.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada Ergene havzası genelinde uçucu organik bileşiklerin yol açtığı hava kirliliğinin mekanda mevsimsel değişimi irdelenmiştir. Havza genelinde iki sıcak bölge dikkati çekmektedir: Çarkezköy- Tekirdağ çevresi ve Havza-Edirne çevresi. Uçucu organik kirleticiler, sıcaklığın yüksek olduğu yaz aylarında yüksek seviyelere ulaşmıştır. Bunda havzada yoğun olarak yapılan tarımsal faaliyetlerin de etkili olduğu söylenilebilir. Üst havzada kirleticilerin özellikle yüksek değerlere ulaşmış olması, mutlaka havzanın su, toprak ve bitki örtüsü üzerinde de etkili olacaktır. Çünkü özellikle su havzalarında su önemli bir taşıyıcı olarak dikkat çekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK Proje No. 114Y576) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Abeles, F.B., 1973. Ethylene in Plant Biology. Academic Press, New York.
- Abeles, F.B., Morgan, P.W., Saltveit, M.E., 1992. Ethylene in Plant Biology, second ed. Academic Press, San Diego.
- Anonim, 2012. Ulusal Havza Yönetim Stratejisi Taslağı (2012-2023). T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı , 19.04.2012. Ankara
- Buczynska, A.J., Krata, A., Stranger, M., Godoi, A.F.L., Kontozova-Deutsch, V., Bencs, L., Naveau, I., Roekens, E., Grieken, R.V., 2009. Atmospheric BTEX-concentrations in an area with intensive street traffic. *Atmospheric Environment* 43, 311-318.
- Cape. J. N, 2003. Effects of airborne volatile organic compounds on plants. *Environmental Pollution* 122, 145–157
- CEPA, 1999. Canadian Environmental Protection Act, 1999. Sixth Report of the Standing Senate Committee on Energy, the Environment and Natural Resources.
- Chiang PC, Chiang YC, Chang EE, Chang SC. 1996. Characterizations of hazardous air pollutants emitted from motor vehicles. *Toxicological and Environmental Chemistry*. 56 (1-4), 85-104.

- EPA, 2012. Volatile Organic Compounds (VOCs), <http://www.epa.gov/iaq/voc.html>.
- Gelencsér, A., Siszler, K., Hlavay, F., 1997. Toluene-benzene concentration ratio as a tool for characterising the distance from vehicular emission sources. *Environ. Sci. Technol.*, 31, 2869-2872
- Heinsohn, R.J., Kabel, R.L. 1999. Sources and Control of Air Pollution. Prentice Hall, New Jersey, 696.
- Hsieh, L.T., Yang, H.H., Chen, H.W. 2006. Ambient BTEX and MTBE in the neighborhoods of different industrial parks in southern Taiwan. *J. Hazard. Mater.* 128: 106–115.
- Lawryk NJ, Weisel CP., 1996. Concentrations of volatile organic compounds in the passenger compartments of automobiles. *Environ Sci Technol*, 30(3), 810–816.
- Khoder MI. 2007. Ambient levels of volatile organic compounds in the atmosphere of Greater Cairo. *Atmospheric Environment.*, 41(3), 554–566
- Mattoo, A.K., Suttle, J.C. (Eds.), 1991. The Plant Hormone Ethylene. CRC Press, Boca Raton.
- Miller, L., Xu, X., Grgicak-Mannion, A., Brook, J., Wheeler, A. 2012. Multi-season, multi-year concentrations and correlations amongst the BTEX group of VOCs in an urbanized industrial city. *Atmos Environ* 61, 305–315.
- Nelson PF, Quigley SM. 1983. The m,p-xylenes:ethylbenzene ratio. A technique for estimating hydrocarbon age in ambient atmospheres. *Atmospheric Environment*, 17(3):659–662.
- Pekey, B., Yılmaz, H., 2011. The use of passive sampling to monitor spatial trends of volatile organic compounds (VOCs) at an industrial city of Turkey. *Microchemical Journal* 97, 213-219.
- Tecer, L.H., Tağıl, S. 2014. Impact of Urbanization on Local Air Quality: Differences in Urban and Rural Areas of Balıkesir, Turkey. *Clean – Soil, Air, Water*, 42 (11), 1489–1499
- Zhang, Y., Mu, Y., Liang, P., Xu, Z., Liu, J., Zhang, H., Wang, X., Gao, J., Wang, S., Chai, F., Mellouki, A. 2012. Atmospheric BTEX and carbonyls during summer seasons of 2008–2010 in Beijing. *Atmospheric Environment* 59, 186-191.