



**ÇOKLU DOĞRUSAL ANALİZ
YÖNTEMİYLE UÇUCU ORGANİK
BİLEŞİKLERİN ATMOSFERDEKİ
KONSANTRASYONLARINA ETKİ
EDEN METEOROLOJİK
FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ**

**Sema Yurdakul, Mihriban Civan,
Gürdal Tuncel**

Eylül, 2015

1. Giriş

Uçucu Organik Bileşikler (UOBs),

- Atmosferdeki OH radikallerinin konsantrasyonlarını kontrol etmenin yanısıra,
- Troposferde gerçekleşen çoğu reaksiyonu da kontrol ederler.

UOBlerin konsantrasyonları,

- zamansal ve
- mekansal dağılım göstermektedir.

Meteoroloji ve kimyasal reaksiyonlar atmosferdeki UOBlerin konsantrasyonları üzerinde etkili olmaktadır.

Atmosferdeki kimyasal reaksiyon hızları;
çok hızlıdan \longrightarrow çok yavaşa doğru

Hızlı reaksiyonlar;

- lokal emisyonlar üzerinde etkili,
- atmosferin karışımından oldukça fazla etkilenirler.

Yavaş reaksiyonlar;

- yerel karışımlara daha az hassas,
- bölgesel veya global olarak daha etkilidirler.

Sonuç olarak,

Kirleticiler atmosferde kaldığı sürece dağılır, seyrelir ve kimyasal ya da fotokimyasal reaksiyonlara maruz kalırlar.

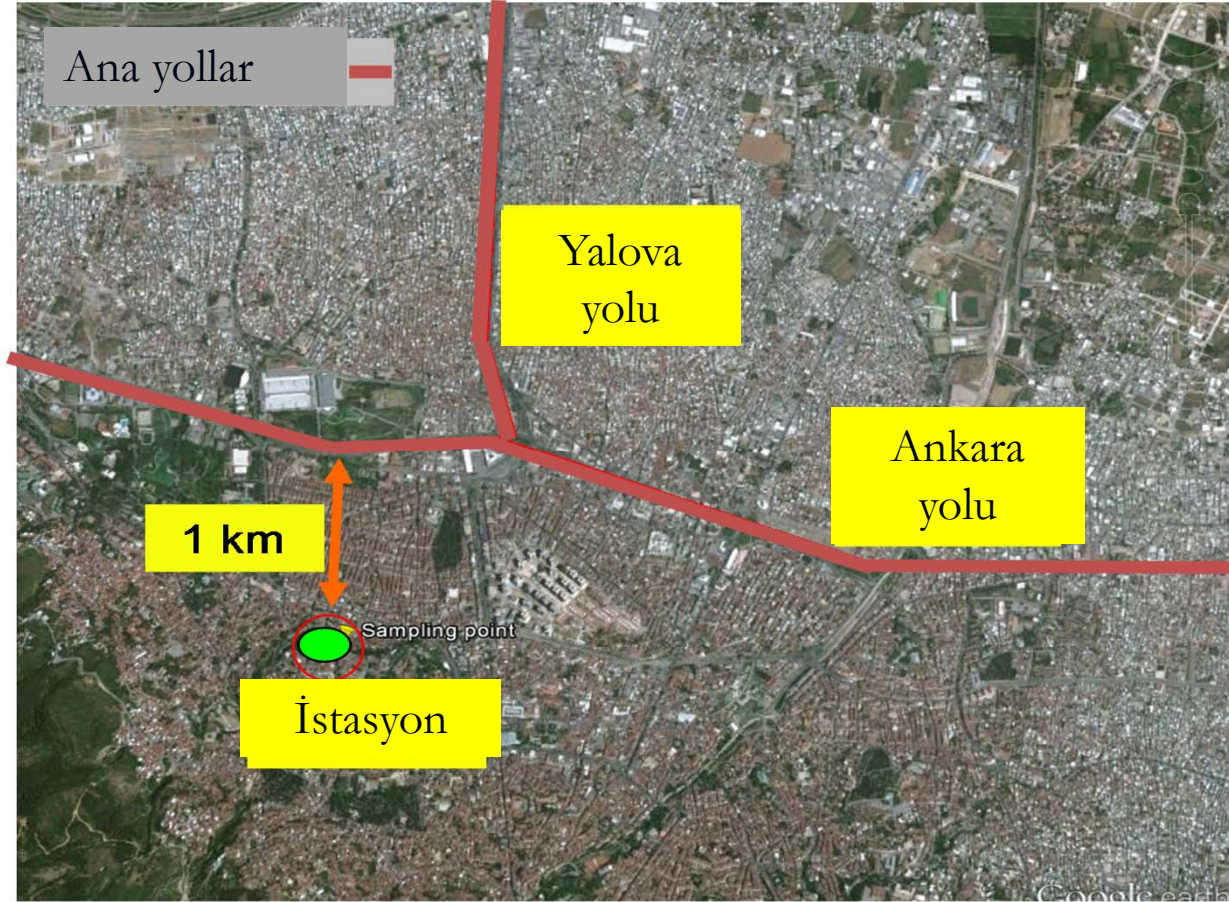
Bu nedenle atmosferde bir kirleticinin emisyonu ile konsantrasyonu arasındaki ilişkinin kurulması bir hayli güçtür.

Bu alışmada Bursa atmosferinde saatlik olarak lülen UOB konsantrasyonlarının,

- meteorolojik parametrelerden (ışınım şiddeti, sıcaklık, rüzgar yönü, rüzgar hızı, karışım yüksekliği ve ventilasyon sabiti) ne şekilde etkilendiği incelenmiş,
- Ölçülen UOB konsantrasyonlarının bu meteorolojik parametrelerle olan değişimi Çoklu Doğrusal Analiz Yöntemiyle (MLR) incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Örnekleme noktası



Şekil 1. Örnekleme noktası

2.2 Örnekleme Dönemi

- Eylül 14 and Ekim 6, 2005
(841 örnek)
- Mart 17 and Mayıs 10, 2006
(854 örnek)

2.3 Örneklemeye Metodolojisi

- Agilent Model 6890 GC +Unity model termal desorpsiyon + Markes Air Server örneklemeye sistemi.
- Saatlik ölçümler
- Kalibrasyon gazı 148 UOB(C2 -C12) aromatik ve halojenli hidrokarbonlar içeren (2 -20 ppb).

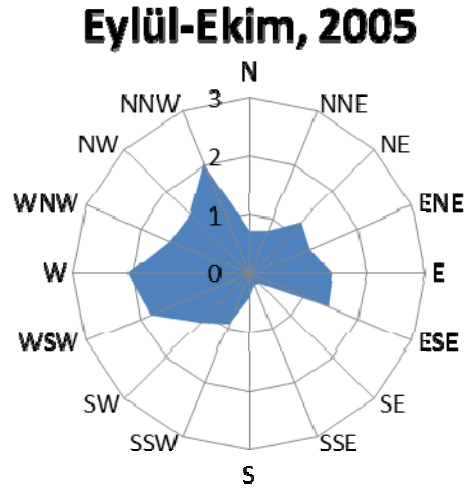
2.4 Meteorolojik Parametreler

- En düşük ortalama sıcaklık, 1.7°C, Şubat ayı,
- En yüksek ortalama sıcaklık, 30.6°C, Haziran ayı,
- Yıllık ortalama 14.4 °C,
- Hakim rüzgar yönü KD (% 49.3),
- Yıllık ortalama rüzgar hızı 3 m/s,
- En sıcak aylar Temmuz-Eylül,
- En soğuk aylar Şubat–Mart.

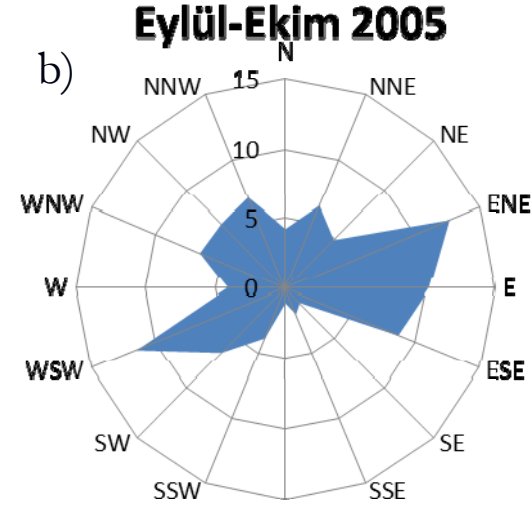
Tablo 1. Meteorolojik veriler

Örnekleme Dönemi	Sıcaklık (°C)			Rüzgar hızı (m s ⁻¹)			Karışım yüksekliği (m)		
	Ortalama	Max	Min	Ortalama	Max	Min	Ortalama	Max	Min
Sonbahar	15.8 ± 5.0	30.2	1.2	1.3 ± 1.2	5.1	0.0	816 ± 393	1640	71
İlkbahar	13.5 ± 5.2	30	-0.9	1.8 ± 1.4	6.9	0.0	769 ± 480	2666	94

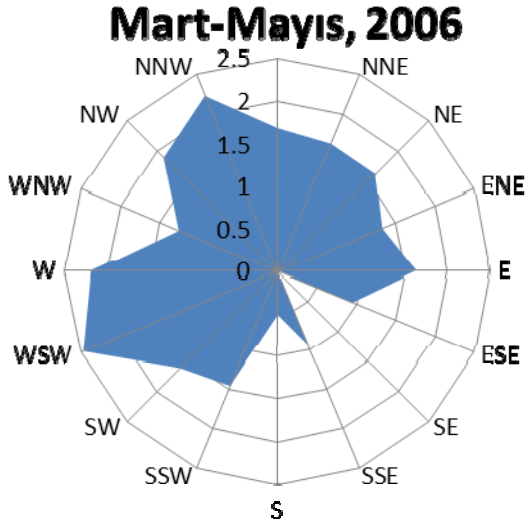
a)



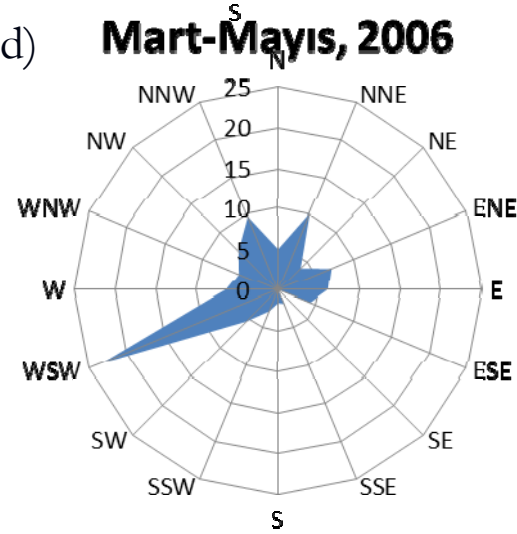
b)



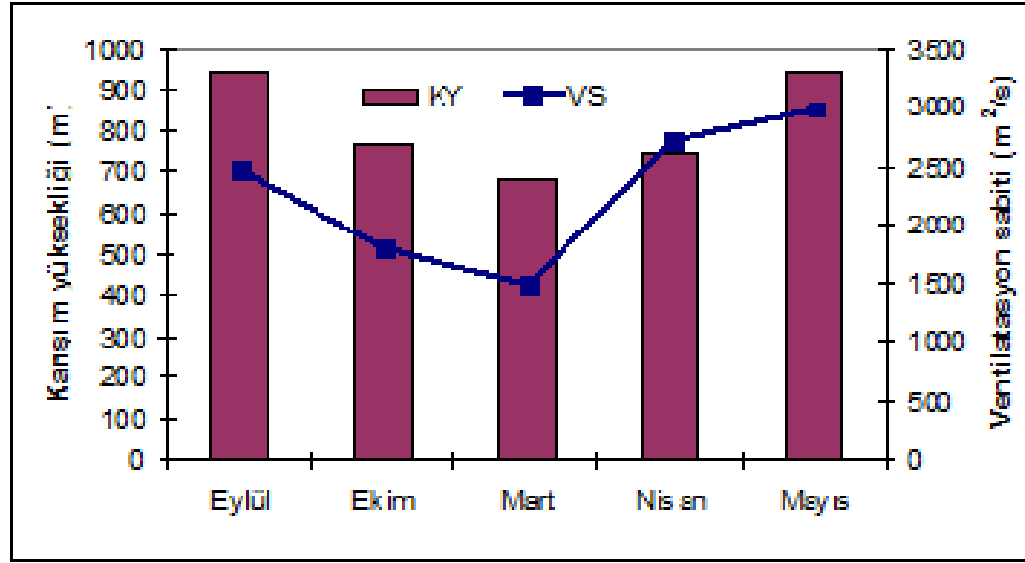
c)



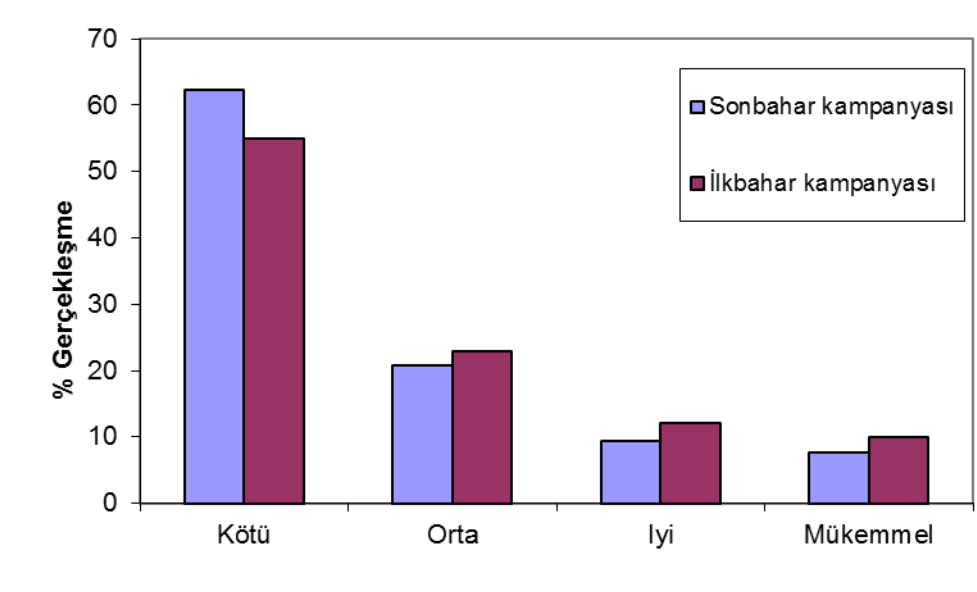
d)



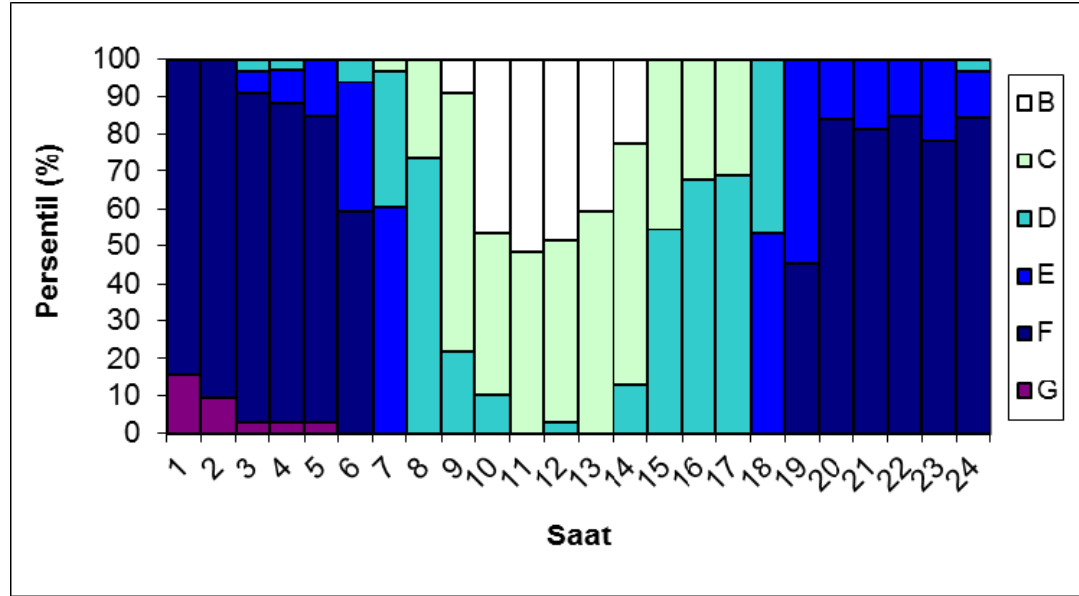
Şekil 1. a;c) Rüzgar hızı (m/s) sırasıyla birinci ve ikinci örnekleme dönemine ait
b;d) Rüzgar esme yönü (%) sırasıyla birinci ve ikinci örnekleme dönemine ait



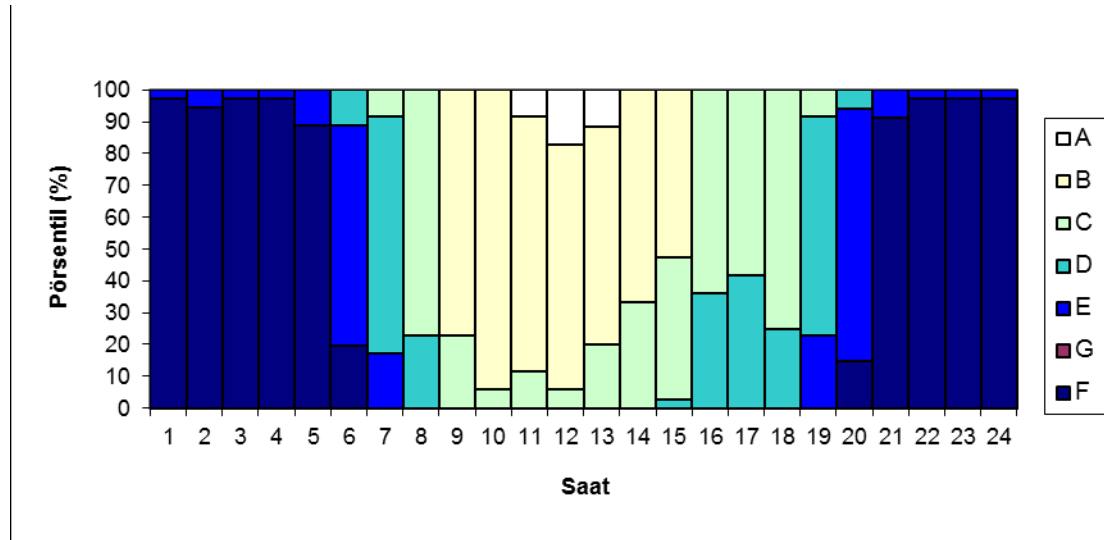
Şekil 2. Karışım yüksekliğinin ve Ventilasyon sabitinin aylık değişimi



Şekil 3. Atmosferin asimilasyon seviyesi



Şekil 4. Asimilasyon seviyelerinin Sonbahar örneklemesindeki gün içerisindeki değişimi



Şekil 5. Asimilasyon seviyelerinin İlkbahar örneklemesindeki gün içerisindeki değişimi

2.5. Meteorolojik Parametrelerin Kirletici Konsantrasyonları ile Olan Değişimi



Şekil 6. Rüzgar sektörlerine göre kaynakların dağılımı

2.5.1. Sıcaklığın etkisi

Birinci örnekleme döneminde ölçülen UOBlerin çoğu (%70) sıcaklıkla ters orantılı ($p < 0.05$)

- Ancak 3-metilhegzan, 2,2,3-trimetillbutan+2,3,-dimetilpentan, m,p-klorotoluen, 1,2,4-triklorobenzen, 1,2-dietilbenzen, undekan ve n-dekan konsantrasyonları sıcaklıkla pozitif korelasyon göstermiştir.
- Diğer taraftan n-hegzan, metilsiklopentan+2,4-dimetilpentan, siklohegzan+ siklohegzen, toluen, 1-okten, oktan, 2,2,5-tri-m-hegzan, klorobenzen, etilbenzen, m,p-xylen, 1-nonen, o-xylen, n-nonan, 4-etiltoluen, 1,4-dietilbenzen, 1,2,3,5-tetra-metil-benzen, 1,2,4,5-tetra-metil-benzen gibi kimi kirleticiler ile sıcaklık arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

İkinci örnekleme döneminde de UOBlerin çoğu (63%) sıcaklıkla ters orantılı ($p < 0.05$).

- Ancak 3-metilhegzan, 2,2,3-trimetillbutan+2,3,-dimetilpentan, n-butilbenzen, 1,2-dietilbenzen, undekan ve n-dekan sıcaklıkla pozitif olarak değişmiştir.
- n-hegzan, metilsiklopentan+2,4-dimetilpentan, siklohegzan+ siklohegzen, toluen, klorobenzen, etilbenzen, m,p-xilen, 1-nonen, o-xilen, n-nonan... oluşan diğer grup sıcaklıkla istatistiksel olarak anlamlı bir değişim göstermemektedir.

Her iki çalışmada da “**benzen’in**” de içinde olduğu **sıcaklıkla ters orantılı** değişim gösteren kirletici grubunu trafik kökenli kirleticiler oluşturmaktadır.

Ancak trafik kaynaklı olmayan kirleticiler ise sıcak yaz aylarında daha yüksek konsantrasyonlara ulaşmaktadırlar. Bu sebeple **sıcaklıkla doğru orantılı olarak** değişen veya **sıcaklıkla anlamlı bir değişim göstermeyen** UOBlerin bu grupta olduğu düşünülmektedir.

2.5.2. Rüzgar hızının etkisi

Çalışmada rüzgar hızı ile bir kaç istisna dışında **neredeyse ölçülmüş tüm UOB konsantrasyonları** ters orantılı olarak ($p < 0,05$) değişim göstermiştir.

İstisna olan klorobenzen, m,p-diklorotoluen, 1-okten, n-dekan ve 2,2,5-tri-m-hegzan her iki örnekleme döneminde rüzgar hızı ile istatistiksel olarak her hangi bir değişim göstermemiştir. Diğer yandan 1,2-di-etilbenzen ve undekan ise rüzgar hızıyla pozitif yönde değişim göstermiştir.

2.5.3. Karışım yüksekliğinin etkisi

Ölçülen UOBler **nerdeyse tamamı** birkaç istisna dışında karışım yükseliği ile de ters orantılı olarak ($p < 0.05$) değişim göstermiştir.

- Bu trende uymayanlar ise ilk kampanya döneminde m,p-klorotoluen ve 1,2,4-triklorobenzen,
- ikinci kampanya döneminde ise 1,2-dietillbenzen, undekan ve n-dekandır.

Dikkat edilmesi gereken husus; karışım yükseliği ile korelasyon göstermeyen bu kirleticilerin sıcaklık ile pozitif yönde yüksek korelasyona sahip olmasıdır.

2.5.4. Ventilasyon sabitinin etkisi

Çalışmada ölçülen kirletici konsantrasyonların çoğu (95%) ventilasyon sabitiyle ters orantılı ($p < 0.05$) bir değişim göstermiştir.

Sadece bazı VOCler ; n-hegzan, toluen, m,p-klorotoluen, klorobenzen, m,p-xilen, 1-undeken ve 1,2,4-tri-klorobenzen ventilasyon sabitiyle anlamlı bir korelasyon göstermemiştir.

Aynı zamanda bu **yedi kirleticinin** çoğu sıcaklık, karışım yüksekliği ve rüzgar hızı ya pozitif korelasyon göstermiş yada istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki göstermemiştir.

Meteorolojinin etkisinin bu kirleticiler üzerinde görülmemesinin muhtemel sebebi bu kirleticilerin solvent olarak örnekleme noktasına yakın yerlerde kullanılmış olması denilebilir.

3. Çoklu Doğrusal Analiz Yöntemi (MLR)

Bu çalışmada da ölçülen UOB konsantrasyonlarının meteorolojik parametrelerle olan değişimi MLR ile ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Çalışmada stepwise MLR prosedürü ile;

sıcaklık, rüzgar hızı, rüzgar yönü, ışıınım şiddeti, karışım yüksekliği ve ventilasyon sabiti bağımsız meteorolojik değişkenler olarak kullanılmıştır.

Tablo 2. Seçili UOBlerin meteorolojik parametrelerle olan doğrusal analiz sonuçları

	Sabit	Işınım şiddeti (cal/cm ² .s)	Sıcaklık (°C)	Karışım yüksekliği (m)	Rüzgar yönü	Rüzgar hızı (m/s)	Ventilasyon sabiti (m ² /s)	R	R kare
NMTVOC	247,0		1,851	-0,080	-2,483	-37,17	0,008	0,396	0,157
Asetilen	12,00	0,041	-0,152	-0,004	-0,108	-1,578		0,495	0,245
1,3-Butadien	1,37		-0,007	-0,001	-0,014	-0,180		0,479	0,229
Benzen	10,08	0,037	-0,126	-0,004	-0,71	-1,448		0,530	0,281
Etilen	35,57	0,137	-0,577	-0,011	-0,320	-4,043	0,001	0,551	0,333
n-hegzan	0,548	-0,011	0,212	-0,011		-0,569		0,527	0,278
Toluen	34,00		1,589	-0,024	-1,034	-7,342		0,319	0,102
m,p-kloro toluen	3,324	-0,011	0,052	-0,001		-0,321		0,280	0,132

Tablo 3. Seçili UOBlerin FA sonuçlarına göre meteorolojik parametrelerle olan doğrusal analiz sonuçları

	Sabit	Işınım şiddeti (cal/cm ² .s)	Sıcaklık (°C)	Karışım yüksekliği (m)	Rüzgar yönü	Rüzgar hızı (m/s)	Ventilasyon sabiti (m ² /s)	R	R kare
NMTVOC	245,694	-	-1,121	-0,055	-4,262	-	-	0,283	0,082
Asetilen	9,849	-	-0,228	-0,002	-0,072	-	-	0,345	0,119
1,3-Butadien	1,453	-	-0,034	-0,001	-0,009	-	-	0,379	0,143
Benzen	9,694	-	-0,294	-0,002	-0,043	-	-	0,396	0,157
Etilen	30,616	-	-0,755	-0,006	-0,194	-	-	0,428	0,183
n-hegzan	0,620	-	0,189	-0,632	-	-0,152	-	0,468	0,219
Toluen	21,917	-	0,816	-0,006	-	-3,393	-	0,141	0,020
m,p-kloro toluen	0,263	-	0,043	-	-	-0,164	-	0,263	0,079

4. Sonuçların Değerlendirilmesi

- Ölçülen UOBler ile meteorolojik parametreler arasında düşük korelasyonlar elde edilmiştir.
- Meteorolojinin etkisinin kimi kirleticiler üzerinde görülmemesi bu kirleticilerin solvent olarak ve örnekleme noktasına yakın yerlerde kullanılmış olduğunu düşündürmektedir.
- Ölçülen UOBler kaynaklarına bağlı olarak meteorolojik parametrelerden farklı şekillerde etkilenmişlerdir.

- NMTUOB konsantrasyonları karışım yüksekliği, rüzgar hızı ve rüzgar yönüyle negatif, sıcaklık ve ventilasyon sabiti ile pozitif korele bulunmuştur.
- Trafik kökenli kirleticiler çoğunlukla sıcaklık ile negatif yönde etkilenirken solvent kökenli kirleticiler pozitif yönde etkilenmişlerdir.

TEŐEKKÜRLER...