

ANKARA ATMOSFERİNDEKİ AEROSOLLERİN KİMYASAL KOMPOZİSYONLARININ BELİRLENMESİ

İlke ÇELİK¹, Seda Aslan KILAVUZ², İpek İMAMOĞLU¹, Gürdal TUNCEL¹

¹: Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

²: Kocaeli Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü



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



Çalışmanın Amacı

Ankara'da yarıkentsel bir bölgede toplanan aerosol örneklerinde:

- Eser element konsantrasyonlarının belirlenmesi,
- Element konsantrasyonlarının, mevsimsel, hafta içi-hafta sonu varyasyonlarının incelenmesi.
- Eser element konsantrasyonlarının Ankara hava kalitesi açısından değerlendirilmesi

Giriş

Atmosferik partiküller iklime, halk sağlığına ve görüş mesafesine olumsuz etkileri nedeniyle son yıllarda bilimsel çalışmalarda büyük ilgi çekmiştir. Artan bilimsel veriler ışığında özellikle atmosferik partiküllerin boyutları ve kompozisyonları büyük önem kazanmıştır.

Kaba Partiküller: $D > 2.5 \mu\text{m}$, genellikle doğal kaynaklar, havada kalma süresi kısa, üst solunum yollarında birikir.

İnce Partiküller: $D < 2.5 \mu\text{m}$, genellikle antropojenik kaynaklar, havada kalma süresi uzun ve uzun mesafeli taşınabilir, akciğerlerde birikir, çok küçük boyutluları kana geçer

Giriş

Atmosferde Gözlenen Partikül Maddelerin Elementel Özellikleri (Morawska ve Zhang 2002)

Emisyon Kaynağı	Salınan Partiküler Elementler
Kara yolu taşımacılığı	
Egsozdan çıkan emisyonlar	Br, Pb, Ba, Mn, Cl, Zn, V, Ni, Se, Sb, As
Motor Aşınmaları	Fe, Al
Lastik Aşınmalar	Zn
Yol kenarı tozları	EC, Al, Si, K, Ca, Ti, Fe, Zn
Endüstriyel tesisler	
Sıvı yakıt yakan enerji santralleri	V, Ni
Kömür yakılması	Se, As, Cl, CO, Cu, Al, S, P, Ca
Rafineriler	V
Demir dışındaki metallerin ergitilmesi	As, In, Cu, Zn
Demir ve Çelik Fabrikaları	Pb
Bakır izabe tesisleri	Cu
Mn metali Mn içerikli kimyasalların üretimi	Mn
Küçük Ölçekli Yakma Sistemleri	
Atıkların yakıldığı insineratörler	Zn, Sb, Cu, Cd, Hg, K, Pb
Odun dumanı	Ca, Na, K, Fe, Br, Cl, Cu, Zn
Mineral ve Hammadde Prosesleri	Mg, Al, K, Mn, Fe, Se
Deniz Spreyi	Na, Cl, S, K
Havada Asılı Toprak Partikülleri	Si, V, Cr, Ca, Ti, Sr, Al, Mn, Se Fe

MATERYAL VE YÖNTEM

1. ÖRNEKLEME

1.1. Örnekleme istasyonu

Aerosol örnekleri yarıkentsel bir bölge olan ODTÜ kampüsü, Çevre Mühendisliği bölümü bahçesinden toplanmıştır. İstasyon otoparkın yan tarafında kurulmuştur. Örnekleme noktası şehir merkezine 10 km uzakta olup, en yakın ana yollar doğuda Malazgirt Bulvarı (1.34 km), batıda Bilkent bulvarı (1.59 km), kuzeyde Eskişehir yoludur (2.36 km). En yakın yoğun yerleşim yeri ise yaklaşık 1.5 km uzakta olup, ODTÜ ormanı örnekleme istasyonuna çok yakındır.



MATERYAL VE YÖNTEM

ÖRNEKLEME

1.1. Örneklemeye yöntemi

Kış örnekleme: 26 Kasım 2013-30 Nisan 2014

Yaz örnekleme: 1 Mayıs- 7 Temmuz 2014

Ekipman: Düşük hacimli örnekleyici ($PM_{2.5}$, $PM_{2.5-10}$)-GENT stack filtre ünitesi (16.7 l/min.)

Filtre materyali: Whatman Nuclepore track-etched polycarbonate filtre



MATERYAL VE YÖNTEM

ANALİTİK YÖNTEM:

PM Kütlesi

Gravimetrik olarak belirlenmiştir. Örnekleme yapılan filtreler temiz odada nemi giderilerek sabit tartıma getirildikten sonra hassas terazide tartılarak PM konsantrasyonları belirlenmiştir.

Eser element konsantrasyonları

Filtrelerdeki eser element konsantrasyonları ICP/MS cihazı ile belirlenmiştir. ICP/MS ölçümleri Kocaeli Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Laboratuvarında yapılmıştır. Her bir örnekte 57 element ölçülmüştür:

Li, Be, Na, Mg, Al, P, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Ge, As, Se, Rb, Sr, Y, Mo, Cd, Sn, Sb, Cs, La, Ce, Pr, Nd, Eu, Sm, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, W, Pt, Au, Tl, Pb, Bi, Th and U.

MATERYAL VE YÖNTEM

ANALİTİK YÖNTEM:

- **ICP/MS Analizi İçin Örneklerin Hazırlanması**

- ❖ Özütleme işlemi: Örnek filtreleri+HNO₃ + HF Mikrodalga ile özütleme
- ❖ HF buharlaştırma: Mikrodalga özütleme işleminden alınan örnekler kaynatılarak HF buharlaştırılır, bu sırada örneğe iki kere HNO₃ eklenir.
- ❖ Seyreltme: Son olarak %1'lik HNO₃ kullanılarak asit çözeltisi 50 mL'ye tamamlanır.

Step	Time(min)	Temperature(°C)	Power(W)
1	9	100	40 %
2	10	140	80 %
3	9	180	90 %

MATERYAL VE YÖNTEM

ANALİTİK YÖNTEM:

- **ICP/MS Analizi İçin Örneklerin Hazırlanması**

- ❖ Özütleme işlemi: Örnek filtreleri+HNO₃ + HF Mikrodalga ile özütleme
- ❖ HF buharlaştırma: Mikrodalga özütleme işleminden alınan örnekler kaynatılarak HF buharlaştırılır, bu sırada örneğe iki kere HNO₃ eklenir.
- ❖ Seyreltme: Son olarak %1'lik HNO₃ kullanılarak asit çözeltisi 50 mL'ye tamamlanır ve ICP/MS cihazında okunur

Step	Time(min)	Temperature(°C)	Power(W)
1	9	100	40 %
2	10	140	80 %
3	9	180	90 %

MATERYAL VE YÖNTEM

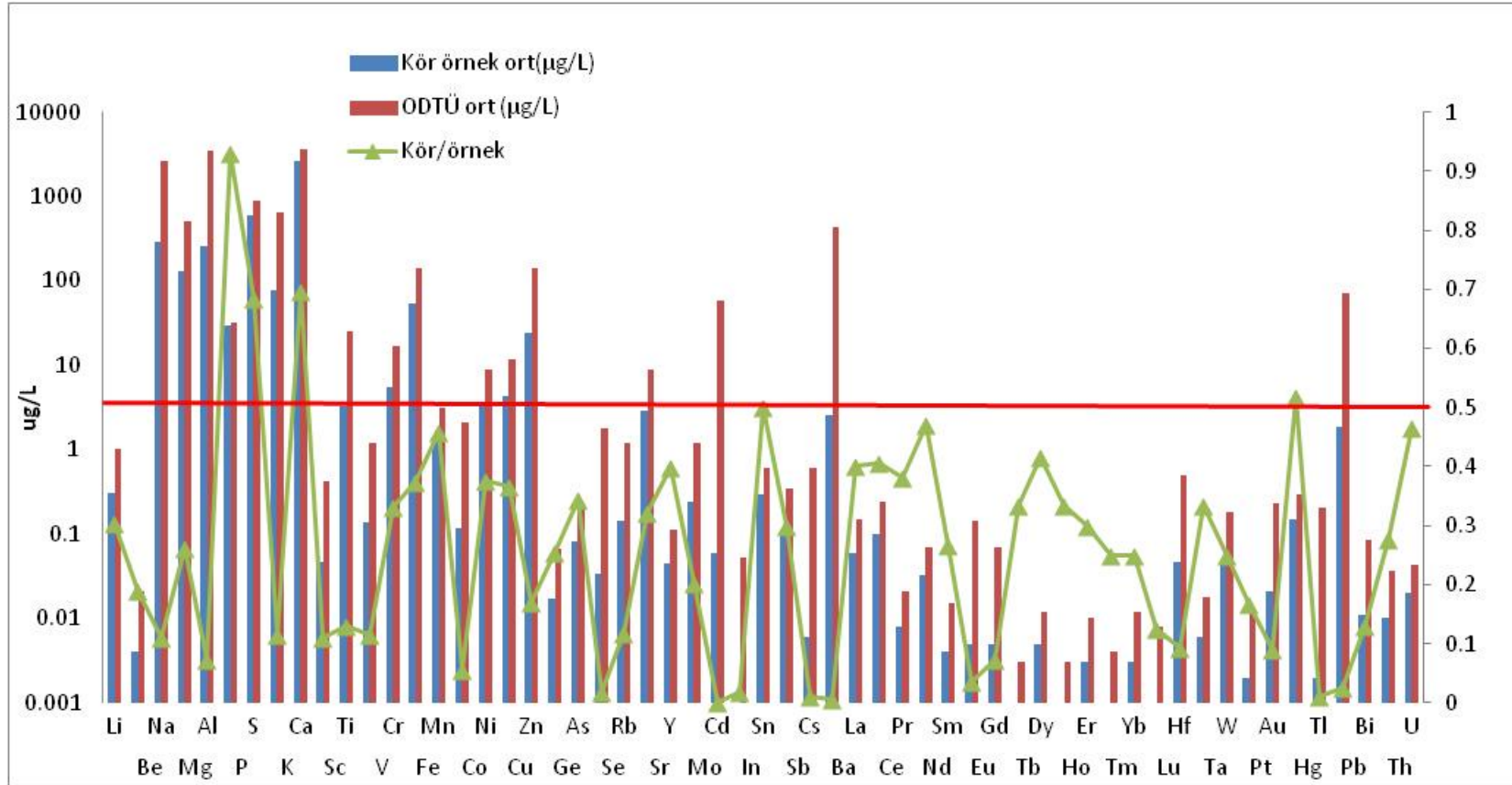
ANALİTİK YÖNTEM:

- **Kalite güvence ve kontrol**
 - Arazi (10 örnekte bir) ve Laboratuvar blankleri (100 örnekte bir)
 - Metot Tayin limiti: 0.001 ppb (Co, Rb, Sb, Sm vb.)-6 ppb (Ca)
Metot ölçüm limiti:0.02 ppb-19 ppb
 - SRM analizleri (NIST 1648A):
Tekrarlanabilirlik <%10; geri kazanım >%80 (Cr %67)
 - Metodun doğrusallığı (R^2): >0.99

MATERYAL VE YÖNTEM

ANALİTİK YÖNTEM:

- Kalite güvence ve kontrol



SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Element konsantrasyonlarının istatistiksel özeti (PM_{2.5})

Parameter	Na	Mean ± STDb	Median	Geometric Meanc	Mind	Maxe
PM 2.5	196	14352±45322	8382		416	571557
BC- IR	178	956±930	633		12	4078
SO ₄	119	2894±2261	2618	2057	66	11911
Li	118	0.370±0.859	0.197	0.168	0.007	7.93
Be	75	0.006±0.005	0.003	0.004	0.001	0.020
Na	79	354±1897	64.2	75	11	16763
Mg	72	104±208	53.8	48	3.62	1624
Al	129	505±588	256	252	7.72	2357
P	91	14±12	12.6	9	0.469	54.2
S	119	965±754	873	619	22	3971
K	81	101±215	46	57	11	1831
Ca	74	2795±2552	2098	1695	60	13740
Sc	58	0.054±0.051	0.049	0.033	0.007	0.198
Ti	141	11.5±25.2	4.76	4.46	0.132	267
V	158	1.63±6.18	0.542	0.511	0.071	58.7
Cr	103	22.7±67.1	4.98	4.40	0.141	487
Fe	175	182±197	141	129	5	1862
Mn	149	4.00±4.62	2.76	2.36	0.117	38.2
Co	117	0.665±1.34	0.184	0.208	0.011	10.2
Ni	144	15.6±41.1	4.40	4.23	0.052	366
Cu	77	8.27±11.2	4.18	4.17	0.198	84.1
Zn	177	260±207	217	193	12	1431
Ge	162	0.051±0.056	0.028	0.027	0.003	0.353
As	162	0.322±0.361	0.195	0.176	0.016	1.68
Se	125	0.159±0.095	0.157	0.122	0.007	0.396
Rb	108	0.160±0.138	0.119	0.107	0.015	0.816
Sr	125	3.14±5.07	2.03	1.74	0.065	46.7
Y	62	0.051±0.053	0.033	0.031	0.004	0.243
Mo	107	1.80±5.16	0.290	0.348	0.002	37.2
Cd	116	0.439±0.815	0.207	0.183	0.011	5.31
Sn	131	0.729±0.845	0.409	0.362	0.006	4.54
Sb	152	0.550±0.542	0.409	0.324	0.013	2.47
Cs	170	0.019±0.015	0.010	0.000	0.005	0.095
Ba	149	59.5±366	21.1	16.4	0.143	4431
La	108	0.123±0.373	0.043	0.023	0.0001	3.75
Ce	102	0.215±0.687	0.076	0.064	0.003	6.80

Parameter	Na	Mean ± STDb	Median	Geometric Meanc	Mind	Maxe
Pr	93	0.012±0.016	0.005	0.005	0.000	0.095
Nd	72	0.055±0.062	0.035	0.034	0.007	0.351
Sm	141	0.008±0.010	0.005	0.000	0.0002	0.066
Eu	111	0.018±0.116	0.003	0.002	0.0002	1.20
Gd	107	0.011±0.012	0.006	0.006	0.001	0.065
Tb	31	0.002±0.001	0.002	0.002	0.001	0.008
Dy	86	0.007±0.008	0.003	0.002	0.0003	0.042
Ho	38	0.002±0.002	0.002	0.002	0.001	0.008
Er	71	0.005±0.006	0.003	0.003	0.001	0.030
Tm	5	0.003±0.001	0.002	0.002	0.002	0.004
Yb	95	0.004±0.006	0.003	0.002	0.001	0.042
Lu	6	0.004±0.003	0.002	0.003	0.002	0.009
Hf	59	0.190±0.493	0.055	0.049	0.001	3.46
Ta	62	0.020±0.037	0.009	0.009	0.001	0.217
W	123	0.223±0.351	0.113	0.098	0.006	2.91
Pt	105	0.015±0.019	0.008	0.008	0.002	0.139
Au	92	0.397±1.362	0.065	0.080	0.004	12.3
Hg	135	0.495±0.867	0.291	0.270	0.015	7.79
Tl	151	0.028±0.062	0.011	0.000	0.000	0.594
Pb	132	6.67±7.76	3.65	3.22	0.068	39.9
Bi	130	0.071±0.067	0.042	0.050	0.017	0.444
Th	112	0.032±0.039	0.021	0.015	0.001	0.247
U	114	0.032±0.050	0.018	0.013	0.001	0.326

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Element konsantrasyonlarının istatistiksel özeti (PM₁₀)

Parameter	N ^a	Mean ± STD ^b	Median	Geometric Mean	Min ^c	Max ^d	Parameter	Na	Mean ± STDb	Median	Geometric Meanc	Mind	Maxe
PM 10	196	30.2±25.7	22.2	23.4	3.10	205	Se	18	0.123±0.074	0.112	0.097	0.013	0.238
BC IR	196	159 ±0.212	254	281	1.310	1273	Rb	22	0.278±0.213	0.228	0.210	0.048	0.876
SO ₄	6	3159±1329	3474	2592	459	4701	Sr	19	3.36±2.56	3.07	2.28	0.073	10.4
Li	18	0.460±1.19	0.170	0.109	0.007	5.19	Y	20	0.062±0.051	0.051	0.042	0.011	0.188
Be	17	0.009±0.008	0.005	0.006	0.001	0.030	Mo	14	2.95±8.15	0.292	0.488	0.042	31.1
Na	17	224±261	164	120	21.4	970	Cd	15	0.211±0.485	0.047	0.073	0.019	1.94
Mg	19	101±90.3	110	58.7	9.96	298	Sn	18	0.793±0.995	0.306	0.295	0.007	3.07
Al	23	622±1074	385	346	42.5	5352	Sb	24	0.865±0.951	0.384	0.463	0.015	2.94
P	9	8.01±7.62	5.27	4.89	0.546	21.6	Cs	24	0.029±0.019	0.029	0.022	0.008	0.076
S	6	1053±473	1158	864	153	1567	Ba	22	7.87±5.31	7.052	6.21	1.47	24.6
K	17	121±72.5	103	96.6	21.2	247	La	23	0.094±0.098	0.064	0.036	0.000	0.397
Ca	18	3974±2924	3261	2766	267	10961	Ce	23	0.159±0.150	0.089	0.091	0.004	0.534
Sc	12	0.076±0.051	0.073	0.053	0.007	0.162	Pr	22	0.022±0.016	0.015	0.017	0.007	0.060
Ti	24	20.1±15.3	15.1	14	1.23	57	Nd	22	0.072±0.056	0.046	0.052	0.012	0.191
V	24	0.838±0.695	0.558	0.616	0.134	2.68	Sm	24	0.020±0.012	0.017	0.016	0.002	0.047
Cr	5	79.4±139	3.02	8.94	0.646	323	Eu	12	0.004±0.002	0.004	0.003	0.000	0.009
Fe	24	331±372	188	231	59.4	1756	Gd	23	0.017±0.012	0.013	0.014	0.001	0.052
Mn	22	6.76±8.49	3.69	4.27	1.25	37.6	Tb	17	0.003±0.002	0.002	0.003	0.002	0.006
Co	18	0.671±1.57	0.187	0.208	0.031	6.47	Dy	22	0.013±0.010	0.009	0.009	0.002	0.033
Ni	11	55.5±88.5	5.70	11.7	0.883	251	Ho	17	0.003±0.001	0.002	0.002	0.002	0.006
Cu	8	10.8 ±8.28	8.97	8.18	1.76	29.4	Er	21	0.007±0.006	0.005	0.005	0.001	0.021
Zn	24	459±424	382	332	39.3	2122	Tm	2	0.002±0.0001	0.002	0.002	0.002	0.003
Ge	22	0.079±0.077	0.049	0.055	0.006	0.342	Yb	24	0.007±0.005	0.005	0.004	0.001	0.016
As	22	0.257±0.349	0.103	0.125	0.017	1.36	Lu	2	0.002±0.0001	0.002	0.002	0.002	0.002
							Hf	17	0.034±0.042	0.030	0.015	0.001	0.178
							Ta	8	0.007±0.005	0.007	0.005	0.002	0.016
							W	8	0.109±0.179	0.053	0.061	0.031	0.550
							Pt	19	0.007±0.004	0.006	0.006	0.002	0.019
							Au	19	0.246±0.627	0.105	0.080	0.006	2.81
							Hg	23	0.453±0.390	0.330	0.343	0.055	1.82
							Tl	24	0.012±0.014	0.006	0.006	0.000	0.046
							Pb	13	18.9±41.4	4.05	4.06	0.068	152
							Bi	19	0.055±0.047	0.040	0.040	0.016	0.155
							Th	24	0.055±0.036	0.049	0.038	0.001	0.147
							U	15	0.009±0.006	0.009	0.007	0.001	0.021

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Konsantrasyonların limit değerlerle karşılaştırılması

Ulusal hava kalitesi standartları

Pollutant	Daily	Annual	Unit	From on
PM	50	20	$\mu\text{g m}^{-3}$	2014
Pb	-	0.5	$\mu\text{g m}^{-3}$	2014
As	-	6	ng m^{-3}	2014
Cd	-	5	ng m^{-3}	2014
Ni	-	20	ng m^{-3}	2014

Avrupa Birliği hava kalitesi standartları

Pollutant	Concentration	Averaging Period	Permitted exceedences each year
PM 2.5	$25 \mu\text{g/m}^3$	1 year	n/a
SO ₂	$125 \mu\text{g/m}^3$	24 hours	3
PM 10	$50 \mu\text{g/m}^3$	24 hours	35
	$40 \mu\text{g/m}^3$	1 year	n/a
Pb	$0.5 \mu\text{g/m}^3$	1 year	n/a
As	6ng/m^3	1 year	n/a
Cd	5ng/m^3	1 year	n/a
Ni	20ng/m^3	1 year	n/a

WHO, EU ve EPA PM_{2.5} limitlerinin karşılaştırılması

PM _{2.5}	WHO	EU	EPA
24 hour average	25	25	35
Annual	10	-	12

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Konsantrasyonların limit değerlerle karşılaştırılması

ODTÜ'de

PM_{2.5} ortalama konsantrasyonu: 14.3 µg/m³; (EU limit 25 µg/m³)

PM₁₀ ortalama konsantrasyonu: 30.2 µg/m³; (EU limit 40 µg/m³)

Cd ortalama konsantrasyonu : 0.4 ng/m³ ;(EU limit 5 ng/m³)

Ni ortalama konsantrasyonu : 15.6 ng/m³ ;(EU limit 20 ng/m³)

As ortalama konsantrasyonu : 0.3 ng/m³ ;(EU limit 6 ng/m³)

Pb ortalama konsantrasyonu : 6.7 ng/m³ ;(EU limit 0.5 µg/m³)

,

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Literatür verileriyle karşılaştırma

1. Dünya'da yapılan çalışmalarla karşılaştırma

Species	Tito Scalo, Italy ^a Urban	Budapest, Hungary ^b Urban	Mira Mora, USA ^c Suburban	Klongha, Thailand ^d Suburban	Beijing, China ^e Suburban	Al-Hashimya, Jordan ^f Urban	Athens, Greece ^g Urban	<i>This Study</i> <i>METU Station</i>
Al	114	37	292	356	578	569	101	505
K	58	102	213	520	724	128	411	101
Ca	996	63	581	439	1852	4239	171	2800
Ti	6	3.2	113	-	24	21	-	11
Cr	38	<2	11	-	23	2.03	15.7	22
Fe	115	62	533	279	721	248	212	182
Ni	6	1.2	-	-	1	6.96	7.7	15
Cu	4	1.7	-	-	113	26.18	24.2	8.3
Zn	6	24	26	70.2	311	323.5	-	260
Cd	4	-	33	-	-	4.54	0.56	0.439
Pb	-	9	39	-	90	24.28	19.8	6.68

^aCaggiano et al., 2010, ^bSalma et al., 2002, ^cNa and Cocker, 2009, ^dChueinta et al., 2000, ^eLei et al., 2012,

^fAl-Momani et al., 2003, ^gKaranasiou et al., 2009

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Literatür verileriyle karşılaştırma

1. Türkiye'de yapılan çalışmalarla karşılaştırma

Species	Istanbul Urban	Antalya ^b Rural	Erdemli, Mersin ^c Rural	Eastern Black Sea Coast ^d Rural	Zonguldak ^e Urban	<i>This Study</i> <i>Suburban</i>
Al	-	546	-	337	94	505
K	-	366	116	123	208	101
Ca	-	2149	158	550	197	2795
Ti	-	40.3	4.1	96.6	12	11
Cr	2.8	3.88	1.8	39.9	3.8	22
Fe	460	388	53.3	1127	130	182
Ni	4	3.03	1.6	8.6	3	15
Cu	14	-	-	14.6	61	8.3
Zn	72	10.6	4.9	28.4	58	260
Cd	0.56	-	-	-	-	0.44
Pb	13	37.3	-	13.1	11.9	6.7

^aSzigeti et al., 2011, ^bOzturk et al., 2012, ^cKoçak et al., 2007, ^dBalcilar et al. 2014, ^eTecer et al., 2012

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Literatür verileriyle karşılaştırma

1. Ankara'da yapılan çalışmalarla karşılaştırma

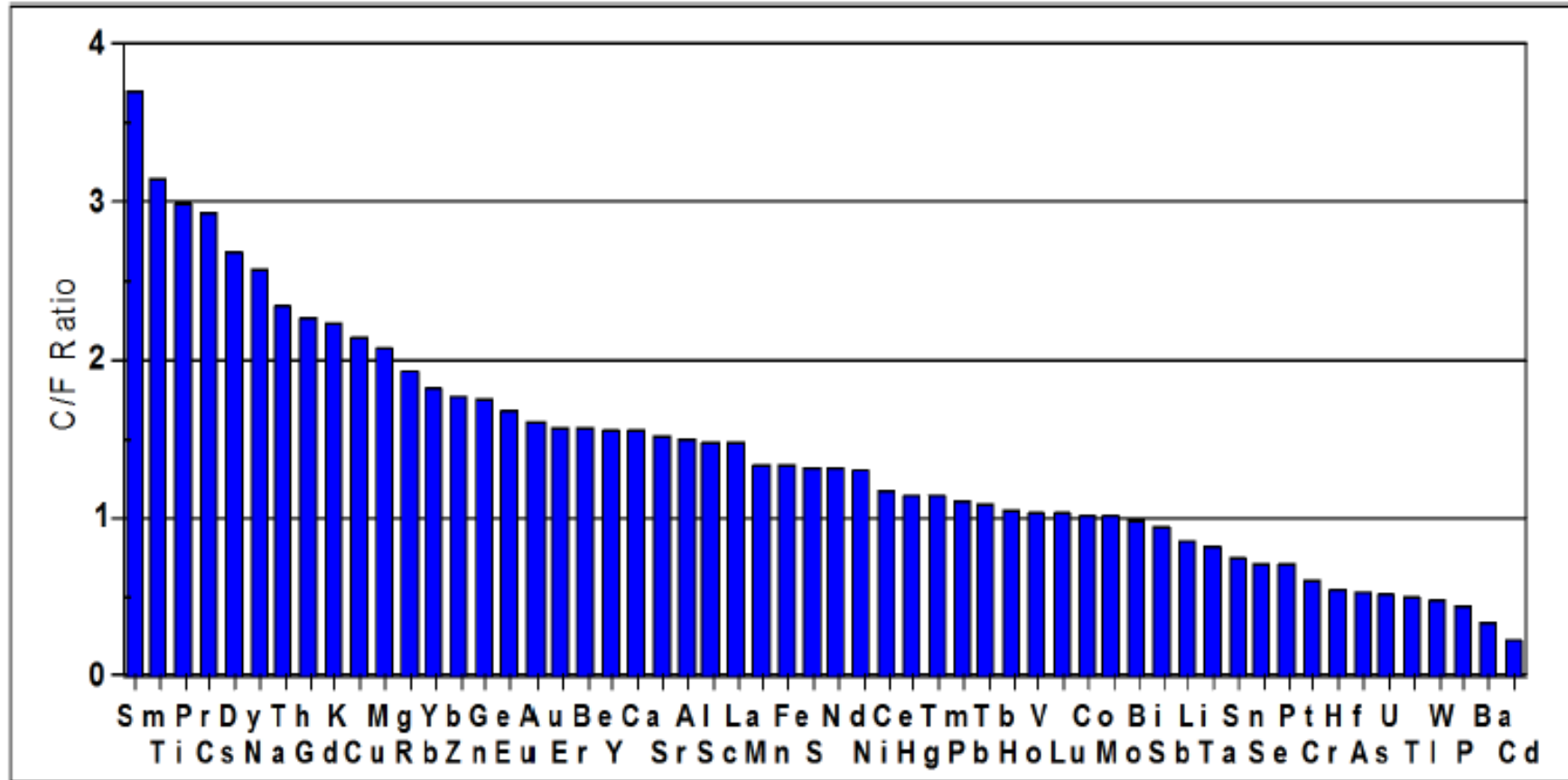
Species	METU 1975 ^b	Sihhiye 1989, Winter ^a	Sihhiye 1989, Summer ^a	METU 1993, Winter ^a	METU 1993, Summer ^a	<i>This study</i> <i>PM10</i>
		Urban	Urban	Suburban	Suburban	<i>Suburban</i>
Al	3400	6900	4420	690	780	640
K		590	250	-	180	148
Ca	8200	9600	-	1100	-	5300
As	14	31	16	14	11	0,29
Mn	12	19	10	8	5	6
La	2.0	3.1	1.3	3.7	0.3	0,1
Na	913	1900	1200	420	360	227
Cr	21	17	7	27	5	8
Fe	2100	2100	1600	1300	540	329
Ni	94	95	49	52	20	10
Zn	90	90	45	90	24	459
Pb	66	230	320	250	470	7

^aYatin (1994), ^bÖlmez and Aras (1977)

*Mean values are used for comparison

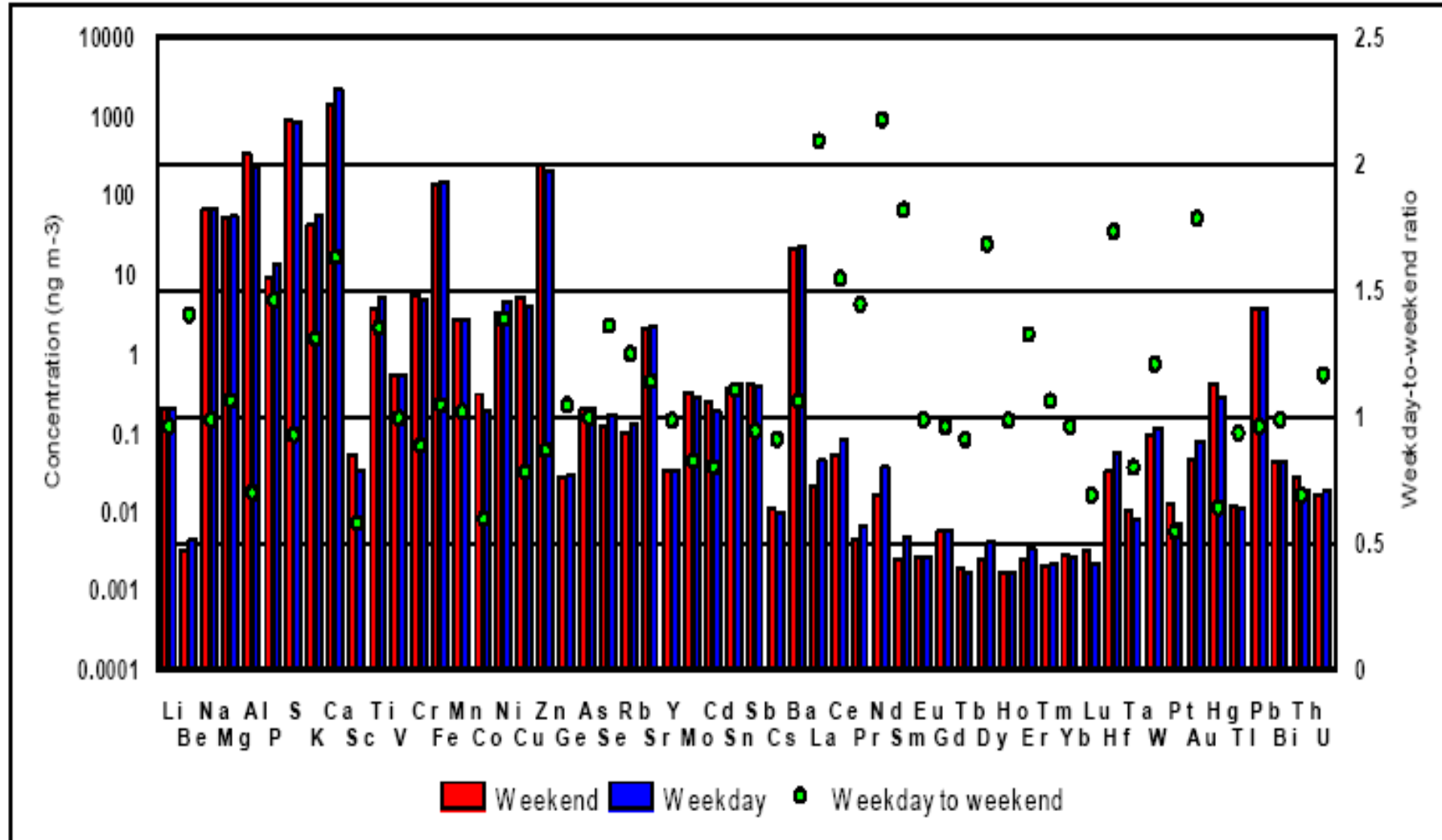
SONUÇLAR VE TARTIŞMA

1. Kaba partiküllerdeki element konsantrasyonlarının ince partiküllerdeki konsantrasyonlara oranı



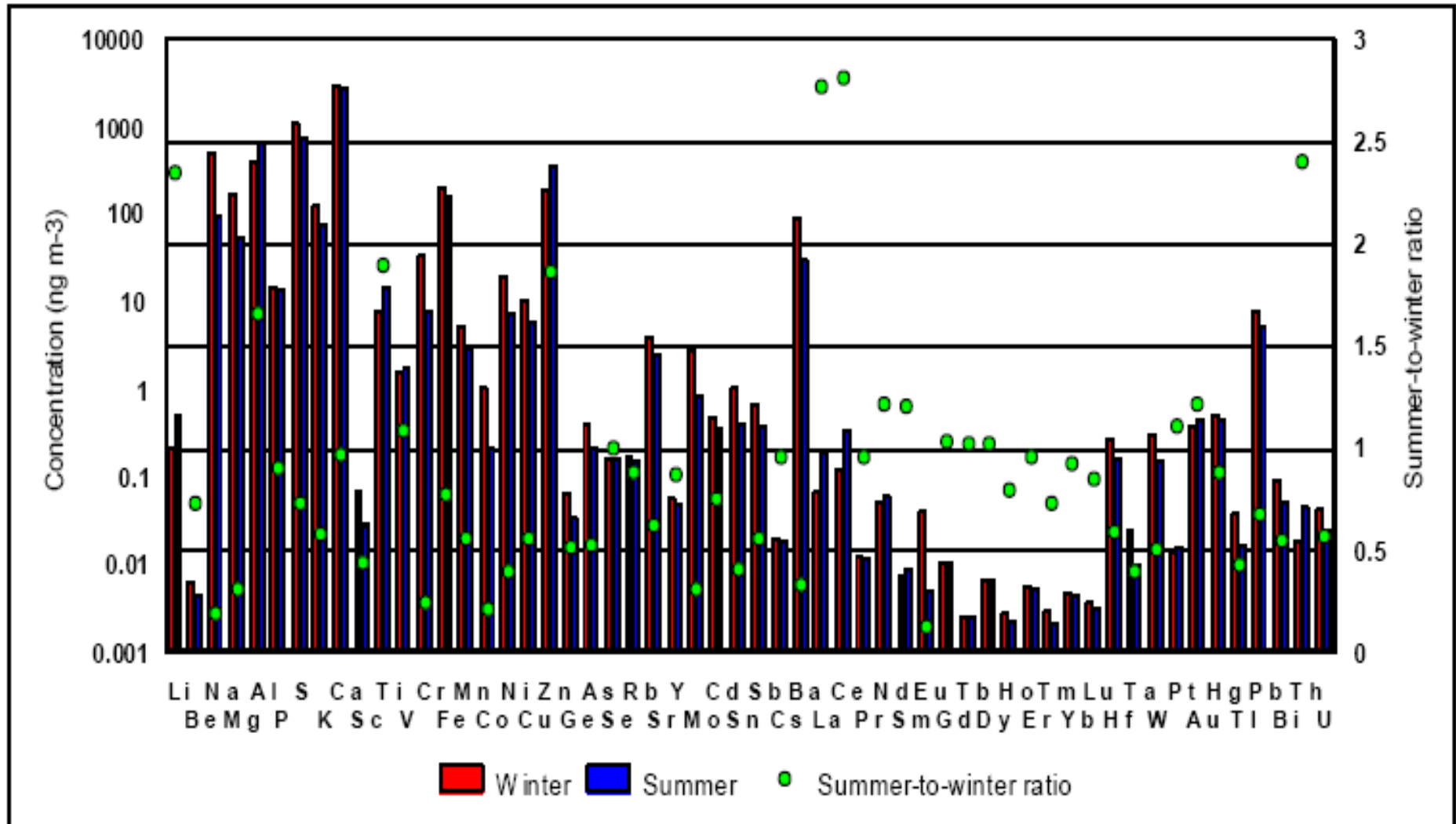
SONUÇLAR VE TARTIŞMA

1. Hafta içi/hafta sonu oranı



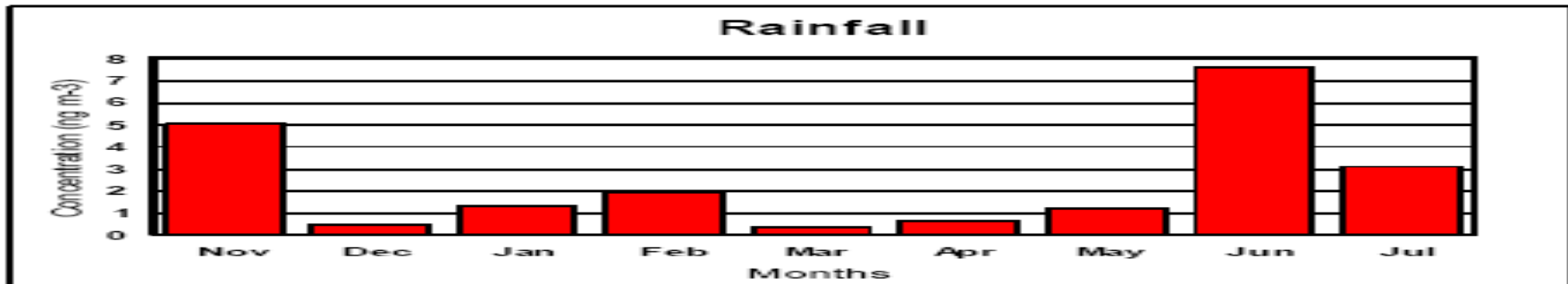
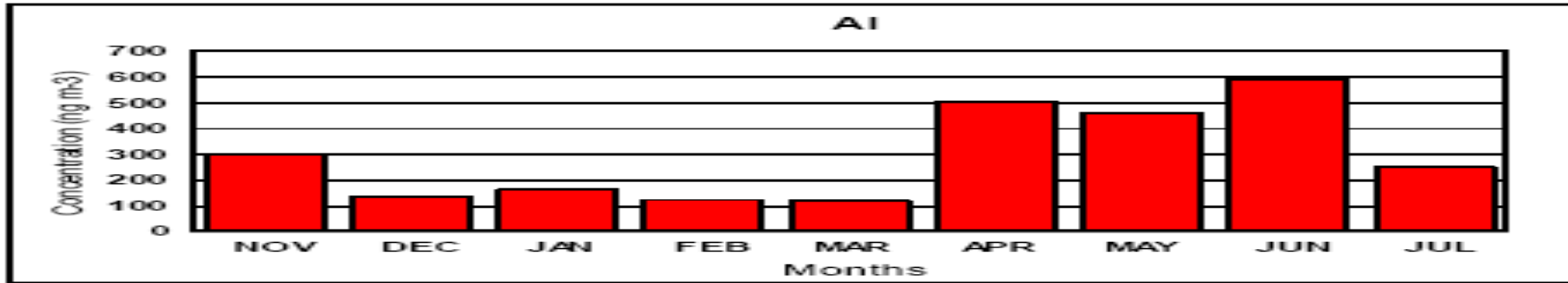
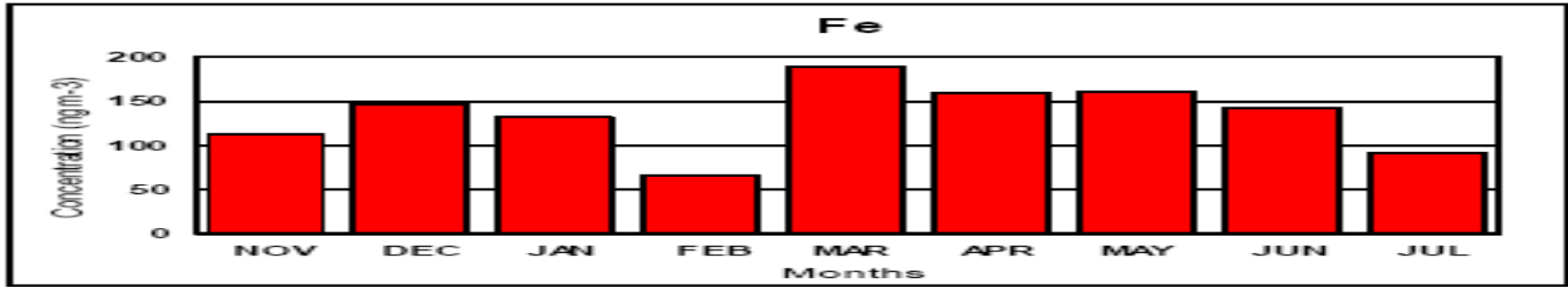
SONUÇLAR VE TARTIŞMA

1. Mevsimsel varyasyonlar-Yaz/kış oranı



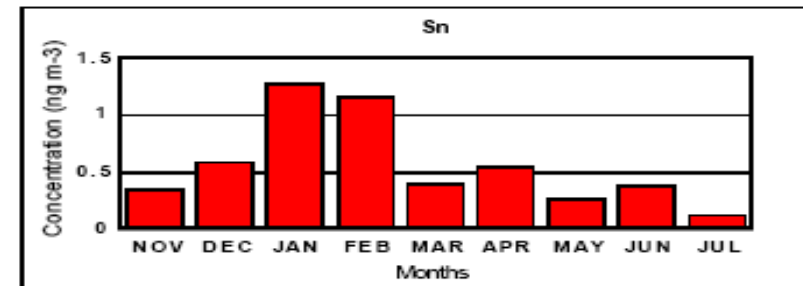
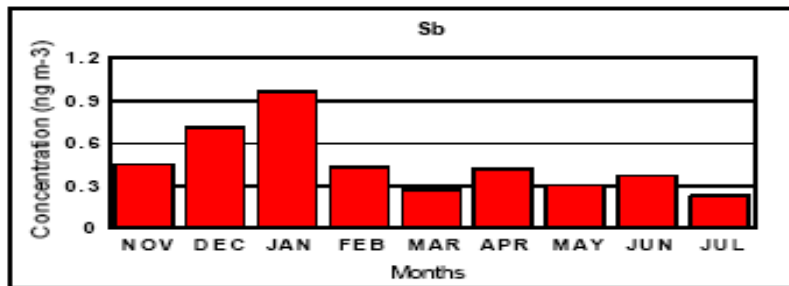
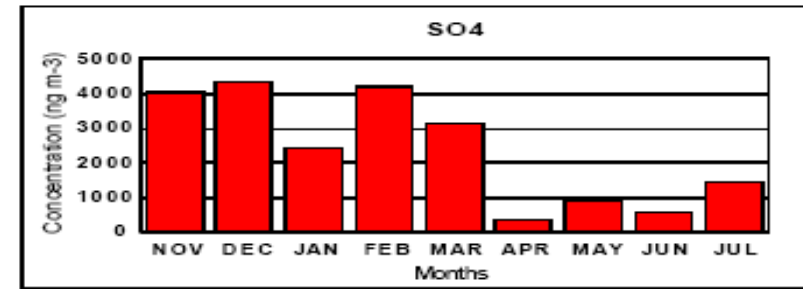
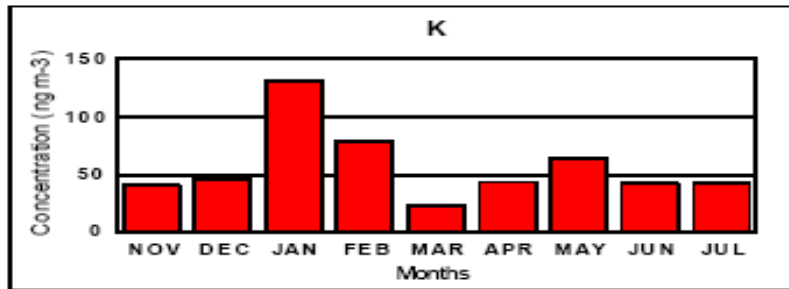
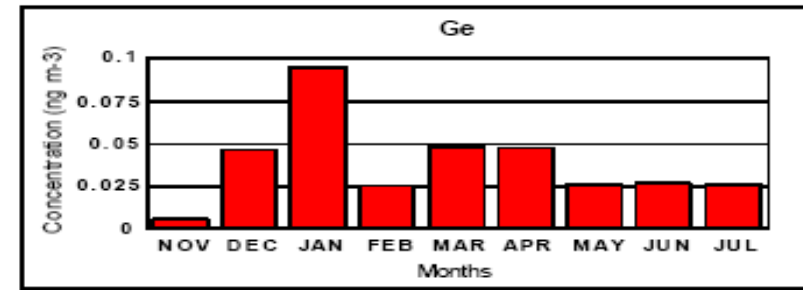
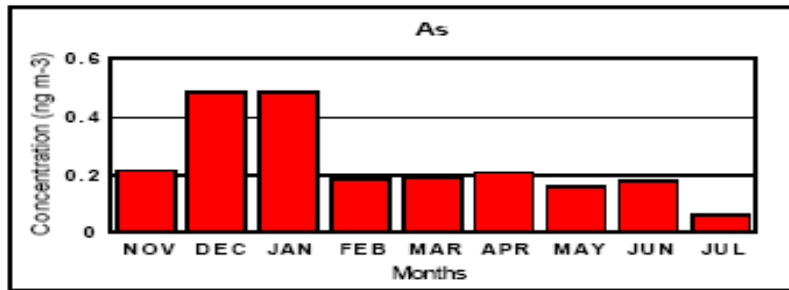
SONUÇLAR VE TARTIŞMA

1. Mevsimsel varyasyonlar-Yaz/kış oranı



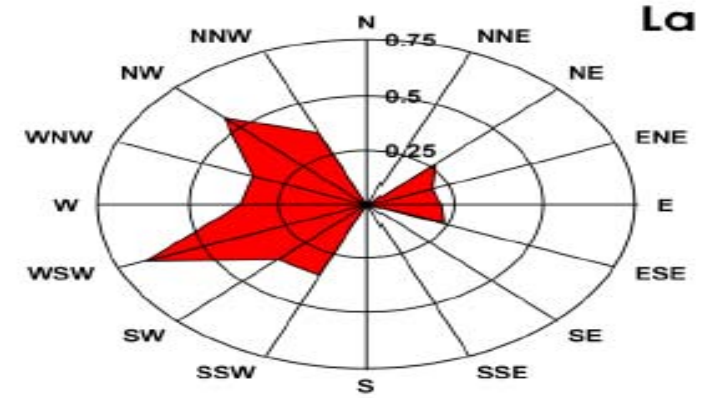
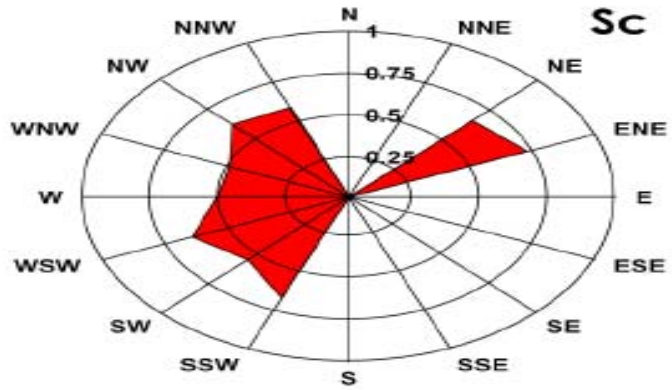
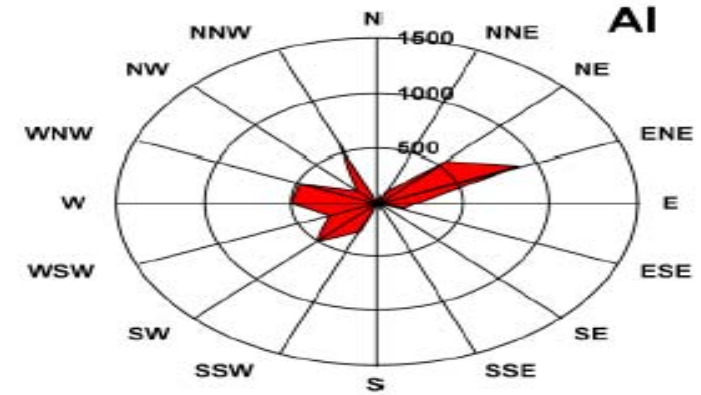
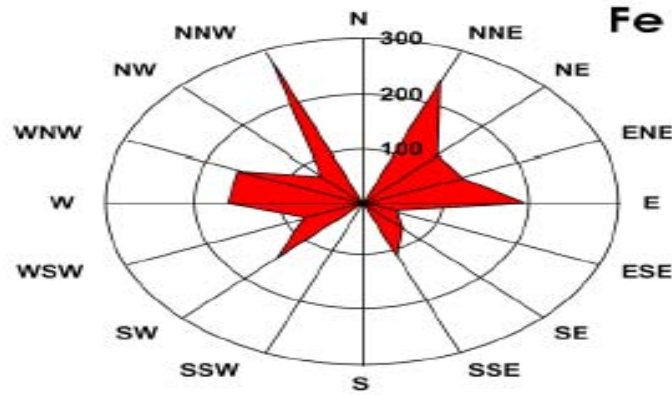
SONUÇLAR VE TARTIŞMA

1. Mevsimsel varyasyonlar-kirletici konsantrasyonlarının aylık değişimi



SONUÇLAR VE TARTIŞMA

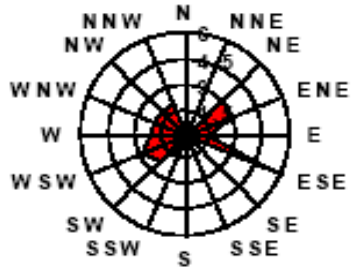
1. Element konsantrasyonları ile meteorolojik parametrelerin ilişkisi *Rüzgar yönü-kirlilik gülleri-antropojenik elementler*



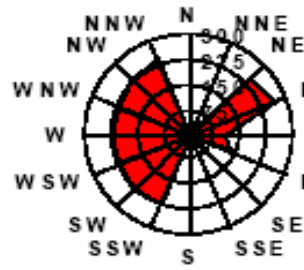
SONUÇLAR VE TARTIŞMA

1. Element konsantrasyonları ile meteorolojik parametrelerin ilişkisi

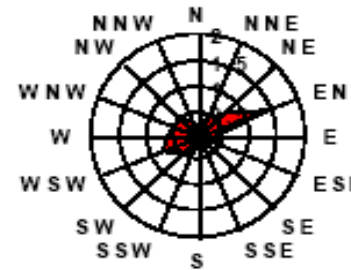
Rüzgar yönü-kirlilik gülleri-antropojenik elementler



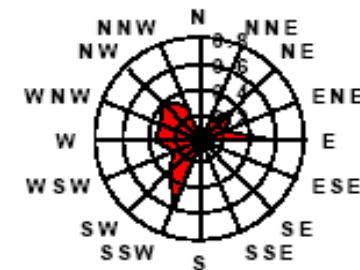
■ SO4 (ng/ m3)



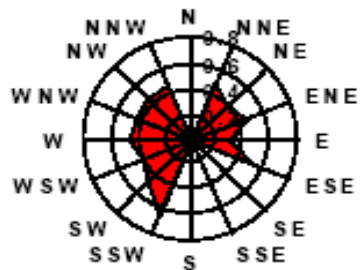
■ Zn (ng/ m3)



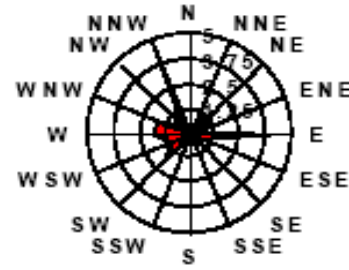
■ Cd (ng/ m3)



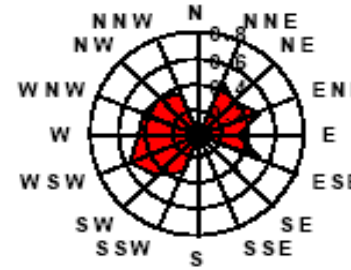
■ Se (ng/ m3)



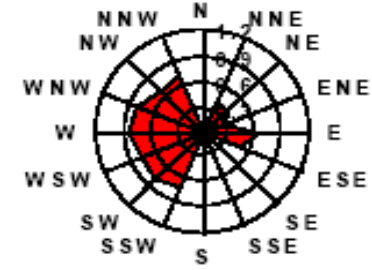
■ Ge (ng/ m3)



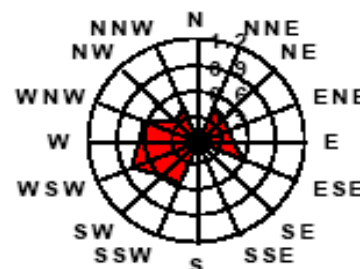
■ Mo (ng/ m3)



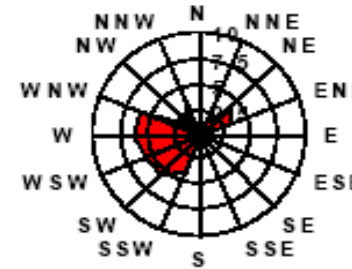
■ As (ng/ m3)



■ Sn (ng/ m3)



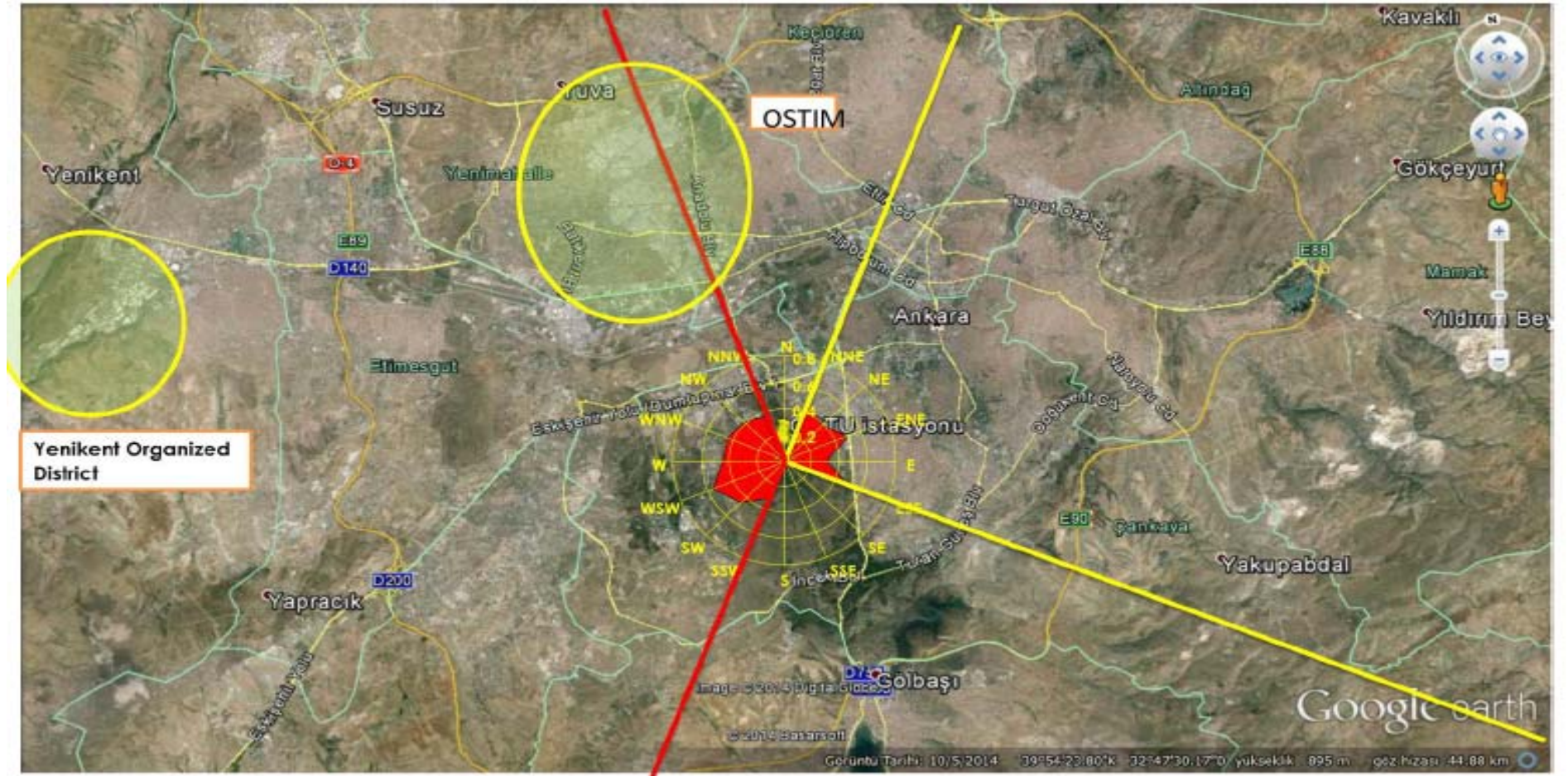
■ Sb (ng/ m3)



■ Pb (ng/ m3)

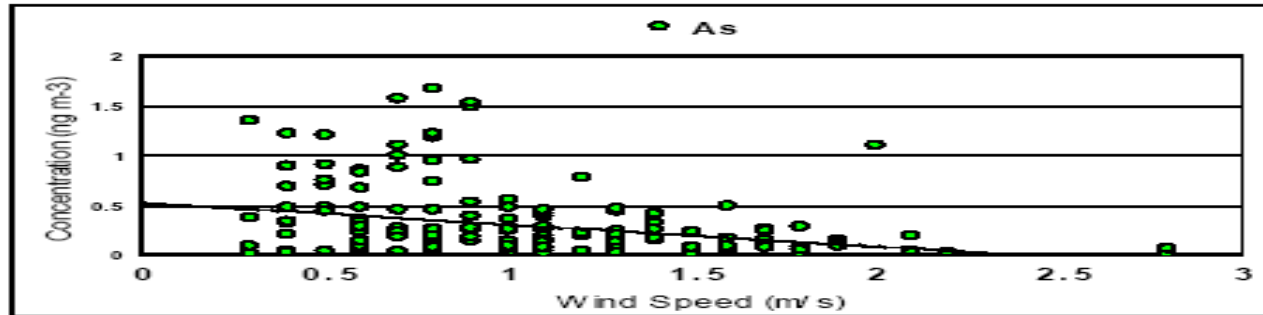
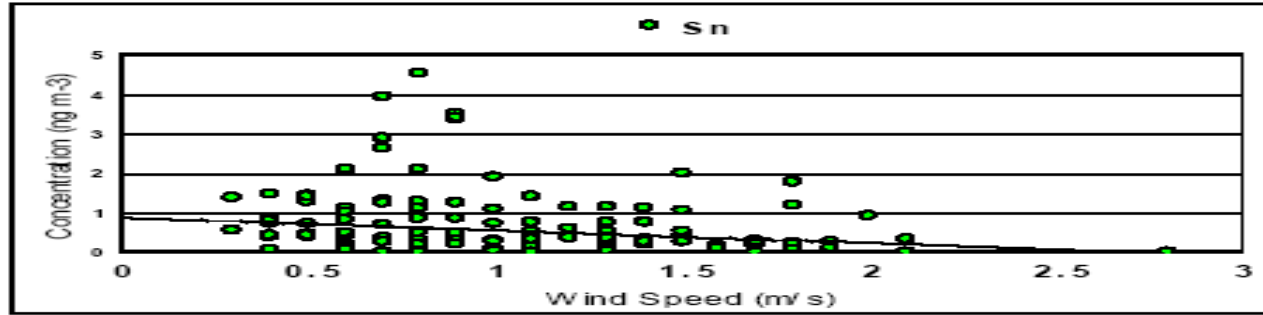
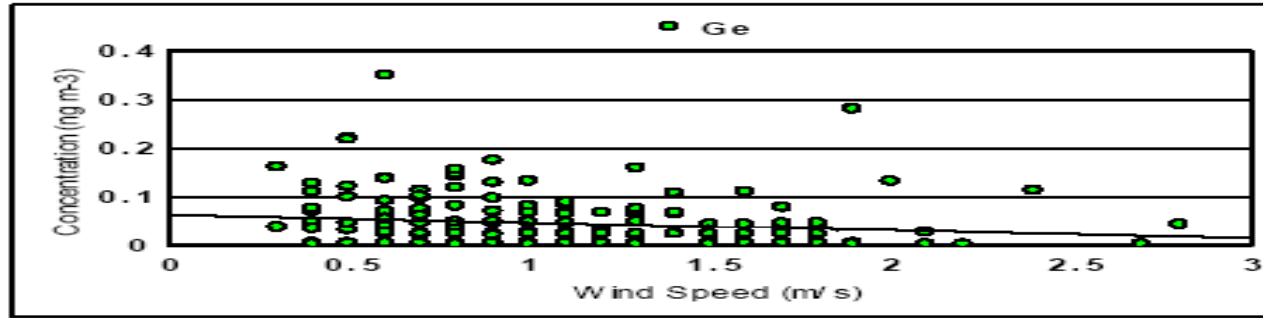
SONUÇLAR VE TARTIŞMA

1. **Element konsantrasyonları ile meteorolojik parametrelerin ilişkisi**
Antropojenik elementler için hakim rüzgar yönlerindeki bölgeler



SONUÇLAR VE TARTIŞMA

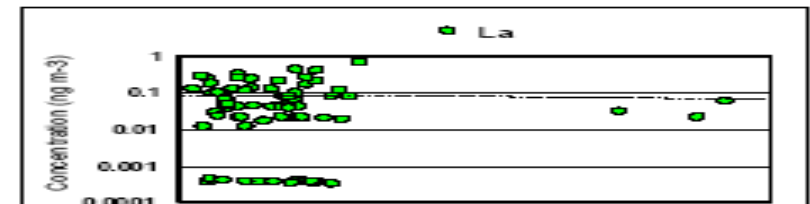
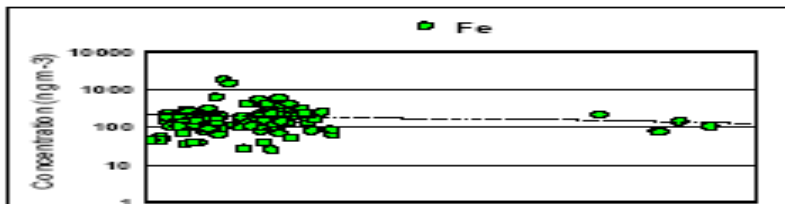
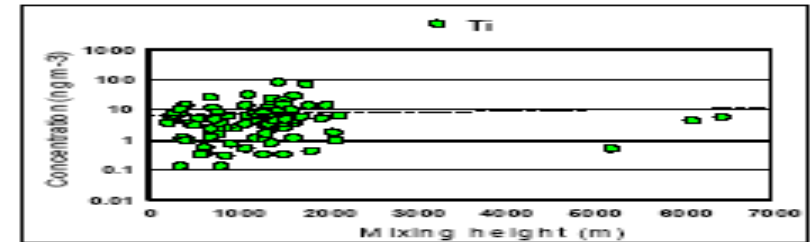
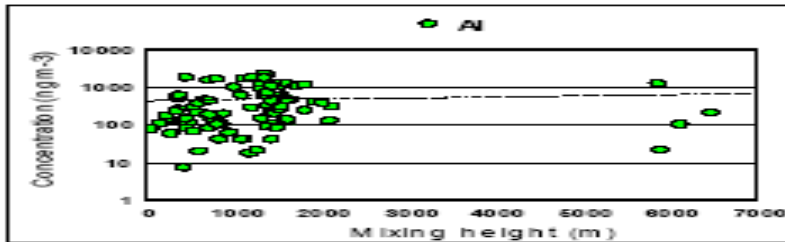
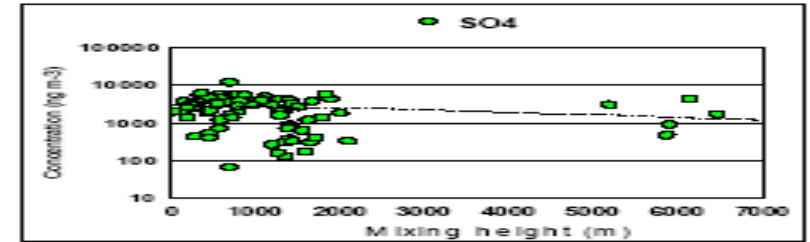
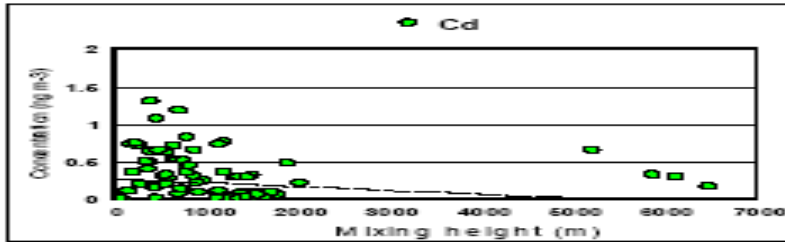
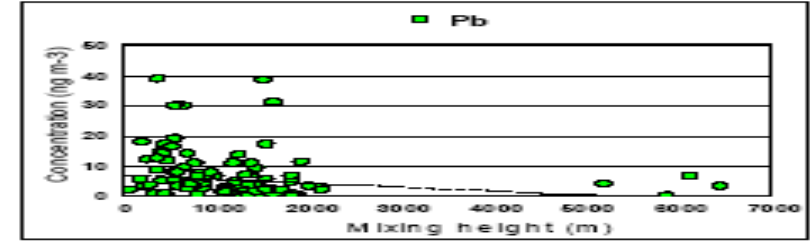
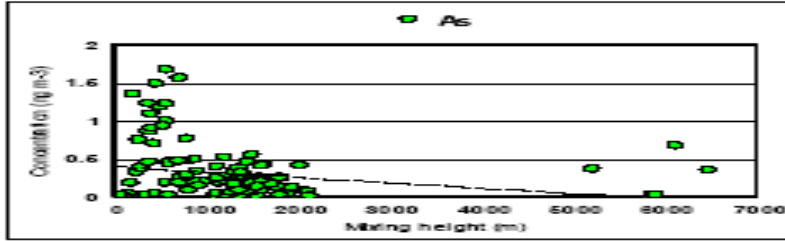
1. Element konsantrasyonları ile meteorolojik parametrelerin ilişkisi *Rüzgar hızı-kirlilik gülleri-antropojenik elementler*



SONUÇLAR VE TARTIŞMA

1. Element konsantrasyonları ile meteorolojik parametrelerin ilişkisi

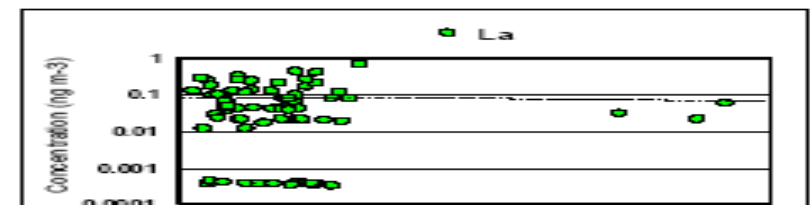
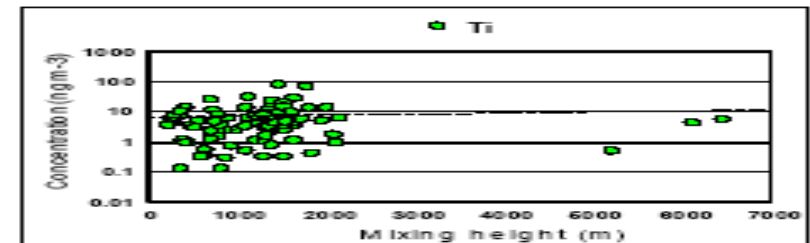
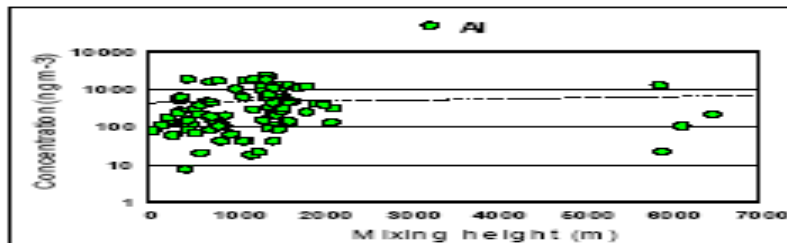
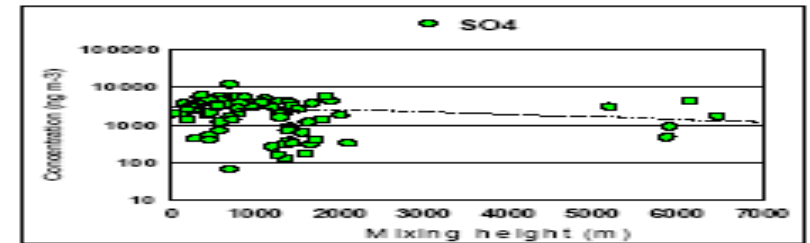
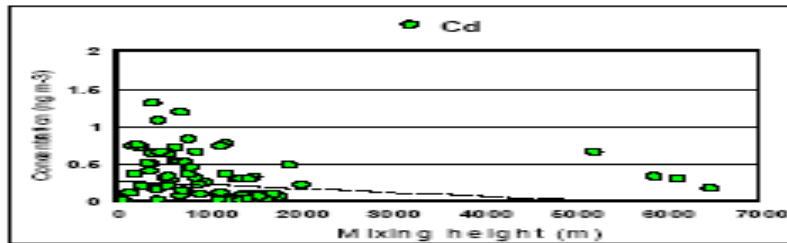
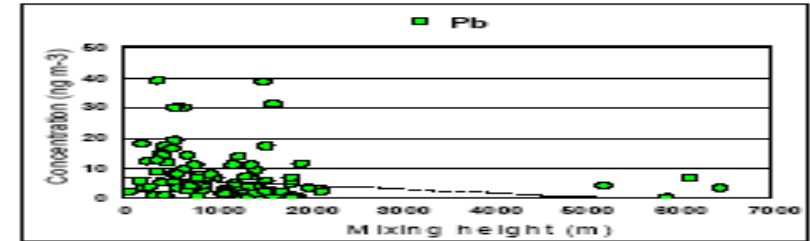
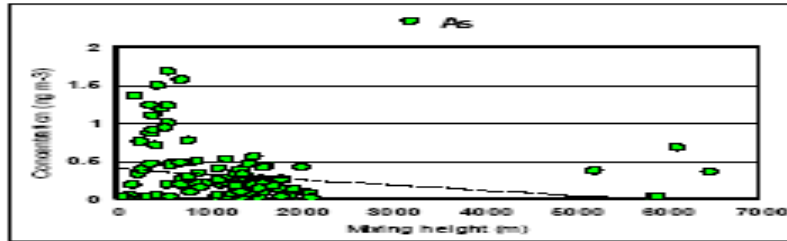
Karışım yüksekliği



SONUÇLAR VE TARTIŞMA

1. Element konsantrasyonları ile meteorolojik parametrelerin ilişkisi

Ventilasyon sabiti



SONUÇ

Bu çalışmada Kasım 2013 ile Temmuz 2014 arasında toplanan aerosol örneklerinde eser element konsantrasyonları incelenmiştir. Çalışmada elde edilen verilerden özetle aşağıdaki sonuçlar ortaya konmuştur:

- Element konsantrasyonları Dünya'daki diğer kırsal bölgelerden daha yüksek bulunmuştur. Ancak kurak ve çöl bölgelerine yakın yerlerden daha düşük bulunmuştur
- Ankarada son 40 yılda yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında hem antropojenik hem de doğal kaynaklı elementlerin konsantrasyonlarının önemli oranda azaldığı görülmektedir. Bu durum hava kirliliğini önlemek adına hükümet tarafından alınan önlemler ve artan kentleşmeyle bağlantılıdır.
- Doğal kaynaklı element konsantrasyonlarının çoğunluğu kaba partiküllerde, antropojenik kaynaklılar ise ince partiküllerde belirlenmiştir.

SONUÇ

- Element konsantrasyonlarının hafta içi ve hafta sonu oranları birbirine yakın bulunmuştur.
- Doğal kaynaklı element konsantrasyonları, yaz aylarında daha yüksek bulunmuştur. Antropojenik kaynaklı element konsantrasyonları ise kış aylarında daha yüksek bulunmuştur.
- Karışım yüksekliği, ventilasyon sabiti ve rüzgar hızı arttıkça konsantrasyonlar azalmıştır.
- Antropojenik elementlerin en yüksek konsantrasyonları GGB ve KKB yönlerinden esen rüzgarlarla ilişkili bulunurken, KKE KE'dan esen rüzgar yönlerinden de yüksek konsantrasyonlar belirlenmiştir. Bu bağlamda çalışma alanının batısında bulunan OSTİM, Sincan organize sanayi bölgesi gibi endüstriyel alanlar ve doğusunda bulunan şehrin yoğun nüfusunun yaşadığı bölgelerin element konsantrasyonlarına katkısı olduğu düşünülmektedir.

ÖNERİLER

- Bu çalışmada eser element konsantrasyonları daha çok ince partiküllerde belirlenmiş olup, kaba partiküllerde sınırlı sayıda örnekte element konsantrasyonu belirlenmiştir. İlerleyen çalışmalarda daha fazla kaba partikül örneğinde element konsantrasyonlarının belirlenmesi, kaba ve ince partikül element kaynaklarının belirlenmesinde daha gerçekçi sonuçlar verecektir.
- Bu çalışmada örnekleme kasım ve temmuz ayı başı arasında yapılmış olup yaz aylarında çok fazla örnek analiz edilememiştir. İlerleyen çalışmalarda tüm yılı kapsayacak şekilde örnekleme yapılarak daha detaylı sonuçlar verilebilir.
- Çalışma Ankara atmosferi açısından sadece yarıkentsel alanı temsil etmektedir. Ankara hava kirliliği kalitesinin daha doğru ortaya konması ve kent merkezindeki kirleticilerin konsantrasyonlarının zaman içerisindeki değişiminin daha kapsamlı ortaya konması açısından benzer bir çalışma kent merkezinde de yapılmalıdır.

**BU ÇALIŞMA 112Y036 NOLU TÜBİTAK PROJESİNDEN
DESTEKLENMİŞTİR**

Dinlediğiniz için teşekkürler...