

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇANAKKALE İLİNİN HAVA KALİTESİNİN
İNORGANİK KİRLETİCİLER VE METEOROLOJİK
PARAMETRELER AÇISINDAN ARAŞTIRILMASI

Osman ÇOTUKER

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 27.06.2014

Tez Danışmanı:

Yrd. Doç. Dr. Sibel MENTEŞE

ÇANAKKALE

Osman ÇOTUKER tarafından Yrd. Doç. Dr. Sibel MENTEŞE yönetiminde hazırlanan ve **27/06/2014** tarihinde aşağıdaki jüri karŐısında sunulan “**Çanakkale İlinin Hava Kalitesinin İnorganik Kirleticiler ve Meteorolojik Parametreler Açısından Araştırılması**” baŐlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **evre Mühendisliği Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Yrd. Doç. Dr. Sibel MENTEŞE

.....

BaŐkan

Yrd. Doç. Dr. Akın ALTEN

.....

ye

Doç. Dr. CoŐkun BAKAR

.....

ye

Sıra No:.....

Bu tez alıŐması TÜBİTAK tarafından 112Y059 numaralı projeden desteklenmiŐtir.

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Osman ÇOTUKER

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Sibel MENTEŞE, alışma sũresince tũm zorlukları benimle gũęũsleyen Damla YOLSAL ve hayatımın her evresinde bana destek olan değerli aileme sonsuz teŐekkũrlerimi sunarım.

Osman ÇOTUKER

anakkale, Haziran 2014

SİMGELER VE KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ADNKS	Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi
ASHRAE	Amerika Isıtma, Soğutma ve Hava Şartlandırma Mühendisleri
Bkz.	Bakınız
BTEX	Benzen, Toluen, Etilbenzen, Ksilen
CO	Karbon Monoksit
CO ₂	Karbondioksit
ÇOMÜ	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
E	Doğu
ENE	Doğu-Kuzey-Doğu
EPA	Amerika Birleşik Devleti Çevre Koruma Ajansı
H ₂ S	Hidrojen Sülfür
HKKDY	Hava Kalitesinin Korunması ve Değerlendirilmesi Yönetmeliği
Hpa	Hektopaskal
I/D Oranı	İç Ortam/Dış Ortam Oranı
Km	Kilometre
KOAH	Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
KVS	Kısa Vadeli Sınır Değer
L	Litre
m ³	Metreküp
Maks	Maksimum
µg	Mikrogram
mG	Mili Gaus
mg	Miligram
Min	Minimum
mm	Milimetre
N	Kuzey
NA	Veri Mevcut Değer
NE	Kuzey-Doğu
NH ₃	Amonyak
NM	Ölçüm Alın(a)madı
NO ₂	Azot Dioksit
NO _x	Azot Oksitler

O ₃	Ozon
°C	Santigrat Derece
Ort	Ortalama
pH	Hidrojen Parametresi
PM	Partikül Madde
PM ₁	Çapı 1 mikrondan düşük olan partiküller
PM ₁₀	Kaba Partikül Madde; Çapı 10 mikrondan düşük olan partiküller
PM _{2.5}	İnce Partikül Madde; Çapı 2.5 mikrondan düşük olan partiküller
ppm	Milyonda Bir
RH	Bağıl Nem
S	Güney
Sa	Saat
SO ₂	Kükürt Dioksit
SSE	Güney-Güney-Doğu
Top-PM	Toplam Partikül Madde
TUOB	Toplam Uçucu Organik Bileşik
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UOB	Uçucu Organik Bileşik
UVS	Uzun Vadeli Sınır Değerler
ÜSYE	Üst Solunum Yolları Enfeksiyonu
W	Batı
WHO/DSÖ	World Health Organization / Dünya Sağlık Örgütü
<i>P</i>	Anlamlılık derecesi

ÖZET

ÇANAKKALE İLİNİN HAVA KALİTESİNİN İNORGANİK KİRLETİCİLER VE METEOROLOJİK PARAMETRELER AÇISINDAN ARAŞTIRILMASI

Osman ÇOTUKER

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Sibel MENTEŞE

27/06/2014, 142

Bu tez çalışmasında Çanakkale Merkez, Lapseki ve Çan'da mevcut hava kalitesini farklı özellikteki bölgelerinde belirlemek amacıyla, iç ortamlar ve eş zamanlı dış ortamlarda hava kalitesi ve meteorolojik ölçümler yapılmıştır. Ağustos 2013-Nisan 2014 tarihleri arasında (9 ay) gerçekleştirilen çalışmada, toplam Partikül Madde (PM), Karbondioksit (CO₂), Karbon monoksit (CO), Ozon (O₃) ve meteorolojik parametreler anlık ölçüm yapan cihazlarla 122 farklı iç ortam ve eş zamanlı olarak dış ortamlarda ölçülmüştür.

Genel olarak, dış ortam sıcaklığı ile dış ortamda ölçülen toplam PM ve CO₂ konsantrasyonları arasında korelasyonlar bulunmuştur (p<0.05). Dış ortamda yapılan hava kalitesi ölçümleri sonuçlarına göre, toplam PM konsantrasyonu ve bağıl nem seviyelerinin özellikle kış döneminde Çan ilçesinde daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Çalışma sonucunda iç ortam hava kalitesinin evden eve farklılık göstermekle beraber, ilçeler arasında da farklılıklar gösterdiği gözlenmiştir. İç ortam havasında ölçülen ortalama PM seviyesi Merkez, Lapseki ve Çan'da sırasıyla 179.815 sayı/L, 247.090 sayı/L ve 268.345 sayı/L'dir. İç ortamda ölçülen ortalama CO₂ seviyesi Merkez, Lapseki ve Çan'da, sırasıyla 768 ppm, 796 ppm ve 830 ppm'dir. İç ortamda ölçülen ortalama sıcaklık 22 °C ve ortalama bağıl nem seviyesi %49'dur.

Ölçülen hava kalitesi parametreleri için hesaplanan İç ortam/Dış ortam (I/D) oranları, toplam PM ve CO₂'nin kaynağının iç ortam olabileceğine işaret etmektedir. Bu nedenle yeterli seviyede havalandırmanın yapılmalıdır. Bazı hava kalitesi parametrelerinin zamansal olarak değişim gösterdiği; genellikle kış aylarında yüksek olduğu gözlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Hava kalitesi, meteorolojik parametreler, inorganik kirleticiler, Çanakkale

ABSTRACT

INVESTIGATION OF AIR QUALITY OF ÇANAKKALE CITY IN TERMS OF INORGANIC AIR POLLUTIONS AND METEOROLOGICAL PARAMETERS

Osman ÇOTUKER

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master of Science Thesis in Environmental Engineering

Advisor : Assist. Prof. Dr. Sibel MENTEŞE

27/06/2014, 142

In this thesis, indoor and outdoor quality were monitored together with the meteorological measurements, in parallel, to determine the current air quality in different regions of Çanakkale city, which are Central, Lapseki and Çan towns. Particulate matter (PM), Carbon dioxide (CO₂), Carbon monoxide (CO), ozone (O₃) and meteorological parameters were measured in 122 different indoor sampling sites and their outdoors, in parallel, by real-time instruments between August 2013 and April 2014 (for 9 months).

In general, total PM concentration and CO₂ levels measured at outdoors were found to be correlated with the outdoor temperature ($p < 0.05$). According to the outdoor air quality measurement results, total PM concentrations and relative humidity levels were found to be higher in Çan town during the winter season, compared to other study sites.

In conclusion, indoor air quality showed spatial variation from home to home, together with the variation between the towns. Average concentration values of indoor total PM and CO₂, measured in Central, Lapseki, and Çan towns were 179.815 counts/L and 768 ppm, 247.090 counts/L and 796 ppm, and 268.345 counts/L and 830 ppm, respectively. Average values of indoor temperature and relative humidity were occurred as 22 °C and 49%, respectively.

Calculated indoor to outdoor (I/O) ratios for measured air quality parameters are indicating that the major sources of total PM and CO₂ might be indoors originated. Thus, adequate ventilation is crucial. Moreover, some of the air quality parameters showed temporal variations, which were generally observed to be higher in the winter.

Keywords: Air quality, meteorological parameters, inorganic pollutants, Çanakkale

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ SINAV SONUÇ FORMU	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xvi
BÖLÜM 1 - GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Önemi	1
1.2. Çalışmanın Amacı	2
1.3. Çalışmanın Yöntemi	2
BÖLÜM 2 – ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
2.1. Hava Kirliliği	3
2.1.1. Hava kirliliği kaynakları.....	4
2.1.2. Hava kirleticileri	7
2.1.2.1. Partikül madde (PM).....	7
2.1.2.2. Karbondioksit (CO ₂).....	11
2.1.2.3. Karbon monoksit (CO)	12
2.1.2.4. Ozon (O ₃)	14
2.1.2.5. Meteorolojik parametreler.....	16
2.1.3. İç Ortam hava kirliliği ve sağlık etkileri	18
2.1.3.1. Hasta bina sendromu (HBS).....	25
2.1.3.2. Lejyoner hastalığı	25
2.1.3.3. Astım.....	25
2.1.3.4. Kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH)	26
2.1.4. Hava kirliliği etkileri	26
BÖLÜM 3 – MATERYAL VE YÖNTEM	31
3.1. Ölçüm Noktaları	32
3.1.1. Çanakkale	32
3.1.2. Lapseki	33
3.1.3. Çan	34
3.2. Ölçüm Yöntemleri	35

BÖLÜM 4 – ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	39
4.1. Ölçüm Noktalarına Ait Bulgular	39
4.2. Hava Kirliliği ve Meteorolojik Parametrelerin Ölçüm Noktalarındaki Değişimi	40
4.2.1. İç ortam ölçüm sonuçlarının mekansal olarak değerlendirilmesi	40
4.2.1.1. Merkez	41
4.2.1.2. Lapseki.....	56
4.2.1.3. Çan.....	70
4.2.2. İç ortam ölçüm sonuçlarının zamansal olarak değerlendirilmesi	84
4.2.3. Dış ortam hava kalitesinin değişimi.....	90
4.2.3.1. Merkez	90
4.2.3.2. Lapseki.....	94
4.2.3.3. Çan.....	98
4.2.4. İç ortam/Dış ortam (I/D) oranı.....	101
4.2.5. Meteorolojik parametrelerin değişimi.....	105
4.3. Sonuçların Tartışılması	112
BÖLÜM 5 – SONUÇ VE ÖNERİLER.....	117
5.1. Sonuçların Değerlendirilmesi	117
5.1.1. İç ortam hava kalitesi değerlendirilmesi	117
5.1.1.1. Partikül madde (PM).....	117
5.1.1.2. Karbondioksit (CO ₂).....	118
5.1.1.3. Sıcaklık ve nem	119
5.1.2. Dış ortam hava kalitesi değerlendirilmesi	121
5.1.2.1. Partikül madde (PM).....	121
5.1.2.2. Karbondioksit (CO ₂).....	123
5.1.2.3. Ozon (O ₃) ve karbon monoksit (CO).....	123
5.1.2.4. Sıcaklık ve nem	124
5.1.3. İç ortam/Dış ortam oranları değerlendirilmesi	125
5.1.3.1. Partikül madde (PM).....	125
5.1.3.2. Karbondioksit (CO ₂).....	125
5.1.3.3. Sıcaklık ve nem	126
5.2. Öneriler	126
KAYNAKLAR	128
ÖZGEÇMİŞ	I

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1.	Emisyon kaynakları.....	5
Şekil 2.2.	Partikül maddenin atmosferdeki dağılımı	8
Şekil 2.3.	Çanakkale ili 1991-2012 yılları arası PM ₁₀ seviyeleri (µg/m ³)	9
Şekil 2.4.	İç ortam hava kirleticileri kaynakları	19
Şekil 3.1.	Ölçüm noktaları (Çanakkale Merkez, Lapseki, Çan).....	31
Şekil 3.2.	Çanakkale ili haritası.....	32
Şekil 3.3.	Lapseki ilçesi haritası.....	34
Şekil 3.4.	Çan ilçesi haritası	35
Şekil 3.5.	İç ortam hava kalitesi ölçüm cihazı – 1	36
Şekil 3.6.	İç ortam hava kalitesi ölçüm cihazı – 2.....	36
Şekil 3.7.	PM ölçüm cihazı	37
Şekil 3.8.	Portatif meteorolojik ölçüm istasyonu	38
Şekil 4.1.	Merkez-Ağustos ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)	43
Şekil 4.2.	Merkez-Eylül ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L).....	43
Şekil 4.3.	Merkez-Ekim ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L).....	43
Şekil 4.4.	Merkez-Kasım ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L).....	44
Şekil 4.5.	Merkez-Aralık ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)	44
Şekil 4.6.	Merkez-Ocak ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L).....	44
Şekil 4.7.	Merkez-Şubat ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)	45
Şekil 4.8.	Merkez-Mart ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L).....	45
Şekil 4.9.	Merkez- ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L).....	45
Şekil 4.10.	Merkez-Ağustos ayı iç ortam CO ₂ seviyeleri (ppm).....	48
Şekil 4.11.	Merkez-Eylül ayı iç ortam CO ₂ seviyeleri (ppm)	48
Şekil 4.12.	Merkez-Ekim ayı iç ortam CO ₂ seviyeleri (ppm)	48
Şekil 4.13.	Merkez-Kasım ayı iç ortam CO ₂ seviyeleri (ppm)	49
Şekil 4.14.	Merkez-Aralık ayı iç ortam CO ₂ seviyeleri (ppm).....	49
Şekil 4.15.	Merkez-Ocak ayı iç ortam CO ₂ seviyeleri (ppm)	49
Şekil 4.16.	Merkez-Şubat ayı iç ortam CO ₂ seviyeleri (ppm).....	50
Şekil 4.17.	Merkez-Mart ayı iç ortam CO ₂ seviyeleri (ppm).....	50
Şekil 4.18.	Merkez-Nisan ayı iç ortam CO ₂ seviyeleri (ppm)	50
Şekil 4.19.	Merkez-Ağustos ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri.....	53
Şekil 4.20.	Merkez-Eylül ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri.....	53
Şekil 4.21.	Merkez-Ekim ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri.....	53

Şekil 4.22. Merkez-Kasım ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri	54
Şekil 4.23. Merkez-Aralık ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri	54
Şekil 4.24. Merkez-Ocak ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri	54
Şekil 4.25. Merkez-Şubat ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri	55
Şekil 4.26. Merkez-Mart ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri.....	55
Şekil 4.27. Merkez-Nisan ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri	55
Şekil 4.28. Lapseki-Ağustos ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L).....	57
Şekil 4.29. Lapseki-Eylül ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)	58
Şekil 4.30. Lapseki-Ekim ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)	58
Şekil 4.31. Lapseki-Kasım ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L).....	58
Şekil 4.32. Lapseki-Aralık ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L).....	59
Şekil 4.33. Lapseki-Ocak ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)	59
Şekil 4.34. Lapseki-Şubat ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L).....	59
Şekil 4.35. Lapseki-Mart ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)	60
Şekil 4.36. Lapseki-Nisan ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L).....	60
Şekil 4.37. Lapseki-Ağustos ayı iç ortam CO ₂ seviyeleri (ppm)	62
Şekil 4.38. Lapseki-Eylül ayı iç ortam CO ₂ seviyeleri (ppm).....	62
Şekil 4.39. Lapseki-Ekim ayı iç ortam CO ₂ seviyeleri (ppm).....	63
Şekil 4.40. Lapseki-Kasım ayı iç ortam CO ₂ seviyeleri (ppm)	63
Şekil 4.41. Lapseki-Aralık ayı iç ortam CO ₂ seviyeleri (ppm)	63
Şekil 4.42. Lapseki-Ocak ayı iç ortam CO ₂ seviyeleri (ppm).....	64
Şekil 4.43. Lapseki-Şubat ayı iç ortam CO ₂ seviyeleri (ppm)	64
Şekil 4.44. Lapseki-Mart ayı iç ortam CO ₂ seviyeleri (ppm)	64
Şekil 4.45. Lapseki-Nisan ayı iç ortam CO ₂ seviyeleri (ppm).....	65
Şekil 4.46. Lapseki-Ağustos ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri	67
Şekil 4.47. Lapseki-Eylül ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri	67
Şekil 4.48. Lapseki-Ekim ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri	67
Şekil 4.49. Lapseki-Kasım ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri.....	68
Şekil 4.50. Lapseki-Aralık ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri.....	68
Şekil 4.51. Lapseki-Ocak ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri.....	68
Şekil 4.52. Lapseki-Şubat ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri	69
Şekil 4.53. Lapseki-Mart ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri	69
Şekil 4.54. Lapseki-Nisan ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri.....	69
Şekil 4.55. Çan-Ağustos ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L).....	71
Şekil 4.56. Çan-Eylül ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)	72

Şekil 4.57. Çan-Ekim ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)	72
Şekil 4.58. Çan-Kasım ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)	72
Şekil 4.59. Çan-Aralık ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L).....	73
Şekil 4.60. Çan-Ocak ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)	73
Şekil 4.61. Çan-Şubat ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L).....	73
Şekil 4.62. Çan-Mart ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L).....	74
Şekil 4.63. Çan-Nisan ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L).....	74
Şekil 4.64. Çan-Ağustos ayı iç ortam CO ₂ seviyeleri (ppm)	76
Şekil 4.65. Çan-Eylül ayı iç ortam CO ₂ seviyeleri (ppm).....	76
Şekil 4.66. Çan-Ekim ayı iç ortam CO ₂ seviyeleri (ppm).....	77
Şekil 4.67. Çan-Kasım ayı iç ortam CO ₂ seviyeleri (ppm).....	77
Şekil 4.68. Çan-Aralık ayı iç ortam CO ₂ seviyeleri (ppm)	77
Şekil 4.69. Çan-Ocak ayı iç ortam CO ₂ seviyeleri (ppm).....	78
Şekil 4.70. Çan-Şubat ayı iç ortam CO ₂ seviyeleri (ppm)	78
Şekil 4.71. Çan-Mart ayı iç ortam CO ₂ seviyeleri (ppm)	78
Şekil 4.72. Çan-Nisan ayı iç ortam CO ₂ seviyeleri (ppm).....	79
Şekil 4.73. Çan-Ağustos ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri	81
Şekil 4.74. Çan-Eylül ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri	81
Şekil 4.75. Çan-Ekim ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri	81
Şekil 4.76. Çan-Kasım ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri.....	82
Şekil 4.77. Çan-Aralık ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri.....	82
Şekil 4.78. Çan-Ocak ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri.....	82
Şekil 4.79. Çan-Şubat ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri.....	83
Şekil 4.80. Çan-Mart ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri	83
Şekil 4.81. Çan-Nisan ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri.....	83
Şekil 4.82. Merkez’de ölçülen ortalama PM seviyelerinin aylara göre değişimi (sayı/L)	84
Şekil 4.83. Lapseki’de ölçülen ortalama PM seviyelerinin aylara göre değişimi (sayı/L)	85
Şekil 4.84. Çan’da ölçülen ortalama PM seviyelerinin aylara göre değişimi (sayı/L)	85
Şekil 4.85. Merkez’de ölçülen ortalama CO ₂ seviyelerinin aylara göre değişimi (ppm)	86
Şekil 4.86. Lapseki’de ölçülen ortalama CO ₂ seviyelerinin aylara göre değişimi (ppm)	86

Şekil 4.87. Çan'da ölçülen ortalama CO ₂ seviyelerinin aylara göre değişimi (ppm)	87
Şekil 4.88. Merkez'de ölçülen ortalama sıcaklık seviyesinin aylara göre değişimi (°C)	88
Şekil 4.89. Lapseki'de ölçülen ortalama sıcaklık seviyesinin aylara göre değişimi (°C)	88
Şekil 4.90. Çan'da ölçülen ortalama sıcaklık seviyesinin aylara göre değişimi (°C)	88
Şekil 4.91. Merkez'de ölçülen ortalama bağıl nem seviyesinin aylara göre değişimi (%)	89
Şekil 4.92. Lapseki'de ölçülen ortalama bağıl nem seviyesinin aylara göre değişimi (%)	89
Şekil 4.93. Çan'da ölçülen ortalama bağıl nem seviyesinin aylara göre değişimi (%)	90
Şekil 4.94. Ağustos ayına ait rüzgar gülü	108
Şekil 4.95. Eylül ayına ait rüzgar gülü	108
Şekil 4.96. Ekim ayına ait rüzgar gülü	109
Şekil 4.97. Kasım ayına ait rüzgar gülü	109
Şekil 4.98. Aralık ayına ait rüzgar gülü	110
Şekil 4.99. Ocak ayına ait rüzgar gülü	110
Şekil 4.100. Şubat ayına ait rüzgar gülü	111
Şekil 4.101. Mart ayına ait rüzgar gülü	111
Şekil 4.102. Nisan ayına ait rüzgar gülü	112
Şekil 5.1. Merkez, Lapseki ve Çan ilçelerinin ortalama PM seviyelerinin aylara göre değişimi (sayı/L)	118
Şekil 5.2. Merkez, Lapseki ve Çan ilçelerinin ortalama CO ₂ seviyelerinin aylara göre değişimi (ppm)	119
Şekil 5.3. Merkez, Lapseki ve Çan ilçelerinin ortalama sıcaklık seviyelerinin aylara göre değişimi (°C)	120
Şekil 5.4. Merkez, Lapseki ve Çan ilçelerinin ortalama bağıl nem seviyelerinin aylara göre değişimi (%)	121
Şekil 5.5. İlçelerin dış ortam ortalama toplam PM seviyelerinin aylara göre değişimi (sayı/L)	122
Şekil 5.6. İlçelerin dış ortam ortalama CO ₂ seviyelerinin aylara göre değişimi (ppm)	123

Şekil 5.7. İlçelerin dış ortam ortalama sıcaklık seviyelerinin aylara göre değişimi (°C).....	124
Şekil 5.8. İlçelerin dış ortam bağıl nem ortalamalarının aylara göre değişimi (%)....	125

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 2.1.	Hava kalitesi parametreleri sınır değerleri karşılaştırması.....	4
Çizelge 2.2.	Türkiye için PM ₁₀ dış ortam sınır değerleri.....	10
Çizelge 2.3.	Bazı ülkelerdeki PM sınır değerleri	10
Çizelge 2.4.	WHO'nun önerdiği dış ortam havası PM sınır değerler.....	11
Çizelge 2.5.	İç ortam hava kirleticileri kaynakları	19
Çizelge 4.1.	Ölçüm yapılan ortamda yaşayan katılımcılara ait bilgiler	39
Çizelge 4.2.	Ölçüm yapılan ortama ait çevresel bilgi	40
Çizelge 4.3.	Ağustos ayı Merkez dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları.....	91
Çizelge 4.4.	Eylül ayı Merkez dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları	92
Çizelge 4.5.	Ekim ayı Merkez dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları	92
Çizelge 4.6.	Kasım ayı Merkez dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları	92
Çizelge 4.7.	Aralık ayı Merkez dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları.....	92
Çizelge 4.8.	Ocak ayı Merkez dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları	93
Çizelge 4.9.	Şubat ayı Merkez dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları.....	93
Çizelge 4.10.	Mart ayı Merkez dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları	93
Çizelge 4.11.	Nisan ayı Merkez dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları	93
Çizelge 4.12.	Merkez dış ortam hava kalitesi parametrelerinin Spearman Korelasyon Testi.....	94
Çizelge 4.13.	Ağustos ayı Lapseki dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları	95
Çizelge 4.14.	Eylül ayı Lapseki dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları.....	95
Çizelge 4.15.	Ekim ayı Lapseki dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları.....	96
Çizelge 4.16.	Kasım ayı Lapseki dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları	96
Çizelge 4.17.	Aralık ayı Lapseki dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları	96
Çizelge 4.18.	Ocak ayı Lapseki dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları	96
Çizelge 4.19.	Şubat ayı Lapseki dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları	96
Çizelge 4.20.	Mart ayı Lapseki dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları	97
Çizelge 4.21.	Nisan ayı Lapseki dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları	97
Çizelge 4.22.	Lapseki dış ortam hava kalitesi parametrelerinin Spearman Korelasyon Testi.....	97
Çizelge 4.23.	Ağustos ayı Çan dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları	99
Çizelge 4.24.	Eylül ayı Çan dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları.....	99
Çizelge 4.25.	Ekim ayı Çan dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları.....	99
Çizelge 4.26.	Kasım ayı Çan dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları	99

Çizelge 4.27. Aralık ayı Çan dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları	100
Çizelge 4.28. Ocak ayı Çan dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları.....	100
Çizelge 4.29. Şubat ayı Çan dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları	100
Çizelge 4.30. Mart ayı Çan dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları	100
Çizelge 4.31. Nisan ayı Çan dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları	100
Çizelge 4.32. Çan dış ortam hava kalitesi parametrelerinin Spearman Korelasyon Testi	101
Çizelge 4.33. Merkez’de ölçülen toplam PM seviyesinin I/D oranları ve frekansı (%)	101
Çizelge 4.34. Merkez’de ölçülen CO ₂ seviyesinin I/D oranları ve frekansı (%).....	102
Çizelge 4.35. Merkez’de ölçülen sıcaklık seviyesinin I/D oranları ve frekansı (%) ...	102
Çizelge 4.36. Merkez’de ölçülen bağıl nem seviyesinin I/D oranları ve frekansı (%)	102
Çizelge 4.37. Lapseki’de ölçülen toplam PM seviyesinin I/D oranları ve frekansı (%)	103
Çizelge 4.38. Lapseki’de ölçülen CO ₂ seviyesinin I/D oranları ve frekansı (%)	103
Çizelge 4.39. Lapseki’de ölçülen sıcaklık seviyesinin I/D oranları ve frekansı (%)...	103
Çizelge 4.40. Lapseki’de ölçülen bağıl nem seviyesinin I/D oranları ve frekansı (%)	104
Çizelge 4.41. Çan’da ölçülen toplam PM seviyesinin I/D oranları ve frekansı (%) ...	104
Çizelge 4.42. Çan’da ölçülen CO ₂ seviyesinin I/D oranları ve frekansı (%)	105
Çizelge 4.43. Çan’da ölçülen sıcaklık seviyesinin I/D oranları ve frekansı (%).....	105
Çizelge 4.44. Çan’da ölçülen bağıl nem seviyesinin I/D oranları ve frekansı (%)	105
Çizelge 4.45. Meteorolojik veriler	107
Çizelge 5.1. PM I/D oranlarının ortalamalarının karşılaştırılması.....	125
Çizelge 5.2. CO ₂ I/D oranlarının ortalamalarının karşılaştırılması.....	126
Çizelge 5.3. Sıcaklık I/D oranlarının ortalamalarının karşılaştırılması.....	126
Çizelge 5.4. Bağıl nem I/D oranlarının ortalamalarının karşılaştırılması	126

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Önemi

Çanakkale ilinde hava kalitesinin izlenmesi amacıyla sadece 10 mikrondan küçük olan partiküller (PM_{10}) ve Kükürt dioksit (SO_2) ölçümleri T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yapılmaktadır. Çanakkale’de diğer hava kirliliğine sebebiyet verebilecek kirleticilerin seviyeleri bilinmemektedir. Bazı Avrupa ülkelerinde ve Amerika Birleşik Devletlerinde (ABD) PM_{10} ve SO_2 ’in yanında; partikül çapı 2.5 μm ’den daha küçük olan tozlar ($PM_{2.5}$) da izlenmektedir. Avrupa Birliği’ne (AB) uyum sürecinde olan ülkemizin gelecekte hava kalitesinin de AB standartlarına uyması gerekecektir. Sadece Partikül Madde (PM) için değil, ayrıca birçok kirletici için yeni standartların hazırlanması da beklenmektedir. Yapılan birçok araştırmada, ince partiküller diye anılan $PM_{2.5}$ ’in akciğerin uç noktalarına kadar nüfuz edebildiği ve zehirli gazlar ile virüsler için taşıyıcı ortam oluşturduğu bilinmektedir (Bayram ve ark., 2006).

Doğalgaz kullanımı her geçen gün artıyor olsa da kömür Çanakkale’de halen talep gören bir yakıt türü olmaya devam etmektedir. Bu nedenle özellikle kış aylarında ısınma yüzünden fosil yakıt tüketiminin artmasıyla sis oluşumu ve rahat nefes alamama gibi olumsuz şartlar da artabilmektedir.

Dış ortam hava kalitesine ilaveten; insanların kapalı ortamlarda geçirdikleri vakitlerin her geçen gün artması iç ortam hava kalitesini de önemli kılmaktadır. İşyerleri, evler, alışveriş merkezleri, okullar insanların günlerini geçirdikleri kapalı yerlerin başlarında gelmektedir. Ayrıca ülkemizde kapalı ortamların havalandırması genellikle pencere açılarak yapılmaktadır. Yaz aylarında sürekli açık pencerelere karşın; kış aylarında ısınma masraflarını düşürmek için havalandırma sıklığı büyük ölçüde azalmaktadır. Havalandırmanın tavsiye edilmediği durumlar veya zamanlar da söz konusu olabilmektedir. Bu duruma örnek vermek gerekirse, kış aylarında ısınma kaynaklı emisyonların artışı neticesinde dış ortam hava kalitesinin düştüğü zamanlarda pencere açılarak havalandırma yerine, havalandırmanın gün içerisinde ve yakıt kullanımının en az olduğu saatlerde yapılması tavsiye edilmektedir.

1.2. Çalışmanın Amacı

Çanakkale’de T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı bünyesinde yapılan PM₁₀ ve SO₂ ölçümleri haricinde, kapsamlı bir hava kalitesi izleme ve değerlendirme çalışması yapılmamıştır. Bu tez çalışmasında, 9 ay boyunca Çanakkale Merkez ilçesi, Lapseki İlçesi ve Çan ilçesinde belirlenmiş farklı ölçüm noktalarındaki iç ortamlarda ve bu noktaların dış ortamlarında hava kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla ölçülen hava kalitesi parametreleri; Partikül Maddeler (PM) (0.3 µm ile 10 µm arasında), Karbondioksit (CO₂), Karbon monoksit (CO), Ozon (O₃) ve meteorolojik parametrelerdir. Ayrıca bu çalışmada yapılan hava kalitesi ölçüm sonuçlarının, mekânsal ve zamansal değişiminin belirlenmesi de amaçlanmıştır.

1.3. Çalışmanın Yöntemi

Çalışma kapsamında Çanakkale ilindeki hava kalitesi ve meteorolojik parametreler 9 ay boyunca (Ağustos 2013-Nisan 2014) Merkez, Lapseki ve Çan ilçelerinde önceden belirlenmiş farklı özellikteki 122 iç ortamda ve bu ortamların dış ortamlarında periyodik olarak hava kalitesi ölçümleri yapılmak suretiyle araştırılmıştır. Bu tez çalışması kapsamında ölçümleri yapılan parametreler; PM (0.3 µm ile 10 µm arası), CO₂, CO, O₃ ve Meteorolojik parametrelerdir.

Partikül Madde ölçümleri 6 kanallı farklı çap aralıklarına göre ölçüm yapan bir cihaz vasıtasıyla anlık olarak ölçülmüştür. CO₂, CO, ozon, sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri yine anlık ölçüm yapan bir cihaz ile ölçülmüştür. Meteorolojik parametreler; Devlet Meteoroloji İşleri’nden alınan ölçüm değerleri (Ağustos 2013-Ekim 2013 arası) ve ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsü’üne monte edilen portatif meteoroloji istasyonu ile anlık olarak sürekli (Kasım 2013-Nisan 2014) ölçülmüştür.

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Hava Kirliliği

Modern dünyanın getirdiği en büyük sorunlardan biri olan hava kirliliğinin sanayi devriminin başlamasıyla etkileri görülmeye ve artmaya başlamıştır. Geçmişten günümüze kadar insanların yaşam kalitesini ve konforunu arttırmak için yapılan tüm teknolojik gelişmeler dolaylı yoldan da olsa çevresel ayak izi bırakmaktadır. Sürekli artan nüfusa paralel olarak ihtiyaçların artması ve bu ihtiyaçları karşılamak için üretimin artışı her geçen gün hava kirliliğini arttırmaktadır. Bunun nedeni ise günümüzde enerji üretiminin büyük bir kısmının fosil yakıtların kullanıldığı proseslerden yakma yoluyla elde edilmesindedir (Sağlam, 1990).

Genellikle temiz hava, atmosferdeki gazların belirli oranlardaki birleşimi olarak kabul edilmektedir. %78 Azot, %20.94 Oksijen, %0.93 Argon, %0.0315 Karbondioksit, %0.0018 Neon, %0.0005 ve diğer gazlardan oluşmaktadır. Bu gazların dışında kalan gazlar, kirlenici olarak da kabul edilebildiği gibi, ayrıca bu oranların dışına çıktığı takdirde söz konusu hava ortamı için temiz değildir demek de doğru değildir (Özaslan, 2008; Karpuzcu, 2004).

Normalde havanın içerisinde olmayan gazların, insana veya çevreye zarar verecek konsantrasyonlara ulaşması “hava kirliliği” olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca sis veya fotokimyasal smog oluşumuna olan katkılarından dolayı olumsuz görüntülere neden olmaktadır (Aydın, 2006). Hava kirliliği ayrıca atmosferdeki gaz oranlarının doğal seviyelere göre farklılığı olarak da açıklanabilir. Örneğin, atmosferde belirli bir oranda bulunan CO₂'nin normaldeki değerlerinin üzerine çıkması da kirlilik olarak kabul edilebilir. Yine CO₂'nin en önemli kaynaklarından biri yanma prosesidir. Yanma genel olarak, yanabilen bir maddenin yakıcı bir maddeyle girdiği kimyasal olaydır. Sonucunda çıkan karbondioksit, kükürt dioksit gibi gazların miktarlarının fazlalığı havanın içeriğini değiştirip, çevresel sorunları ortaya çıkarmaktadır (Karpuzcu, 2004).

Hava kalitesinin insan ve çevre sağlığı için uygun olduğu veya kabul edilebilir sınır değerlerin belirlendiği çeşitli düzenlemeler vardır. Amerika Birleşik Devleti Çevre Koruma Ajansı (EPA), Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Hava Kalitesinin Korunması ve Değerlendirilmesi Yönetmeliği'nde (HKKDY) belirtilen hava kalitesi sınır değerleri Çizelge 2.1'de sunulmaktadır.

Çizelge 2.1. Hava kalitesi parametreleri sınır değerleri karşılaştırması (Haksevenler, 2010)

Kirleticiler	EPA	WHO	HKDY
CO	9 ppm	9 ppm	-
CO ₂	1.000 ppm	1.000 ppm	-
O ₃	0.05 ppm	0.12 ppm	-
Sıcaklık	22.5-25.5 °C	22.5-25.5 °C	-
Nem	<70	<70	-
PM ₁₀	50 µg/ m ³	50 µg/ m ³	90 µg/ m ³
PM _{2.5}	35 µg/ m ³	25 µg/ m ³	-

Hava kirliliğinin en belirgin gözlemlendiği ilk olayda 1306 yılında Londra'daki hanelerde ısınma amaçlı kullanılan kömür kullanımı yasaklanarak hava kalitesinin iyileştirilmesi hedeflenmiştir. 19. yüzyılda hava kirliliği lokomotiflerde, termik santrallerde, gemilerde ve evlerde yakıt olarak kullanılan kömürün yakılması ve sonucunda meydana gelen is ve külün olumsuz boyutlara ulaşmasına neden olmuştur. 1848 yılında İngiltere, duman ve külü azaltmak için ilk Halk Sağlığı Yasasını oluşturmuştur. 20. yüzyılda hava kirliliği giderek artmıştır ve örnek olarak; 1952 Londra'da meydana gelen London Smog ve 1955'de Los Angeles'da meydana gelen smog olayları verilebilir. Los Angeles Smog olayından sonra Amerika Birleşik Devletleri Temiz Hava Yasası'nı (Clean Air Act) yürürlüğe koymuştur (Çiçek, 2006). London Smog ya da The Great Smog of 52 (52'deki Büyük Sis) Londra'nın tarihinde yaşanmış en ciddi sis olaylarından biridir. Soğuk ve rüzarsız geçen Aralık 1952'de yoğun kömür kullanımı yüzünden bacalardan çıkan dumanlar atmosferde yeterince yükselememiş ve şehrin üzerinde yoğun bir sis tabakası oluşturmuştur. 5 gün süren bu hava olayı, hava koşullarının değişmesi ve rüzgar şiddetinin artmasıyla düzelmeye başlamıştır. Hava hüzmesinin dağılmasının ardından 4000 kişinin zehirli dumana bağlı solunum yolu rahatsızlıklarından hayatlarını kaybettikleri tespit edilmiştir. Olay sonrasında İngiltere'de hava kirliliğini azaltmak için ön prosüdürler içeren Temiz Hava Yasası çıkarılmıştır (Davis ve Bates, 2002).

2.1.1. Hava kirliliğinin kaynakları

Hava kirliliğinin genel olarak; doğal ve antropojenik kaynakların olduğunu söyleyebiliriz. Antropojenik yani insan kaynaklı olan grubun oranı doğal kaynaklara göre daha baskın rol oynamaktadır. Bunun nedeni ise, daha önce belirtildiği gibi insanların sürekli artan ihtiyaçlarını karşılamak için sürdürülen üretim artışıdır. Hava kirliliğinin

antropojenik kaynakları ise; güç santralleri, ulaşım, evsel ve endüstriyel ısınmadır (Soylu, 2010).

Doğal hava kirletici kaynakları ise volkanik patlamalar, orman yangınları, asit yağmurları, yıldırım ve toz fırtınalarıdır. Doğal hava kirleticileri, insanların dünyaya gelmesinden çok önce gerçekleşen döngüler sonucunda ortaya çıkmıştır. Volkanik patlamalarla birlikte ortaya çıkan kül, CO₂, CO ve diğer gaz ve partiküller dünyanın ilk oluşumundan bu yana meydana gelmektedir. Orman yangınlarının insan faktörü olmaksızın kendi başına gerçekleşmesi sonucu binlerce hektar ormanların yok olmasının yanında, atmosfere milyonlarca metreküp yanma gazı salınmaktadır. Toz fırtınaları, güneş ışınlarının yer yüzüne gelmesini engellemesinin yanı sıra canlılar için de oldukça konforsuz nefes alma ortamları oluşturmaktadır. Fakat benzer birçok doğa olayı daha milyonlarca yıldır süregelmesine rağmen insanoğlunun son 200 yıldaki tahribatına benzer bir sonuca neden olmamıştır. Dünyanın varoluşu gereği sürekli kendisini yenileyebilme yetisi insanoğlunun kirlenme hızının gerisinde kalmış ve kendini eski hızında temizleyebilme fırsatını bulamamaktadır (Soylu, 2010). Şekil 2.1’de çeşitli kaynaklardan çıkan kirletici emisyonlarının atmosferde birikimi gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Emisyonların kaynakları (National Park Service, 2013)

Uzun yıllardır ısınmak için kullanılan fosil yakıtların başında gelen kömür, insanların hava kirliliğine en çok katkı veren gruptur. Son yüz yılda artan sanayileşme sonucu güç

santralleri ve fabrikalarda kullanılan fosil yakıtların fazlalığı bir yandan ihtiyaçları karşılarken, bir yandanda tedbirsiz kullanım sonucu atmosferdeki gazların oranlarında büyük değişikliklere neden olmaktadır (Sağlam, 1990).

Kış mevsimlerinde ısınma ihtiyacının artmasına paralel olarak haneleri ısıtmak için kullanılan yakıtlarda antropojenik hava kirliliğinde büyük rol oynamaktadır. Fosil yakıtları yakarak elde edilen ısı enerjisiyle ısınan konutlar yılda milyonlarca metreküplük hava kirlenici emisyonunu atmosfere bırakmaktadırlar.

Ayrıca günümüzde motorlu taşıtlarla sağlanan ulaşım da bir diğer antropojenik hava kirliliği kaynaklarından. İçten yanmalı araçların yollarda milyonları bulduğu ve her gün yollarda yaptıkları binlerce kilometre sonucu birçok kirlenici atmosfere salınmaktadır. Motorlu taşıtları güç santralleri ve fabrikalardan ayıran en önemli husus, emisyonlarını şehrin merkezinde, yaşam alanımız içerisinde ve soluk alma mesafesinde atmosfere salmalarındır (Sağlam, 1990).

Hava kirleniciler oluşum mekanizmalarına göre kendi aralarında 2'ye ayrılmaktadırlar. Birincil yani Primer kirleniciler, direk kaynaktan çıkan kirlenicilerdir. Bunlar SO₂, H₂S, Azotoksitler (NO_x), CO, CO₂, PM, HF ve Uçucu Organik Bileşikler (UOB)'dir (Soylu, 2010).

İkincil bir diğer adıyla Sekonder kirleniciler ise atmosferde gerçekleşen kimyasal olaylar neticesinde oluşur. Fotokimyasal reaksiyonlar; ikincil kirlenicilerin en büyük sebeplerindendir. Kükürt trioksit, sülfürik asit, asitler, aldehytler, ketonlar, kloroflorokarbonlar, ince partiküller, iyonlaşan radyasyon ve ozon ikincil kirlenicilerdendir (Peker, 2011).

Ankara'da yapılan bir diğer araştırmada büyük kentlerin enerji tüketimi sonucu hava kirliliğine katkıları incelenmiştir. Kent merkezindeki hava kalitesi izlem noktasından alınan veriler SO₂, PM₁₀, NO₂, CO ve meteorolojik parametreler açısından incelenip WHO ve HKDY ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde özellikle Mart ayında SO₂, PM₁₀, NO₂, CO ile meteorolojik şartlar arasında orta seviyede ilişkinin olduğunu gözlenmiştir (Çiçek ve ark. 2004).

Konya'da yapılan bir araştırmada 2004, 2005 ve 2006 yılları için hava kalitesi izleme çalışması ve yönetmelik sınır değerleri ile karşılaştırılması yapılmıştır. SO₂ ve PM₁₀ parametreleri için Coğrafi Bilgi Sistemi yardımıyla Konya ilinde kirlilik haritası oluşturulmuştur. Avrupa Birliği sınır değerlerinin her iki parametre açısından aşıldığı;

ancak ülkemizdeki sınır değerlerin altında kalmasına karşın ülkemiz sınır değerlerinin EPA, AB ve WHO sınır değerlerinin çok üzerinde olmasının göz önünde bulundurulması gerektiği belirtilmiştir (Aydın ve ark. 2007).

İstanbul'daki oyun parklarında yapılan bir araştırmada, sürekli artan nüfus ve buna bağlı artan atıkların büyük şehirlerde insanlar üzerindeki etkisi vurgulanırken, bu durumdan çocukların daha fazla etkilendiği belirtilmiştir. 2009 yılı Mart-Aralık döneminde PM₁₀ ve PM_{2.5} parametreleri Beşiktaş'taki 5 oyun parkında ölçülmüştür. Yoğun trafiğin olduğu park, yoğun trafik ve yoğun deniz trafiğine maruz kalan park, otoyol kenarındaki park, trafikten uzak ormanlık alandaki park ve otoyola uzak fakat yoğun yerleşimin olduğu yerdeki park şeklinde ölçüm noktalarının seçimleri yapılmıştır. Trafığe yakın olan parkta PM konsantrasyonlarının kritik seviyelere ulaştığı; deniz kenarındaki parkta kritik seviyelerin altında kaldığı tespit edilmiştir (Özdemir ve ark. 2010).

Kütahya'da yapılan bir çalışmada, 13 yıllık periyot için (1989-2001) SO₂ ve PM₁₀ parametreleri, meteorolojik koşullar ile birlikte incelenmiş ve sınır değerlere olan ilişkileri yorumlanmıştır. Seçilen 6 ölçüm noktasında SO₂ konsantrasyonunun en yüksek Ocak ayında olduğu, PM konsantrasyonunun ise en yüksek Kasım ayında olduğu görülmüştür. Kış aylarında hedef sınır değerlerinin üzerine çıkılan gün sayısının çok fazla olduğu ve coğrafi konumun da önemli olduğu vurgulanmıştır (Keser, 2002).

2.1.2. Hava kirleticiler

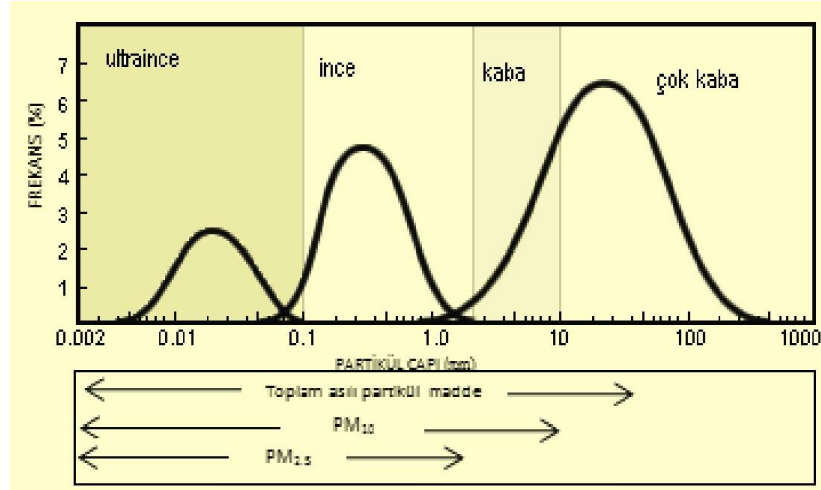
Hava kalitesini belirleyici faktörlerinden olan; PM, CO₂, O₃, CO, sıcaklık ve nem parametreleri aşağıda açıklanmıştır. Bu tez kapsamında iç ortam hava kalitesini belirlemek amacıyla PM, CO₂, sıcaklık ve nem parametreleri ölçülmüş ve değerlendirilmiştir. İç ortam havasındaki O₃ ve CO parametreleri az veri nedeniyle değerlendirilmemiştir. Dış ortam hava kalitesini belirlemek amacıyla ise PM, CO₂, O₃, CO, sıcaklık ve nem parametreleri ölçülmüş ve değerlendirilmiştir.

2.1.2.1. Partikül madde (PM)

Volkanlar, denizler gibi doğal nedenlerden ya da antropojenik olaylar neticesinde oluşan ve gaz içindeki ince ya da katı sıvı maddelerin oluşturduğu karışım Partikül Madde (PM) olarak tanımlanmaktadır ve aerosol olarak da isimlendirilebilmektedir (Seinfeld ve Pandis, 2006). Aerodinamik çapı 10 µm'den küçük olan partiküller PM₁₀ ya da Kaba Partiküller, aerodinamik çapı 2.5 µm'den küçük partiküller ise PM_{2.5} ya da İnce Partiküller olarak isimlendirilmektedir. Havadaki partiküllerin büyük bir kısmı insan aktiviteleri

sonucunda oluşmaktadır. PM'in içeriğinde ise amonyum, sodyum, nitrat, iz metaller, klor, karbonlu maddeler, toprak elementleri ve su vardır (Seinfeld ve Pandis 2006).

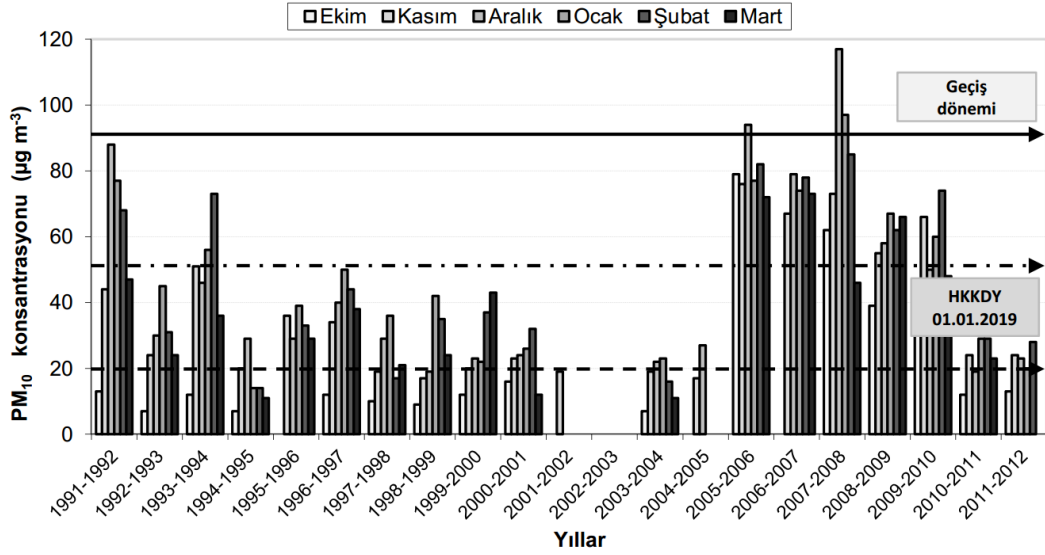
Şekil 2.3'deki grafikte partikül maddelerin boyutlarına göre atmosferdeki dağılım frekansı yer almaktadır. Grafikten anlaşıldığı üzere partikül maddeler $PM_{2.5}$ ve PM_{10} kategorileri dışında; ultra ince, ince, kaba ve çok kaba olarakda sınıflandırılabilir.



Şekil 2.2. Partikül maddenin atmosferdeki dağılımı (Haksevenler, 2010)

Yanma sonrasında ortaya çıkan sıcak buharın yoğunlaşmasıyla havadaki en ince partiküller oluşur (0.005–0.1µm) ve bunlar kısa sürede tane bağlanmasıyla büyürler. Orta büyüklükteki partiküllerin (0.1-1.0 µm) büyük kısmı ince partiküllerin birleşmesiyle oluşur, geri kalanı ise kimyasal tepkimelerle meydana gelir. Bunlar 1 günle birkaç hafta arasında havada bulunabilirler. Büyük çaplı partiküller (2-100 µm) ise doğal kaynaklar ya da endüstriyel işlemler sonucu oluşur ve havada kalma süreleri birkaç saniye kadardır ve ağırlıklarıyla yer yüzüne inerler (Arı ve ark., 2008; Turalıoğlu ve ark., 2008; Özkan, 2009).

Şekil 2.4'de 1991-2012 yılları arası Çanakkale'de Ekim-Mart döneminde ölçülen PM_{10} ortalama konsantrasyonları verilmiştir. Bazı senelerde ölçülen değerlerin, diğer senelere göre birkaç kat kadar arttığı görülmüştür (Menteşe ve Yarımtepe, 2012).



Şekil 2.3. Çanakkale ili 1991-2012 yılları arası PM₁₀ seviyeleri (µg/m³) (Menteşe ve Yarımtepe, 2012)

İç ortamda bulunan partiküller, iç ortamdaki kaynaklardan ve dış ortamdan içeriye havalandırma yoluyla gelmektedir. Ortamdaki partiküllerin nedenini belirleyen faktörler; hava-değişim oranı, dış ortam PM seviyesi, iç ortam aktiviteleri, ortama atılan partiküllerin aerodinamik çapları olarak sıralanabilir (Wallace, 1996; Long ve ark., 2000; Branis ve ark., 2005). Kapalı mekanlardaki partikül maddelerin kaynakları olarak sigara tüketimi, yemek yapma, hane içerisinde hareket gibi nedenlerle içeride PM oluşmakta ve dış ortamdan havalandırma sırasında taşınımı gibi hareket faktörleriyle de doğrudan etkileşimlidir. Yemek yapma sırasında 0.13-0.25 µm değerleri arasında partikül oluşmaktadır. 3-4.3 µm'lik tozlar ise ev temizliği ve ev içerisindeki hareketler neticesinde oluşmaktadır. Kapalı ortamda PM miktarı içerideki mevcut kaynaklar ve havalandırma ile içeri gelenler ile değişim göstermektedir. Kapalı ortamda ısıtma veya yemek pişirme, sigara kullanımı gibi aktivitelerin olmadığı zamanlarda kişilerin yürüyüşü-temizliği, toz, toprak, deri döküntüleri, mantar sporları, kağıt ve kumaş fiberlerinden oluşup çökelen tozların tekrar ortama yayılmasına sebep olmaktadır (Monn ve ark., 1997; Luoma ve Batterman, 2001; Fromme ve ark., 2007). İnce partiküllerin birikim hızları diğer partiküllere göre daha düşüktür. Ayrıca Bozkurt (2009) yaptığı bir çalışmada PM_{2.5} ve PM₁₀ değerlerindeki artışın insan hareketleri sonucunda arttığını ve rüzgar yönünde kirleticilerin taşınmasına yardımcı olarak konsantrasyonlarını etkilediğini belirtmiştir (Bozkurt, 2009).

Trafığe yakın evlerde iç ortam PM_{2.5} konsantrasyonlarına ev içi aktivitelerin, dış ortamdaki trafikten daha fazla katkısı olduğu; trafik katkısını belirleyen faktörün evin yola olan mesafesinin değil, havalandırma tipinin olduğu belirlenmiştir (Martuzevicius ve ark.,

2008). Partikül maddenin neden olduğu toksik etkiler iç ortam kökenli veya dış ortam kökenli oluşuna göre ayrı ayrı incelenmeye başlanmıştır (Long ve ark., 2001). Yapılan epidemiyolojik çalışmalar ile dış hava kökenli partikül maddelerin yetişkinlerde akciğer fonksiyonlarının azalmasına neden olduğu belirlenmiştir (Ebelt ve ark., 2005).

Ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre belirlenen standartlar her ülkeye göre farklılık göstermektedir. Dünya genelinde PM için konulan sınır değerler genelde PM₁₀ içindir. ABD ve AB üyesi ülkeler gibi bazı ülkeler ise PM₁₀ sınır değerinin yanı sıra PM_{2.5} için de sınır değerler getirmiştir. Aşağıda ülkemize ve bazı ülkelere ait PM sınır değerleri yer almaktadır. Çizelge 2.2’de Türkiye için kısa vadede, uzun vadede ve kış sezonunda ortalama PM sınır değerleri yer almaktadır.

Çizelge 2.2. Türkiye için PM₁₀ dış ortam sınır değerleri (HKKDY, 2013)

Kirletici	Ortalama süre	Sınır Değer
PM ₁₀	KVS- 24 saatlik %95/yıl	100 µg/m ³
	Kış Sezonu Ortalaması (1 Ekim – 31 Mart)	90 µg/m ³
	UVS yıllık	60 µg/m ³

Çizelge 2.3’de bazı ülkelerin dış ortam PM sınır değerlerinin yıllık ortalaması ve günlük ortalaması yer almaktadır.

Çizelge 2.3. Bazı ülkelerdeki PM sınır değerleri (Turahioğlu, 2008)

Ülke	Yıllık ortalaması (µg/m ³)		Günlük ortalaması (µg/m ³)	
	PM ₁₀	PM _{2.5}	PM ₁₀	PM _{2.5}
ABD	50	10	150	35
Kanada	70	-	120	-
AB	30	20	50	40
İngiltere	40		50	
İsviçre	20		50	
Kuzey Afrika	60		180	
Brezilya	50		150	

Çizelge 2.4’de WHO’nun tavsiye ettiği PM₁₀ ve PM_{2.5} kirleticilerinin yıllık ve günlük ortalama sınır değerleri yer almaktadır. Yukarıdaki tablolarla kıyaslandığında bu sınır değerlerin daha düşük olduğu görülmektedir.

Çizelge 2.4. WHO’nun önerdiği dış ortam havası PM sınır değerler (Turalioğlu, 2008)

	Yıllık ortalama (µg/m³)	Günlük ortalama (µg/m³)
PM _{2.5}	20	50
PM ₁₀	10	25

2.3. Karbondioksit (CO₂)

Havadaki oranı diğer gazlara göre oldukça düşük olan CO₂, atmosferde oran açısından %0-0.03 civarında bulunmasına rağmen; seviyesinde artış trendi olması sebebiyle hayatın devamı için önemli bir gazdır. Doğal soluma ve yanma sonucu ortaya çıkan, yanıcı olmayan, renksiz ve kokusuzdur. Havadaki oranı; karalarda, denizlere göre daha fazladır. Bunun nedeni ise, karadaki yaşamın denizlere göre daha fazla olmasıdır. Evsel ısınmalarda bacalardan çıkan dumanlar, ulaşımda egzoz gazları, fabrika ve güç santrallerindeki atık gazların bileşiminde genellikle CO₂ bulunmaktadır. Bunların yanı sıra, volkanlar ve maden suları da atmosfere bir miktar CO₂ salınımı yapmaktadır. Atmosfere salınan CO₂’nin yaklaşık %85’i fosil yakıtların tüketiminden, geri kalanı ise canlıların solunumu ve mikrobiyal canlıların organik madde ayrıştırmasından ileri gelmektedir (Mitscherlich, 1995).

Hızla artan fosil yakıt tüketimine karşın, tonlarca CO₂’yi kullanıp oksijen veren ormanların tahribatı neticesinde atmosferdeki CO₂ miktarı son 160.000 yılın en yüksek seviyesine ulaşmıştır. 1900’lü yılların başlarında 290 ppm olan CO₂ konsantrasyonunun, 2006 yılında 381 ppm düzeyinde olduğu saptanmıştır. Atmosferdeki CO₂ konsantrasyonu her yıl ortalama 2.3 ppm civarında artmaktadır. Bunun %30’u okyanus veya bitkilerce tutulmasına rağmen, geri kalan 1.5 ppm’lik miktar atmosferdeki CO₂ oranına eklenmektedir (Denhez, 2007).

Doğada Karbon; atmosfer, kara ve deniz bitkilerine, mineral kaynaklarına ve okyanuslara bağlı çevrimler içerisinde bulunur. Havada karbon elementi tam oksitlenmiş formu olan karbondioksit şeklinde bulunur (Gillenwater ve ark., 2002). CO₂, insan aktiviteleri yoluyla yayılan başlıca sera gazlarından biri olarak kabul edilmektedir. 2011 yılında, insan faaliyetlerinden kaynaklanan ABD’deki tüm sera gazı emisyonlarının

yaklaşık %84'ü CO₂'tir. CO₂, karbon döngüsü yani atmosferdeki okyanuslar, toprak, bitki ve hayvan yardımıyla olan doğal karbon dolaşımı sayesinde atmosferde doğal olarak mevcuttur (EPA, 2014).

CO₂, zehirsiz olmasına karşın boğucu bir gazdır; ortamdaki kullanılabilir oksijen konsantrasyonunu azaltıp, oksijensizlikten boğulmaya neden olur. Ayrıca artan solup alıp verme, insanlarda yorucu işleri yapma yetisini düşürme, kandaki pH ve pCO₂ oranlarını değiştirme, böbreklerde kireçlenme ve alveollerin kapasitesini düşürme gibi etkileri vardır (Bulgurcu ve ark., 2005). Ortamdaki CO₂ seviyesi 3.500 ppm değerini geçtiğinde, merkezi sinir alıcıları etkilenir ve nefes almada eksikliğe neden olur (ASHRAE, 2003).

CO₂ seviyeleri genellikle; dış ortamda 350-400 ppm arasında değişirken; iş yerlerinde ülkeler arası kabul görmüş olması gereken değer maksimum 5.000 ppm olarak belirlenmiştir. Kapalı ortam CO₂ değerleri 1.000 ppm'in üstüne çıktığında ise genel olarak mekandaki insanlarda huzursuzluk olduğu gözlenmiştir (Düzovalı, 2007).

CO₂ seviyesi, ortamların havalandırma miktarının yeterli olup olmadığını belirlemede kullanılan önemli parametrelerdendir (Heudorf ve ark., 2009). Okullarda yapılan bir araştırmada havalandırma miktarı artırıldığında CO₂ değerinin hızla düştüğü ve maksimum seviye olarak 4.850 ppm'e, ortalama değer olarak ise 2.861 ppm'e kadar yükseldiği belirtilmiştir (Heudorf ve ark., 2009). Genelde ortam havasında 1.000 ppm değeri gözlemlendiğinde ortam havasının yeterli kalitede olmadığı ve yetersiz ventilasyon yapıldığı belirtilmekte, ancak CO₂'nin 1.000 ppm'in altında olması ise ortamın sağlıklı ve yeterli kalitede olduğu anlamına gelmediği ifade edilmektedir (Apte ve ark., 2000).

Bulut (2012), konut, ofis ve sınıflarda yaptığı bir çalışmada CO₂ miktarının iç ortam hava kalitesinde belirleyici bir etken olduğunu tespit etmiş ve CO₂ miktarına göre havalandırma yapıldığında enerji tasarrufu da olacağını vurgulamıştır (Bulut, 2012).

Bulgurcu ve ark. (2005) Balıkesir'de okullardaki sınıflarda yaptıkları çalışmada, iç mekanlarda müsaade edilen 1.000 ppm CO₂ değerinin Ocak ayında 3 kat, Mart ayında 1.7 kat ve Nisan ayında ise 1.3 kat kadar aşılmış olduğunu saptamıştır (Bulgurcu ve ark. 2005).

2.1.2.3. Karbon monoksit (CO)

Karbon monoksit (CO), tatsız, renksiz ve kokusuz olan birincil bir hava kirletici gazdır. Karbonlu yakıtların eksik yanması, yani yetersiz oksijenle birlikte yakıtın yakılması sonucu ortaya çıkmaktadır (Masters, 1991). Havada kalış süresi 60 günden fazla olan CO, yıllık 232 milyon tonluk üretim ile atmosfere verdiği zararların boyutu oldukça büyüktür.

Yıllık CO üretimine en fazla katkıyı %70'lik paya sahip olan ulaştırma sektörü yapmaktadır. Yıllık olarak üretilen CO'nun bir kısmının, atmosferin alt kısmında kalması durumunda her yıl 0.03 ppm'lik CO miktarında artış hesaplanmaktadır (Soylu, 2010).

Kararlı bir gaz olan CO, sağlık açısından da oldukça tehlikelidir (İncecik, 1994). CO'nun kandaki hemoglobine bağlanması sonucu oksijen taşımamasını engellediği ve dokularda oksijen seviyesinin düşmesine neden olduğu ilk olarak 1857'de fark edilmiştir (Choi, 2001). Zehirlenmesinin bazı sonuçları ise; baş ağrısı, nefes sıkışması, mide bulantıları, yüksek doza maruziyette koma durumu ve sonunda ölüm olabilmektedir (Weaver ve ark., 2002).

Amerikan Çevre Koruma Ajansı (EPA), iç ortamdaki kirleticilerin ortamdaki yaşam kalitesini doğrudan etkilediğini vurgulayarak bazı kalite standartlarını tavsiye olarak yayınlamaktadır. Karbon monoksit parametresi için iç ortamda müsaade edilen maksimum konsantrasyonun 9 ppm olduğu belirtilmektedir (EPA, 2001).

Metin ve ark. (2011) yaptıkları araştırmada 2010 yılında ülkemizde 10.154 kişinin CO zehirlenmesi şikayeti ile hastanelere başvurduğunu belirtmiştir. Bu vakaların 39'u ölümlerle sonuçlanmıştır. Zehirlenme sıklığı yaklaşık yüz binde 14, ölüm sıklığı ise on milyonda 5 kişi olarak saptanmıştır (Metin ve ark., 2011).

Ankara'da yapılan bir araştırmada sabah ve öğleden sonra trafik polislerinin maruz kaldığı CO değerleri ölçülmüştür. Sigara içen memurların içmeyenlere oranla CO'nun etkisine daha fazla maruz kaldığı tespit edilmiş ve bu nedenle kronik zehirlenmelerle pozitif ilişkisi olduğu saptanmıştır (Atımtay ve ark., 2000).

Bir kişi tek bir sigara içimi sonucunda 400 ppm'lik CO'ya maruz kalabilmekte ya da 5 dakika boyunca sigara tüketimi sonucu karboksihemoglobin seviyesi %4'e çıkabilmektedir. Fazla sigara içen kişinin kanında %15 gibi oldukça yüksek karboksihemoglobin değerlerine ulaşılmaktadır. Pasif içici olarak adlandırılan, sigara içmediği halde sigara içilen ortamda bulunan bireylerin karboksihemoglobin değerinin normalden 2 kat daha fazla olduğunda ifade edilmektedir (Çelikdemir, 2009).

Edirne'deki dokuma faaliyetini sürdüren bir işletmede yapılan çalışmada, kapalı ortam hava kalitesinin çalışan kişilerin sağlığına olan etkileri araştırılmıştır. Farklı üretimler yapılan 9 departmanda ölçümler yapılmış ve kişilerden anket yoluyla kişisel sağlık problemleri hakkında bilgiler alınmıştır. CO seviyelerinin DSÖ ve EPA'nın tavsiye ettiği 8 saatlik maruziyet değeri olan 9 ppm'in üzerinde olduğu gözlenmiştir. Çalışanlar

üzerinde yapılan anketler sonucunda öksürük, nefes darlığı, uykulu durum, göz problemleri, baş ağrısı, stres ve dikkatsizlik gibi şikayetler ile karşılaşmıştır (Motör, 2011).

2.1.2.4. Ozon (O₃)

Ozon, üç oksijen atomunun bir araya gelmesi sonucu olarak oluşmuş olan kararsız bir gazdır. 1839 yılında bulunmuştur ve 1860 yılında Monaco'da su arıtma tesisinde dezenfeksiyon amacıyla kullanılmıştır. Renksiz, fakat keskin kokulu bir gazdır. Dezenfeksiyonda kullanılmasının nedeni, güçlü okside edici özelliğinden ileri gelmektedir. Virüs, bakteri, mikroorganizmalar, toksinler, fenoller, pestisitler ve birçok maddeyi nötralize edebilme gücüne sahiptir (Jacqueline, 1981; Bocci, 2004). Dezenfektan olarak kullanılan O₃; stabil olmayan, depolanamayan bir gazdır. Kullanımı gerektiğinde kullanılacak ortamda üretilir ve kullanılır. Bu durum onun etkili bir dezenfektan olmasına karşın, yüksek maliyeti yüzünde tercih edilmesi yaygın değildir.

O₃, atmosferin üst tabakalarında miktarca daha fazla bulunmaktadır. Atmosferdeki ozonun %90'a yakını stratosferde bulunmaktadır. Stratosfer yeryüzünden 20-50 km'ler arasında yer alan atmosfer tabakalarından birisidir. Ozonun atmosferde gözlenen geri kalan kısmı ise 10-15 kilometrelerde yani troposferde bulunmaktadır. Stratosferdeki ozon doğal şartlarda oluşurken, antropojenik nedenlerden dolayı diğer taraftan yok edilmektedir. Ozon tabasındaki incelmeye, bu nedenle güneşten gelen zararlı ışınların stratosferdeki ozon sönümlenmesinde yetersiz kalmaktadır (Rowland, 2006).

Troposferik ozon konsantrasyonları atmosferde farklı değerlerdedir. Karadan uzak okyanuslarda ozon konsantrasyonu ortalama yıllık 0.013-0.042 ppm değerleri arasındayken; Kuzey Amerika'nın iç bölgelerinde 0.026-0.048 ppm değerleri arasında gözlenmektedir (Letohn ve ark. 1990).

Sanayileşme ve ulaşımda kullanılan araç fazlalığı kirliliğe neden olan kirleticileri her geçen gün arttırmaktadır. Yeryüzündeki O₃, NO_x ve hidrokarbonlar güneş enerjisiyle birlikte girdikleri tepkimeler sonucu oluşmaktadır. NO₂, UOB ile yaptığı fotokimyasal tepkimeler sonucunda troposferik ozonun oluşumunda önemli rol oynamaktadırlar (Kansal, 2009). Güneş enerjisi gerektiğinden yaz aylarında oluşan O₃ miktarı, diğer aylara göre daha fazladır. Bu durumda yaz aylarında ciddi bir problem teşkil etmektedir (Tozsın, 2003).

Olefin grubundaki UOB'ler ozon ile tepkimeye girerek nanometrik boyutlardaki partikül maddeler oluşturmaktadır. (EUR 23052 EN, 2007; Sarwar ve ark., 2003). Mentеше

(2013) yaptığı bir çalışmada, kapalı ortamda ozon varlığında PM seviyelerinde yükselme olduğu, ozon konsantrasyonunun düştüğü durumlarda ise PM değerlerinin düştüğünü belirlenmiştir (Menteşe, 2013).

Troposferik ozon, şehirlerdeki hava şartlarında birçok sağlık sorunlarına neden olmaktadır (Brook ve ark., 2002; Ruidavets ve ark., 2005).

İstanbul'da yapılan bir çalışmada, yeryüzündeki ozon seviyeleri değerlendirilmiştir. Yaz aylarında özellikle öğle saatlerinde azami ozon seviyeleri; akşam vakitlerinde ise ozon seviyelerinde düşüş gözlenmiştir. Sonuç olarak ozon kirleticisinin, meteorolojik şartlar ve mevsimlere hatta gün içerisindeki saatlere göre seviyesinde farklılıklar olduğu gözlenmiştir (Tozsın, 2003).

Atmosferdeki O₃ konsantrasyonu çok değişkendir: yaz ve kış mevsimlerindeki bol güneşli öğle vakitlerinde maksimum ozon değerleri ölçülebilmektedir. Kapalı ortamdaki ozon değerleri dış ortama göre oldukça azdır. Kapalı ortam ozon seviyesinin dış ortam ozon değerine oranı 0.2-0.8 arasında değişmektedir (Monn, 2001).

Kapalı ortamlarda ozonun en önemli sebebi havalandırmayla gelen dış hava ve ozon oluşturan elektrikli süpürge gibi elektrikli aletlerdir (Peden ve ark., 1995; Hubbard ve ark., 2005).

Eskişehir'de çocuklar üzerinde yapılan bir çalışmada, değişik ortam özelliklerindeki mekanlarda (merkezden uzak, merkezde, merkez ve yoğun trafik) 1.880 çocuğun solunum yolu hastalıklarıyla okul bahçelerinde ozon, NO₂ ve SO₂ konsantrasyonları arasındaki ilişki araştırılmıştır. Çocuklardaki solunum yolu rahatsızlıkları ve alerjik semptomlar istatistiki olarak yorumlanmıştır. Kirleticiler ve sağlık sonuçları bakımından çalışmadaki en etkili kirleticisi ozon olarak saptanmışken, sonuçlarının en açık şekilde belirlendiği sağlık çıktılarının da solunum performanslarında azalması görülmüştür. Araştırma neticesinde yaz mevsiminde artan ozon konsantrasyonlarının özellikle kızlar üzerinde olmakla birlikte, çocuklarda solunum performanslarında azalmaların olabileceği saptanmıştır (Altug, 2013).

Ani ozon maruziyeti sonucunda hem sağlıklı kişilerde hem de halihazırda solunum yolu rahatsızlığı olan kişilerde (astım, kronik obstruktif akciğer hastalığı) akciğer fonksiyonlarında ve egzersiz performanslarında azalma ile solunum yollarında iltihap görülmektedir (Spengler ve ark., 2006; McDonnell, 2004; Alexis ve ark., 2004).

Yapılan araştırmalar neticesinde ofis ortamlarında birçok gaz hava ortamında tespit edilmiştir. Örneğin bir araştırmada fotokopi çekilen ortam havasında ozon gazıyla birlikte

UOB'ler de tespit edilmiştir (Brown, 1999; Henschel ve ark. 2001).

2.1.2.5. Meteorolojik parametreler

Meteoroloji, bir bilim dalıdır ve atmosfer dinamiğini inceler. Hava hareketleri yağışlar, sıcaklık farklılıkları gibi olayları gözler ve ilerisi için tahminlerde bulunur. Atmosferdeki tepkimeler ve kirliliklerin hareketini etkileme etkisinin direk olmasından dolayı hava kalitesi açısından önemli bir bilimsel alanıdır (Alp ve Tünay, 1996).

Sanayii devriminden günümüze kadar gündemde olan hava kirliliği; aynı zamanda birçok parametrenin de bileşkesidir. Kirleticilerin etkilerini azaltan veya arttıran en önemli faktör ise ortamın meteorolojik koşullarıdır. Bu meteorolojik koşullar; sıcaklık, nem, basınç, rüzgar, enversiyon olarak sıralanabilir. Sıcaklık terselmesi yani enversiyon bu parametreler arasında hava kalitesi açısından en önemli olanlarıdır. Sıcaklık, normal şartlar altında yerden yükseldikçe her 100 metre için 0.5-1.0 °C arasında düşüş göstermektedir. Enversiyon ise sıcaklıkta bu düşüşün yerine artışın gözlenmesi durumudur. Bu oluşan enversiyon durumunun şiddeti, zamanı, enversiyon tabakasının kalınlığı ve yüksekliği hava kirliliğini direk olan etkilemektedir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2014).

Bir noktada oluşan kirleticilerin atmosferdeki yoğunlukları rüzgarın hızına ve yönüne, sıcaklığa, güneş konumuna, basınca, yağış durumuna bağlı olarak farklılıklar gösterebilir (Demirarslan ve ark. 2008). Sıcaklıklara bağlı olarak dolaylı yoldan değişen ısınma amaçlı yakıt tüketimi artmakta ve yine sıcaklığa bağlı olarak çeşitli kimyasal tepkimeler meydana gelmektedir. Güneşten gelen radyasyonla birlikte fotokimyasal reaksiyonlar da ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, yağış sonrası atmosferdeki kirleticilerin giderildiği de bilinmektedir (İncecik ve ark. 1994).

Hava kirleticileri çeşitli meteorolojik şartlar sebebiyle farklı yerlere taşınıp, yeryüzüne çökerler. Bazı durumlarda ise yeryüzüne inemeyip havada askıda kalabiliyorlar. Böyle zamanlarda ise hava kirliliğine olan katkıları artmaktadır. Hava kirliliği tarihine bakıldığında hava kirliliğinin neden olduğu bütün felaketlerde meteorolojik şartların büyük rol oynadığı görülmüştür. Rüzgar, sıcaklık, basınç, nem gibi birçok durum meteorolojik parametrelerin etkileriyle direk ilişkilidir (Davis ve Masten, 2004).

Kentselleşme sonucu artan yapılar, fabrikalar, evler, gökdelenler havanın ve rüzgarların esmesinin önünde engel teşkil etmektedir. Yükselen şehirlerde, kent merkezinin üzerinde yoğunlaşmış sıcak hava irtifasını arttırıp kirleticilerle birlikte daha soğuk kent dışlarına hareket etmektedir. Daha soğuk olan hava ise kente doğru hareket

etmektedir. Isı adası olarak da isimlendirilen bu durumda kent merkezi ve etrafıyla ısı değişimleri olmaktadır. Kuvvetli rüzgarlar dışında kolay kolay bu etki kaybolmamaktadır. Kentlerde daha fazla bulunan havadaki partiküller güneş ışınlarının yer küreye inmesini engellemektedir. Bu da kent havalarının ısınmalarının önüne geçmektedir. Rüzgarın olmadığı meteorolojik şartlarda kentlerde sis veya tozlu atmosfer durumu yaşanmaktadır. Enversiyon ile birleşen bu şartlar daha büyük kentsel hava kirliliği durumlarını oluşturmaktadır. Tarihteki buna uygun en güzel örnek; 1952'de Londra'da yaşanan ve 5 gün boyunca sürüp 4.000 insanın yaşamına son veren enversiyon olayıdır (Çiçek, 2006).

Meteorolojik hava şartlarının hava kalitesine etkisine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Mentşe ve ark. (2009) Ankara'da yaptığı araştırmada, dış havadaki toplam bakteri seviyesinin %90 oranında değişiminin; sıcaklık, nem, rüzgar hızı, güneş radyasyon şiddeti ve basınç ile etkileşimli olduğunu göstermiştir. Rüzgar hızının artışı havadaki biyoaerosol düzeyinin artmasına sebep olmuştur. Sıcaklık ve nem ise, bakteri seviyesi için önemli etkenler olarak tespit edilmiştir (Mentşe ve ark. 2009).

Ortam neminin %65'den fazla olduğu durumlarda kişilerin vücut sıcaklığının değişmesi ve soluk alıp vermede zorluklar gözlenmektedir. Artan nem ile birlikte mikroorganizmaların ve alerjen tozların ortamda çoğaldığı görülmektedir. Bu sebeple ortam neminin kontrol altına alınması, kapalı ortamlar için oldukça önem arz etmektedir (Köksal, 2001).

Erzurum'da yapılan bir çalışmada 1995-2002 seneleri arasında kış aylarındaki PM₁₀ ve SO₂ seviyelerine meteorolojik şartların etkisi araştırılmıştır. Yüksek PM₁₀ ve SO₂ değerlerinin; düşük sıcaklık, yüksek olmayan rüzgar hızı, çok yağış olmamasına, basıncın fazla olmasına ve bağıl nemin fazlalığına bağılı olduğu tespit edilmiştir (Turalıoğlu ve ark. 2005).

Trabzon'da 1994-1995 ve 1995-1996 kış dönemlerinde yapılan bir araştırmada, hava koşullarının SO₂ ve PM₁₀ konsantrasyonlarına olan etkisi araştırılmıştır. Günlük ortalama SO₂ ve PM₁₀ seviyeleri; rüzgar hızı, nem oranı ve sıcaklık parametreleriyle karşılaştırılmış ve istatistiki olarak değerlendirilmiştir. Meteorolojik şartların, SO₂ ve PM₁₀ konsantrasyonlarını çok az etkilediğı tespitinde bulunulmuştur (Adalı, 1996).

Atina'da yapılan bir çalışmada solunum yolu rahatsızlık geçmişı olan insanlara yönelik bir araştırma yapılmıştır. Hava sıcaklığı, bağıl nem, rüzgar parametrelerinin yanı sıra, radyant sıcaklık ve fizyolojik sıcaklık etkileri incelenmiş ve sonucunda hava

şartlarının insan sağlığı üstünde etkisinin belirgin olduğu belirtilmiştir (Panagiotis ve Nastos, 2006).

2.1.3. İç ortam hava kirliliği ve sağlık etkileri

Günümüzde insanlar vakitlerinin çoğunu iç ortamlarda geçirmektedir. Ev ve işyerleri insanların dış ortamdaki daha uzun süre buldukları yerler olduğundan buralardaki hava kalitesinin önemi de oldukça fazladır.

Ülkemiz nüfusunun yaklaşık %65'inin şehirlerde hayatlarını sürdürmelerinin ve zamanlarının %90'a yakınına iç ortamlarda geçirmeleri sebebiyle iç ortam hava kirliliği sonucu sağlık sorunlarında artışlar gözlenmiştir. İç ortam hava kalitesinin düzenlenmesine yönelik olarak ülkemizde düzenlenmiş bir mevzuat bulunmamaktadır. Ev ortamlarında ortalama 9 saatlerini geçiren insanlar, iş ortamlarına araçlarla gittikten sonra yine orada da ortalama 8 saatlerini geçirdikten sonra taşıtlar vasıtasıyla konutlarına geri dönmektedir (Soysal ve Demiral, 2007).

Ortamlarda bulunan eşyalar, duvar ve zemin kaplama türleri, havalandırma sıklıkları ve ayrıca ortamda tüketilen sigara miktarı, açık ocakta pişirilen yemekler, ısınma türü gibi birçok parametre iç ortam hava kalitesini kapsamaktadır. Eşyaların ortama saldıkları gazlardan insanların uzun sürede ve fark edilmeden etkilenmesi olasıdır. Yalıtımı çok iyi yapılmış ortamların dış ortamdaki hava girişi sağlanmaması ve yetersiz havalandırma sonucu iç ortam hava kalitesini düşürebilir. İç ortam hava kalitesinin bozulmasının insanlarda çeşitli rahatsızlıklara astım, alerjik rahatsızlıklar ve kanserlere neden olduğu belirtilmektedir (Güllü ve Menteşe, 2007; Çiçek, 2006; Godish, 2001).

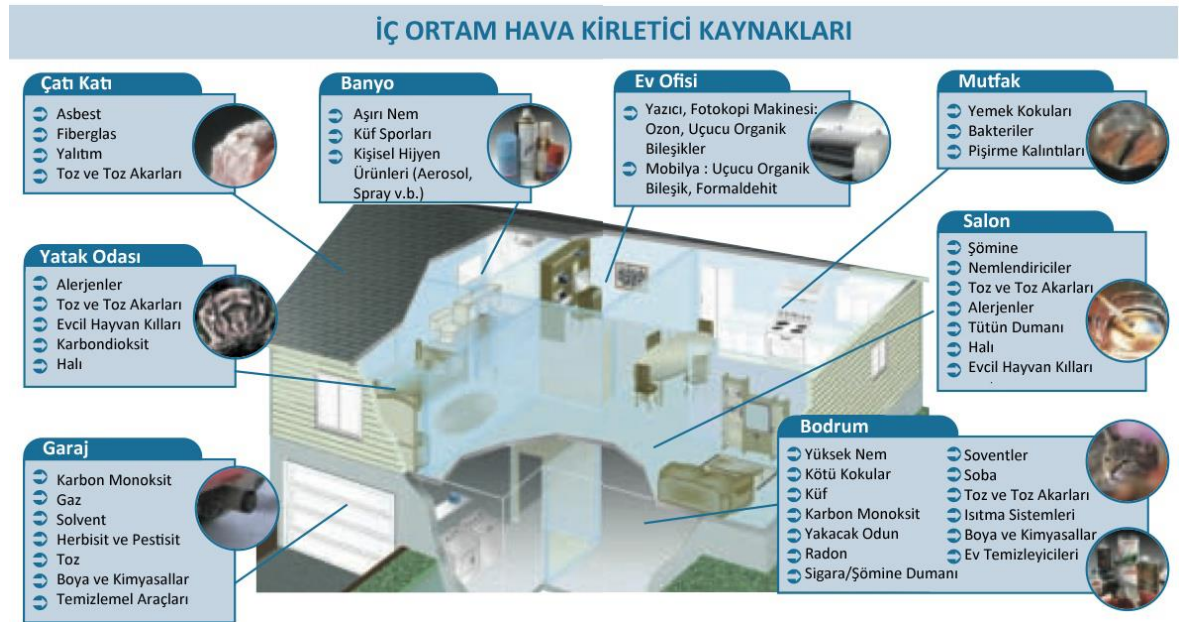
İnsanlar üzerinde yapılan konfor seviyesi araştırma çalışmalarında, iç ortam havasının “temiz” olarak kesin sınırlarını belirlemek mümkün olmamıştır. Bunun nedeni herkesin ortam havasını farklı hissetmesi ve farklı taleplerinin olmasıdır. Bu sebeple “kabul edilebilir iç ortam hava kalitesi” ifadesi tanımlanmıştır. Amerika Isıtma, Soğutma ve Hava Şartlandırma Mühendisleri (ASHRAE) standartlarında bu ifade; “İçerisinde, yetkilendirilmiş firmalarca oranlarının belirlendiği kirletici değerlerine ulaşmadığı ve o ortamdaki insanların %80'inin havadan memnuniyetsizliğini belirtmediği ortam” şeklinde tanımlanmıştır (ASHRAE, 2007).

Çizelge 2.5'de iç ortam hava kirleticileri ve kirleticilerin ortaya yayıldığı olası kaynakları verilmiştir. Tabloya göre, kirleticiler tek bir noktadan ziyade birden fazla kaynaktan ortama yayılmaktadır.

Çizelge 2.5. İç ortam hava kirleticileri kaynakları (ASHRAE, 2001)

Kirletici Tipleri	Olası Kaynakları
Karbondioksit	Yanlış kullanılan gaz ve yağ kazanları, su ısıtıcısı, ocak ve sobalar, tütün tüketimi, egzoz gazları, kalabalık canlı nüfusu ve yetersiz havalandırma, her türlü yanma olayı
Ozon	Fotokimyasal tepkimeler
Partikül Madde	Ocak, soba ve ısıtıcılar gibi yanma işlemleri, tütün
Uçucu Organik Bileşikler	Parfüm, saç spreyi, cila, solvent ihtiva eden malzemeler
Formaldehit	Mobilya, halı, yalıtım malzemeleri, boya ve yapıştırıcılar
Biyolojik Kirleticiler	Bitki ve hayvanlar, insanlar, yatak ve yastıklar,
Asbest	Botu ve kazanlarda ki yalıtım malzemeleri, spreyler,
Kurşun	Kurşun ihtiva eden boyalar, toz ve topraklar
Radon	Toprak, yer altı suları, bina malzemeleri

Şekil 2.4’de iç ortam hava kirleticilerin ev ortamındaki birinci dereceden kaynakları gösterilmiştir. Tüm odalarda kendi koşullarına göre farklı kirletici kaynakları yer almaktadır.



Şekil 2.4. İç ortam hava kirleticileri kaynakları (Standart Heating, 2014)

Yapı-inşa ürünleri, tütün mamulü maddeleri ve gaz yağı kullanımlarının kapalı ortam hava kalitesini düşürdüğü gözlenmiştir. Kapalı mekanlardaki hava kalitesi, dış ortamlara

göre sağlık yönünden insanları daha fazla olumsuz şekilde etkilemektedir. Bu durumun en önemli nedeni ise insanların kapalı ortamlarda daha fazla zaman geçirmeleridir (Cliff ve ark., 1996).

Edirne’de yapılan bir araştırmada yalıtımlı ve yalıtımsız binalardaki ısınmadan kaynaklı emisyonlar değerlendirilmiştir. Sonucunda; yalıtım ile birlikte ortalama %70’lik emisyon azalımı sağlanmış ayrıca yakıt tüketiminde tasarruf sağlanmışır. Sağlanan bu tasarruf neticesinde atmosfere salınan CO₂ ve SO₂ atık gazlarda büyük ölçüde azalma görülmüştür (Mihlayanlar ve ark. 2011).

Kapalı ortamlardaki hava kirliliğinin nedenleri; kimyasal, fiziksel ve biyolojik etkenlerin ve de mekan havasının yeterli miktarda temiz olmaması gibi birçok faktörün birleşimidir. Kapalı ortamdaki hava kirliliğinin sebeplerinden bazıları; öncelikle dış ortam hava kalitesi, hava değişim oranları, yapıda kullanılan materyaller, kullanılan mobilya ve insan faaliyetleri olarak sıralanabilir (Lee ve Chang, 2000).

Ülkemizde son zamanlarda dikkat çeken iç ortam hava kalitesi çalışmalarına, geç başlanmış olsa da çeşitli çalışmalar mevcuttur. Bunların birçoğundan bu bölümde kısaca bahsedilecektir. Kirleticilerin iç ortam havasına etkilerini belirlemek amacıyla çoğunlukla biyoaerosol seviyeleri ülkemizdeki kapalı ortam hava kalitesinde ölçümleri ve araştırması yapılan hava kirletici parametresidir. Uçucu organik bileşikler (UOB) ortamlardaki seviyeleri bakımından incelenen bir diğer kirleticidir. Bu tez çalışmasında kapsam olarak, biyoaerosoller ve UOB kirleticileri araştırılmadığı için bu konulara ait çalışmalara değinilmeyecektir, ancak ülkemizde farklı türde kirletici ölçümlerinin yapıldığının belirtilmesinde de fayda vardır.

Genellikle trafik açasından yoğun ortamlarda yapılan dış hava kalitesi ölçümleri araştırmacıların baz göstergelerinden olmuştur. Fakat yakın zamandaki çalışmalarda bu caddelere yakın olan kapalı ortamlarda yapılan ölçümlerde kirletici seviyelerinin oldukça yüksek olması ve insan sağlığına olumsuz etkilerinin daha fazla olduğunun tespiti neticesinde iç ortam hava kalitesi ölçümlerine verilen önemde artmıştır (Pandey ve ark., 1989).

Hava kirliliği günümüzde sağlığımızı tehdit eden en önemli sıkıntılarının başında gelmektedir. Bireylerde akciğer gelişmesi yeni doğanlarda ve çocukluk zamanlarında en hızlı halinde devam etmektedir. Bu yüzden fizyolojik olarak çocuklar hava kirliliğinden daha fazla etkilenmekte ve gelecekte sorunları daha fazla yaşamaktadır. Çocuklar kapalı ortamlarda (evler, okullar, kreşler v.b.) daha fazla vakit geçirdiklerinden binalarda iç ortam

sağlığı da en az dış ortam kadar önem arz etmektedir. Prematüre ve düşük doğumlar, astım, bebek ölümleri, kanser ve daha birçok rahatsızlıkla hava kirliliğinin ilişkisi bulunmaktadır (Çobanoğlu ve Kiper, 2006).

958 çocuktan oluşan bir popülasyon ile yapılan bir çalışmada, hava kirliliğinin büyüme dönemindeki çocuklara olan etkisi araştırılmıştır. Sonuç olarak çocukların büyüme oranlarının, doğum sonrası yaşamlarını sürdürdükleri yerdeki hava kirliliğiyle direk etkileşimi olduğu belirlenmiştir (Esin, 2004). Genç nüfusa sahip ülkelerin diğer ülkelere göre hava kalitesine daha fazla önem vermesinin gerektiği görülmektedir.

İstanbul'da yapılan bir çalışmada üniversite iç mekanlarındaki havadaki PM_{2.5} seviyeleri araştırılmıştır. Kafeterya, dekanlık ve sınıflarda yapılan ölçümlerin sonuçlarına göre; tüm ölçüm noktalarında Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) 25 µg/m³ olan sınır değerinin üstünde değerlere rastlanmıştır; ayrıca EPA'nın 35 µg/m³ olan sınır değerinin sadece kafeterya ve atölyede aşıldığı tespit edilmiştir (Onat ve Şahin, 2008).

Düzovalı (2007) tarafından Samsun'da yapılan bir çalışmada bazı okul ve kahvehanelerde CO₂, CO, PM, sıcaklık ve nem parametrelerinin iç ortam ölçümleri kış ve bahar mevsimlerinde gerçekleştirilmiştir. Seçilen ölçüm noktaları trafik ve yerleşim yerlerine yakınlıklarına göre özel olarak seçilmiştir. En fazla CO₂ değeri 3.184 ppm ile Ocak ayında, en yüksek PM₁₀ değeri 196 µg/m³ ile Ocak ayında, en yüksek sıcaklık 26.9 °C ile Mayıs ayında en yüksek nem değeri de % 74.2 ile Mayıs ayında derslikte ve en yüksek CO değeri 9 ppm ile bir lokalde gözlenmiştir. Genel olarak CO₂ ortalama değerlerin kabul görülmüş standartların üzerlerinde olduğu da vurgulanmıştır (Düzovalı, 2007).

Bilecik'te yapılan bir çalışmada, hava kirliliğini temsilen seçilen PM ve SO₂ kirlleticilerinin meteorolojik parametreler ile aralarındaki ilişki araştırılmıştır. Basınç, nem, sıcaklık ve rüzgar hızı meteorolojik koşulları temsilen seçilmiştir. Ölçümler istatistiki yöntemlerle yorumlanmıştır. Kirleticilerle meteorolojik koşullar arasındaki ilişkinin orta ve zayıf seviyede olduğu anlaşılmıştır. 2008-2010 yılları arasında yapılan ölçümler sonucunda kirleticili konsantrasyonlarında düşüş gözlenmiştir (Menteşe ve Tağıl, 2012).

Ankara'da bir ilkokulda yapılan çalışmada, iç ve dış ortam hava kirliliği karşılaştırılması yapılmıştır. CO₂ ve PM değerleri ölçülmüş ve standartlara uygun olup olmadıkları araştırılmıştır. Ortalama CO₂ konsantrasyonu 1953.7±662.4 ppm, maksimum PM₁₀ ortalama değeri 344.7 µg/m³ olarak ölçülmüştür (Sevencan ve ark. 2011).

Zagreb’de yapılan bir araştırmada; 8 ve 10 yaş grubundaki çocukların 6 aylık süre içinde kapalı ortamdaki NO₂, NH₃, PM ve aile bireylerinden kaynaklanan sigara dumanına maruziyeti incelenmiştir. Sonuç olarak, hava kirliliği düşük olan ortamda yaşayan çocukların %22’si, yüksek hava kirliliği seviyelerinde yaşayan çocukların ise %25’inin solunum yolu hastalıklarından tedavi gördüğü tespit edilmiştir (Gomzi, 1999).

ABD’nin Baltimore kentinde yapılan bir araştırmada, 6-12 yaşları arasında doktor tarafından kesin teşhis konmuş ve son 3 ay içerisinde astım semptomlarının görüldüğü ya da tıbbi destek alan 100 çocuğun evlerinde alerjen madde konsantrasyonlarının yüksek olduğu gözlenmiştir (Breysse ve ark. 2005).

ABD’de okullarda yapılan bir çalışmada, kapalı ortam hava kirliliğinin sebep ve sonuçlarını en aza indirmek için belirli periyotlarda ve sürekli olarak dış ortam havasıyla iç ortamın havalandırmasının gerektiği vurgulanmış. Ayrıca ortam neminin kontrol altına alınması gerektiği ve son olarak da dış ortam havasının verimli bir şekilde filtrelenmesinin önemini belirtilmiştir (Charlene ve ark. 2000).

ABD’de yapılan bir çalışmada, öğrencilerin okullarına yaptıkları devamsızlık ile iç ve dış ortam CO₂ miktarının arasındaki ilişki araştırılmıştır. Okullarda ölçülen CO₂ miktarındaki 1.000 ppm’lik artış ile yılda ortalama olarak %10-20 oranında okul devamsızlıklarının artması arasında ilişki olduğu bulunmuştur (Shendell ve Prill, 2004).

Kanada’da yapılan bir çalışmada iç ortam hava kalitesi CO₂, CO, NO₂, SO₂, UOB, mikroorganizmalar ve PM konsantrasyonları açısından araştırılmıştır. Bu kirleticilerin solunum yolu tahrişine, zehirli etkilere ve alerjik semptomların görölmesine neden olduğu belirtilmiştir (Bernstein ve ark. 2008).

Okullarda yapılan başka bir çalışmada, kapalı ortam hava kalitesinin birden fazla nedenden kaynaklandığı ve bunların bina yapımından ve kullanılan sistemlerden oluştuğu belirtilmiştir. İç ortam hava kirleticilerinin nedenlerini bulmanın kolay olmadığı ve karmaşık analizlerin gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca bu kaynakların tespiti için profesyonel ekiplerin detaylı olarak inceleme yapmasının gerektiği de özellikle belirtilmiştir (Torres, 2000).

Londra’da yapılan bir çalışmada, yoğun trafiğin olduğu cadde üzerindeki bir binada iç ortam havasındaki CO seviyeleri araştırılmıştır. Binalarının yoldan uzaklařtıķça iç ortamdaki CO değerlerinin azaldığı, iklimik hava koşullarının (sıcaklık, nem v.b.) değiştiği ve I/D oranının arttığı tespit edilmiştir (Milner ve Simon, 2006).

Kore’de yapılan bir çalışmada kapalı mekanlardaki hava kalitesinin yapıların inşa yaşlarıyla olan ilişkisi araştırılmıştır. 55 farklı ortamda yapılan bu çalışmada CO, CO₂, PM₁₀, TUOB, toplam bakteri sayıları ve formaldehit kirleticileri mevsimlere göre ölçülmüştür. Hava kalitesinin; yapılar ve sınıf mobilyaları tarafından emilen kimyasallara ve olması gerekenden az yapılan havalandırmayla ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Yang ve ark. 2009).

Hong Kong’da ev, iş yeri, eğitim yerleri gibi birçok kapalı mekanda yapılan çalışmada CO₂, PM₁₀ ve UOB parametreleri araştırılmıştır. Klimalı okul, restoran, ve alışveriş ortamlarında CO₂ seviyelerinin, iş yeri ve evlere göre oldukça yüksek olarak tespit edilmiştir. Hanelerde, alışveriş mekanlarında, restoranlarda ölçülen PM değerleri dış ortama göre daha yüksek bulunmuştur (Guo ve ark. 2004).

Hong Kong’da yapılan bir çalışmada 14 mekanın iç ortam ve dış ortam hava kalitesi ölçülmüştür. Kütüphane, alışveriş merkezi, restoran, spor mekanları gibi yerlerde ölçüm yapılmıştır. SO₂, CO, CO₂, NO, NO₂, toplam hidrokarbon ve PM parametreleri ölçülmüştür. Yüksek infiltrasyona bağlı olarak CO, CO₂, Toplam Hidrokarbon ve PM₁₀ parametrelerinin I/D oranlarının yüksek olduğu ve ortamda mevcut olan kirleticilerin yüksek olduğu bulunmuştur. Yetersiz havalandırmanın CO₂ değerinin fazla çıkmasına neden olduğu da belirtilmiştir (Lee ve ark. 1999).

Hong Kong’daki 5 farklı okulda yapılan araştırmada iç ve dış ortam hava kalitesi incelenmiştir. CO, SO₂, NO, NO₂, PM₁₀, formaldehit, toplam bakteri sayısı, sıcaklık ve nem kirleticilerinin ölçümü yapılmıştır CO₂ değerleri de kapalı mekanlarda 1.000 ppm değerinin üstünde çıkmış ve havalandırmanın yetersiz olduğu gözlenmiştir. Klimayla soğutulan sınıflarda maksimum olarak 5.900 ppm CO₂ değeri ölçülmüştür. Diğer kirleticilerin sınır değerler içerisinde kaldığı ve PM₁₀ ile CO₂ değerlerinin düşürülmesi için havalandırmanın artırılması gerektiği belirtilmiştir (Lee ve Chang, 2000).

Hong Kong’da yapılan başka bir çalışmada PM_{2.5} ve PM₁₀ kirleticileri 34 hanede sonbahar ve kış aylarında ölçülmüştür. Kapalı ortamdaki PM düzeyleri, ülkenin batısındaki ve kent merkezi dışında kalan hanelere göre daha yüksek gözlenmiştir. Doğuda daha soğuk geçen bu mevsimlerde daha az pencere açımı sonucu yetersiz havalandırmanın neden olduğu ifade edilmiştir (Chao ve Wong, 2002).

2006 yılında Hong Kong’da, havalandırmanın klimalar vasıtasıyla yapıldığı bir çalışma ortamındaki kirleticiler (PM, CO₂, UOB vb.) ölçülmüş ve karakterize edici istatistiksel bir model oluşturulmuştur. Solunabilecek boyuttaki tozlar, CO₂ ve UOB’lerin 3

önemli etken olduğu tespitinde bulunmuştur (Wong ve ark. 2006).

Belçika'da yapılan bir çalışmada kapalı ortam hava kalitesi araştırılmıştır. 18 hane, 27 okulda PM (1 µm - 2.5 µm - 10 µm) konsantrasyonları, CO₂, NO₂, SO₂, ozon ve BTEX kirleticileri ölçülmüştür. Kapalı mekanlardaki tütün kullanımı, yer kaplama türleri gibi etkenlerin, tozların havada asılı kalmasına ve solunabilecek partiküllerin yüksek konsantrasyonlara ulaşmasına neden olduğu belirtilmiştir. (Stranger ve ark. 2007).

Meng ve ark. (2009), yaptıkları bir araştırmada kapalı mekanlardaki PM_{2.5} seviyesinin insan sağlığına etkisini araştırılmıştır. Tütün kullanılmayan 374 hanede 48 saatlik iç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet ölçümleri yapılmıştır. Yapılan değerlendirmede evin yapısı, yaşam süren insanlar hakkında genel bilgiler ve gelir düzeyleri de dikkate alınarak hesaplama yapılmıştır. Hanede vakit geçirilen süre gibi bir günlük tutulması da sağlanmıştır (Meng ve ark. 2009).

Çek Cumhuriyeti'nde yapılan bir çalışmada öğrencilerin hava kalitesinden nasıl faydalandığı araştırılmıştır. Havalandırmanın; pencere ve kapı açılarak yapıldığı bu okulda PM ölçülmüştür. Kapalı ortamdaki PM_{2.5} sonuçları Dünya Sağlık Örgütü'nün tavsiye ettiği 24 saatlik sınır değerlerinin %50 fazlası olarak gözlenmiştir (Branis ve ark. 2009).

2005 yılında Danimarka'da yapılan bir çalışmada, sınıflardaki sıcaklık ve sınıflara temiz hava verme oranının ile öğrencilerin performans artışı arasındaki ilişki araştırılmıştır. Yaz aylarında sıcaklığın artması ve daha fazla temiz hava teminiyle öğrencilerde belirgin bir şekilde dikkat ve performans artışı gözlenmiştir. Ayrıca sonuçların sadece Danimarka için değil Avrupa'daki diğer ülkeler ve Amerika için de geçerli olduğu vurgusunda bulunulmuştur (Wargoçki ve Wyon, 2005).

Temizlik ve kapalı ortam hava kalitesi açısından ısıtma, soğutma, havalandırma sistemlerinin temizliği ve etkileri hakkında bir çalışma yapılmıştır. Sistem temizliğinin önemli bir faktör olduğu, ayrıca sistemin kullanımından önce temizlik yapılması ve kullanımı sırasında da periyodik takip ve bakımlarının ortam hava kalitesine olumlu etkilerinin olduğunu gözlenmiştir (Gürdallar, 2003).

İş yerlerinin genelde kapalı ortamlar olması ve çoğu işyerinin kalabalık mekanlarda işlerinin yürütüldüğünü düşünülürse ortam hava kalitesinin etkisi de sağlığa ve verime negatif katkı yapabilir. Hava kalitesinin insana zarar vermeyecek sınırlar içerisinde kalması için öncelikle kirleticilerin kaynaklarının doğru ve eksiksiz tanımlanması gerekmektedir. Bunun yanında havalandırmanın da etkili ve düzenli olarak yapılması ortamı iyileştirmeye

yönelik doğru adımlar olacaktır. Kişilerin verim ve sağlığı mekan hava kalitesiyle doğru orantılıdır (Kaya, 2003).

2.1.3.1. Hasta bina sendromu (HBS)

“Hasta bina”, insan sağlığına zarar verebilecek şekilde inşa edilmiş ya da sonrasında kullanılan malzemelerle ortam havasına kirleticileri yayan, hastalığa neden olacak yapılardır. “Hasta Bina Sendromu (HBS)”, bireylerin yaşadıkları binayla etkileşimli semptomları teslim eder. Üst solunum yollarında görülebilen ve ani başlayabilen HBS, aynı binada ikamet eden insanların 5’te 1’inde görülebilmektedir. Göz problemleri (kızarıklık, kaşıntı, yanma), burunda tıkanıklık ya da akıntı, boğazlarda tahriş ve neticesinde şikayetler, baş ağrısı, cilt rahatsızlıkları bu sendromda görülebilen etkilerdendir (TS 12281, 1997).

2.1.3.2. Lejyoner hastalığı

Ortam havasında maruz kaldığımız patojenik mikroorganizmaların neden olduğu rahatsızlıklardan biridir. Solunum sistemine etkiyerek zatüre hastalığına benzer şikayetlere neden olmaktadır. Ölümle sonuçlanabilecek bir rahatsızlık olan Lejyoner hastalığının bazı semptomları ise; ateş, ter, kas ve baş ağrıları, ishal, istifra, balgamsız öksürük, nefes alıp vermede zorluk çekmedir (Düzovalı, 2007).

2.1.3.3. Astım

Astım, çok sayıda hücre ve hücre türevlerinin katıldığı genetik ve etraf etkilerinin rol oynadığı kronik havadan kaynaklı bir rahatsızlıktır. Genellikle geceleyin veya sabahları tekrar eden sesli soluk alıp verme, nefes darlığı, göğüs sıkışması ve atak halinde gelen öksürük belirtilerindedir. Ayrıca hava koşullarına ve kalitesine aşırı duyarlı bünye haline gelmektedir (Ginasthma, 2011; Baydar, 2012).

Alerjik etki gösteren maddelere duyarlılık kazanan hastalar ayrıca, tütün dumanı, tuzlu su, SO₂ ya da soğuk sulara aşırı hassasiyet göstermektedirler. Şu ana kadar yapılan bir çok araştırmada PM₁₀’un akut şikayetlere ve doktor başvurularında artışlara neden olduğu görülmüştür. PM₁₀ için ortalamalarda 10 µg/m³’lük artışın, astım vakalarında artışa neden olduğu; hastaneye yatma oranında %2’lik ve astım şikayetlerinde ise %3’lük artışa neden olduğu belirlenmiştir (Donaldson ve ark., 2000).

2.1.3.4. Kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH)

KOAH, zarar verici gaz ve tozlara özellikle de tütün dumanına karşı oluşan zararlı süreç sonunda gelişen, tam anlamıyla düzelmenin olmayacağı ilerlemeli bir rahatsızlıktır (Global Initiative for Chronic Obstructive Pulmonary Disease, 2010). KOAH, oldukça büyük kitleleri etkileyen halk sağlığı sorunudur. WHO'nun belirttiği üzere, dünyada 600 milyon KOAH hastası bulunmakta ve yılda yaklaşık 2.5 milyon kişi bu sebeple ölmektedir. Dünyadaki ölüm sebepleri arasında KOAH nedeniyle ölüm 4. sıradadır. Tütün kullanımının artmasına paralel olarak, KOAH'a yakalanmış insan sayısı da artarken; 2020'lerde ölüm nedeni olan 3. rahatsızlık olma yolunda ilerlemektedir (Mannino ve ark., 2002).

Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOAH) ülkemizde ve dünyada kişilere etkileyen ve giderek hasta insan sayısı artan hastalıklardan biridir. Solunum yolu rahatsızlıklarından olan ve yaşam kalitesini oldukça aşağıya çeken bu hastalık genellikle sigara tüketen kişilerde görülmektedir. Bu etkiyi tespit etmek için yapılan bir çalışmada, sigara tüketmeyen ve kapalı ortam hava kirliliği etkilerinin görülmediği 970 bireyin %15'in 2 ya da daha fazlasının KOAH olduğu, tütün kullanmayan fakat evlerinde en az 1 tane kirlilik belirtisi olan 213 bireyin %27'sinin 2 ya da daha fazlasının KOAH olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak tütün kullanımı ve kapalı ortam hava kirliliğinin KOAH hastalığıyla olan ilişkisi vurgulanmıştır (Akgün, 2013).

2.1.4. Hava kirliliğinin etkileri

Yetişkin bir kişi günde ortalama 15 m^3 ve hayatı boyunca (ortalama insan ömrünün 80 yaş olduğu düşünülürse) 450.000 m^3 hava solumaktadır. Bu nedenle hava kalitesi insan sağlığı açısından oldukça önem arz etmektedir (Yurtseven, 2008). Kirleticilerin atmosferde ve yaşam alanlarında belirli konsantrasyonların üzerine çıktıklarında bireylerde rahatsızlıklara ve çevresel sorunlara yol açmaktadır. Yıllık yaklaşık olarak 3 milyon kişi hava kirliliğine maruz kalmaları neticesinde hayatını kaybetmektedir. ABD'de yılda 60 bin kişinin PM kirliliğinden hayatını kaybetmektedir. Hava kirliliğinden ölümlerin yaşandığı ülkelerin çoğunlukla az gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkeler olduğu görülmektedir. Kaliforniya'da yapılan bir araştırmada, PM_{10} konsantrasyonları günlük $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün üzerine çıktığında bireylerde erken ölümler başlamakta ve ortalama yaşam süresi 14 yıl gerilemektedir. Gelişim çağındaki çocuklarda akciğer performans düşüklüğü görülmektedir (Öztürk, 2008).

Hava kirliliğine maruziyet sonucu birçok hastalık ortaya çıkmaktadır. Bunlardan bazılarını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz (Yurtseven, 2008).

- Başta akciğer olmak üzere kanser vakaları,
- Kronik astım,
- Göğüs sıkışması,
- Öksürük ve balgamda artış,
- Üst solunum yolu hastalıkları,
- Göz, burun ve boğazda rahatsızlıklar,
- Soluk alma kapasitesinde azalma,
- Ölümelerde artış.

Hava kirliliğinin insan sağlığı üzerine etkilerini araştıran çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bunların sonuçlarını genelleyecek olursak; akciğer kanseri olayında artış, göğüs sıkışması, kronik astım vakaları, öksürükte ve balgam çıkarmasında artış, solunum sistemi akut vakalarında artış, göz, burun ve boğaz tahribatları, soluk alıp verme gücünde düşüş ve son olarak erken ölümlerde rol oynaması olarak sıralayabiliriz (Goldberg ve ark., 2006; Iwai ve ark., 2005; Peters, 2005).

İlkkılıç ve Behçet (2006), yaptıkları bir çalışmada insan sağlığı ve hava kalitesinin ilişkisini araştırmışlardır. Hava kirliliği sonucu çıkan olumsuzluklardan bazılarının; akciğer kanseri, bronşit, romatizma ve birçok kalp rahatsızlıklarının yanı sıra, gözlerde olumsuzluklar, nefes sıkışıklığı, iştah kapalılığına benzer birçok sıkıntı olduğunu belirtmişlerdir. Kirleticilerin solunması sonucu vücutta birikimi ve iştahsızlık durumuna bağlı vücut direnci düşüklüğüne sebep verdiği vurgulanmıştır. Terleme sonucunda deri tabakasının nemlenmesiyle havadaki partiküllerin gözeneklere dolmasıyla halsizliklere sebebiyet verdiği belirtilmiştir. Son olarak, kanda biriken ve kan zehirlenmesine neden olan kirleticilerin solunum yoluyla kana karıştığı ve önlemlerin alınması gerektiği vurgulanmıştır (İlkkılıç ve Behçet, 2006).

Bayram ve ark. (2006) yaptığı bir araştırmada, PM bileşiminin aerosol, sis, yanma atıkları, tozlar, deniz tuzu ve polen gibi birçok maddeden oluştuğu belirtmiştir. Aerosol şeklindeki PM'in 10 mikrometreden büyüklerinin burunda tutulduğu; 10 mikrometreden küçüklerin bronşlarda biriktiğini; ayrıca 1-2 mikronlukların alveollerde biriktiğini belirtmiştir. Suda çözünür olmayanlardan O₃ ve NO₂, solunum sisteminin uçlarına kadar

gidebilmektedir; CO ise oksijenin hemoglobine bağlanmasını engellemektedir (Bayram ve ark., 2006).

İstanbul'un 5 farklı yerinde yapılan çalışmada solunabilir PM incelenmiştir. Bu 5 nokta, farklı çevresel etkilerin altında kalmasına göre seçilmiştir. En yüksek PM seviyesi Göztepe, en düşük PM seviyesi ise Kilyos semtinde gözlenmiştir. Özellikle Beşiktaş, Avcılar ve Göztepe ölçüm noktalarında ince partiküllerin kışın yaza göre 2-3 kat arttığı tespit edilmiş; kaba partiküllerin ise fraksiyonunda %50 oranda düşüş olduğu gözlenmiştir. Hiçbir ölçüm noktasında ülke sınır değerlerimizin üzerinde seviyelerinde rastlanmamıştır. Buna karşın Beşiktaş ve Göztepe'de PM₁₀ ve PM_{2.5} açısından WHO'nun tavsiye ettiği değerlerin üzerinde gözlenmiştir. Ayrıca ölçülen PM₁ konsantrasyonunun, PM_{2.5} konsantrasyonunun yaklaşık %35'i olduğu saptanmıştır (Scherbakova, 2010).

Ankara'da yapılan bir çalışmada PM₁₀ ve SO₂ kirleticilerinin seviyeleri ile astım şikayetleri arasındaki ilişki araştırılmıştır. Hastanelerin acil servislerine astım şikayeti ile başvuranların bilgileri kullanılarak, bu sağlık verileri PM₁₀ ve SO₂ konsantrasyonları ile meteorolojik parametreler arasında karşılaştırılma yapılmıştır. Kış aylarında artan kirlilik ile birlikte hastaneye başvurularda artış olduğu gözlenmiştir. Eylül aylarında alerjik rahatsızlıkların ve okulların açılmasıyla da astım şikayetlerinin arttığı görülmüştür. Sonuçta Ankara'da hava kirliliğinin sağlığa etkilerinin olduğu belirlenmiştir (Bektaş ve Bircan, 2003).

1997-2001 yılları arasında KOAH rahatsızlıkları ile benzer zamanlardaki dış mekan hava kalitesi ölçümleri ve meteorolojik parametreler karşılaştırılarak 1586 hastanın dahil edildiği bir çalışma yapılmıştır. KOAH ve sıcaklık arasında negatif yönde, SO₂ ve PM₁₀ kirleticileriyle pozitif yönde ilişki bulunmuştur fakat diğer parametrelerle anlamlı bir ilişki gözlenmemiştir (Hapcioğlu ve ark. 2006).

Düzce'de yapılan bir çalışmada, 2007-2011 yılları arasında SO₂ ve PM konsantrasyonlarının meteorolojik şartlarla (basınç, sıcaklık, rüzgar parametreleri ve nem) ilişkisi araştırılmıştır ve kirlilik haritası oluşturulmuştur. PM₁₀ ortalama konsantrasyonu 90.5 µg/m³ (11 µg/m³- 612 µg/m³) olarak belirlenmiştir. Kış aylarındaki ölçümler beklendiği gibi yaz aylarında ölçülenlerden yüksek olarak gözlenmiştir (Mayda ve Yılmaz, 2013).

Menteşe (2011) Zonguldak'ta yaptığı bir çalışmada PM₁₀ ve SO₂ kirleticileriyle solunum yolu hastalıklar arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Üst solunum yolu rahatsızlıkları

haricinde astım, bronşit, KOAH'nin ve diğer solunum yolu rahatsızlıkları ile kirletici derişimlerinin kişiler üstünde kesin etkisi olduğu vurgulanmıştır (Menteş, 2011).

Zonguldak'ta 2006-2009 yılları arasında yapılan bir çalışmada, hava kirliliğinin kişilerin solunum yolu rahatsızlıkları nedeniyle hastaneye başvuruları arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bronşit, KOAH, astım, Üst Solunum Yolu Enfeksiyonu (ÜSYE) takip altına alınan rahatsızlıklarından olmuştur. Kirleticilerden ise SO₂ ve PM seviyeleri karşılaştırma verileri olarak kullanılmıştır. ÜSYE rahatsızlığı dışındaki hastalıklarda kirletici konsantrasyonları ile aralarında pozitif ilişki olduğu bulunmuştur (Tağıl ve Menteş, 2012).

PM₁₀'un yoğun trafiğe yakın yerlerdeki çocuk parklarında vakit geçiren çocuklarda yapılan bir çalışmada, solunum sistemlerindeki alveollerde birikimi tespit edilmiştir (Rundell ve ark. 2006).

Partikül Madde seviyesi ile çocukların solunum yolu hastalıkları arasındaki ilişki Zonguldak'ta bir çalışmada araştırıldığında, yüksek PM₁₀ konsantrasyonlarının çocuklarda solunum yolu hastalıklarını meydana getirdiğini belirtmiştir (Tecer ve ark. 2008).

Zonguldak'ta yapılan bir diğer çalışmada, 15 yaş ve altı bireylerde hava kirliliği ve solunum yolu rahatsızlıkları arasındaki ilişki araştırılmıştır. PM₁₀, PM_{2.5} ve PM_{10-2.5} parametreleriyle solunum yolu rahatsızlıkları ile hastaneye başvuran kişiler arasında ilişki gözlenmiştir. Astım ile PM'nin ince ve kaba türleri arasında ilişki bulunmuş ve hava kirliliği ile en ilişkili rahatsızlığın astım olduğu belirtilmiştir (Tecer ve ark. 2009).

Tomac ve ark. (2005), Zonguldak'ta yaptıkları çalışmada, 6-16 yaşlarındaki bireylerin astım ve alerjenler ile SO₂ ve PM seviyelerinin ilişkisini araştırmak için 1500 kişi ile anket ve dış ortamda hava kalitesi ölçümleri yapmıştır. Anket yapılan kişilerin %11'inde hırıltı tespit edilmiş ve SO₂ ve PM ile astım arasında yüksek ilişki vurgulanmıştır (Tomac ve ark. 2005).

Partikül maddeyle etkileşim sonucu solunum ve kardiyovasküler hastalıklardaki artış, hastaneye yatış oranı, acil servise başvuru, akut solunum yolları enfeksiyonu ve prematüre doğum gibi çeşitli sağlık sorunları ile akciğer kanseri arasında ilişki olduğu çeşitli çalışmalar neticesinde bulunmuştur (Pope ve Dockery, 2006; Maier ve ark., 2008; Brunekreef ve Holgate, 2002; Dominici ve ark., 2007).

Tayvan'da yapılan bir çalışmada hava kirliliğinin olduğu bölgeler 22 bölgeye ayrılarak, PM₁₀, SO₂, NO₂, CO ve O₃ kirleticilerine göre bu bölgeler kategorize edilmiştir.

Yaptıkları analizlere göre solunum yolları rahatsızlıklarına %99 güven seviyesinde NO₂ ve CO kirleticilerinin direk etkisinin olduğu gösterilmiştir (Lee ve ark. 2007).

Şili'nin Santiago kentinde yapılan bir araştırmada 2 yaş altı ve 3-15 yaş aralığındaki çocukların alt ve üst solunum yolu şikayetleri incelenmiş ve hava kirliliğiyle olan ilişkisi PM₁₀, O₃ ve meteorolojik parametrelere dayanılarak çoklu regresyon yöntemiyle araştırılmıştır. PM₁₀ ile alt ve üst solunum yolu rahatsızlıkları arasında istatistiki açıdan anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca Ozon ile hem alt, hem de üst solunum yolu rahatsızlıklarının arasında ilişki saptanmıştır (Ostro ve ark. 1999).

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez çalışması Çanakkale'nin 3 ilçesinde yürütülmüştür. Ölçüm noktalarının seçiminde kara ve deniz trafiğine olan mesafeler, sanayi tesislerine olan mesafeler, kentsel veya kırsal mekan olup/olmama durumları gibi faktörler göz önünde bulundurulmuştur. Şekil 3.1'de ölçüm noktalarının harita üzerindeki konumları gösterilmektedir. Ölçüm noktaları ve özellikleri aşağıda kısaca verilmektedir;

- Merkez ilçe: Kentsel bölge, Çanakkale Boğaz'ına olan kıyısı olması nedeniyle yoğun deniz taşımacılığı, ayrıca şehir merkezi, yoğun kara taşımacılığı.
- Lapseki: Kırsal bölge, Çanakkale Boğaz'ına kıyısı olmasından dolayı yoğun deniz taşımacılığı.
- Çan: Kırsal bölge, denize kıyısından uzakta, karasal bölge, ayrıca kömür çıkarma ve işleme tesisleri, termik santral ve seramik fabrikası bulunmaktadır.



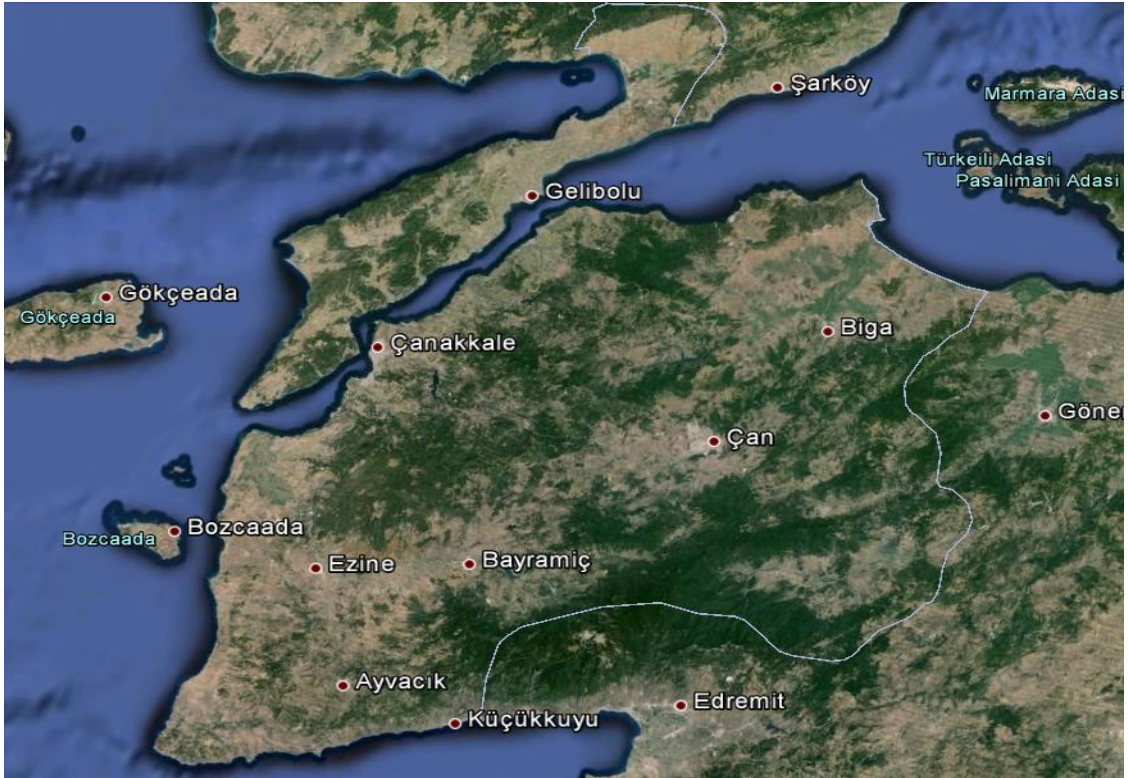
Şekil 3.1. Ölçüm noktaları (Çanakkale-Merkez, Lapseki, Çan)

3.1. Ölçüm Noktaları

3.1.1. Çanakkale

Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan Çanakkale, Gelibolu yarımadası ve Biga yarımadası üzerinde yer almaktadır. İstanbul gibi hem Asya hem de Avrupa kıtalarında toprakları bulunmaktadır. 40°07.8' enlem, 26° 25.2' boylamları arasındadır. Deniz seviyesinden yüksekliği 2 metredir. İklim olarak, Akdeniz ve Karadeniz iklimlerinin etkisinde kalmıştır. Temmuz ve Ağustos aylarında deniz suyu sıcaklığı en fazla olan dönemdir. Yaz sezonunda maksimum 35 °C sıcaklık gözlemektedir. Sonbahar aylarında yağış miktarı artmaktadır. İlkbaharda ise yağışlar azalmaktadır. Kış döneminde sert ve kuvvetli rüzgarlar hakim olmaktadır. Yaz ve sonbahar aylarında ise Akdeniz iklimi hakimdir (Çanakkale Belediyesi, 2014).

Çanakkale Merkez ilçesinin nüfusu 149.881, Çan ilçesinin nüfusu 50.126 ve Lapseki ilçesinin ise 25.661. Araştırma bölgesine ait nüfus bilgileri Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) adrese dayalı nüfus kayıt sistemi (ADNKS) veri tabanının 2013 yılı verilerine göre alınmıştır. Şekil 3.2'de Çanakkale ilinin sınırları ve ilçelerinin bulunduğu harita gösterilmektedir. Haritada görüldüğü gibi Çanakkale ili hem uzun kıyı şeridinde, hem de karasal sınır şeridinde sahiptir.



Şekil 3.2. Çanakkale ili haritası

Çanakkale için hava kirliliği konusu ilk kez 1995 yılında gündeme gelmiştir ve o dönemlerde sorun olarak kabul görmüştür (Uysal, 1996). 1991 yılından beri hava kalitesini izlemek amacıyla kurulmuş olan istasyonlarda PM₁₀ ve SO₂ kirleticileri Çanakkale’de Çevre Şehircilik Bakanlığı bünyesinde Merkez ilçede ölçülmektedir. Kış mevsiminde PM₁₀ ve SO₂ kirleticileri değerlerinin diğer aylara göre arttığı gözlenmiştir. Isınma amaçlı kullanılan yakıtların atmosfere bıraktığı atıklar neticesinde sis ve rahatsız edici hava şartları Çanakkale’de hava kalitesini olumsuz etkileyebilmektedir. Kuzeyden gelen rüzgarlar, kirleticilerin taşınmasında büyük etkindir. Yılın yarısından çoğunda rüzgarlı olan Çanakkale bu durumun sürekli etkisinde kalmaktadır. Önemli sayıda sanayisi bulunmayan merkez ilçesinde sanayi kaynaklı emisyonlardan şu anda bahsetmek mümkün değildir. Fakat Akdeniz ve Karadeniz arasında geçiş boğazı olan Çanakkale Boğazında gemi trafiği oldukça fazladır. Şehir içi ulaşım atık gaz ve maddelerine boğaz trafiğinde yüksek oranda katkıda bulunmaktadır. 2007 yılında ilk doğalgaz hizmeti verilmeye başlanmasıyla SO₂ oranında önce düşüş, sonra artış görülmesine karşın; partikül madde konsantrasyonları 2010 yılına kadar artış gösterdikten sonra günümüze kadar düşüş göstermiştir. 2004 yılından itibaren artan araç kullanımıyla birlikte PM₁₀ konsantrasyonlarında da gözle görülür artış olduğu belirtilmiştir (Menteşe ve Yarımtepe, 2012).

3.1.2. Lapseki

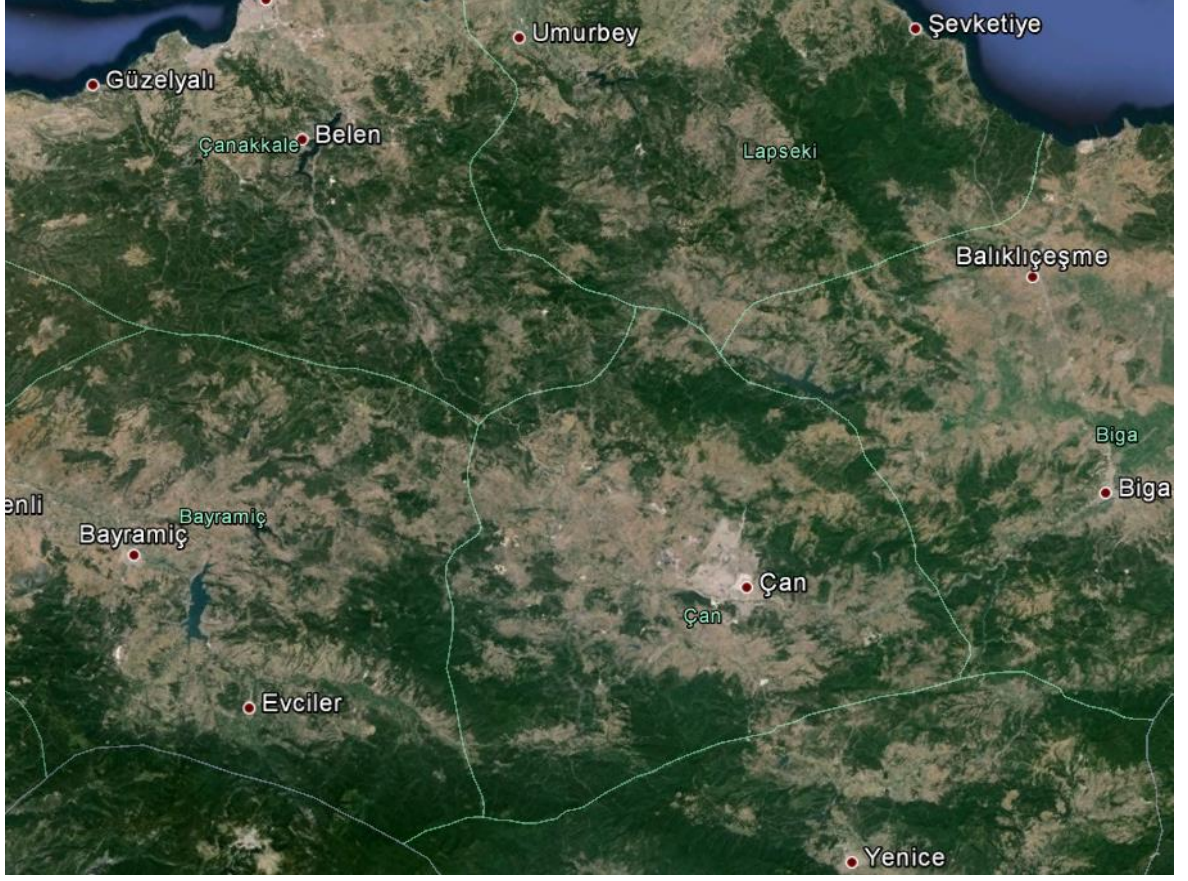
Güney Marmara’da Çanakkale’nin doğusunda bulunan Lapseki İlçesi, Biga, Çan ve Çanakkale Boğaz’ıyla çevrilmiştir (bkz Şekil 3.3). Boğazın diğer yakasında ise Gelibolu ilçesi bulunmaktadır. 955 km² yüzey alanına sahiptir. Genelde dağlık ve engebeli bir coğrafyaya sahiptir. İklimi Marmara Bölgesi iklimiyle aynıdır: yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlıdır. 2011 yılı ADNKS’ye göre ilçenin nüfusu 26.365’tir. Bu nüfusun % 63.6’sı belediye sınırları içinde ve % 36.4’ü köylerde oturmaktadır. İlçe nüfusunun Çanakkale ili nüfusundaki payı % 5’tir (Lapseki Belediyesi, 2014).



Şekil 3.3. Lapseki ilçesi haritası

3.1.3. Çan

887 kilometrekarelik alana sahip olan Çan ilçesinin coğrafyası oldukça engebelidir. Etrafı çeşitli dağlar ve yükseltilerle çevrelenmiştir. İlçe tabanı volkanik ve sedimanter oluşumdadır. Yer altı zenginlikleri oldukça fazla olan Çan'da, linyit kömürü yatakları ilçenin her yerine dağılmıştır. İlçede ayrıca kuvars, kaolen, kil feldispat gibi madenler çıkarılmaktadır. Çıkarılan madenler ilçedeki Seramik fabrikasında işlenmektedir. İlçe nüfusu 50.000 civarında olan Çan'ın %40 nüfusu kırsalda yaşamaktadır (Çan Belediyesi, 2014). Türkiye Kömür İşletmeleri ve akışkan yataklı Termik santral bölgede faaliyet göstermektedir.



Şekil 3.4. Çan İlçesi

3.2. Ölçüm Yöntemleri

Bu tez çalışmasında CO₂, CO, ozon, sıcaklık, nem ve PM parametreleri anlık ölçüm yapılan cihazlarla ölçülmüştür. Ölçümler hem iç ortamda, hem de dış ortamda günün belirlenmiş zamanlarında anlık ölçüm yapan cihazlar ile yapılmıştır. Çalışma süresince konutlarda tüm cihazlar stabil olduktan sonra ölçümler yapılmıştır. Meteorolojik parametreler hem anlık ölçüm yapan cihazlar ile, hem de Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (ÇOMÜ) Terzioğlu Kampüsü'ne kurulmuş meteorolojik koşulları ölçen cihazdan temin edilmiştir.

CO₂, CO, O₃, sıcaklık ve nem parametreleri Graywolf marka anlık ölçüm yapan cihaz ile değerler saptanmıştır. Ölçümlere cihazın tam olarak hazır olduktan sonra yerden ortalama 1 metre yükseklikteyken başlatılmıştır. Her bir ölçüm noktasına ait ölçüm tarihi, lokasyonu kaydedilmiştir. Ölçüm sonuçları, cihaz içerisindeki data logger ile günlük olarak klasörlenmiş halde digital ortama aktarımları sağlanmıştır. Ayrıca çalışma süresince cihazların kalibrasyonları belirli periyotlarla yapılmıştır. Aşağıda cihaza ait bazı özellikler ve Şekil 3.5'de görseli yer almaktadır;



Şekil 3.5. İç ortam hava kalitesi ölçüm cihazı – 1

- CO₂: Aralık: 0 ila 10.000 ppm, Hassasiyet:% 3 rdg ± 50 ppm
- CO: 0-500 ppm, Doğruluk: 2 ppm ± <50ppm, ±% 3 rdg> 50ppm
- Bağıl Nem Aralığı: 0 ile 100% RH, Doğruluk: ±% 2 RH <% 80 RH (±% 3 RH)>% 80 RH)
- Sıcaklık: Menzil: -25 ° ila +70 ° C Doğruluk -10 °: 0.3 ° C ±

Cihazların güvenilirliğini test etmek ve uzun süren ölçüm zamanlarında aksaklıklara karşı önlem almak amacıyla CO₂, sıcaklık ve nem değerlerini ölçmek amacıyla Testo 435 cihazı yardımı ile de eş zamanlı olarak anlık ölçümler yapılmıştır. Şekil 3.6'da Testo 435 cihazına ait bazı teknik veriler yer almaktadır.



Şekil 3.6. İç ortam hava kalitesi ölçüm cihazı – 2

- CO₂: Ölçüm aralığı 0+10.000 ppm CO₂, Çözünürlük 1 ppm CO₂
- Nem: Ölçüm aralığı 0 +100 %RH, Çözünürlük: 0.1 %RH,
- Sıcaklık: Ölçüm aralığı -200 +1.370 °C Doğruluk : ±0.3 °C (-60 +60 °C) ±(0.2 °C +0.5%) (kalan aralık) Çözünürlük: 0.1 °C
- Mutlak Basınç: Ölçüm aralığı: 0 +2.000 hPa, Çözünürlük: 0.1 hPa

PM konsantrasyonlarının ölçümü farklı çap aralarındaki ölçüm yapabilen, 6 kanallı ve lazer-diyod teknolojisini kullanan, anlık ölçüm yapan bir cihazla yapılmıştır (bkz. Şekil 3.7.). Ölçüm yapılan çap aralıkları; 0.3 µm, 0.5 µm, 1.0 µm, 3.0 µm, 5.0 µm ve 10 µm şeklindedir. Kapalı ortam havasında genellikle 1.0 µm ve altındaki partikül çaplı maddelerin daha çok bulunması nedeniyle bu cihaz seçilmiştir. Graywolf marka Handheld 3016 model 6 kanallı partikül cihazı kullanılmıştır. Ölçümler yerden ortalama 1 metre yükseklikteyken 1 dakikalık periyotlarda 10 tekrar halinde ölçümler kaydedilmiştir.



Şekil 3.7. PM ölçüm cihazı

İç ve dış ortamda sıcaklık ve nem gibi parametrelerin ölçümünü yukarıda anlatılan cihazlarla ölçülmüştür. Ayrıca ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsü'ne kurulmuş halde bulunan ve meteorolojik parametreleri ölçen bir portatif meteoroloji istasyonu yardımıyla da her yarım saatte bir kayıt alan ve birçok parametreyi kaydedecek şekilde programlanmış bir cihaz kullanılmıştır. Sıcaklık, nem, rüzgar hızı, rüzgar yönü, yağış miktarı, potansiyel güneş enerjisi gücü miktarı gibi parametreler kayıt altına alınmıştır.



Şekil 3.8. Portatif meteoroloji ölçüm istasyonu

Uçucu Organik Bileşikler ve biyoaerosoller aynı TÜBİTAK projesi kapsamında ölçümü yapılan diğer hava kirletici parametreleridir. Ancak, bu çalışmalara ait sonuçlar, tez kapsamına dahil edilmediği için projenin final raporunda yer alacaktır.

Ölçüm sonuçları arasında karşılaştırma yapabilmek ve aralarındaki ilişkiyi görebilmek için Spearman Korelasyon metodu kullanılmıştır. Spearman korelasyon katsayıları -1 ile +1 arasında değişmekte ve parametreler arasındaki ilişkiyi vermektedir. Anlamlılık derecesi (p) ise, iki parametre arasında karşılaştırma yapılacak anlamlılık olup olmamasının göstergesidir. p değeri, 0.05'den küçükse istatistiksel açıdan anlamlı olduğunu göstermektedir.

BÖLÜM 4
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Ölçüm Noktalarına Ait Bilgiler

Ölçüm yapılan noktalarda yaşayan katılımcılar ve ölçüm yapılan ortama ait çevresel özellikler Çizelge 4.1’de verilmiştir. Buna göre, özet olarak çalışmaya katılan bireylerin çoğu 40 yaş ve üzerinde, çoğunlukla kadın, genellikle emekli ya da ev hanımı, ve sigara kullananların oranı kullanmayanlara göre daha azdır.

Çizelge 4.1. Ölçüm yapılan ortamda yaşayan katılımcılara ait bilgiler

Parametre	Merkez (N: 45)		Lapseki (N: 35)		Çan (N: 42)		Toplam (N: 122)	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Yaş								
<25	2	4.5	0	0	1	2.4	3	2.5
25-40	13	28.8	5	14.3	4	9.5	22	18.0
>40	30	66.7	30	85.7	37	88.1	97	79.5
Cinsiyet								
Kadın	29	64.4	24	68.6	26	61.9	79	64.7
Erkek	16	35.6	11	31.4	16	38.1	43	35.3
Çalışma Durumu								
Çalışıyor	15	33.3	10	28.6	9	21.4	34	27.9
Çalışmıyor	2	4.4	0	0	2	4.8	4	3.3
Emekli	17	37.8	8	22.9	15	35.7	40	32.7
Ev Hanımı	11	24.4	17	48.6	16	38.1	44	36.1
Eğitim Seviyesi								
Okur-Yazar Değil	2	4.4	4	11.4	3	7.1	9	7.4
İlkokul veya Ortaokul	15	33.4	24	68.6	36	85.7	75	61.5
Lise	11	24.4	4	11.4	1	2.4	16	13.1
Üniversite	17	37.8	3	8.6	2	4.8	22	18.0
Günlük Ortamda Geçen Süre (sa)								
<10	1	2.2	3	8.7	1	2.4	5	4.1
10-16	22	48.9	10	28.5	16	38.1	48	39.3
>16	22	48.9	22	62.8	25	59.5	69	56.6
Ortamda Sigara İçen Kişi Sayısı								
0	26	57.8	23	65.7	25	59.5	74	60.7
1	13	28.9	8	22.9	13	31.0	34	27.8
2	5	11.1	3	8.6	3	7.1	11	9.1
3	1	2.2	1	2.9	1	2.4	3	2.4

Çizelge 4.2’de ölçüm yapılan noktalara ait çevresel bilgiler verilmektedir. Özetle ortamlarda 2 ve üzeri kişi yaşamakta; Merkez’de doğalgaz, Lapseki ve Çan’da odun ağırlıklı ısınma kaynağı; mutfakta Merkez için doğalgaz, Lapseki ve Çan için tüpgaz ağırlıklı olarak kullanılmaktadır.

Çizelge 4.2. Ölçüm yapılan ortama ait çevresel bilgi

Parametre	Merkez (N: 45)		Lapseki (N: 35)		Çan (N: 42)		Toplam (N: 122)	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Ortamda Yaşayan Kişi Sayısı								
1	5	11.1	1	2.9	2	4.8	8	6.6
2	14	31.1	15	42.9	20	47.6	49	40.2
3	18	40.1	7	20.0	12	28.6	37	30.3
>4	8	17.7	12	34.2	8	19.0	28	22.9
Isınma Kaynağı								
Doğalgaz	33	74.3	0	0	10	23.8	43	35.2
Kömür	7	14.6	8	22.9	8	19.0	23	18.9
Odun	2	4.4	19	54.3	17	40.5	38	31.1
Odun+Kömür	3	6.7	6	17.1	6	14.3	15	12.3
Klima	0	0	2	5.7	1	2.4	3	2.5
Mutfak Yakıtı								
Tüp	14	31.1	35	100	30	71.4	79	64.7
Elektrik	1	2.2	0	0	0	0	1	0.8
Doğalgaz	30	66.7	0	0	10	23.8	40	32.7
Odun+Kömür	0	0	0	0	2	4.8	2	1.6
Trafik Yoğunluğuna Olan Mesafe								
Az	37	87.2	30	85.7	38	90.5	105	86.1
Orta	8	17.8	5	14.3	4	9.5	17	13.9
Havalandırma Miktarı (sa)								
0-1	23	51	17	49	27	64	67	54.9
2-3	8	18	10	29	7	17	25	20.5
>3	14	31	8	22	8	19	30	24.6

4.2. Hava Kalitesi ve Meteorolojik Parametrelerin Ölçüm Noktalarındaki Değişimi

4.2.1. İç ortam hava kalitesinin mekansal değerlendirilmesi

Toplam PM, CO₂, sıcaklık ve nem ölçümlerinin ölçüm noktaları arasındaki değişimleri araştırılmıştır. Ölçümler çeşitli sebeplerden dolayı bazı aylarda bazı ölçüm

noktalarında yapılamadığından, o ölçüme ait veriler boş olarak gösterilmiştir. Aşağıda aylara ve mekanlara göre iç ortam hava kalitesi parametreleri ve iç ortam hava kalitesi parametrelerinin en yüksek çıktığı ölçüm noktaları özellikleri yer almaktadır. Bu tez kapsamında çıkan sonuçların, diğer çalışmalarla karşılaştırılması tartışma bölümünde vurgulanacaktır.

4.2.1.1. Merkez

Şekil 4.1’de Ağustos ayında Merkez’de yapılan PM ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; PM ölçümleri 96.656-1.009.116 sayı/L arasında değişmektedir, ortalamaları ise 218.475 sayı/L’dir. En yüksek ölçülen PM değeri, M48 no’lu ölçüm noktasında görülmüştür. Bu ölçüm noktası halı kullanılan, ısınma ve pişirme için doğalgaz kullanılan ve sigara içen olmayan bir noktadır.

Şekil 4.2’de Eylül ayında Merkez’de yapılan PM ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; PM ölçümleri 12.473-299.289 sayı/L arasında değişmektedir ve ortalamaları 67.028 sayı/L olarak gözlenmiştir. Ölçülen en yüksek PM değeri, M40 no’lu ölçüm noktasında görülmüştür. Bu ortam yoğun halı bulunan, doğalgaz ile ısınma ve pişirme işlemlerinin yapıldığı ve günde ortalama 3 adet sigara içilen bir ölçüm noktasıdır. Yüksek PM seviyesi yoğun halı ve sigara kullanılmasına bağlı olabileceği düşünülmektedir. Bulut, 2007’de iç ortam hava kalitesini araştırdığı bir çalışmada, iç ortamda sigara tüketimi ve insan aktivitelerinin PM seviyelerinin yüksek çıkmasında etkili olduğunu tespit etmiştir. Bu tezle benzer sonuçlar görülmüştür (Bulut, 2007).

Şekil 4.3’de Ekim ayında Merkez’de yapılan PM ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; PM ölçümleri 44.653-832.613 sayı/L arasında değişmektedir ve ortalaması 142.795 sayı/L’dir. Ölçülen en yüksek PM değeri, M32 noktasında ölçülmüştür. M32 no’lu ölçüm noktası; yoğun halı kullanılan, doğalgaz ile ısınan, günde 20 saat ortamda bireylerin vakit geçirdiği ve günlük ortalama 20 adet sigara tüketilen bir mekandır. 2009’da yapılan değişik ortamlarda hava kalitesinin araştırıldığı bir çalışmada da, iç ortamda kullanılan halı ve mobilyaların ortam PM seviyelerine etkili olduğunu tespit etmiştir (Bulut ve Kuş, 2009).

Şekil 4.4’de Kasım ayında Merkez’de yapılan PM ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; PM ölçümleri 29.020 sayı/L ile 997.494 sayı/L arasında değişmektedir, ortalaması ise 203.216 sayı/L’dir. Ölçülen en yüksek PM değeri M56 ölçüm noktasında görülmüştür. M56 no’lu ölçüm yoğun miktarda halı kullanılan,

doğalgaz ile ısınan, günlük 13 saatlik ortamda vakit geçirilen, yaklaşık 10 adet sigara tüketilen bir mekandır. En yüksek PM seviyelerine sahip olabilme nedeni halı varlığına ve insan aktivitelerinin fazlalığına bağlanabilir.

Şekil 4.5'deki Aralık ayında Merkez'de yapılan PM ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; PM ölçümleri 16.886 sayı/L ile 899.673 sayı/L arasında değişmiş ve ortalamasının 161.676 sayı/L olduğu görülmüştür. Ölçülen en yüksek PM değeri, Ekim ayında olduğu gibi M32 no'lu ölçüm noktasındır. Yukarıda bahsedildiği gibi yüksek oranda halı kullanımı ve insan aktivitelerinin fazlalığı en yüksek PM seviyesine neden olabilir.

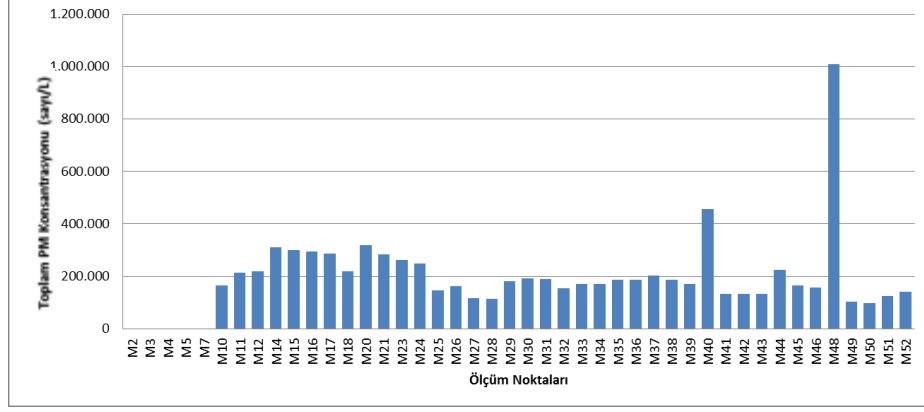
Şekil 4.6'daki Ocak ayında Merkez'de yapılan PM ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; PM ölçümleri 56.395-828.558 sayı/L arasında değişmektedir ve ortalaması 319.450 sayı/L'dir. Ölçülen en yüksek PM değeri, yine M32 no'lu evde ölçülmüştür. Ekim ve Aralık aylarında olduğu gibi en yüksek PM seviyesinin M32 no'lu ortamda çıkması yoğun halı kullanımı ve ortamda geçirilen vakitin fazlalığına bağlanabilir.

Şekil 4.7'de Şubat ayında Merkez'de yapılan PM ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; PM ölçümleri 24.124-730.130 sayı/L arasında değişen verilerin ortalaması ise 145.060 sayı/L'dir. Ölçülen en yüksek PM değeri, M28 no'lu ölçüm noktasında görülmüştür. M28 no'lu ölçüm noktası, laminant üzerinde fazla miktarda halı kullanılan, günün tamamına yakınında ortamda insan faaliyetleri olan, doğalgaz ile ısınan, 3 kişinin sigara kullandığı ve günlük 2 saat pencereyle havalandırma yapılan bir ortamdır. Yoğun miktarda halı kullanımı, ortamdaki insan faaliyetlerinin fazlalığı ve havalandırmanın en yüksek PM seviyesi çıkmasında etkili olabileceği düşünülmüştür.

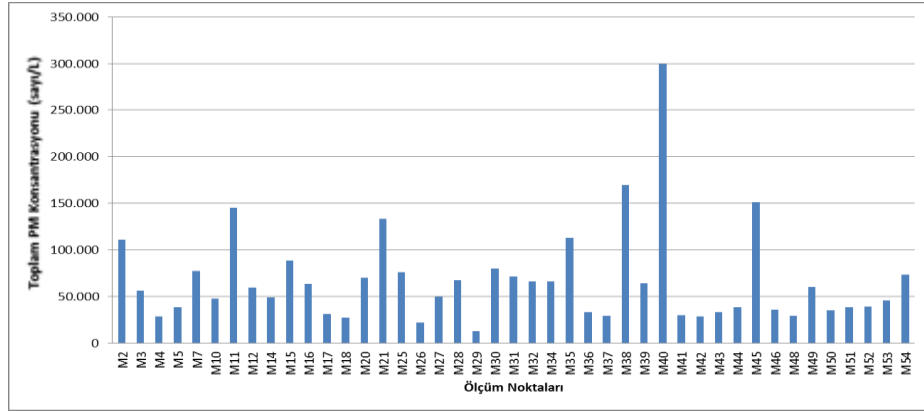
Şekil 4.8'de Mart ayında Merkez'de yapılan PM ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; PM ölçümleri 59.241-889.665 sayı/L arasında değişmiş olup, ortalaması ise 246.127 sayı/L'dir. Ölçülen en yüksek PM değeri, Şubat ayında olduğu gibi M28 no'lu ölçüm noktasında görülmüştür. Tekrardan en yüksek PM seviyesine halı miktarının, havalandırmanın ve insan faaliyetlerinin etkisinin olduğu söylenebilir.

Şekil 4.9'da Nisan ayında Merkez'de yapılan PM ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; PM ölçümleri 10.776-603.860 sayı/L arasında değişmiş olup ortalaması ise, 140.656 sayı/L'dir. Ölçülen en yüksek PM değeri, M2 no'lu

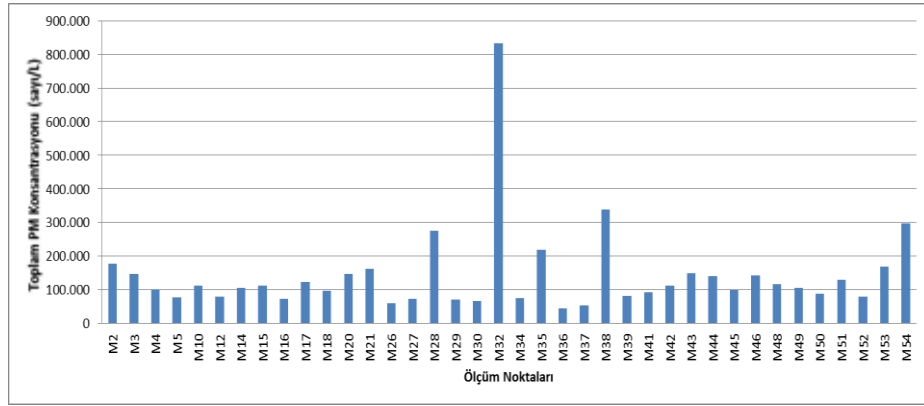
ölçüm noktasında görülmüştür. M2 no'lu ölçüm noktası orta seviyelerde halı kullanılan, yemek pişirmede tüp kullanılan, ısınma için kömür ve odun yakılan bu ortamda günün tamamında insan aktivitesinin olduğu, 2 kişinin sigara içtiği ve günlük 1 saat pencereyle havalandırma yapıldığı kaydedilmiştir.



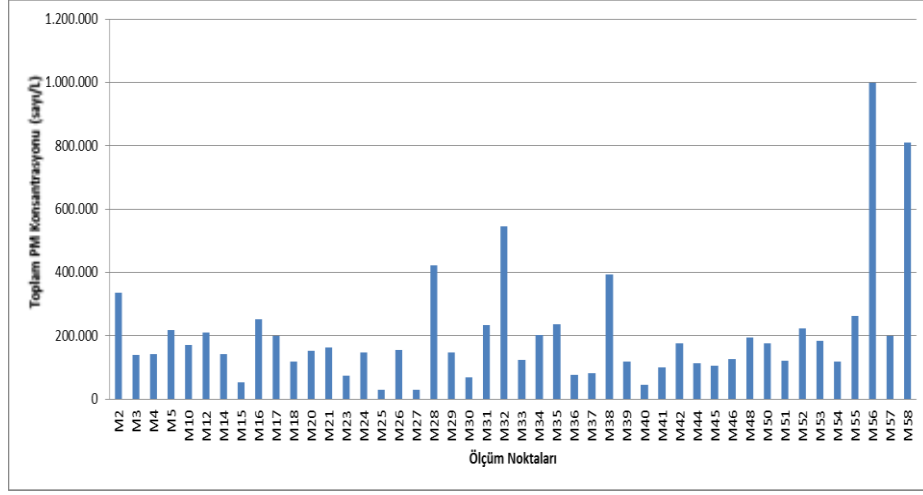
Şekil 4.1. Merkez-Ağustos ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)



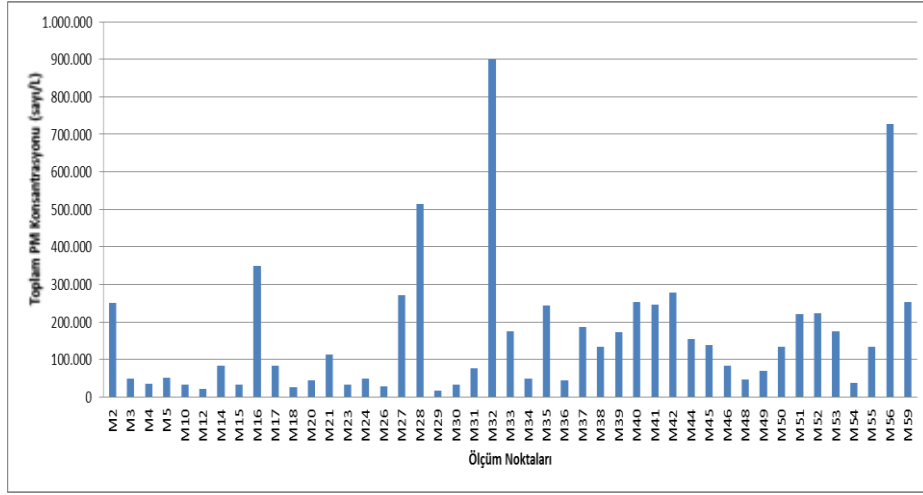
Şekil 4.2. Merkez-Eylül ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)



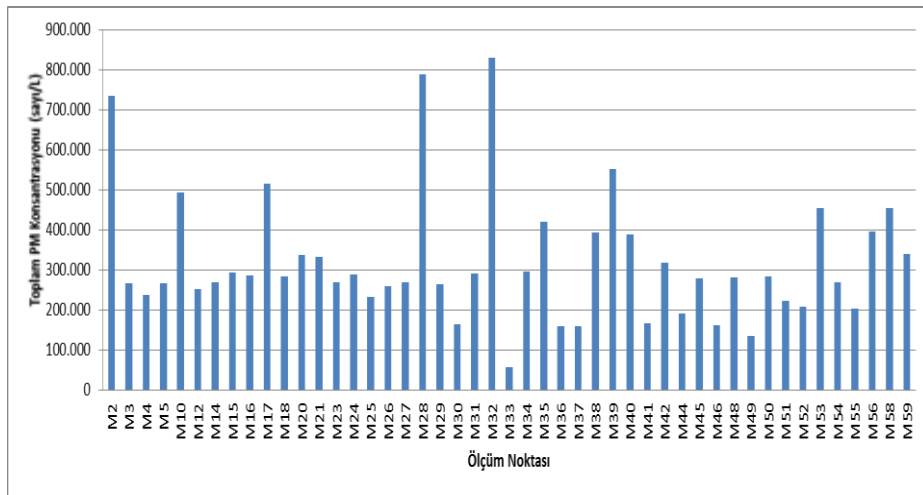
Şekil 4.3. Merkez-Ekim ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)



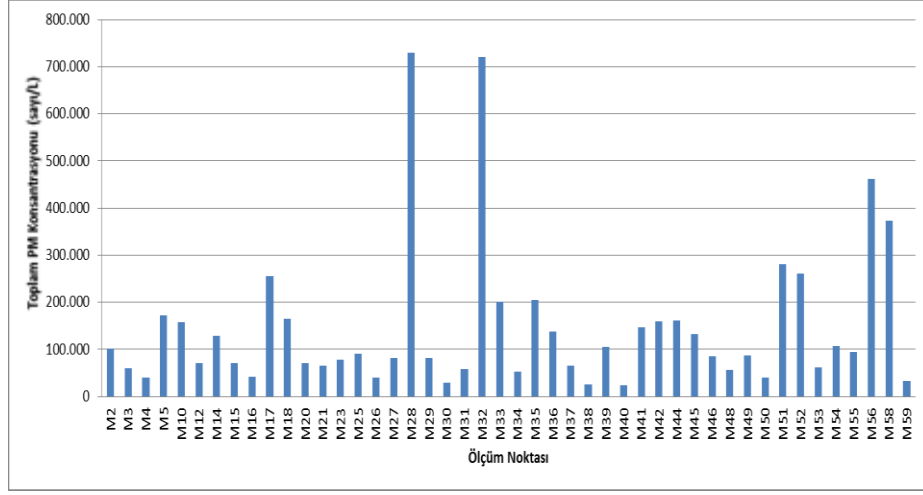
Şekil 4.4. Merkez-Kasım ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)



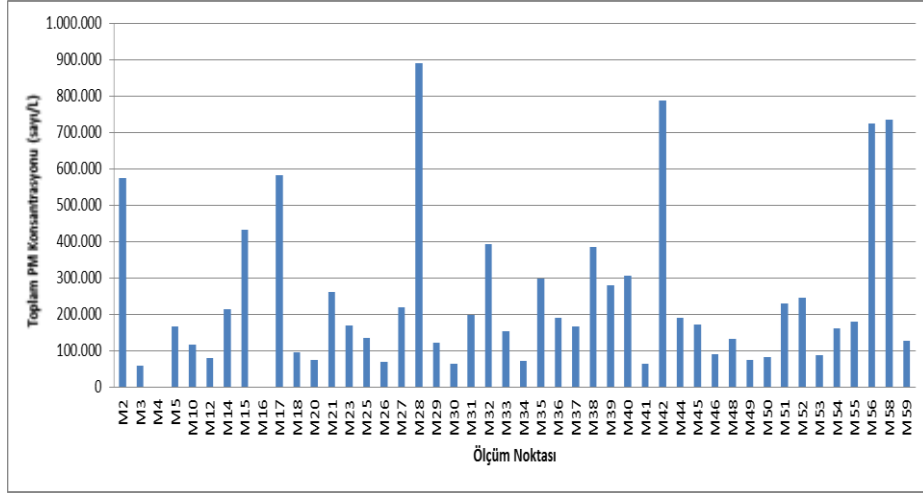
Şekil 4.5. Merkez-Aralık ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)



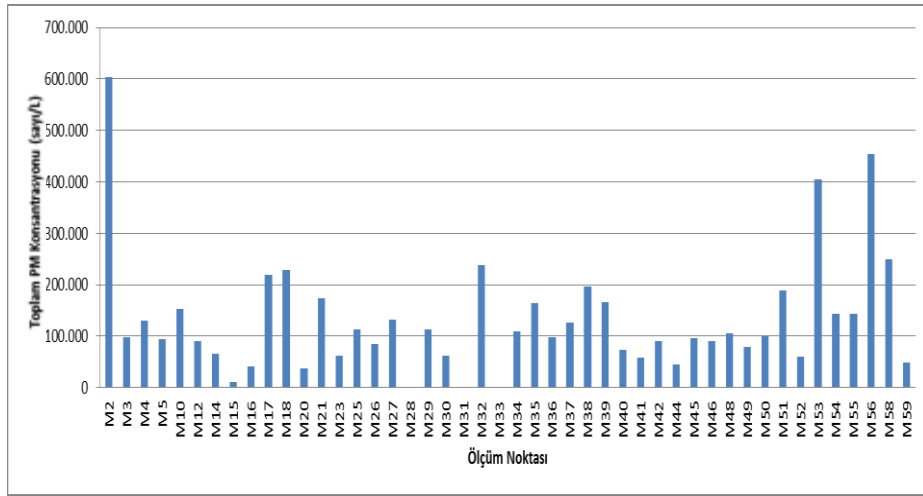
Şekil 4.6. Merkez-Ocak ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)



Şekil 4.7. Merkez-Şubat ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)



Şekil 4.8. Merkez-Mart ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)



Şekil 4.9. Merkez-Nisan ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)

Şekil 4.10'da Ağustos ayında Merkez'de yapılan CO₂ ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; CO₂ ölçümleri 345 ppm ile 2.280 ppm arasında değişmiş, ortalamaları ise 611 ppm olmuştur. Ölçülen en yüksek CO₂ değeri, M52 no'lu ölçüm noktasında görülmüştür. M52 no'lu ölçüm noktası, tüple yemek mutfakta pişirilen, günün tamamına yakınında insan aktiviteleri olan (6 kişi) ve günde 1 saatten az pencere ile havalandırılan bu ortam düşük havalandırma sebebi ile en yüksek CO₂ seviyeli ortam olduğu düşünülmektedir. Öztürk ve Düzovalı, 2011'de yaptıkları bir çalışmada, iç ortam yüksek CO₂ seviyesinin insan varlığı ve yetersiz havalandırmadan kaynaklandığını tespit etmiştir (Öztürk ve Düzovalı, 2011).

Şekil 4.11'de Eylül ayında Merkez'de yapılan CO₂ ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; CO₂ ölçümleri 405 ppm ile 865 ppm arasında değişmektedir, ortalaması da 566 ppm'dir. Ölçülen en yüksek CO₂ değeri M26 no'lu ölçüm noktasında görülmüştür. M26 no'lu ortam, günün büyük kısmında insan aktivitelerinin olduğu, yoğun miktarda bitki bulunan ve havalandırmanın günlük 2 saatten az yapıldığı bu ortamda; düşük havalandırma ve insan varlığı (5 kişi) en yüksek CO₂ seviyesine neden olduğu düşünülmektedir.

Şekil 4.12'de Ekim ayında Merkez'de yapılan CO₂ ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; CO₂ ölçümleri 440 ppm ile 1.413 ppm arasında değişmekte, ortalaması ise 727 ppm olmuştur. Ölçülen en yüksek CO₂ değeri ise M27'de görülmüştür. M27 no'lu ölçüm noktasının günün büyük kısmında insan varlığı, günlük 2 saatten havalandırma yapıldığı görülmektedir. Yetersiz havalandırma ve insan varlığı (4 kişi) yüksek CO₂ miktarına sebebiyet vermiş olduğu düşünülmektedir.

Şekil 4.13'de Kasım ayında Merkez'de yapılan CO₂ ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; CO₂ ölçümleri 442 ppm ile 1.883 ppm arasında ölçüm sonuçları değişmektedir, ortalamaları ise 829 ppm olduğu gözlenmiştir. En yüksek ölçüm ise M28'de görülmüştür. M28 no'lu ölçüm noktası, doğalgaz ile ısınan, günün tamamına yakınında ortamda insan faaliyetleri olan, 5 kişiden fazla kişinin yaşadığı, 3 kişinin sigara kullandığı ve günlük 2 saat pencereyle havalandırma yapılan bir ortamdır. Ortamda kalabalık insan olması (6 kişi), sigara tüketimi ve düşük havalandırma miktarı en yüksek CO₂ seviyesi çıkmasında etkili olabileceği düşünülmüştür.

Şekil 4.14'de Aralık ayında Merkez'de yapılan CO₂ ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; CO₂ ölçümleri 507 ppm ile 2.700 ppm arasında değerler değişmiş, ortalamaları ise 878 ppm olduğu görülmüştür. M31 no'lu ölçüm

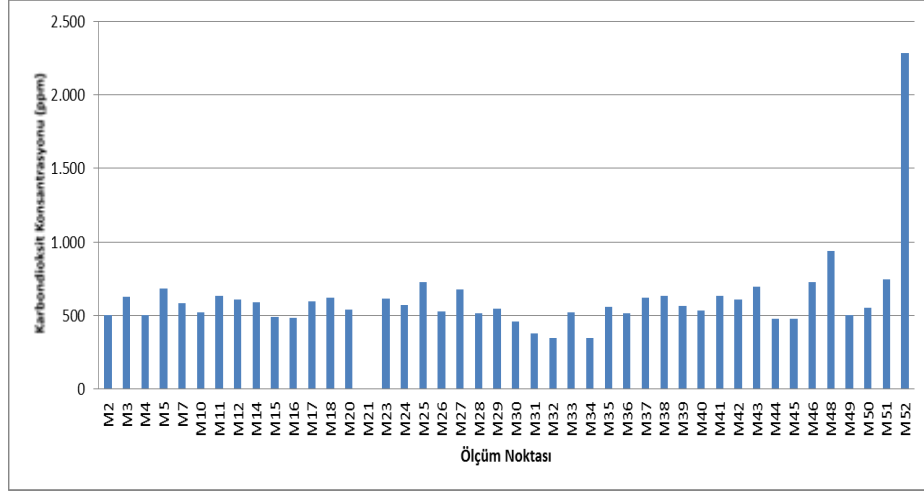
noktasında en yüksek CO₂ değeri görülmüştür. Isınmada ve mutfakta doğalgaz kullanılan, ve çok az miktarda (günlük yaklaşık 1 saat) pencereyle havalandırma yapılan M31 no'lu ortamda yüksek CO₂ seviyesi kişi varlığı (6 kişi) ve düşük havalandırmadan olabileceği düşünülmektedir.

Şekil 4.15'de Ocak ayında Merkez'de yapılan CO₂ ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; CO₂ ölçümleri 480 ppm ile 2.077 ppm arasında değerler değişmiş ve ortalamaları ise 790 ppm olduğu görülmüştür. Ölçülen en yüksek CO₂ değerinin M28 no'lu ölçüm noktasında olduğu görülmüştür. Kasım ayında olduğu gibi tekrar bu ortamda çıkan en yüksek CO₂ seviyesi; düşük havalandırma, sürekli insan varlığı (6 kişi) ve sigara tüketiminden olabileceği düşünülmektedir.

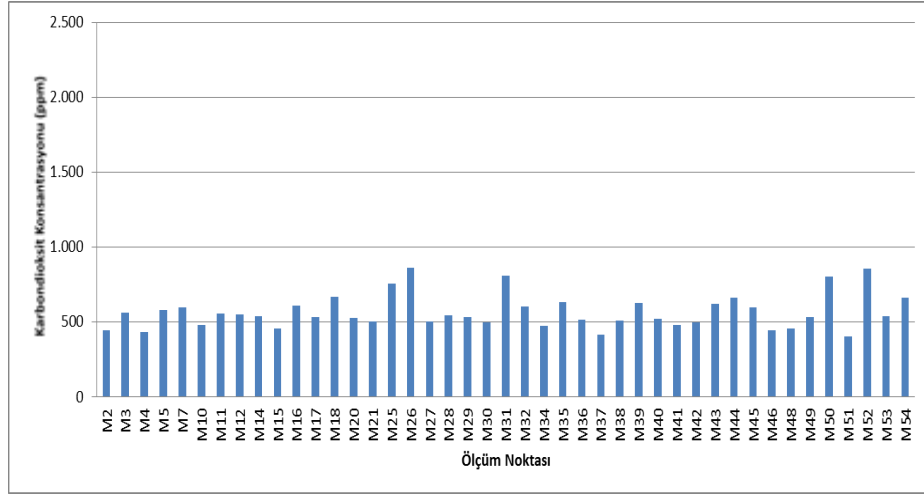
Şekil 4.16'da Şubat ayında Merkez'de yapılan CO₂ ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; CO₂ ölçümleri 413 ppm ile 1.851 ppm arasında veriler değişirken, ortalamaları ise 824 ppm olmuştur. Ölçülen en yüksek CO₂ değerli ölçüm noktası yine M28 olmuştur. Kasım ve Ocak aylarında olduğu gibi yine bu ortamda çıkan en yüksek CO₂ seviyesi; düşük havalandırma, sürekli insan varlığı (6 kişi) ve sigara tüketiminden olabilme ihtimalini güçlendirmektedir.

Şekil 4.17'de Mart ayında Merkez'de yapılan CO₂ ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; CO₂ ölçümleri 527 ppm ile 2.304 ppm arasında sonuçlar değişmiş, ortalamalarının ise 915 ppm olduğu görülmüştür. Ölçülen en yüksek CO₂ değeri Aralık ayında da olduğu gibi M31 no'lu ölçüm noktası olmuştur. Aralık ayında olduğu gibi yine en yüksek CO₂ miktarına kişi varlığı (6 kişi) ve düşük havalandırmanın neden olabileceği düşünülmektedir.

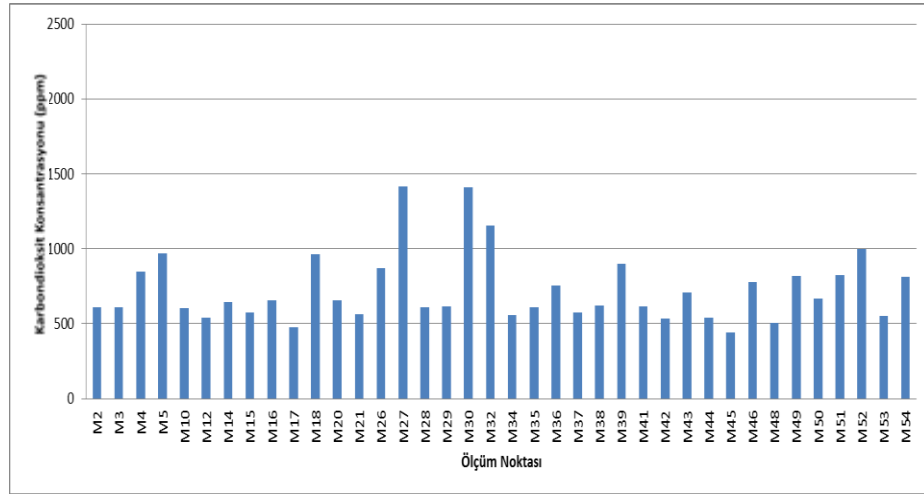
Şekil 4.18'de Nisan ayında Merkez'de yapılan CO₂ ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; CO₂ ölçümleri 472 ppm ile 1.427 ppm arasında değişirken, ortalaması ise 763 ppm olmuştur. En yüksek CO₂ ölçülen nokta M54 olmuştur. Günün 2/5'lik kısmından fazlasında ortamda kişi aktivitelerinin ve günlük 1 saatlik havalandırma CO₂ miktarının yüksek çıkmasında etkili olduğu düşünülmektedir.



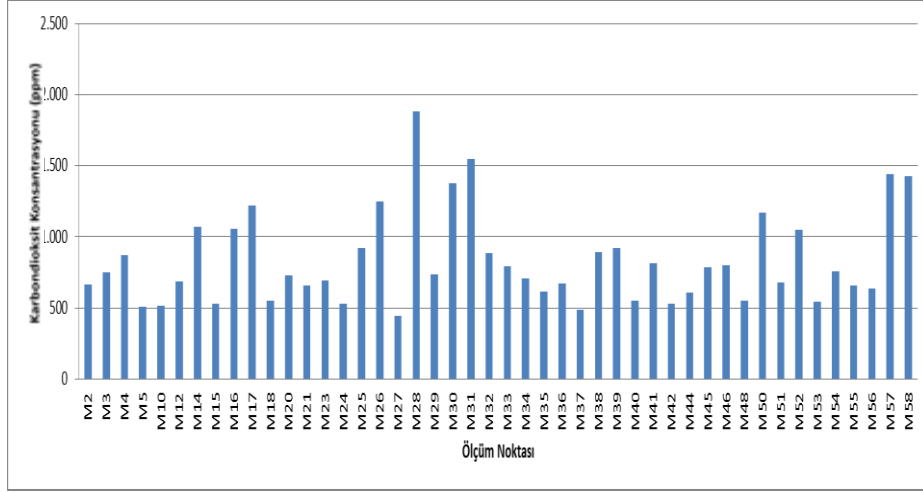
Şekil 4.10. Merkez-Ağustos ayı iç ortam CO₂ seviyeleri (ppm)



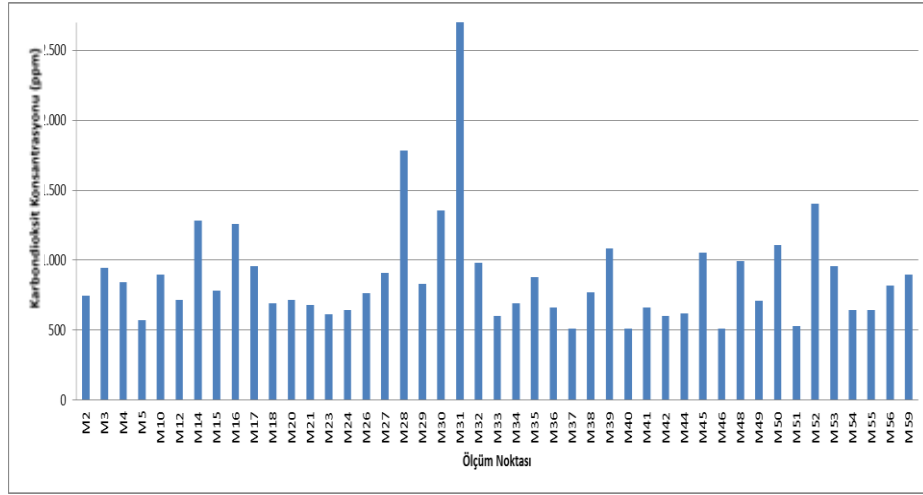
Şekil 4.11. Merkez-Eylül ayı iç ortam CO₂ seviyeleri (ppm)



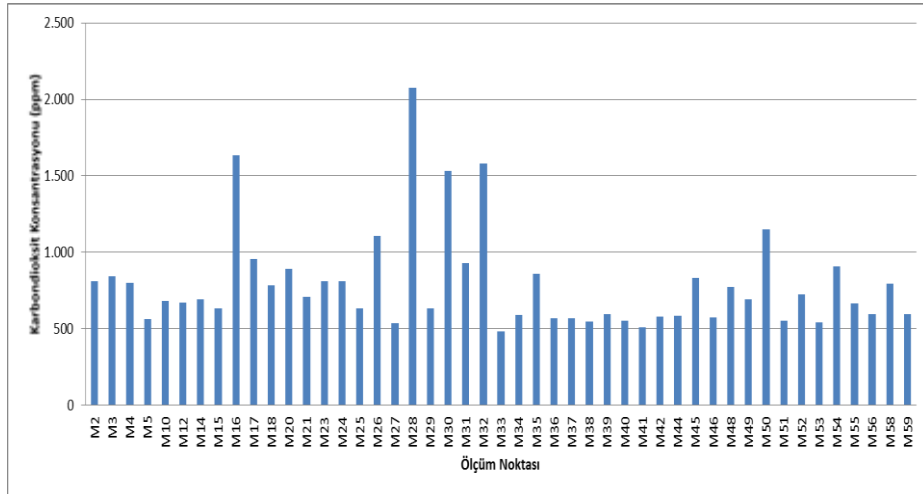
Şekil 4.12. Merkez-Ekim ayı iç ortam CO₂ seviyeleri (ppm)



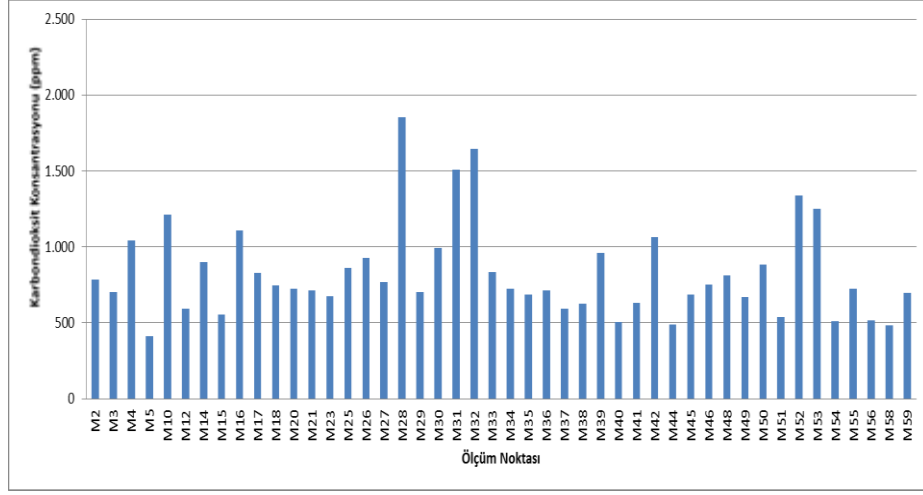
Şekil 4.13. Merkez-Kasım ayı iç ortam CO₂ seviyeleri (ppm)



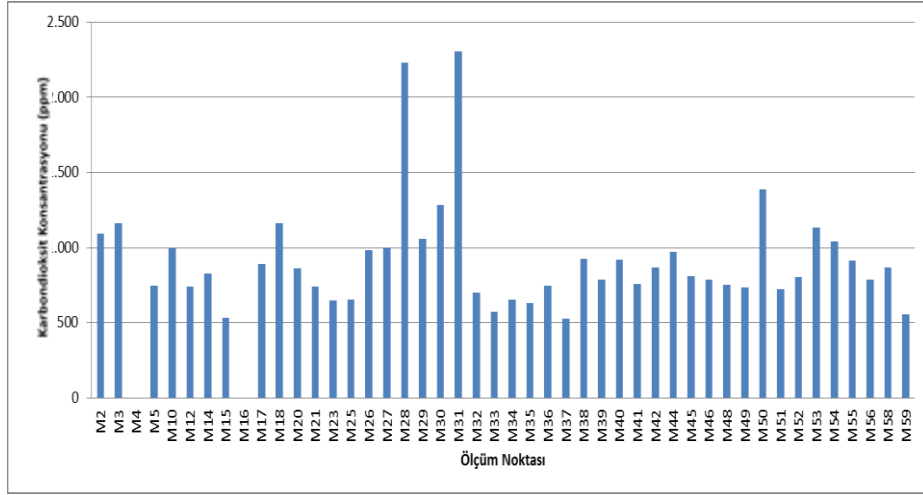
Şekil 4.14. Merkez-Aralık ayı iç ortam CO₂ seviyeleri (ppm)



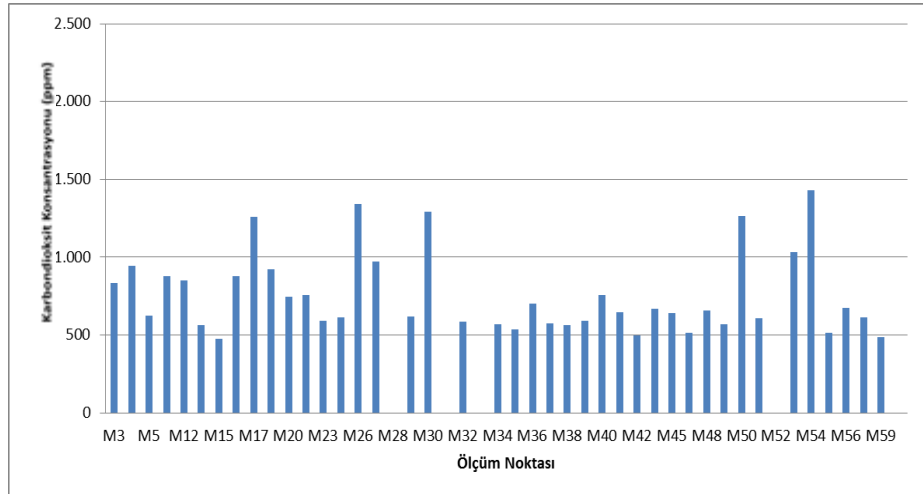
Şekil 4.15. Merkez-Ocak ayı iç ortam CO₂ seviyeleri (ppm)



Şekil 4.16. Merkez-Şubat ayı iç ortam CO₂ seviyeleri (ppm)



Şekil 4.17. Merkez-Mart ayı iç ortam CO₂ seviyeleri (ppm)



Şekil 4.18. Merkez-Nisan ayı iç ortam CO₂ seviyeleri (ppm)

Şekil 4.19'da Ağustos ayında Merkez'de yapılan sıcaklık (°C) ve bağıl nem (%) ölçümlerinin mekansal değişimleri gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve bağıl nem ölçüm değerleri sırasıyla 25 °C – 34 °C ve %25 - %71 arasında değişmektedir ve ortalaması ise sırasıyla 30 °C ve %49 olmuştur. Ölçülen en yüksek sıcaklık ve nem ölçüm noktaları sırasıyla M34 ve M44 olmuştur.

Şekil 4.20'de Eylül ayında Merkez'de yapılan sıcaklık (°C) ve bağıl nem (%) ölçümlerinin mekansal değişimleri gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve nem seviyeleri ölçüm değerleri sırasıyla 22 °C – 28 °C ve %31 - %66 arasında değişmektedir, ortalaması ise sırasıyla 25 °C ve %52 olmuştur. Ölçülen en yüksek sıcaklık ve nem ölçüm noktaları sırasıyla M46 ve M26 olmuştur.

Şekil 4.21'de Ekim ayında Merkez'de yapılan sıcaklık (°C) ve bağıl nem (%) ölçümlerinin mekansal değişimleri gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve nem ölçüm değerleri sırasıyla 17 °C – 24 °C ve %35 - %65 arasında değişmektedir, ortalaması ise sırasıyla 21 °C ve %52 olmuştur. Ölçülen en yüksek sıcaklık ve nem seviyeleri ölçüm noktası M30 olmuştur. Günlük havalandırma miktarı 1 saat olan M30, az havalandırma nedeniyle ısı kaybında düşük olması ortamdaki sıcaklığın yüksek gözlenmesine düşünülmektedir.

Şekil 4.22'de Kasım ayında Merkez'de yapılan sıcaklık (°C) ve bağıl nem (%) ölçümlerinin mekansal değişimleri gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve nem ölçüm değerleri sırasıyla 13 °C – 25 °C ve %38 - %74 arasında değişmekte ortalaması ise yine sırasıyla 21 °C ve %56 olmuştur. Ölçülen en yüksek sıcaklık ve nem seviyelerine ölçüm noktaları sırasıyla M25 ve yine M30 olmuştur. Doğalgaz ile ısınan 2 ölçüm noktası da, kış döneminde az havalandırmanın (1 saat veya daha az) yapıldığı ortamlardır. Bu durumun en yüksek sıcaklık seviyelerinin gözlenmesine neden olduğu düşünülmektedir.

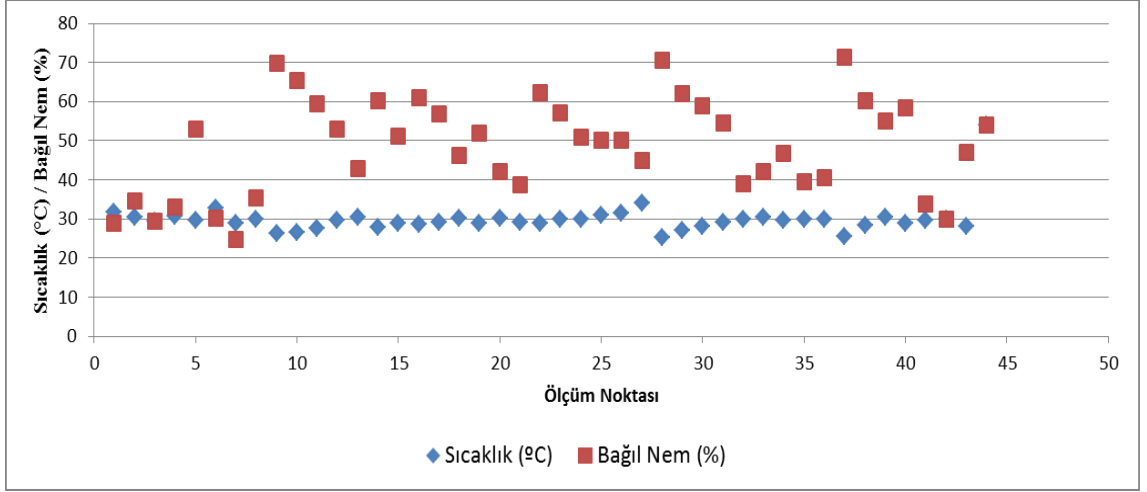
Şekil 4.23'de Aralık ayında Merkez'de yapılan sıcaklık (°C) ve bağıl nem (%) ölçümlerinin mekansal değişimleri gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve nem ölçüm değerleri sırasıyla 14 °C – 27 °C ve %27 - %70 arasında değişmektedir, ortalaması ise sırasıyla 21 °C ve %48 olmuştur. Ölçülen en yüksek sıcaklık ve nem seviyeleri sırasıyla M30 ve M32 ölçüm noktalarında görülmüştür. M30 ölçüm noktası düşük havalandırma (1 saat veya daha az) ve sürekli çalıştırılan doğalgaz kombi kullanımının yüksek sıcaklık seviyelerine neden olduğu düşünülmektedir.

Şekil 4.24'de Ocak ayında Merkez'de yapılan sıcaklık (°C) ve bağıl nem (%) ölçümlerinin mekansal değişimleri gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve nem ölçüm değerleri sırasıyla 18 °C – 25 °C ve %35 - %75 arasında değişmektedir; ortalaması ise yine sırasıyla 22 °C ve %49 olmuştur. Ölçülen en yüksek sıcaklık ve nem ölçüm noktaları sırasıyla M30 ve M28 olmuştur. Düşük havalandırma miktarı (günlük 2 saatten az) olan M28 ölçüm noktasında en yüksek nem miktarı gözlenmiştir. M30'da 3. kez en yüksek sıcaklık seviyeleri görülmüştür. Düşük havalandırma (günlük 1 saat veya daha az) ve sürekli çalıştırılan doğalgaz kombi ile ısınma yapılmasının bu duruma neden olduğu düşünülmektedir.

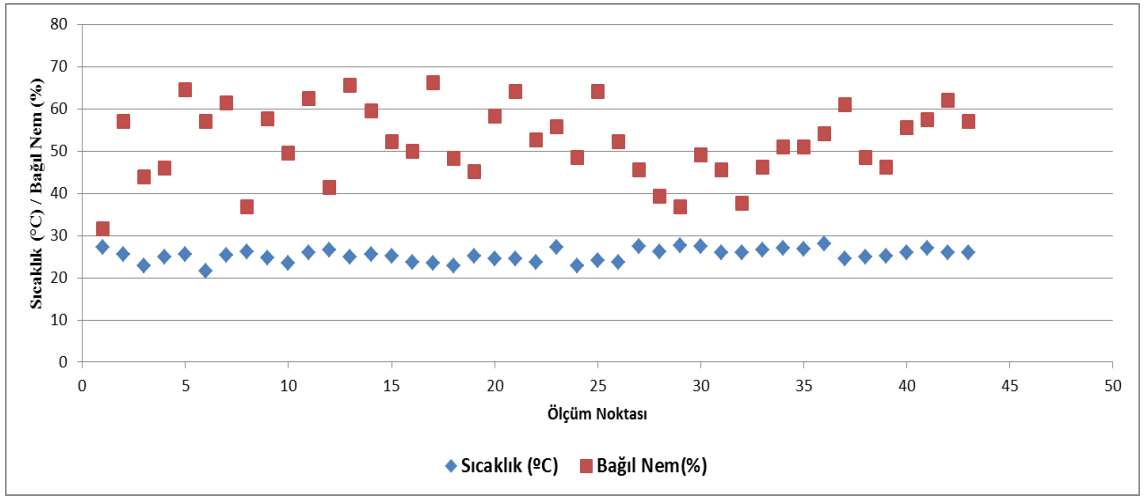
Şekil 4.25'de Şubat ayında Merkez'de yapılan sıcaklık (°C) ve bağıl nem (%) ölçümlerinin mekansal değişimleri gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve nem ölçüm değerleri sırasıyla 20 °C – 26 °C ve %44 - %71 arasında değişmektedir; ortalamaları ise yine sırasıyla 23 °C ve %53 olmuştur. Ölçülen en yüksek sıcaklık ve nem seviyeleri yine M30 ve M28 ölçüm noktaları olmuştur. Düşük havalandırma miktarı (günlük 2 saat veya daha az) ve sürekli çalıştırılan doğalgaz kombi ile ısınma yapılması en yüksek sıcaklığın bu ortamlarda görülmesine neden olduğu düşünülmektedir.

Şekil 4.26'da Mart ayında Merkez'de yapılan sıcaklık (°C) ve bağıl nem (%) ölçümlerinin mekansal değişimleri gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve nem ölçüm değerleri sırasıyla 14 °C – 26 °C ve %30 - %62 arasında değişmektedir; ortalamaları ise yine sırasıyla 20 °C ve %44 olmuştur. Ölçülen en yüksek sıcaklık ve nem seviyeleri sırasıyla M17 ve yine M28 ölçüm noktaları olmuştur. Sobada kömür yakılması suretiyle ısınılan M17'de düşük havalandırmanın (günlük 1 saat) yüksek sıcaklık seviyesine neden olduğu düşünülmektedir. M28 no'lu ölçüm noktasında yine en yüksek nem seviyesi görülmüştür.

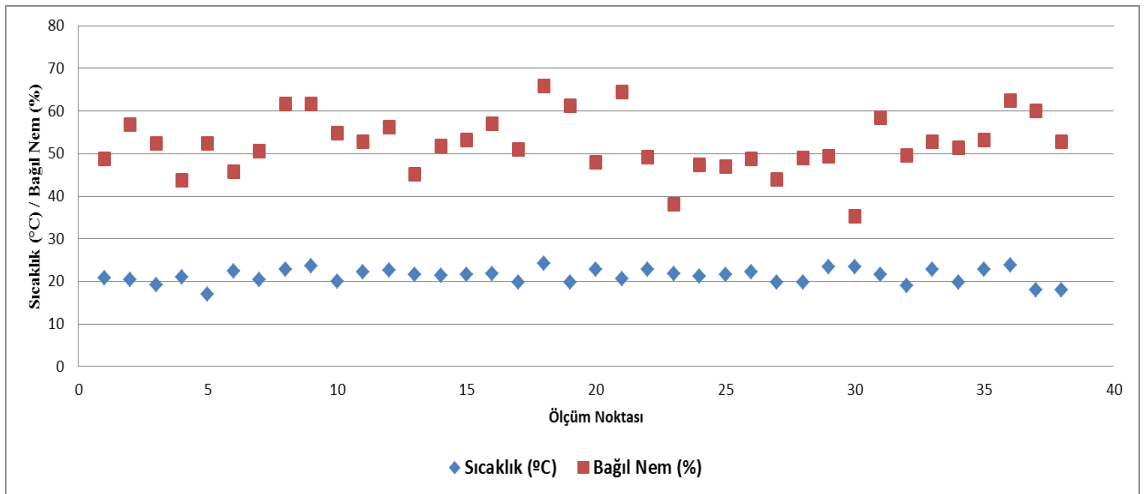
Şekil 4.27'da Nisan ayında Merkez'de yapılan sıcaklık (°C) ve bağıl nem (%) ölçümlerinin mekansal değişimleri gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve nem ölçüm değerleri sırasıyla 17 °C – 21 °C ve %36 - %64 arasında değişmektedir, ortalamaları ise yine sırasıyla 19 °C ve %50 olmuştur. Ölçülen en yüksek sıcaklık ve nem ölçüm noktaları sırasıyla M23 ve M26 olmuştur. M23 günde 2 saatten az havalandırma yapmaktadır. M26 ise günde 1 saatten az havalandırma yapılmaktadır.



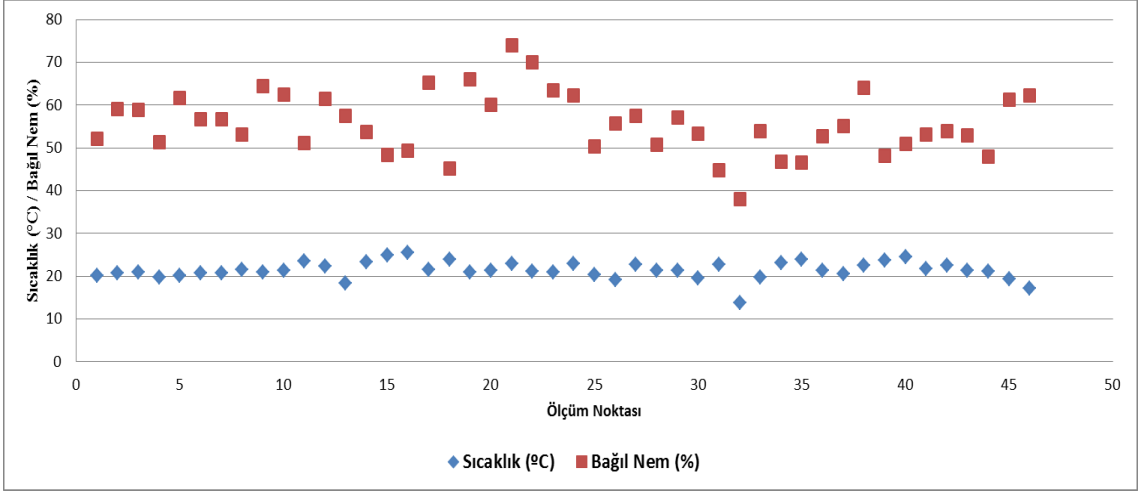
Şekil 4.19. Merkez-Ağustos ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri



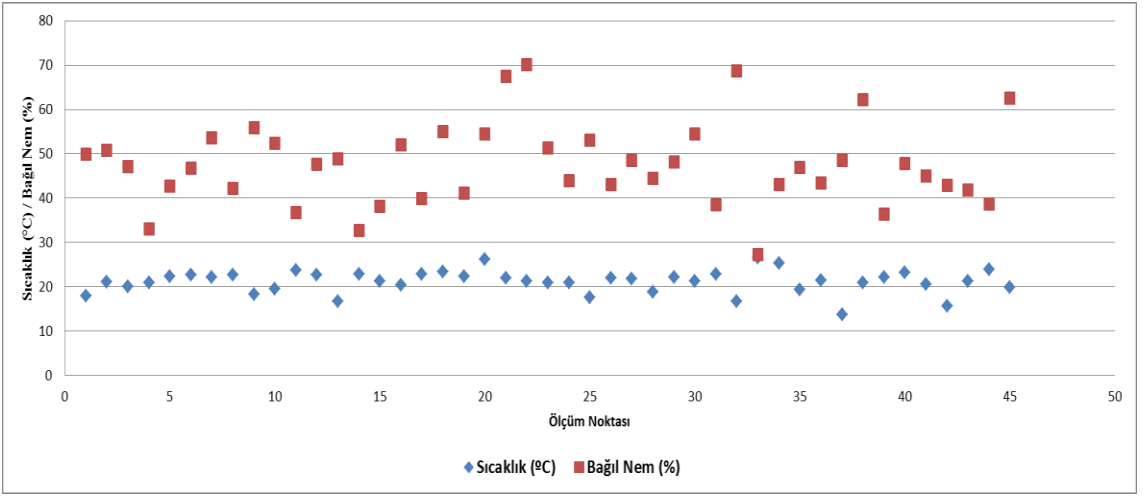
Şekil 4.20. Merkez-Eylül ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri



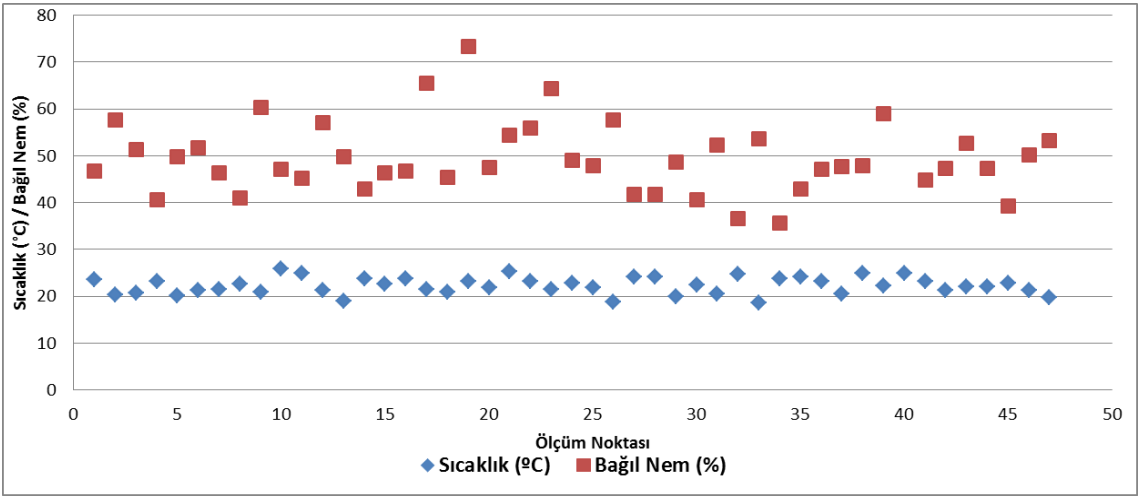
Şekil 4.21. Merkez-Ekim ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri



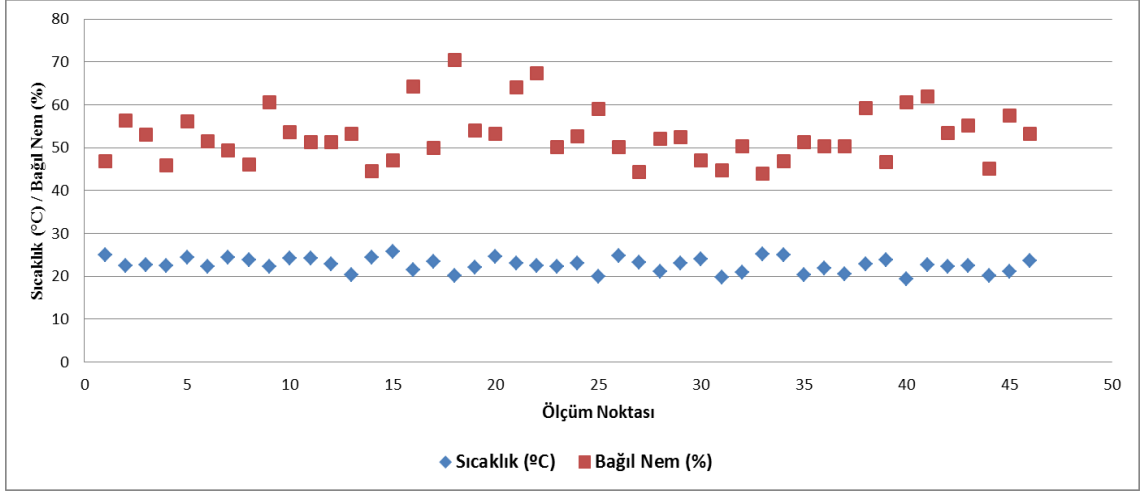
Şekil 4.22. Merkez-Kasım ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri



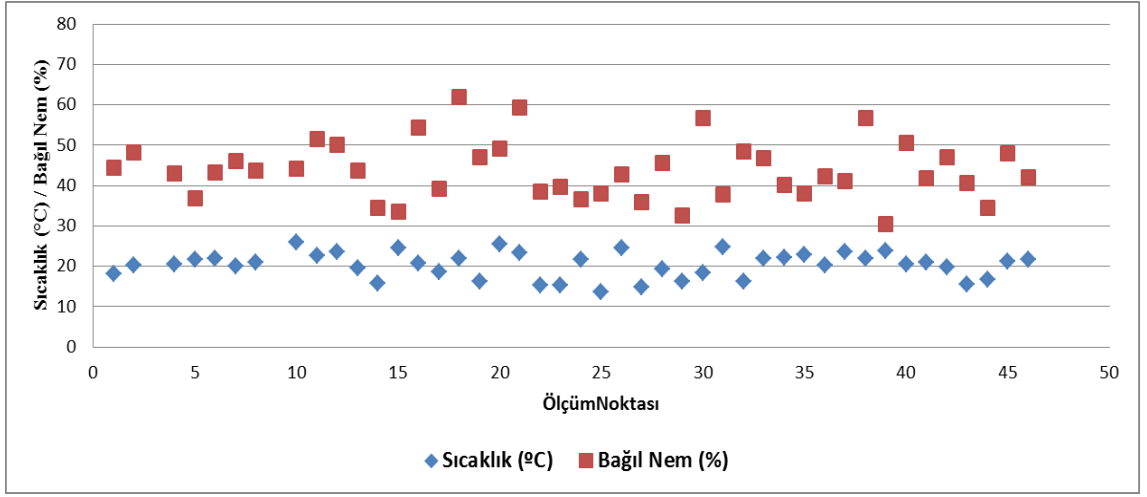
Şekil 4.23. Merkez-Aralık ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri



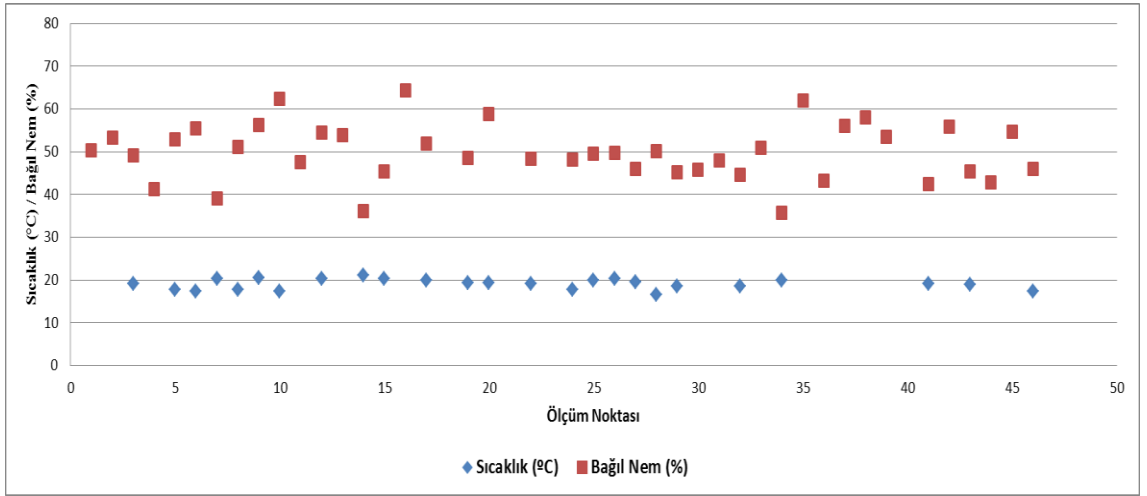
Şekil 4.24. Merkez-Ocak ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri



Şekil 4.25. Merkez-Şubat ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri



Şekil 4.26. Merkez-Mart ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri



Şekil 4.27. Merkez Nisan ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri

4.2.1.2. Lapseki

Şekil 4.28'de Ağustos ayında Lapseki'de yapılan PM ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. PM ölçüm sonuçlarına göre; PM seviyeleri 43.744-341.694 sayı/L arasında değişirken, ortalaması 116.119 sayı/L'dir. Ölçülen en yüksek PM değeri, L32 no'lu ölçüm noktasında görülmüştür.

Şekil 4.29'da Eylül ayında Lapseki'de yapılan PM ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. PM ölçüm sonuçlarına göre; PM seviyeleri 73.063-341.694 sayı/L arasında değişmektedir; ortalaması 118.916 sayı/L olarak gözlenmiştir. Ölçülen en yüksek PM değeri, yine L32 no'lu ölçüm noktasında görülmüştür. Eylül ayından sonra bu ölçüm noktası ölçüme katılmadığından anket uygulanamamıştır. Bu nedenle ortam bilgileri kayıt edilememiştir.

Şekil 4.30'de Ekim ayında Lapseki'de yapılan PM ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. PM ölçüm sonuçlarına göre; PM seviyeleri 40.348-945.348 sayı/L arasında değişmektedir; ortalaması 303.398 sayı/L'dir. Ölçülen en yüksek PM değeri, L33 noktasında ölçülmüştür. Anket uygulanamadan çalışmadan çıkmış olmasından dolayı ortam hakkında bilgi mevcut değildir.

Şekil 4.31'de Kasım ayında Lapseki'de yapılan PM ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. PM ölçüm sonuçlarına göre; PM seviyeleri 71.878 sayı/L ile 623.296 sayı/L arasında değişmektedir; ortalaması ise 326.788 sayı/L'dir. Ölçülen en yüksek PM değeri L31 ölçüm noktasında görülmüştür. L31 ölçüm noktası tamamen halı kaplaması olan, tüple yemek pişirilen, odun ve kömürü sobada yakarak ısınan, günün tamamında ortamda insan aktivitesi olan, 3 kişinin sigara içtiği ve günlük 2 saatten az pencereyle havalandırma yapılan bir ortamdır.

Şekil 4.32'deki Aralık ayında Lapseki'de yapılan PM ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. PM ölçüm sonuçlarına göre; PM seviyeleri 42.320 sayı/L ile 713.582 sayı/L arasında değişmiş ve ortalamalarının 200.802 sayı/L olduğu görülmüştür. Ölçülen en yüksek PM değeri, Kasım ayında da olduğu gibi L31 no'lu ölçüm noktasında görülmüştür. Kasım ayında olduğu gibi yüksek PM seviyesine yoğun halı bulunması, soba kullanımı, günlük insan aktiviteleri, sigara tüketimi ve 2 saatten az havalandırmanın etkili olduğu düşünülmektedir.

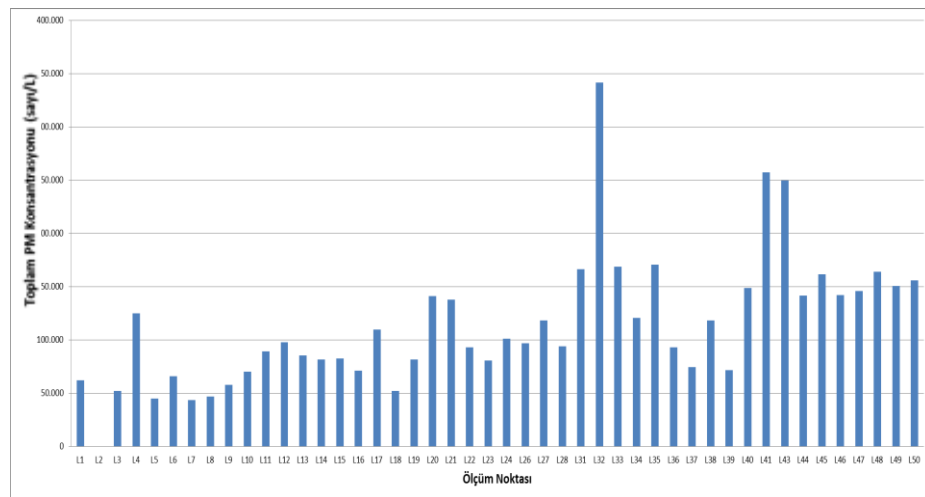
Şekil 4.33'deki Ocak ayında Lapseki'de yapılan PM ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. PM ölçüm sonuçlarına göre; PM seviyeleri 102.055-1.269.494 sayı/L arasında değişmektedir ve ortalamaları 401.172 sayı/L'dir. Ölçülen en yüksek PM değeri

L34 no'lu ölçüm noktasında ölçülmüştür. Yoğun halı varlığının, sobada odun yakılarak ısınmanın, günün büyük kısmında insan aktivitesinin olmasının ve az havalandırmanın (günlük 2 saat veya daha az) en yüksek PM seviyesine neden olduğu düşünülmektedir.

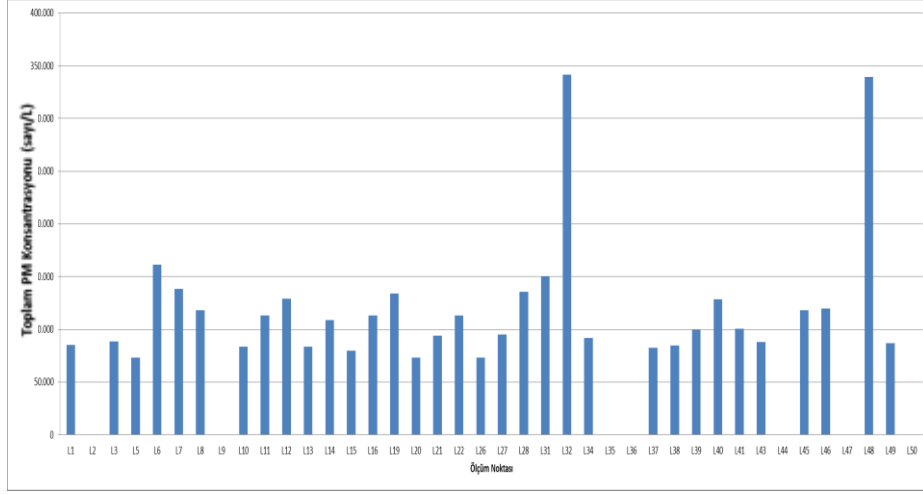
Şekil 4.34'de Şubat ayında Lapseki'de yapılan PM ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. PM ölçüm sonuçlarına göre; PM seviyeleri 54.419-949.539 sayı/L arasında değişen PM verilerinin ortalaması ise 288.831 sayı/L'dir. Ölçülen en yüksek PM değeri, L20 no'lu ölçüm noktasında görülmüştür. Yoğun halı kullanımının, odun ve kömürün sobada yakılmasıyla ısınmanın ve az havalandırmanın miktarı (günlük 1 saat veya daha az) bu ölçüm noktasında yüksek PM seviyesine neden olduğu düşünülmektedir.

Şekil 4.35'de Mart ayında Lapseki'de yapılan PM ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. PM ölçüm sonuçlarına göre; PM seviyeleri 88.404-792.573 sayı/L arasında değişmiş olup, ortalaması ise 288.291 sayı/L'dir. Ölçülen en yüksek PM değeri, L10 no'lu ölçüm noktasında görülmüştür. Yoğun halı kullanımı, odunun sobada yakılmasıyla ısınma ve günlük 3 saatlik havalandırma bu ortamın özellikleridir.

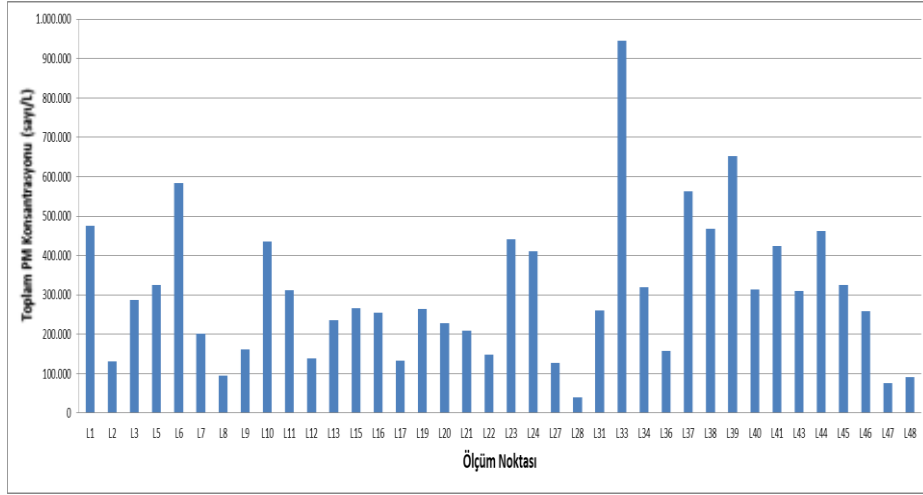
Şekil 4.36'da Nisan ayında Lapseki'de yapılan PM ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. PM ölçüm sonuçlarına göre; PM seviyeleri 58.085-755.274 sayı/L arasında değişmiş olup ortalaması ise, 177.049 sayı/L'dir. Ölçülen en yüksek PM değeri, L27 no'lu ölçüm noktasında görülmüştür. Laminant üzerine yoğun halı kullanımı, günlük yoğun insan aktivitesi (4 kişiden fazla) ve 3 saatlik havalandırma miktarı bu ortamın özellikleridir.



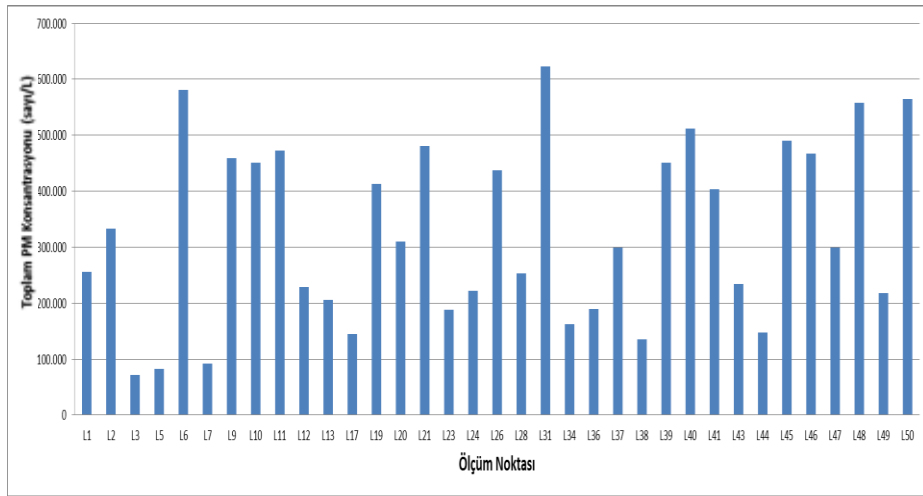
Şekil 4.28. Lapseki-Ağustos ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)



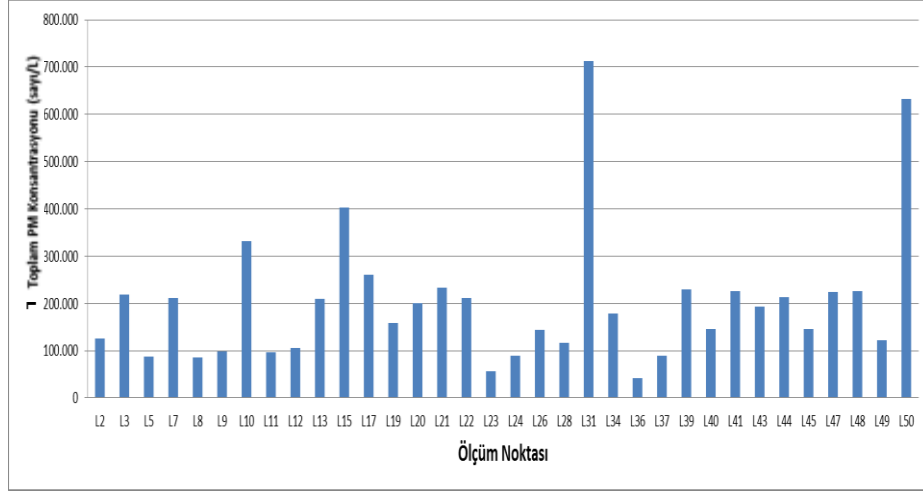
Şekil 4.29. Lapseki-Eylül ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)



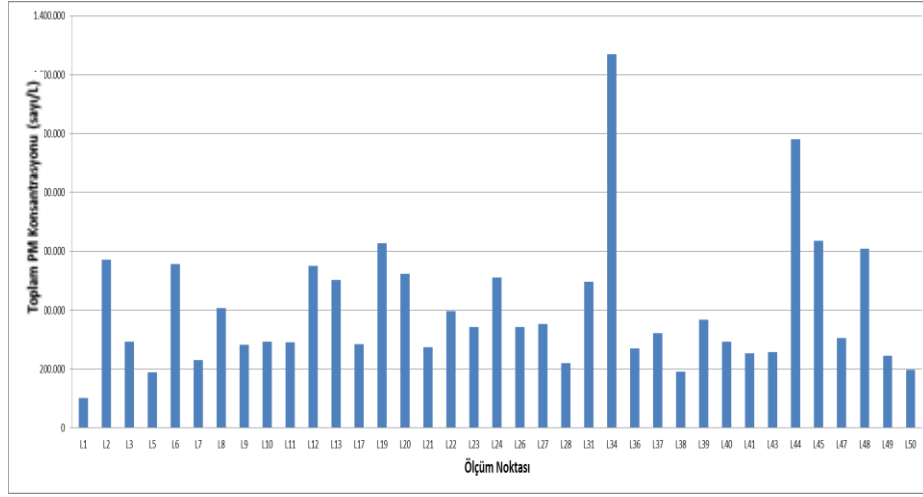
Şekil 4.30. Lapseki-Ekim ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)



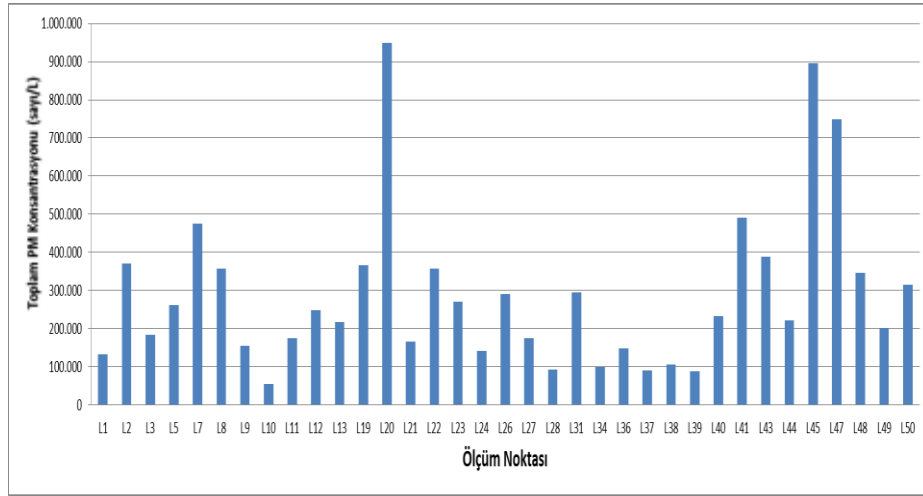
Şekil 4.31. Lapseki Kasım ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)



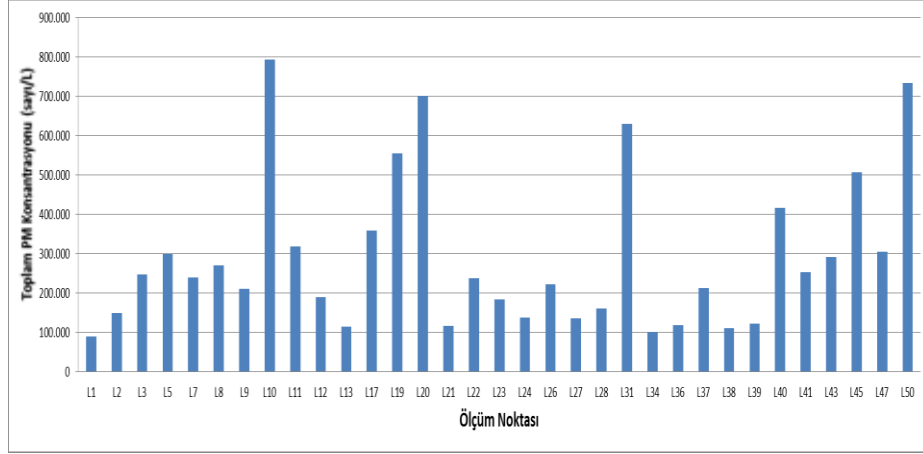
Şekil 4.32. Lapseki-Aralık ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)



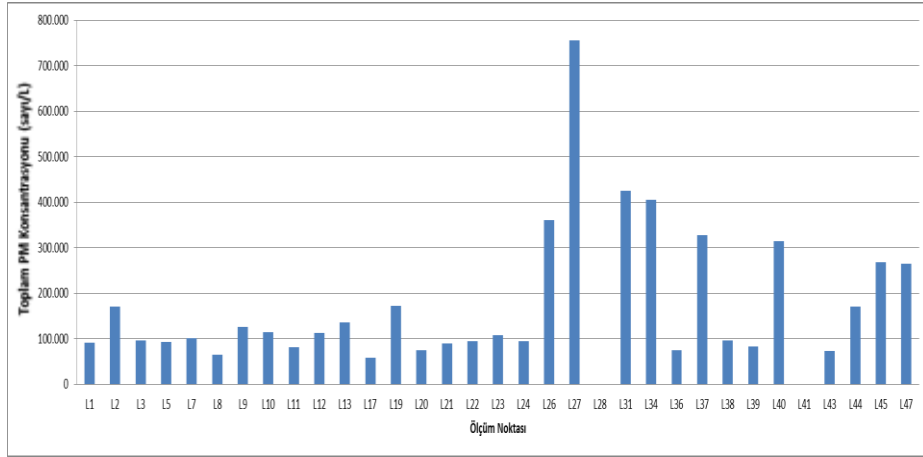
Şekil 4.33. Lapseki-Ocak ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)



Şekil 4.34. Lapseki-Şubat ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)



Şekil 4.35. Lapseki-Mart ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)



Şekil 4.36. Lapseki-Nisan ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)

Şekil 4.37’de ayında Lapseki’de yapılan CO₂ ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. CO₂ ölçüm sonuçlarına göre; CO₂ seviyeleri 360 ppm ile 1.630 ppm arasında değişmiştir; ortalaması ise 563 ppm olmuştur. Ölçülen en yüksek CO₂ değeri, L21 no’lu ölçüm noktasında görülmüştür. Bu ölçüm noktasının internet kafe olması ve kalabalık ortama (10 kişiden fazla) karşın yetersiz havalandırmanın (pencere olmaması; sadece kapıyla havalandırma) yüksek CO₂ seviyesinin görülmesine neden olduğu düşünülmektedir.

Şekil 4.38’de Eylül ayında Lapseki’de yapılan CO₂ ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. CO₂ ölçüm sonuçlarına göre; CO₂ seviyeleri 440 ppm ile 1.490 ppm arasında değişmektedir; ortalamasının ise 661 ppm olduğu görülmüştür. Ölçülen en yüksek CO₂ değeri L48 no’lu ölçüm noktasında gözlenmiştir. Günün tamamında ortamda insan

bulunması, kalabalık ortamın (4 kişiden fazla) ve yetersiz havalandırmanın (günde 3 saatten az) yüksek CO₂ seviyelerinin gözlenmesine neden olduğu düşünülmektedir.

Şekil 4.39'da Ekim ayında Lapseki'de yapılan CO₂ ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. CO₂ ölçüm sonuçlarına göre; CO₂ seviyeleri 447 ppm ile 2.749 ppm arasında değişmektedir; ortalamasının ise 851 ppm olmuştur. Ölçülen en yüksek CO₂ değeri ise L33'de görülmüştür. Ortam hakkında ölçüm noktasının çalışma bitmeden önce çıkmasından dolayı bilgileri yoktur.

Şekil 4.40'da Kasım ayında Lapseki'de yapılan CO₂ ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. CO₂ ölçüm sonuçlarına göre; CO₂ seviyeleri 472 ppm ile 1.943 ppm arasında değişmektedir; ortalamasının ise 848 ppm olduğu gözlenmiştir. Ölçülen en yüksek CO₂ değeri ise L1'de görülmüştür. Sobada odun yakılarak ısınma, 2 kişinin sigara tüketmesi ve kalabalık ortamın (4 kişiden çok) yüksek CO₂ seviyelerine neden olduğu düşünülmektedir.

Şekil 4.41'de Aralık ayında Lapseki'de yapılan CO₂ ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. CO₂ ölçüm sonuçlarına göre; CO₂ seviyeleri 701 ppm ile 2.443 ppm arasında değişmektedir; ortalamasının ise 904 ppm olduğu görülmüştür. L44 no'lu ölçüm noktasında en yüksek CO₂ değeri görülmüştür. Klima ile ortam ısıtması yapılan bu ölçüm noktasında ısı kaybına neden olmamak adına yetersiz havalandırma (günde 2 saatten az) yapılmaktadır. Bu durumun yüksek CO₂ seviyesine neden olduğu düşünülmektedir.

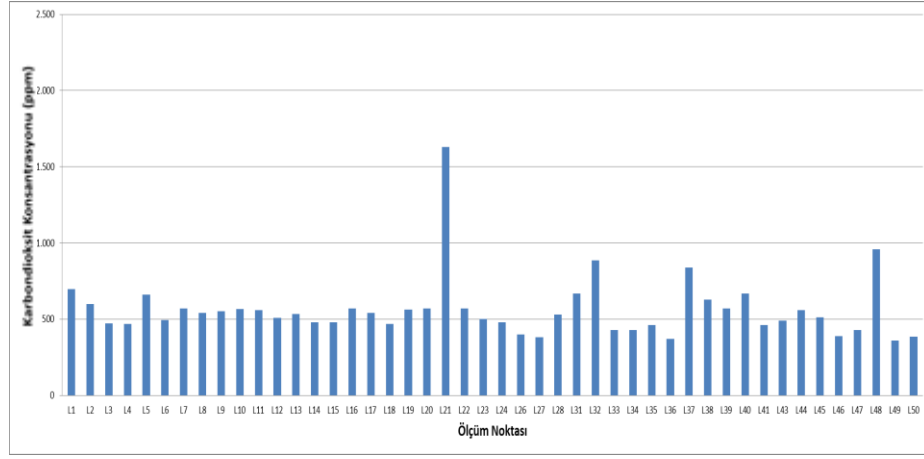
Şekil 4.42'de Ocak ayı Lapseki CO₂ ölçüm değerleri yer almaktadır ve en yüksek değer L1 no'lu ölçüm noktasında olduğu görülmüştür. 481 ppm ile 1.407 ppm arasında CO₂ değerleri değişmiştir ve ortalamasının ise 841 ppm olduğu görülmüştür. C1 ölçüm noktasında Kasım ayında olduğu gibi yine aynı nedenlerden en yüksek CO₂ seviyelerinin görüldüğü düşünülmektedir.

Şekil 4.43'da Şubat ayında Lapseki'de yapılan CO₂ ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. CO₂ ölçüm sonuçlarına göre; CO₂ seviyeleri 477 ppm ile 1.311 ppm arasında veriler değişirken, ortalaması ise 799 ppm olmuştur. Ölçülen en yüksek CO₂ değeri Ocak ayında da olduğu gibi L1 ölçüm noktasında olmuştur. Kasım ve Ocak aylarında olduğu gibi yine aynı nedenlerden dolayı en yüksek CO₂ değerinin görüldüğü düşünülmektedir.

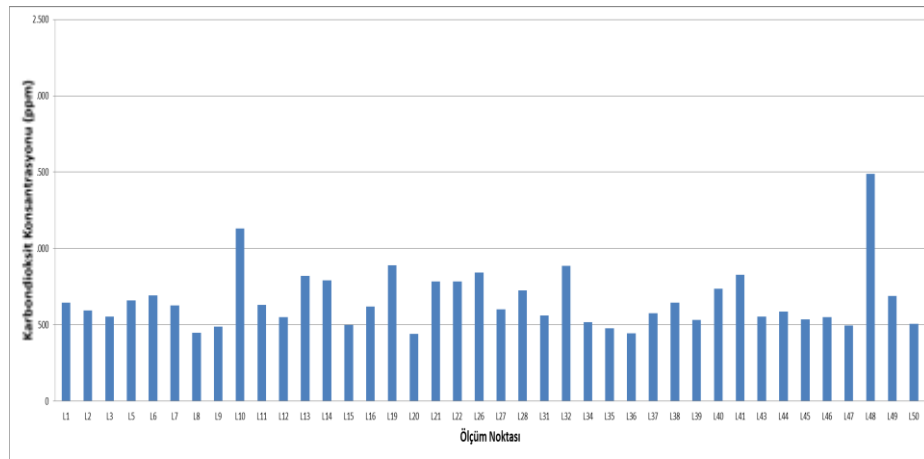
Şekil 4.44'de Mart ayında Lapseki'de yapılan CO₂ ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. CO₂ ölçüm sonuçlarına göre; CO₂ seviyeleri 527 ppm ile 2.253 ppm

arasında sonuçlar değişmiştir; ortalamasının ise 922 ppm olduğu görülmüştür. Ölçülen en yüksek CO₂ değeri L45 no'lu ölçüm noktasında olmuştur. Sobada odun yakılarak ısınmanın, günün tamamında kalabalık ortamın olmasının (5 kişiden fazla) ve yetersiz havalandırmanın (günde 3 saatten az) yüksek CO₂ seviyesine neden olduğu düşünülmektedir.

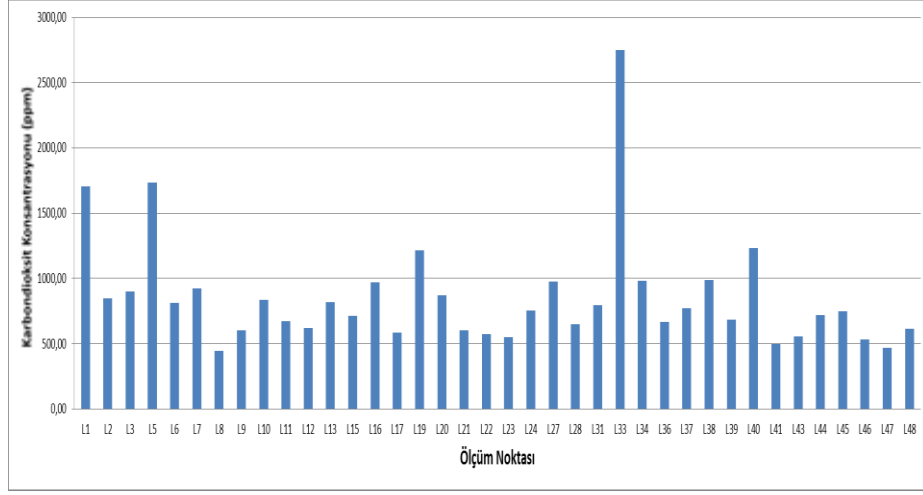
Şekil 4.45'de Nisan ayında Lapseki'de yapılan CO₂ ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. CO₂ ölçüm sonuçlarına göre; CO₂ seviyeleri 448 ppm ile 1.556 ppm arasında değişirken; ortalaması ise 755 ppm olmuştur. Ölçülen en yüksek CO₂ değeri Mart ayında olduğu gibi L45 no'lu ölçüm noktasında görülmüştür. Mart ayında açıklanan benzer sebeplerden yüksek CO₂ seviyesinin gözlenmiş olabileceği düşünülmektedir.



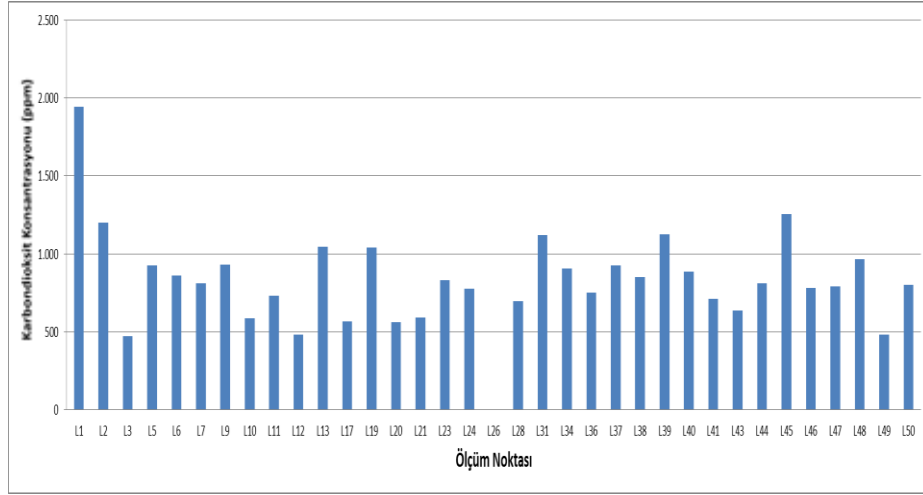
Şekil 4.37. Lapseki-Ağustos ayı iç ortam CO₂ seviyeleri (ppm)



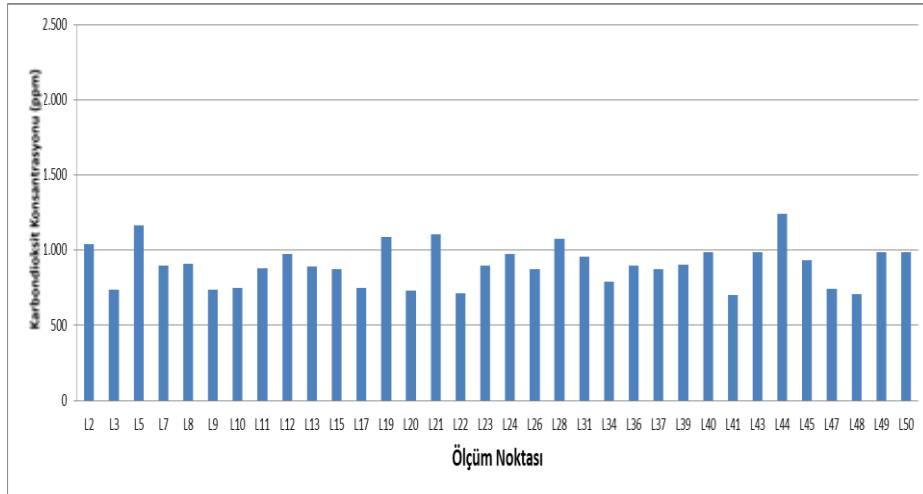
Şekil 4.38. Lapseki-Eylül ayı iç ortam CO₂ seviyeleri (ppm)



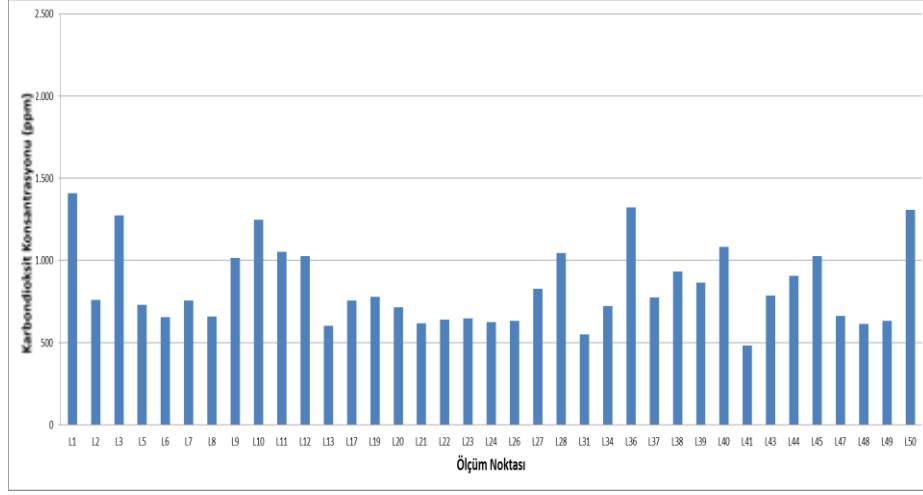
Şekil 4.39. Lapseki-Ekim ayı iç ortam CO₂ seviyeleri (ppm)



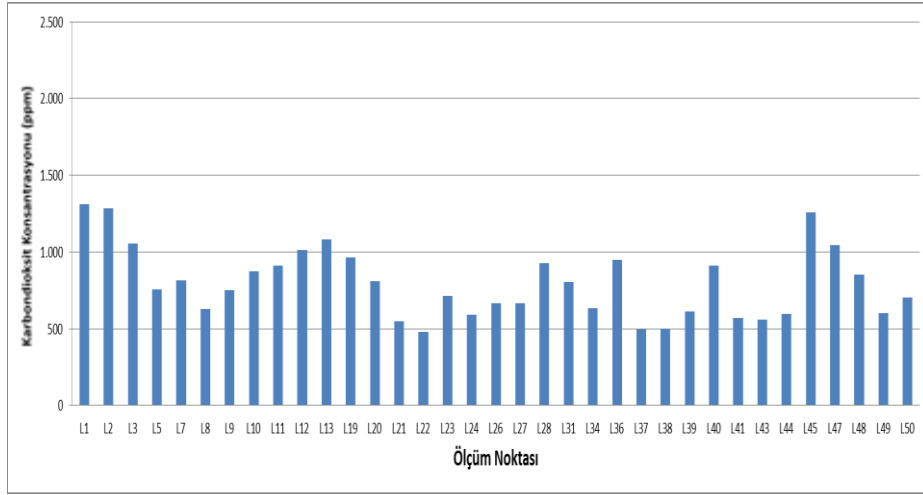
Şekil 4.40. Lapseki-Kasım ayı iç ortam CO₂ seviyeleri (ppm)



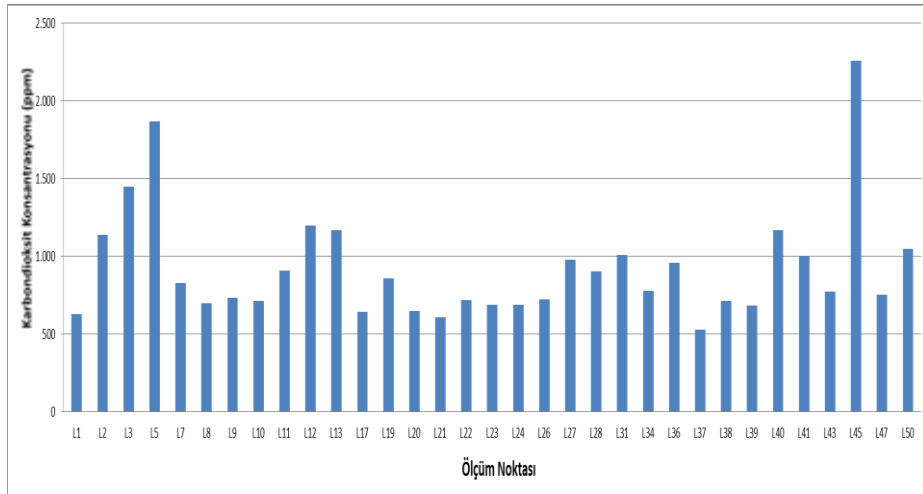
Şekil 4.41. Lapseki-Aralık ayı iç ortam CO₂ seviyeleri (ppm)



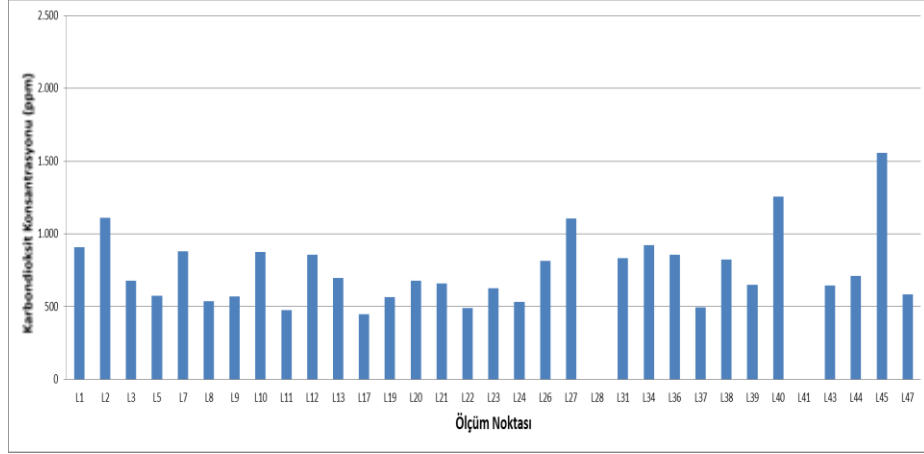
Şekil 4.42. Lapseki Ocak ayı iç ortam CO₂ seviyeleri (ppm)



Şekil 4.43. Lapseki-Şubat ayı iç ortam CO₂ seviyeleri (ppm)



Şekil 4.44. Lapseki-Mart ayı iç ortam CO₂ seviyeleri (ppm)



Şekil 4.45. Lapseki-Nisan ayı iç ortam CO₂ seviyeleri (ppm)

Şekil 4.46'da Ağustos ayında Lapseki'de yapılan sıcaklık (°C) ve bağıl nem (%) ölçümlerinin mekansal değişimleri gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve bağıl nem ölçüm değerleri sırasıyla 21 °C – 34 °C ve %38 - %71 arasında değişmektedir; ortalamaları ise yine sırasıyla 28 °C ve %50 olmuştur. Ölçülen en yüksek sıcaklık ve nem seviyeleri, L45 ve L41 ölçüm noktalarında görülmüştür.

Şekil 4.47'de Eylül ayında Lapseki'de yapılan sıcaklık ve bağıl nem ölçümlerinin mekansal değişimleri gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve bağıl nem ölçüm değerleri sırasıyla 17 °C – 31 °C ve %44 - %70 arasında değişmektedir, ortalamaları ise yine sırasıyla 24 °C ve %55 olmuştur. Ölçülen en yüksek sıcaklık ve nem L49 ve L48 ölçüm noktalarında görülmüştür.

Şekil 4.48'de Ekim ayında Lapseki'de yapılan sıcaklık (°C) ve bağıl nem (%) ölçümlerinin mekanlardaki değişimleri gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve bağıl nem ölçüm değerleri sırasıyla 16 °C – 25 °C ve %45 - %75 arasında değişmektedir; ortalamaları ise yine sırasıyla 21 °C ve %57 olmuştur. Ölçülen en yüksek sıcaklık ve nem seviyeleri, L20 ve L26 ölçüm noktalarında görülmüştür.

Şekil 4.49'de Kasım ayında Lapseki'de yapılan sıcaklık ve bağıl nem ölçümlerinin mekansal değişimleri gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve bağıl nem değerleri sırasıyla 16 °C – 27 °C ve %44 - %65 arasında değişmektedir, ortalamaları ise yine sırasıyla 21 °C ve %56 olmuştur. Ölçülen en yüksek sıcaklık ve nem seviyeleri, L37 ve L21 ölçüm noktalarında görülmüştür. L37 odunlu sobayla, L21 ise klimayla ısıtılmaktadır. Yetersiz havalandırmanın (günde 3 saatten az) L37'de yüksek sıcaklık görülmesine neden olduğu düşünülmektedir.

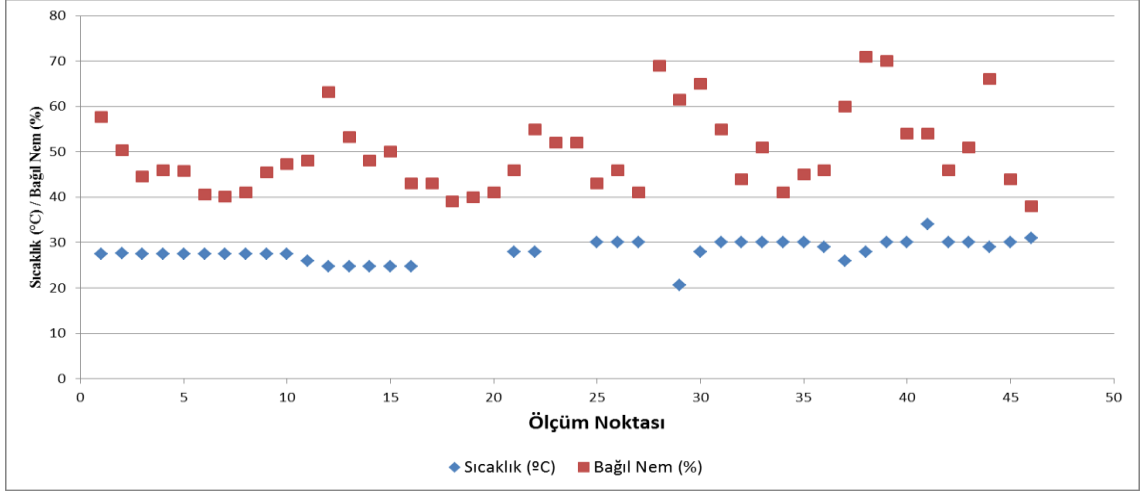
Şekil 4.50’de Aralık ayında Lapseki’de yapılan sıcaklık ve bağıl nem ölçümlerinin mekansal değişimleri gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve bağıl nem ölçüm değerleri sırasıyla 14 °C – 30 °C ve %24 - %57 arasında değişmektedir, ortalamaları ise yine sırasıyla 23 °C ve %39 olduğu görülmüştür. Ölçülen en yüksek sıcaklık ve nem seviyeleri, L15 ve yine L21 ölçüm noktalarında görülmüştür.

Şekil 4.51’de Ocak ayında Lapseki’de yapılan sıcaklık ve bağıl nem ölçümlerinin mekanlardaki değişimleri gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve bağıl nem ölçüm değerleri sırasıyla 16 °C – 31 °C ve %30 - %62 arasında değişmektedir, ortalamaları ise yine sırasıyla 23 °C ve %48 olduğu görülmüştür. En yüksek sıcaklık ve nem seviyeleri sırasıyla L19 ve L50’de gözlenmiştir. L19 odun, L50 hem odun hem de kömürü sobada yakarak ısınmaktadır. Yüksek sıcaklık seviyelerinin L19’da neredeyse pencereyle havalandırmanın hiç yapılmaması nedeniyle olduğu düşünülmektedir.

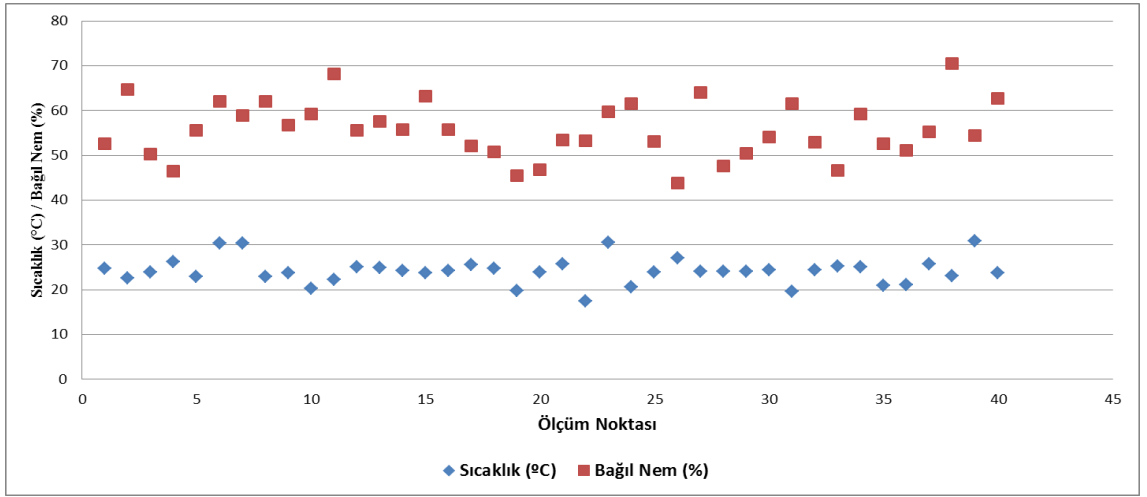
Şekil 4.52’de Şubat ayında Lapseki’de yapılan sıcaklık ve bağıl nem ölçümlerinin mekanlardaki değişimleri gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve bağıl nem değerleri sırasıyla 17 °C – 27 °C ve %37 - %63 arasında değişmektedir; ortalamaları ise yine sırasıyla 23 °C ve %48 olmuştur. Ölçülen en yüksek sıcaklık ve nem seviyeleri, L36 ve L40 ölçüm noktalarında görülmüştür. L36 sobada kömür yakarken, L40 hem kömür hem odun yakmaktadır.

Şekil 4.53’de Mart ayında Lapseki’de yapılan sıcaklık ve bağıl nem ölçümlerinin mekansal değişimleri gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve bağıl nem değerleri sırasıyla 14 °C – 24 °C ve %31 - %53 arasında değişmektedir; ortalamaları ise yine sırasıyla 21 °C ve %41 olmuştur. Ölçülen en yüksek sıcaklık ve nem seviyeleri, L31 ve L5 ölçüm noktalarında görülmüştür. L31’de odun, L5’de hem odun hemde kömür ile ısınmaktadır. Her iki noktada da günlük ortalama 2 saatten az havalandırma yapılmaktadır.

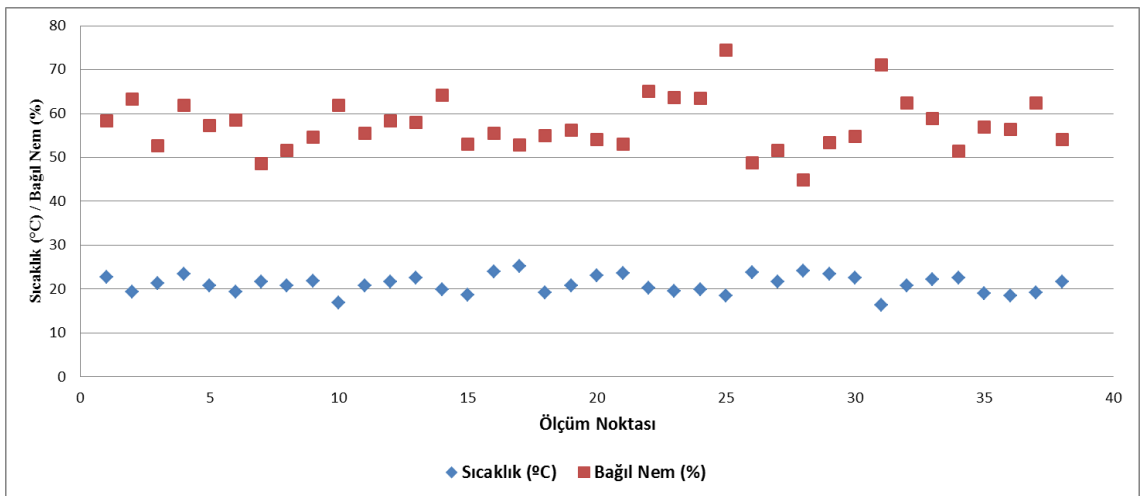
Şekil 4.54’de Nisan ayında Lapseki’de yapılan sıcaklık ve bağıl nem ölçümlerinin mekansal değişimleri gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve bağıl nem ölçüm değerleri sırasıyla sırasıyla 17 °C – 25 °C ve %34 - %61 arasında değişmekte ve ortalamaları ise yine sırasıyla 21 °C ve %49 olmuştur. Ölçülen en yüksek sıcaklık ve nem seviyeleri, L36 ve L47 ölçüm noktalarında görülmüştür. L36 odun ve L47 kömür kullanılmaktadır; 2 ölçüm noktası da günlük 1 saat havalandırılmaktadır.



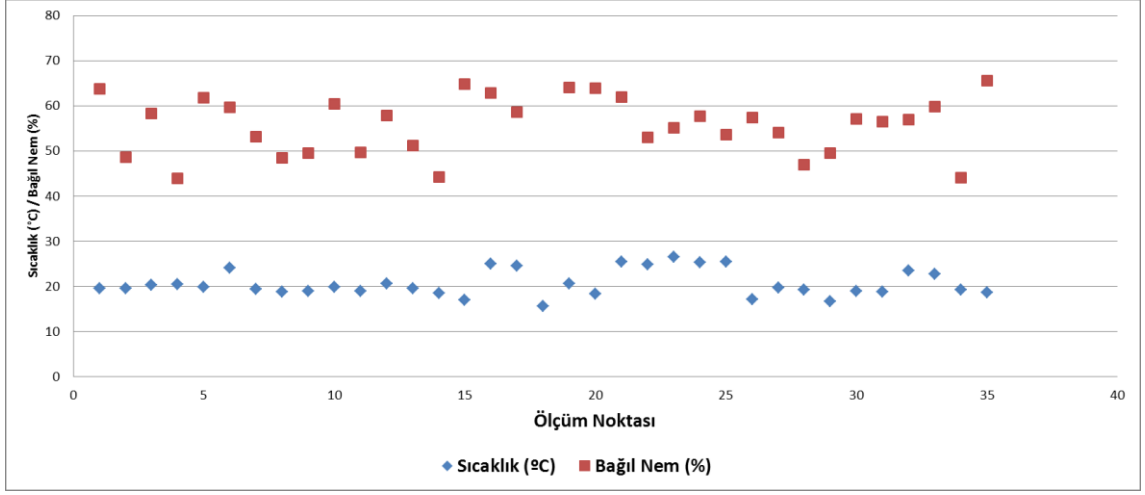
Şekil 4.46. Lapseki-Ağustos ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri



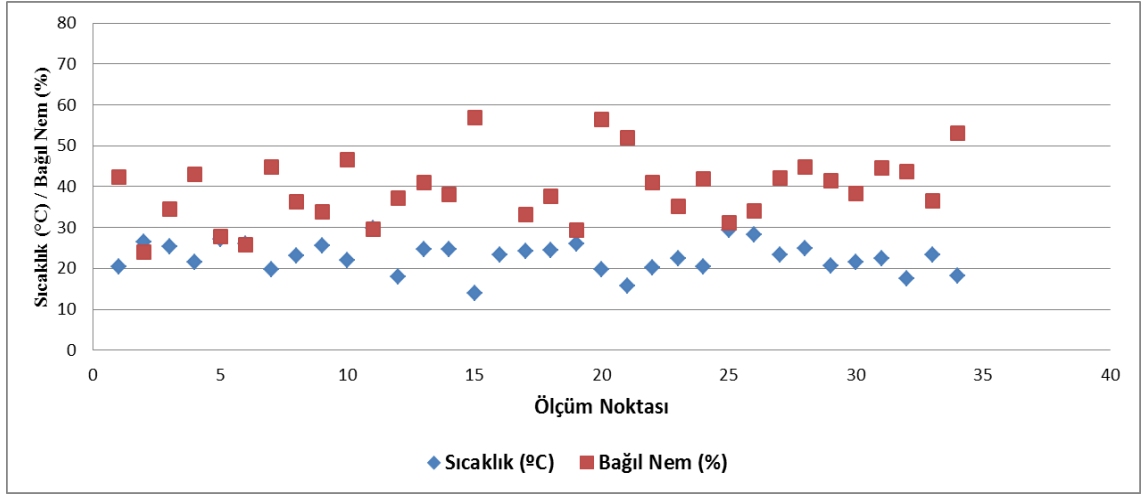
Şekil 4.47. Lapseki-Eylül ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri



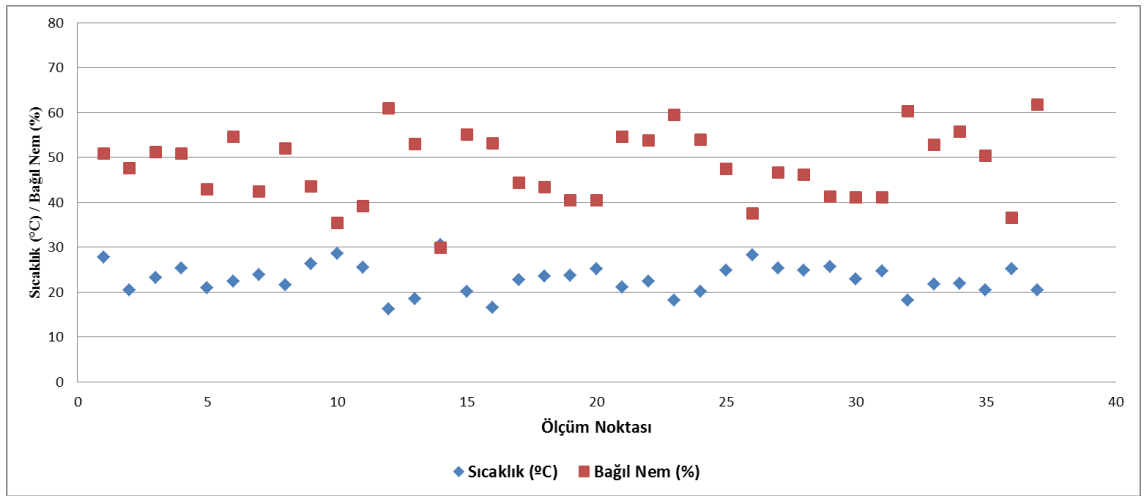
Şekil 4.48. Lapseki-Ekim ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri



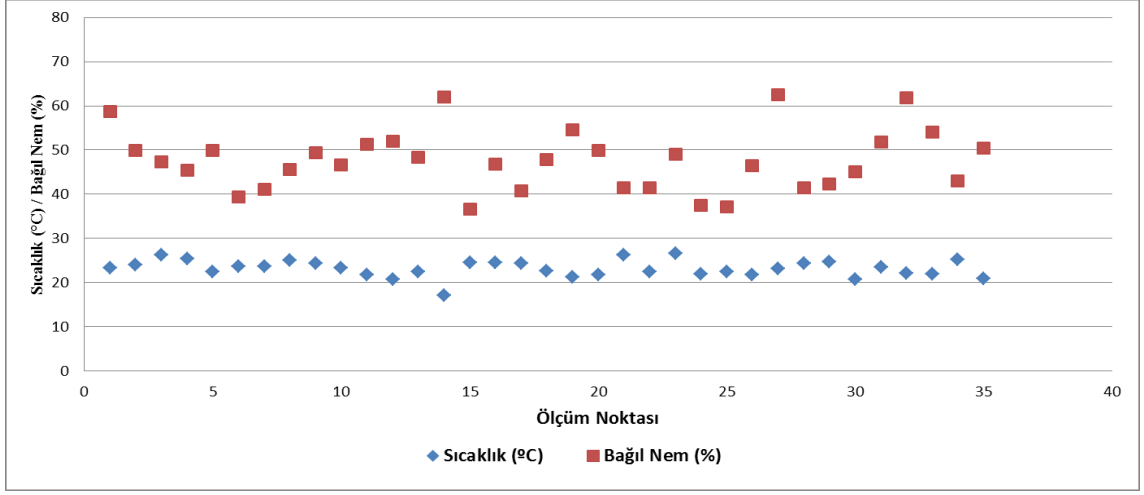
Şekil 4.49. Lapseki-Kasım ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri



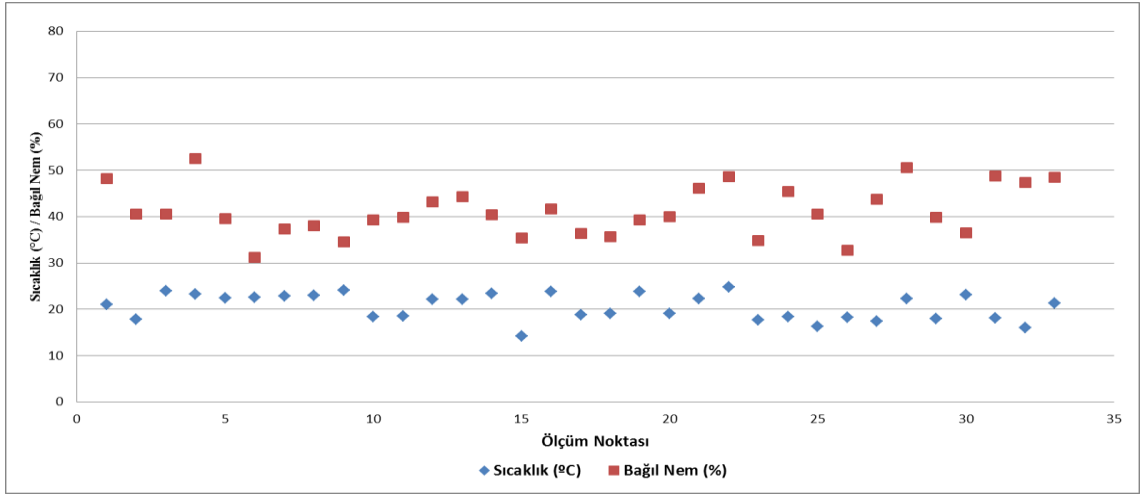
Şekil 4.50. Lapseki-Aralık ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri



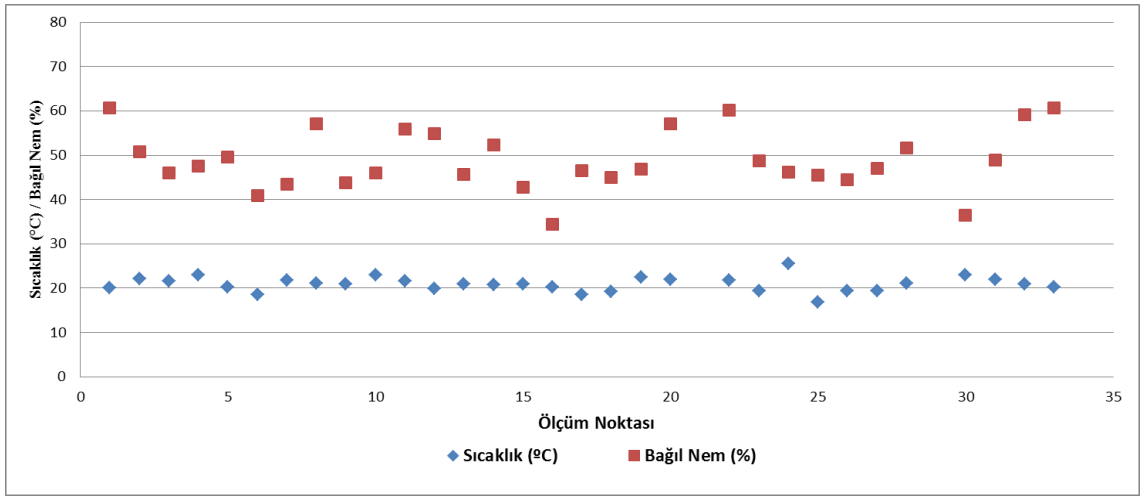
Şekil 4.51. Lapseki-Ocak ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri



Şekil 4.52. Lapseki-Şubat ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri



Şekil 4.53. Lapseki-Mart ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri



Şekil 4.54. Lapseki Nisan ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri

4.2.1.3. Çan

Şekil 4.55’de Ağustos ayında Çan’da yapılan PM ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. PM ölçüm sonuçlarına göre; PM seviyeleri 30.683-858.387 sayı/L arasında değişirken sonuçların ortalaması 109.851 sayı/L’dir. Ölçülen en yüksek PM değeri, C45 no’lu ölçüm noktasında görülmüştür. Anket uygulanamadan çalışmadan ölçüm noktası çıktığından ortam hakkında bilgi bulunmamaktadır.

Şekil 4.56’da Eylül ayında Çan’da yapılan PM ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. PM ölçüm sonuçlarına göre; PM seviyeleri 19.729-1.037.702 sayı/L arasında değişmektedir ve ortalaması 141.924 sayı/L olarak gözlenmiştir. Ölçülen en yüksek PM değeri, C41 no’lu ölçüm noktasında görülmüştür. Bu ortamda, yoğun halı kullanımı, günün 2/3’ünde insan aktivitesinin olmasının yüksek PM seviyesinin görülmesine neden olduğu düşünülmektedir.

Şekil 4.57’de Ekim ayında Çan’da yapılan PM ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. PM ölçüm sonuçlarına göre; PM seviyeleri 16.648-858.622 sayı/L arasında değişmektedir ve ortalaması 321.678 sayı/L’dir. Ölçülen en yüksek PM değeri, C1 noktasında ölçülmüştür. C1 ölçüm noktasında; yoğun halı kullanımının, yoğun kişi aktiviteleri (5 kişiden fazla) ve düşük havalandırma miktarının (günlük 1 saatten az) yüksek PM seviyesinin görülmesine neden olduğu düşünülmektedir.

Şekil 4.58’de Kasım ayında Çan’da yapılan PM ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. PM ölçüm sonuçlarına göre; PM seviyeleri 107.090 sayı/L ile 694.210 sayı/L arasında değişmektedir; ortalaması ise 306.369 sayı/L’dir. Ölçülen en yüksek PM değeri Eylül ayında olduğu gibi C41 ölçüm noktasında görülmüştür. Eylül ayında olduğu gibi yine benzer koşullara ilaveten ayrıca kış aylarında beklenen az havalandırma yüksek PM seviyesine neden olduğu düşünülmektedir.

Şekil 4.59’daki Aralık ayında Çan’da yapılan PM ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. PM ölçüm sonuçlarına göre; PM seviyeleri 101.506 sayı/L ile 1.003.814 sayı/L arasında değişmiştir ve ortalamasının 417.591 sayı/L olduğu görülmüştür. Ölçülen en yüksek PM değeri, C15 no’lu ölçüm noktasında görülmüştür. C15 ortamında yoğun halı kullanımı, kömür kullanımıyla ısınmanın, günün tamamında insan aktivitesinin, sigara tüketimi ve düşük havalandırma (günde 1 saatten az) yüksek PM seviyesine neden olduğu düşünülmektedir.

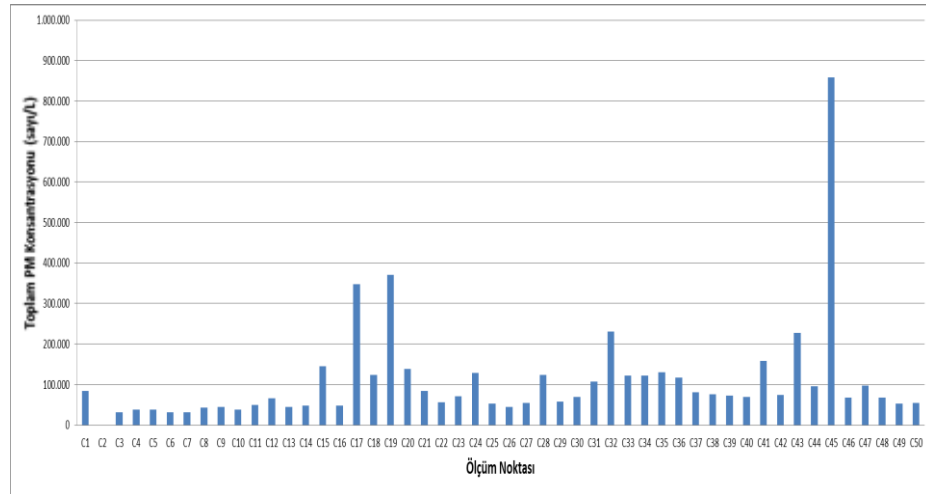
Şekil 4.60’daki Ocak ayında Çan’da yapılan PM ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. PM ölçüm sonuçlarına göre; PM seviyeleri 42.845-1.176.584 sayı/L

arasında değişmektedir ve ortalaması 498.322 sayı/L'dir. Ölçülen en yüksek PM değeri, C8 no'lu ölçüm noktasında ölçülmüştür. Yoğun halı kullanımının, sobada kömür kullanımı, günün tamamında insan aktivitesi ve az havalandırma (günde 1 saatten az) yüksek PM seviyesinin gözlenmesine neden olduğu düşünülmektedir.

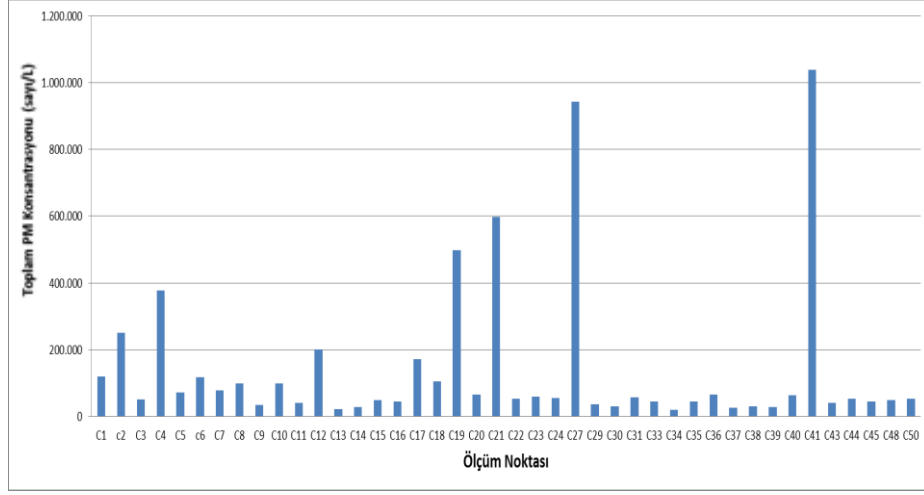
Şekil 4.61'de Şubat ayında Çan'da yapılan PM mekansal değişimi gösterilmektedir. PM ölçüm sonuçlarına göre; PM seviyeleri 38.347-732.939 sayı/L arasında değişirken, ortalaması ise 247.748 sayı/L'dir. Ölçülen en yüksek PM değeri, Eylül ayında olduğu gibi C41 no'lu ölçüm noktasında görülmüştür. Kasım ayında da olduğu gibi benzer koşullardan dolayı yüksek seviyesinin gözlendiği düşünülmektedir.

Şekil 4.62'de Mart ayında Çan'da yapılan PM ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. PM ölçüm sonuçlarına göre; PM seviyeleri 30.233-1.027.574 sayı/L arasında değişmiş olup; ortalaması ise 215.373 sayı/L'dir. Ölçülen en yüksek PM değeri, C19 no'lu ölçüm noktasında görülmüştür. Yoğun halı kullanımı, sobada odun kullanma, insan aktivitelerinin, sigara kullanımı ve düşük havalandırmanın (günde 1 saatten az) en yüksek PM seviyesine neden olduğu düşünülmektedir.

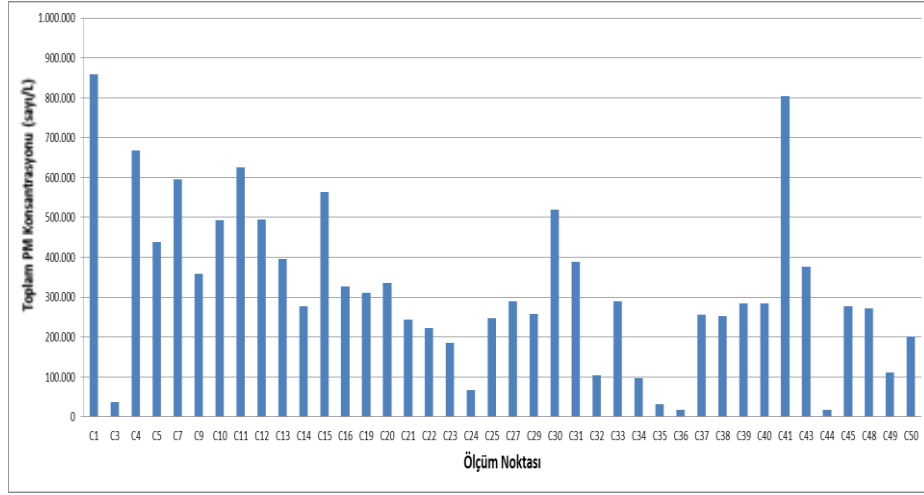
Şekil 4.63'de Nisan ayında Çan'da yapılan PM ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. PM ölçüm sonuçlarına göre; PM seviyeleri 17.417-832.837 sayı/L arasında değişmiş olup ortalaması ise, 166.883 sayı/L'dir. Ölçülen en yüksek PM değeri, diğer 3 ayda olduğu gibi C41 no'lu ölçüm noktasında görülmüştür.



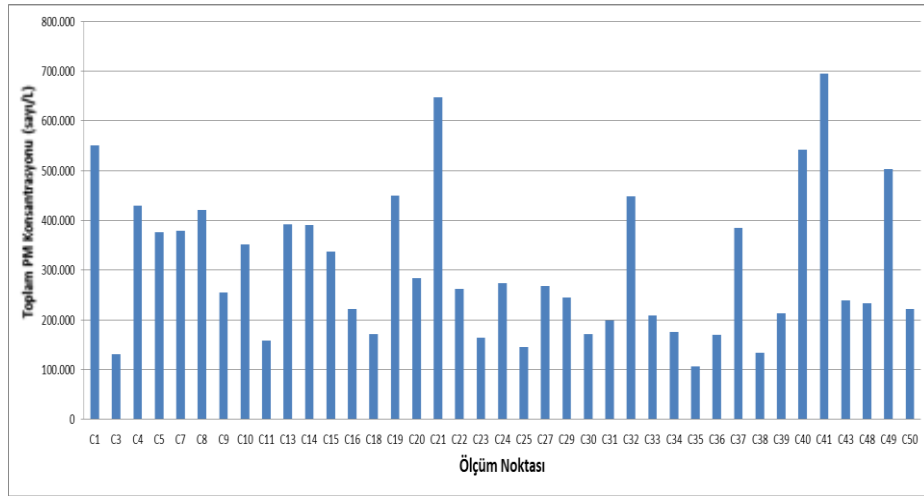
Şekil 4.55. Çan-Ağustos ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)



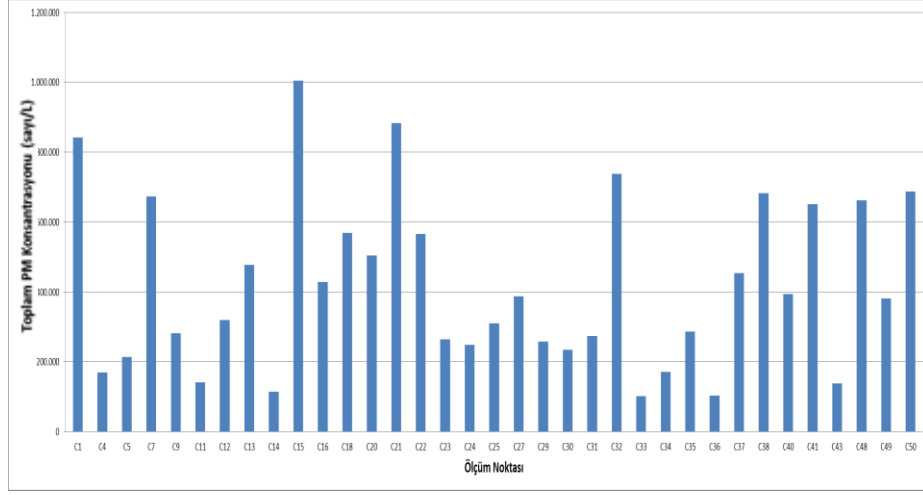
Şekil 4.56. Çan-Eylül ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)



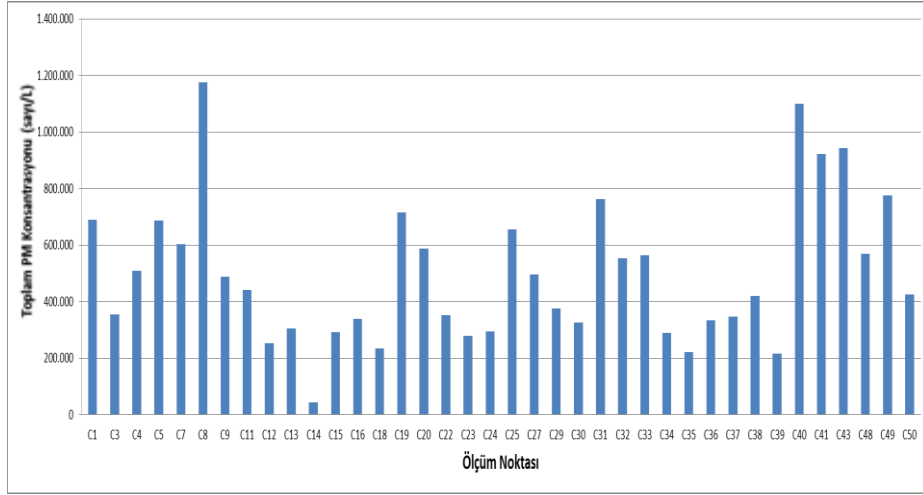
Şekil 4.57. Çan-Ekim ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)



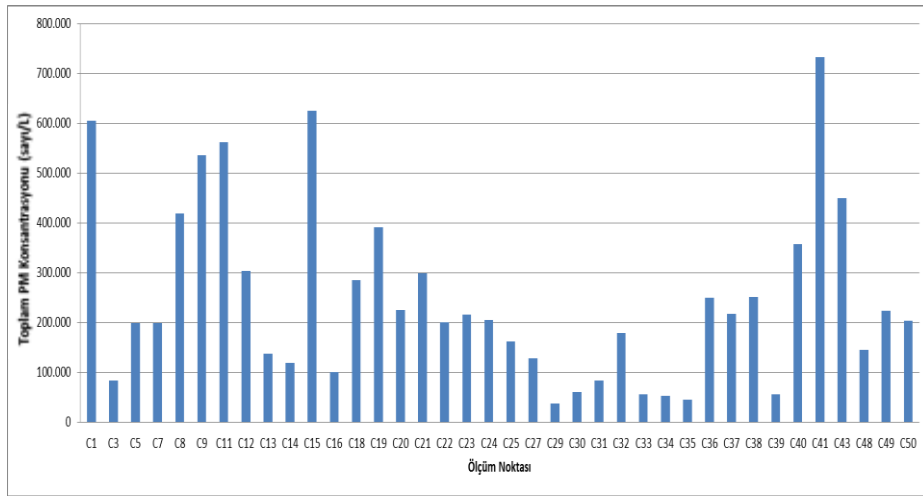
Şekil 4.58. Çan-Kasım ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)



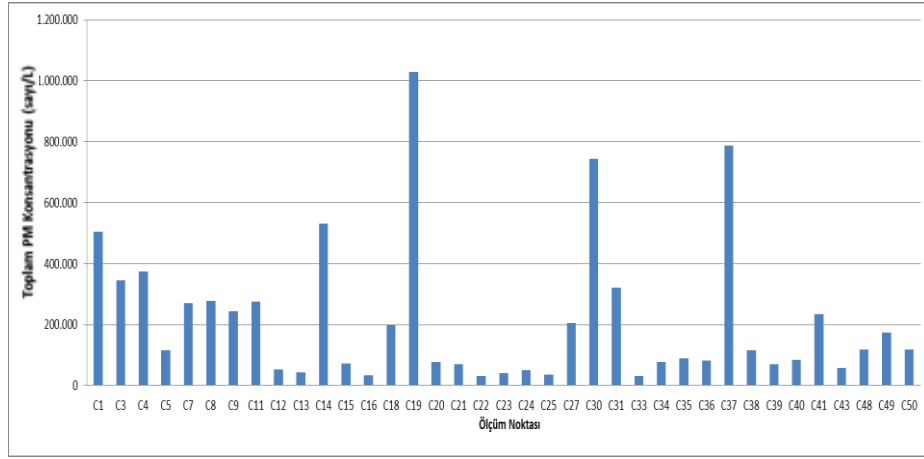
Şekil 4.59. Çan-Aralık ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)



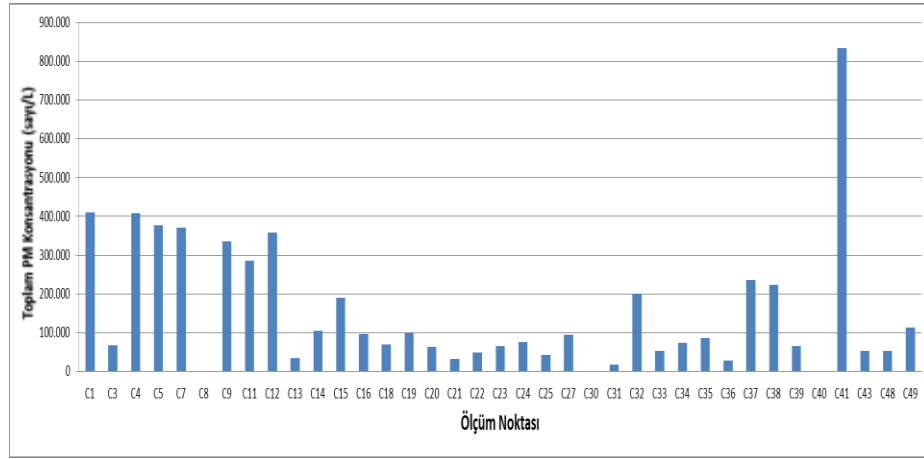
Şekil 4.60. Çan-Ocak ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)



Şekil 4.61. Çan-Şubat ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)



Şekil 4.62. Çan-Mart ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)



Şekil 4.63. Çan-Nisan ayı iç ortam toplam PM seviyeleri (sayı/L)

Şekil 4.64’de Ağustos ayında Çan’da yapılan CO₂ ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. CO₂ ölçüm sonuçlarına göre; CO₂ seviyeleri 374 ppm ile 1.375 ppm arasında değişmiş; ortalaması ise 611 ppm olmuştur. Ölçülen en yüksek CO₂ değeri, C47 no’lu ölçüm noktasında görülmüştür. Çalışmadan anket uygulanmadan çıktığından ortam hakkında bilgi bulunmamaktadır.

Şekil 4.65’de Eylül ayında Çan’da yapılan CO₂ ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. CO₂ ölçüm sonuçlarına göre; CO₂ seviyeleri 454 ppm ile 1.882 ppm arasında değişmektedir ve ortalaması 770 ppm’dir. Ölçülen en yüksek CO₂ değeri C41 no’lu ölçüm noktasında görülmüştür. Günün 2/3’ünde bireylerin ortamda bulunmasının, sigara tüketiminin, kalabalık ortamın (5 kişiden fazla kişi) ve yetersiz havalandırmanın (günde 3 saatten az) yüksek CO₂ seviyesine neden olduğu düşünülmektedir.

Şekil 4.66'da Ekim ayında Çan'da yapılan CO₂ ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. CO₂ ölçüm sonuçlarına göre; CO₂ seviyeleri 474 ppm ile 1.950 ppm arasında değişmekte; ortalaması ise 813 ppm olmuştur. Ölçülen en yüksek CO₂ değeri C50'de görülmüştür. Günün tamamında evde bireylerin bulunmasının, yalıtımın (iç ortamın hiç hava almaması), kalabalık ortamın (4 kişiden fazla) ve yetersiz havalandırmanın (günde 3 saatten az) yüksek CO₂ seviyesine neden olduğu düşünülmektedir.

Şekil 4.67'da Kasım ayında Çan'da yapılan CO₂ ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. CO₂ ölçüm sonuçlarına göre; CO₂ seviyeleri 528 ppm ile 2.400 ppm arasında ölçüm sonuçları değişmekte; ortalaması ise 1039 ppm olduğu gözlenmiştir. Ölçülen en yüksek CO₂ seviyesi ise Ekim ayında olduğu gibi yine C50'de görülmüştür. Ekim ayında görülen benzer koşullardan yüksek CO₂ seviyesinin gözlendiği düşünülmektedir.

Şekil 4.68'de Aralık ayında Çan'da yapılan CO₂ ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. CO₂ ölçüm sonuçlarına göre; CO₂ seviyeleri 591 ppm ile 2.089 ppm arasında değerler değişmiş; ortalamasının ise 1043 ppm olduğu görülmüştür. Ekim ve Kasım aylarında olduğu gibi yine C50 no'lu ölçüm noktasında en yüksek CO₂ değeri görülmüştür.

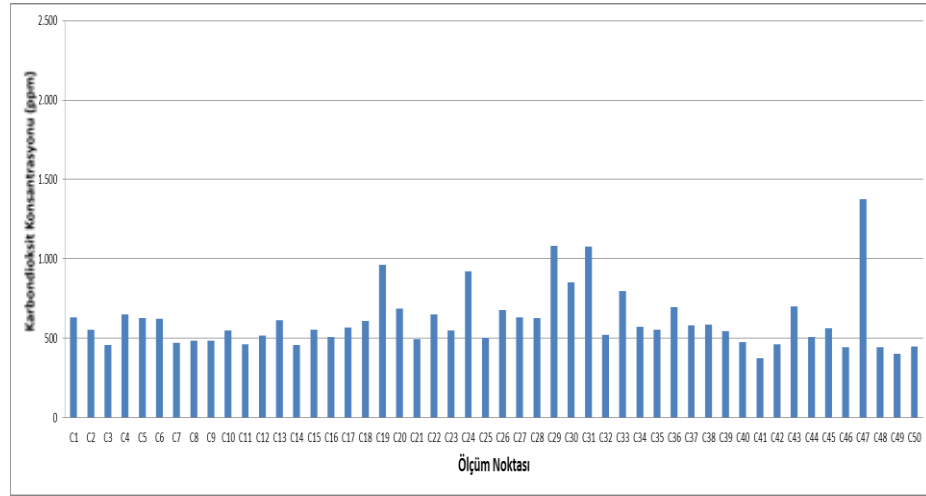
Şekil 4.69'de Ocak ayında Çan'da yapılan CO₂ ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. CO₂ ölçüm sonuçlarına göre; CO₂ seviyeleri 520 ppm ile 1.805 ppm arasında değerler değişmiştir ve ortalamasının ise 912 ppm olduğu görülmüştür. Ölçülen en yüksek CO₂ değeri Ekim, Kasım ve Aralık'da olduğu gibi C50 no'lu ölçüm noktasında olduğu görülmüştür.

Şekil 4.70'de Şubat ayında Çan'da yapılan CO₂ ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. CO₂ ölçüm sonuçlarına göre; CO₂ seviyeleri 497 ppm ile 1.612 ppm arasında veriler değişirken; ortalaması ise 810 ppm olmuştur. Ölçülen en yüksek CO₂ değeri C41 no'lu ölçüm noktasında görülmüştür. Eylül ayında olduğu gibi benzer nedenlerden yüksek CO₂'in görüldüğü düşünülmektedir.

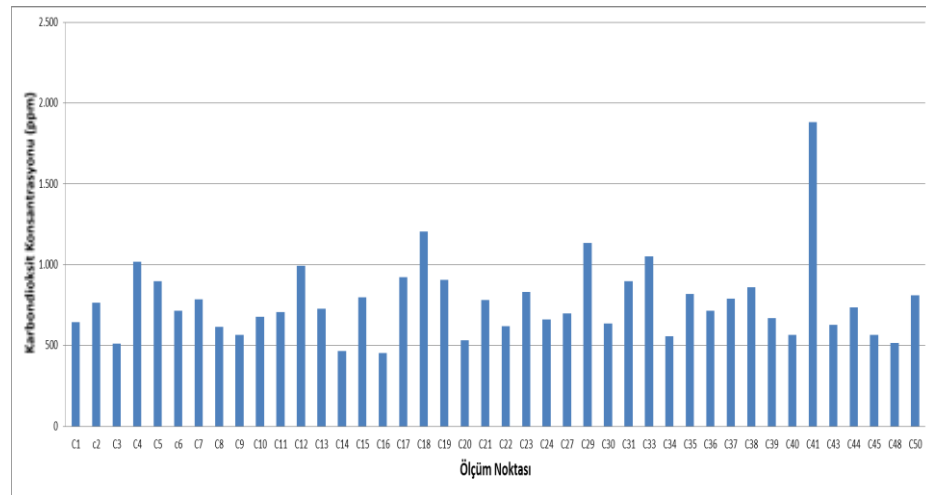
Şekil 4.71'de Mart ayında Çan'da yapılan CO₂ ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. CO₂ ölçüm sonuçlarına göre; CO₂ seviyeleri 424 ppm ile 1.525 ppm arasında sonuçlar değişmiştir ve ortalamasının ise 716 ppm olduğu görülmüştür. Ölçülen en yüksek CO₂ değeri C1 no'lu ölçüm noktası olmuştur. Kömür kullanımının, kalabalık

ortamın (4 kişiden fazla) ve yetersiz havalandırmanın (günde 1 saatten az) yüksek CO₂ seviyesine neden olduğu düşünülmektedir.

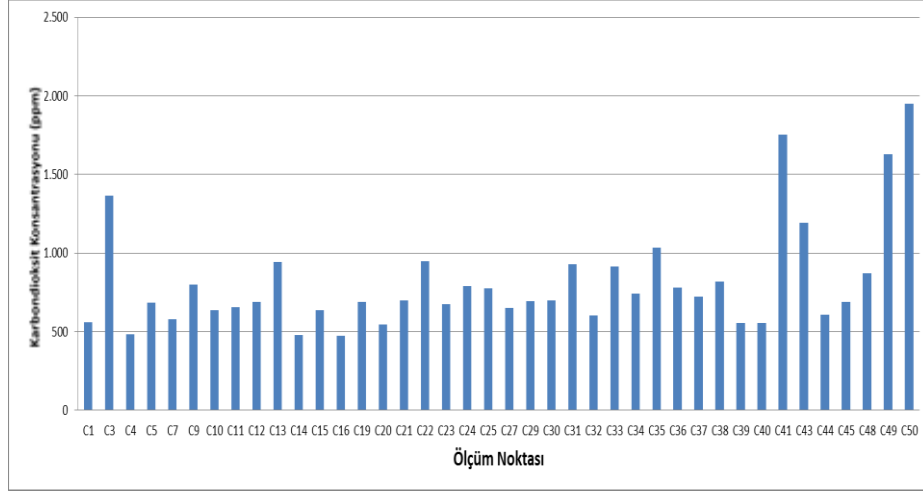
Şekil 4.72’de Nisan ayında Çan’da yapılan CO₂ ölçümlerinin mekansal değişimi gösterilmektedir. CO₂ ölçüm sonuçlarına göre; CO₂ seviyeleri 474 ppm ile 1.290 ppm arasında değişirken; ortalaması ise 760 ppm olmuştur. Ölçülen en yüksek CO₂ değeri, C37 no’lu ölçüm noktasında görülmüştür. Odun kullanımının, kalabalık ortamın (4 kişiden fazla) ve yetersiz havalandırmanın (günde 1 saatten az) yüksek CO₂ seviyesine neden olduğu düşünülmektedir.



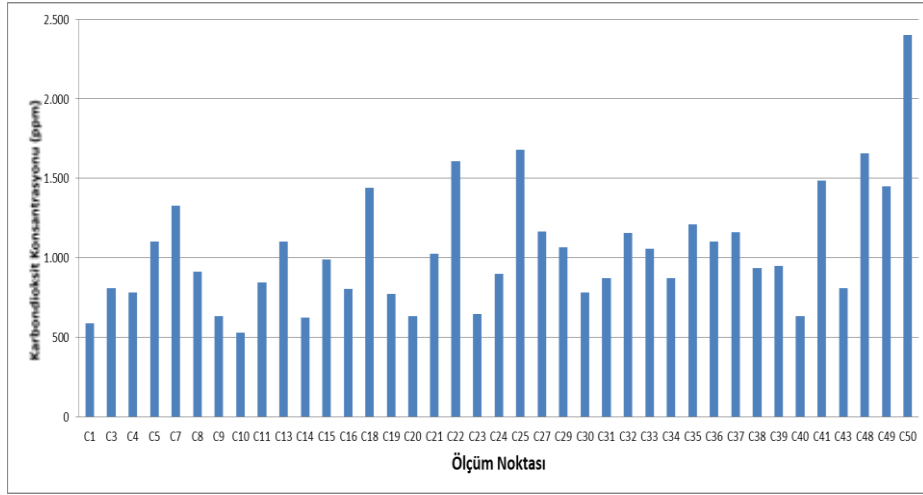
Şekil 4.64. Çan-Ağustos ayı iç ortam CO₂ seviyeleri (ppm)



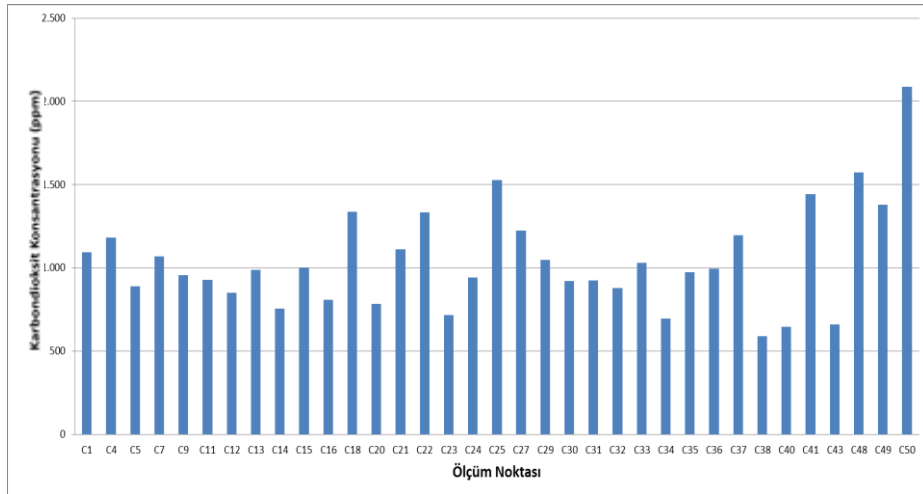
Şekil 4.65. Çan-Eylül ayı iç ortam CO₂ seviyeleri (ppm)



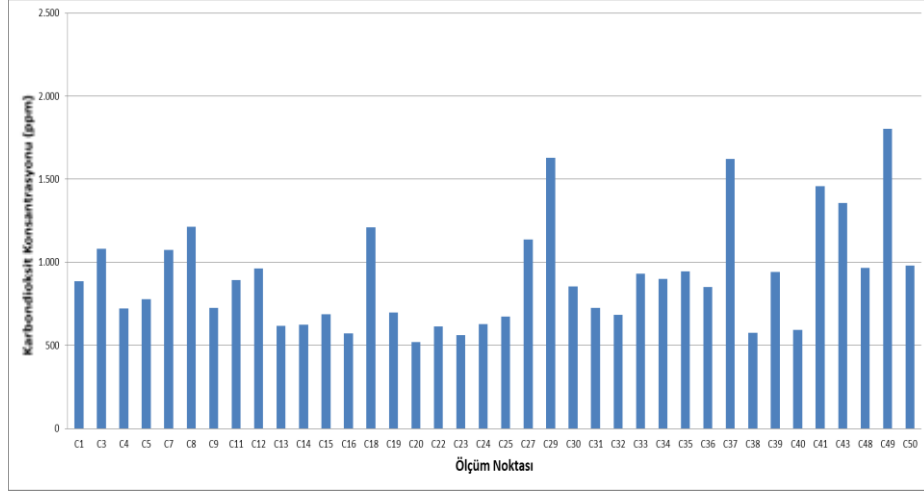
Şekil 4.66. Çan-Ekim ayı iç ortam CO₂ seviyeleri (ppm)



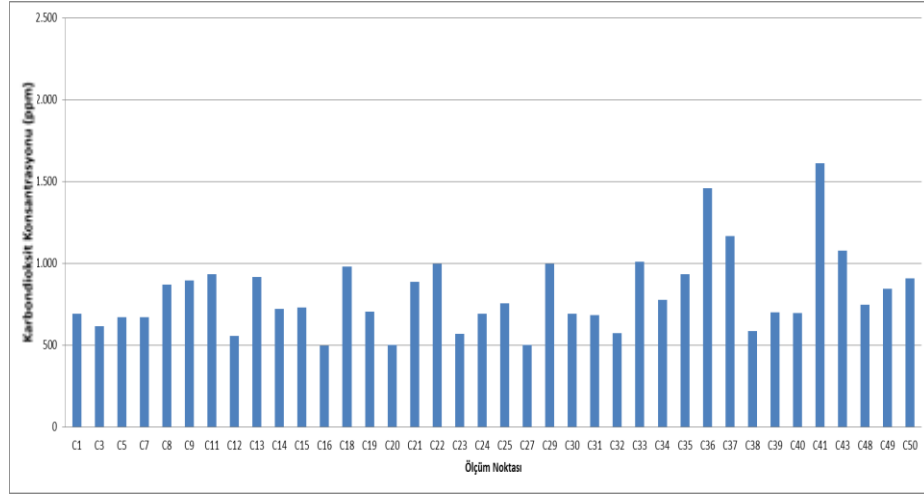
Şekil 4.67. Çan Kasım ayı iç ortam CO₂ seviyeleri (ppm)



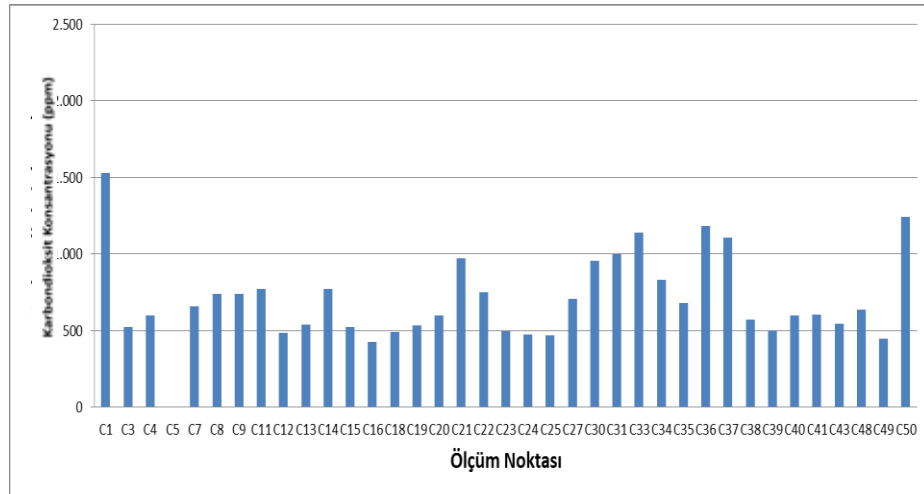
Şekil 4.68. Çan-Aralık ayı iç ortam CO₂ seviyeleri (ppm)



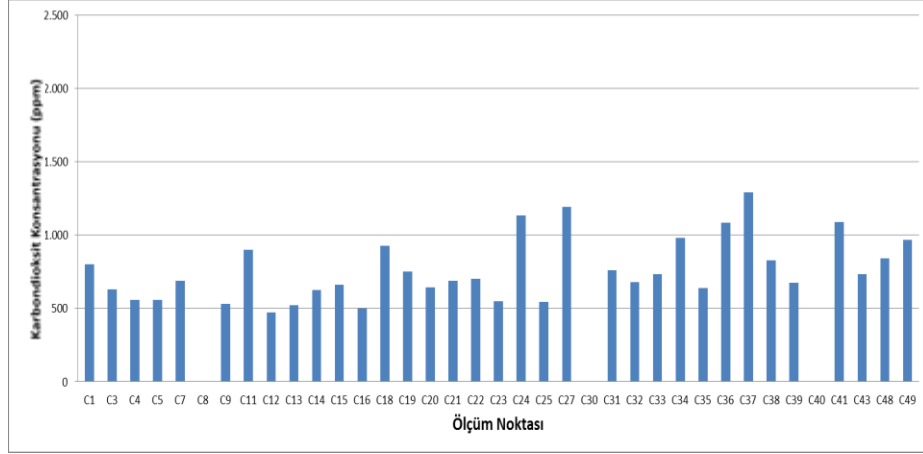
Şekil 4.69. Çan-Ocak ayı iç ortam CO₂ seviyeleri (ppm)



Şekil 4.70. Çan-Şubat ayı iç ortam CO₂ seviyeleri (ppm)



Şekil 4.71. Çan-Mart ayı iç ortam CO₂ seviyeleri (ppm)



Şekil 4.72. Çan-Nisan ayı iç ortam CO₂ seviyeleri (ppm)

Şekil 4.73’de Ağustos ayında Çan’da yapılan sıcaklık (°C) ve bağıl nem (%) ölçümlerinin mekansal değişimleri gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve bağıl nem ölçüm değerleri sırasıyla 22 °C – 29 °C ve %32 - %59 arasında değişmektedir ve ortalamaları ise yine sırasıyla 26 °C ve %45 olmuştur. Ölçülen en yüksek sıcaklık ve bağıl nem değerleri sırasıyla C48 ve C31 olmuştur.

Şekil 4.74’de Eylül ayında Çan’da yapılan sıcaklık ve bağıl nem ölçümlerinin mekansal değişimleri gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve bağıl nem ölçüm değerleri sırasıyla 14 °C – 25 °C ve %26 - %72 arasında değişmektedir ve ortalamaları ise yine sırasıyla 21 °C ve %52 olmuştur. Ölçülen en yüksek sıcaklık ve bağıl nem değerleri sırasıyla C31 ve C11 ölçüm noktalarında görülmüştür.

Şekil 4.75’de Ekim ayında Çan’da yapılan sıcaklık ve bağıl nem ölçümlerinin mekansal değişimleri gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve bağıl nem ölçüm değerleri sırasıyla 18 °C – 24 °C ve %40 - %70 arasında değişmektedir ve ortalamaları ise sırasıyla 21 °C ve %56 olmuştur. Ölçülen en yüksek sıcaklık ve bağıl nem değerleri sırasıyla C44 ve C49 ölçüm noktalarında görülmüştür.

Şekil 4.76’de Kasım ayında Çan’da yapılan sıcaklık ve bağıl nem ölçümlerinin mekansal değişimleri gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve bağıl nem ölçüm değerleri sırasıyla 13 °C – 28 °C ve %44 - %73 arasında değişmektedir ve ortalamaları ise yine sırasıyla 20 °C ve %57 olmuştur. Ölçülen en yüksek sıcaklık ve bağıl nem değerleri sırasıyla C8 ve C50 ölçüm noktalarında görülmüştür. C8 noktası günlük 1 saat havalandırılırken, C50 noktası ise 3-4 saatlik havalandırma yapmaktadır.

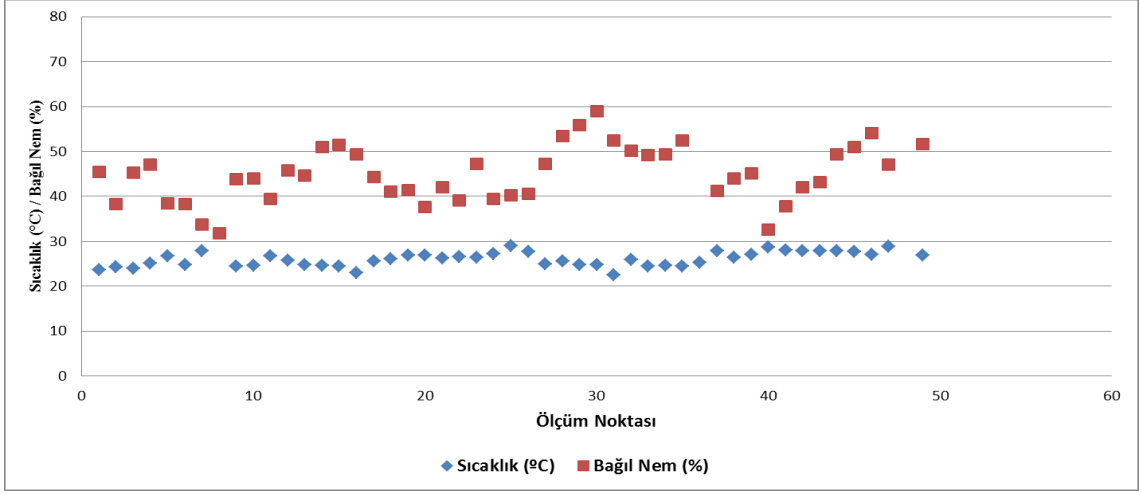
Şekil 4.77’de Aralık ayında Çan’da yapılan sıcaklık ve bağıl nem ölçümlerinin mekansal değişimleri gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve bağıl nem ölçüm değerleri sırasıyla 15 °C – 31 °C ve %24 - %66 arasında değişmektedir ve ortalamaları ise sırasıyla 22 °C ve %47 olmuştur. Ölçülen en yüksek sıcaklık ve bağıl nem değerleri sırasıyla C14 ve önceki ayda olduğu gibi yine C50 ölçüm noktalarında görülmüştür. C14, çok az havalandırma yapılması (günde 1 saatten az) ve odunlu sobayı yoğun kullanımı en yüksek sıcaklık seviyesinin görülmesine neden olduğu düşünülmektedir.

Şekil 4.78’de Ocak ayında Çan’da yapılan sıcaklık ve bağıl nem ölçümlerinin mekansal değişimleri gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve bağıl nem ölçüm değerleri sırasıyla 16 °C – 30 °C ve %35 - %67 arasında değişmektedir ve ortalamaları ise sırasıyla 23 °C ve %52 olmuştur. Ölçülen en yüksek sıcaklık ve bağıl nem değerleri sırasıyla önceki ayda olduğu gibi tekrardan C14 ve C38 ölçüm noktalarında görülmüştür. C38 noktası, çok az havalandırma (günde 1 saatten az) yapmaktadır.

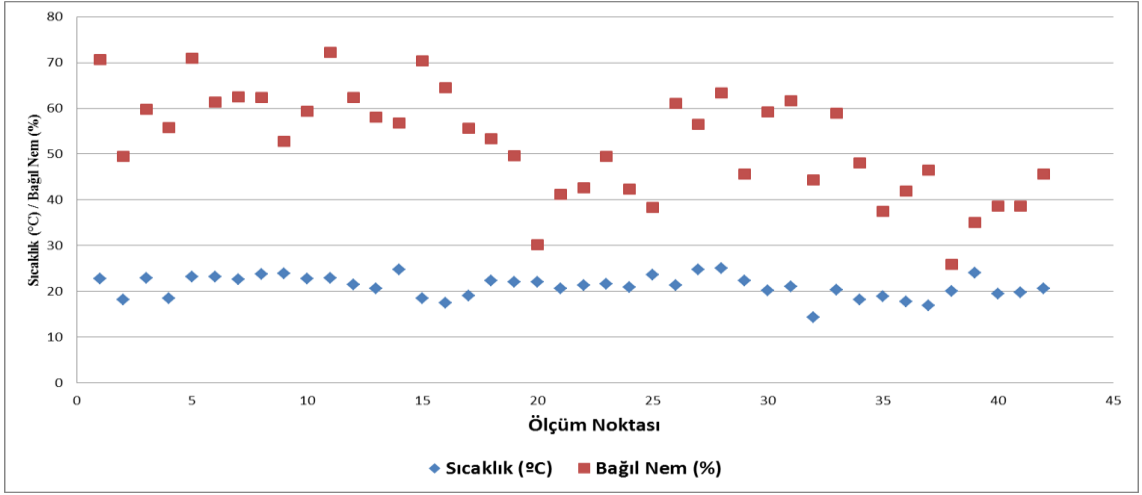
Şekil 4.79’de Şubat ayında Çan’da yapılan sıcaklık ve bağıl nem ölçümlerinin mekansal değişimleri gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve bağıl nem ölçüm değerleri sırasıyla 17 °C – 26 °C ve %26 - %56 arasında değişmektedir ve ortalamaları ise sırasıyla 22 °C ve %45 olmuştur. Ölçülen en yüksek sıcaklık ve bağıl nem değerleri sırasıyla C36 ve C40 ölçüm noktalarında görülmüştür. İki ortamda çok az havalandırma (günde 1 saatten az) yapmaktadır.

Şekil 4.80’de Mart ayında Çan’da yapılan sıcaklık ve bağıl nem ölçümlerinin mekansal değişimleri gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve bağıl nem ölçüm değerleri sırasıyla 20 °C – 27 °C ve %31 - %63 arasında değişmektedir ve ortalamaları ise sırasıyla 23 °C ve %41 olmuştur. Ölçülen en yüksek sıcaklık ve bağıl nem değerleri sırasıyla C34 ve C50 ölçüm noktalarında görülmüştür. C50, aşırı yalıtımlı bir ölçüm noktasıdır. Buda ortamın hava almasını engellemektedir.

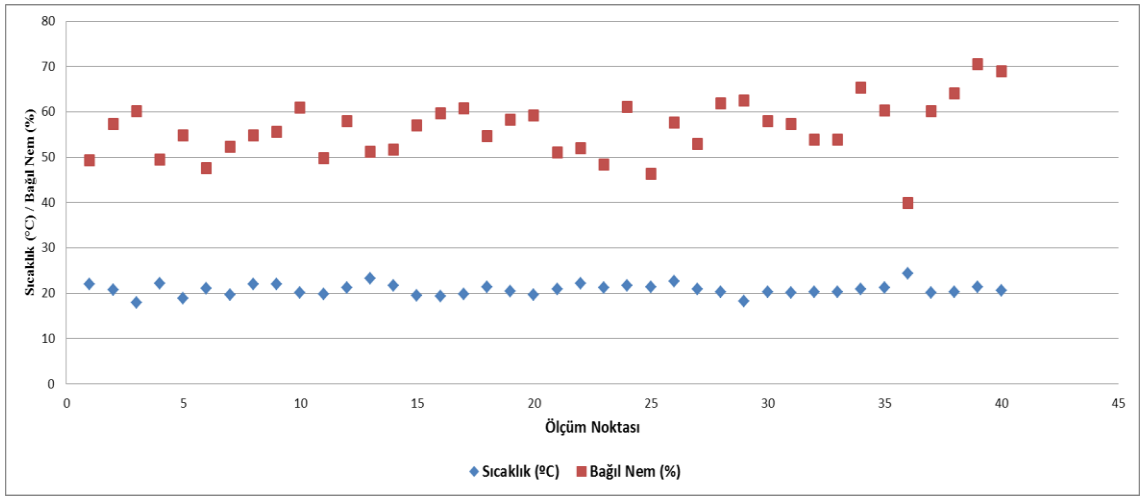
Şekil 4.81’de ayda Çan’da yapılan sıcaklık ve bağıl nem ölçümlerinin mekansal değişimleri gösterilmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre; sıcaklık ve bağıl nem ölçüm değerleri sırasıyla 16 °C – 23 °C ve %36 - %60 arasında değişmektedir ve ortalamaları ise sırasıyla 20 °C ve %45 olmuştur. Ölçülen en yüksek sıcaklık ve bağıl nem ölçüm noktası iki parametre içinde C31 ölçüm noktasında görülmüştür. Ortam odun ile sınırlanarak az havalandırma (günde 1 saatten az) yapılmaktadır.



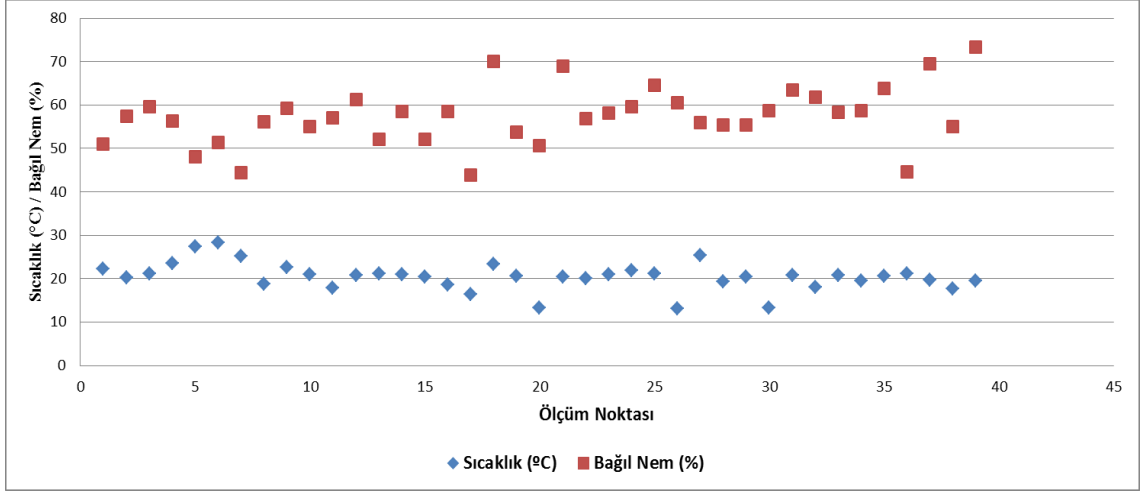
Şekil 4.73. Çan-Ağustos ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri



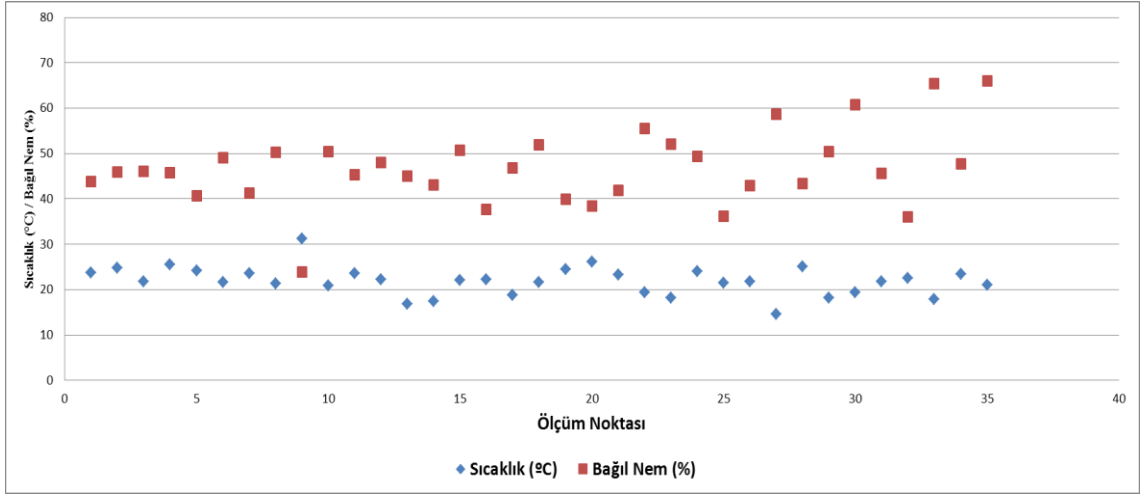
Şekil 4.74. Çan-Eylül ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri



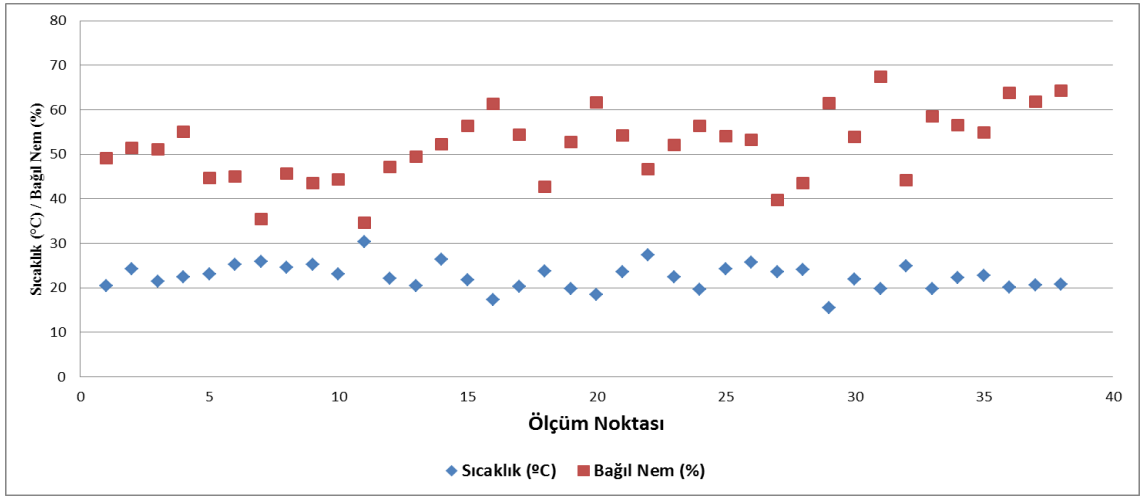
Şekil 4.75. Çan-Ekim ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri



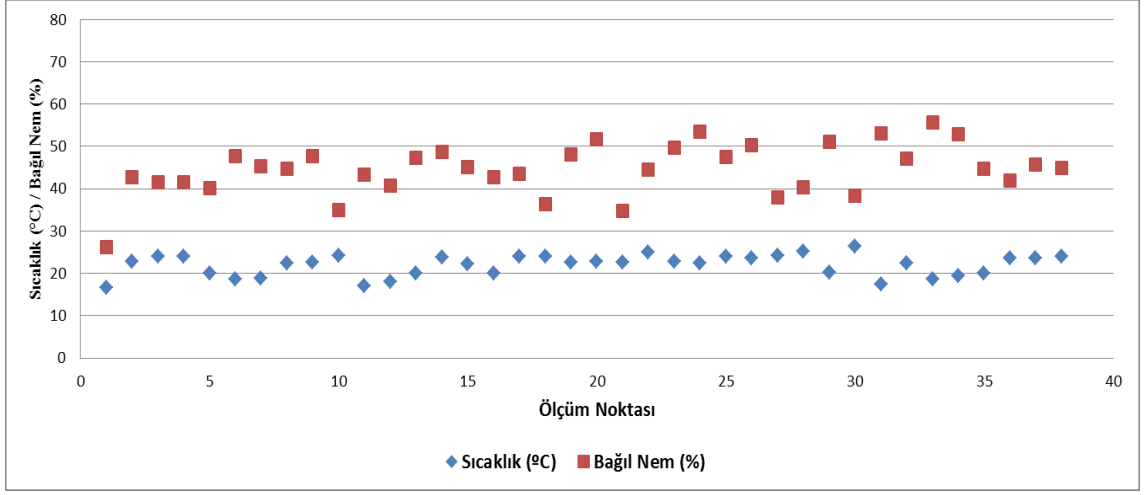
Şekil 4.76. Çan-Kasım ayı iç ortam sıcaklık (°C) –bağıl nem (%) seviyeleri



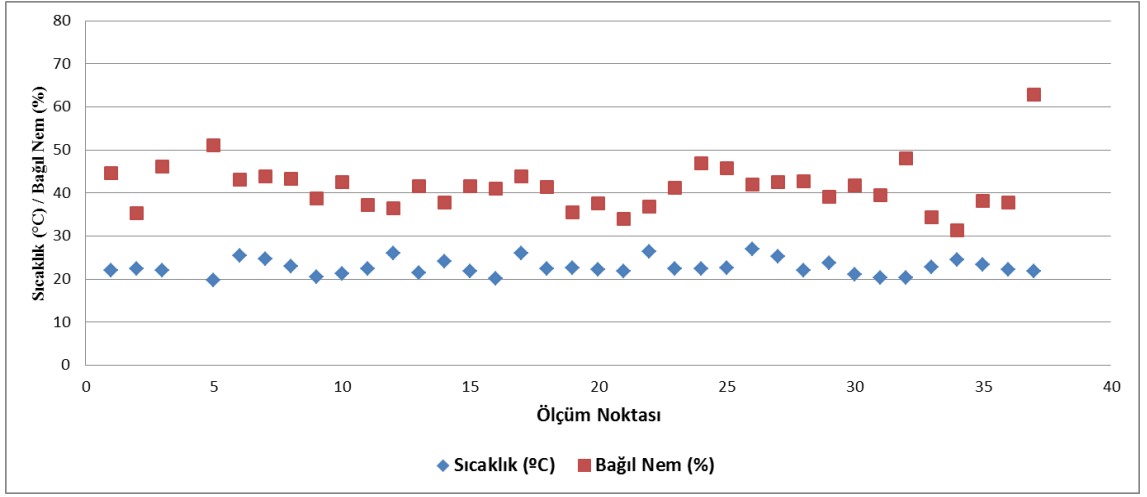
Şekil 4.77. Çan-Aralık ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri



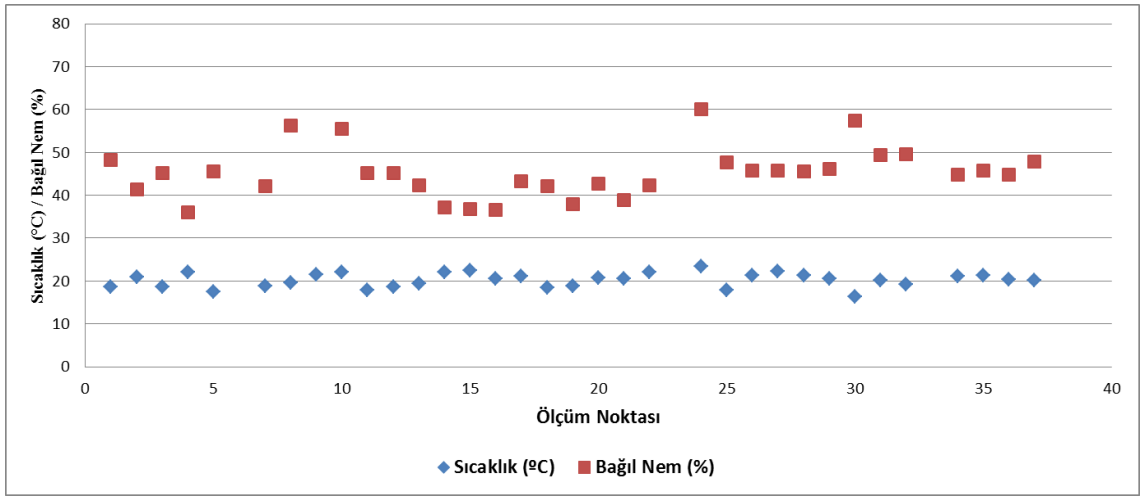
Şekil 4.78. Çan-Ocak ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri



Şekil 4.79. Çan-Şubat ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri



Şekil 4.80. Çan-Mart ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri



Şekil 4.81. Çan-Nisan ayı iç ortam sıcaklık (°C) – bağıl nem (%) seviyeleri

4.2.2. İç ortam ölçümlerinin zamansal olarak karşılaştırılması

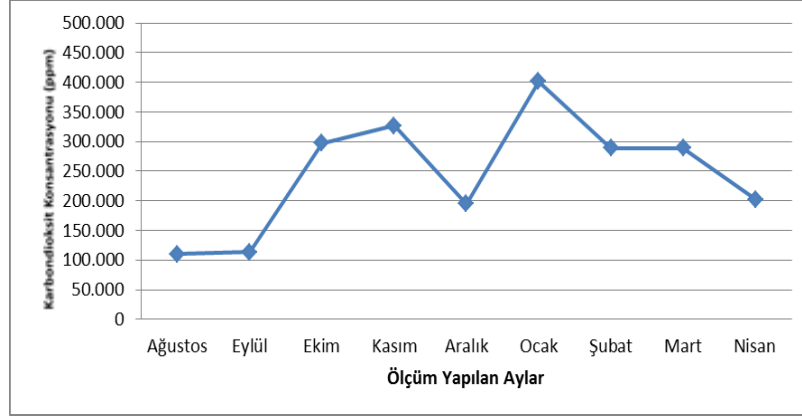
Şekil 4.82’de Merkez’de yapılan toplam PM ölçümlerinin aylara göre ölçüm noktaları arasında karşılaştırılması yer almaktadır. 9 aylık (Ağustos 2013-Nisan 2014) toplam PM ölçümleri; 10.777 sayı/L ile 997.494 sayı/L arasında değişmiştir ve ayların PM ortalamalarının ortalaması ise 179.815 sayı/L’dir. Ölçümlerde en yüksek toplam PM değeri, Kasım ayında M56 no’lu ölçüm noktasında görülmüştür. M56 no’lu ölçüm noktası; halı kullanılan, günlük 13 saatlik ortamda vakit geçirilen, yaklaşık 10 adet sigara tüketilen bir ortamdır.

Şekil 4.83’de Lapseki’de yapılan toplam PM ölçümlerinin aylara göre ölçüm noktaları arasında karşılaştırılması yer almaktadır. 9 aylık (Ağustos 2013-Nisan 2014) toplam PM ölçümleri; 40.348 sayı/L ile 1.269.494 sayı/L arasında değişmiştir ve ayların PM ortalamalarının ortalaması ise 247.090 sayı/L’dir. Ölçümlerde en yüksek toplam PM değeri, Ocak ayında L34 no’lu ölçüm noktasında görülmüştür: Yoğun halı varlığının, sobada odun yakılarak ısınmanın, günün büyük kısmında insan aktivitesinin ve düşük havalandırmanın (günde 2 saatten az) yüksek PM seviyesine neden olduğu düşünülmektedir.

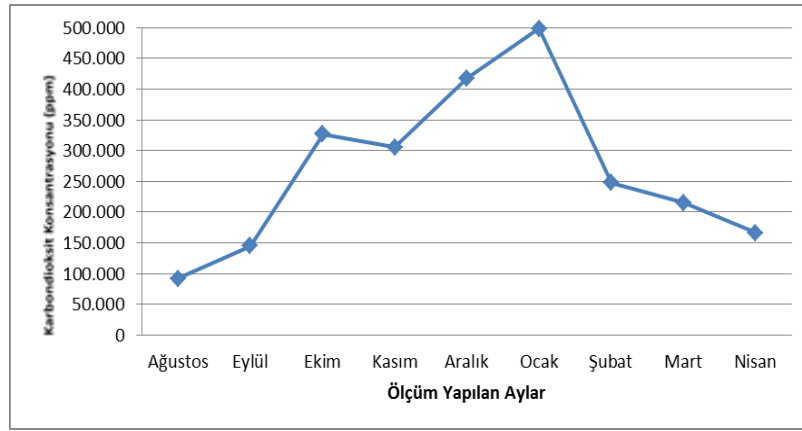
Şekil 4.84’de Çan’da yapılan toplam PM ölçümlerinin aylara göre ölçüm noktaları arasında karşılaştırılması yer almaktadır. 9 aylık (Ağustos 2013-Nisan 2014) toplam PM ölçümleri; 16.648 sayı/L ile 1.176.584 sayı/L arasında değişmiştir ve ayların PM ortalamalarının ortalaması ise 247.090 sayı/L’dir. Ölçümlerde en yüksek toplam PM değeri, Ocak ayında C8 no’lu ölçüm noktasında görülmüştür. Yoğun halı varlığının ve sobada kömür kullanımının, günün tamamında insan aktivitesinin ve az havalandırmanın (1 saatten az) yüksek PM seviyesinin çıkmasına neden olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.82. Merkez’de ölçülen ortalama PM seviyelerinin aylara göre değişimi (sayı/L)



Şekil 4.83. Lapseki’de ölçülen ortalama PM seviyelerinin aylara göre değişimi (sayı/L)



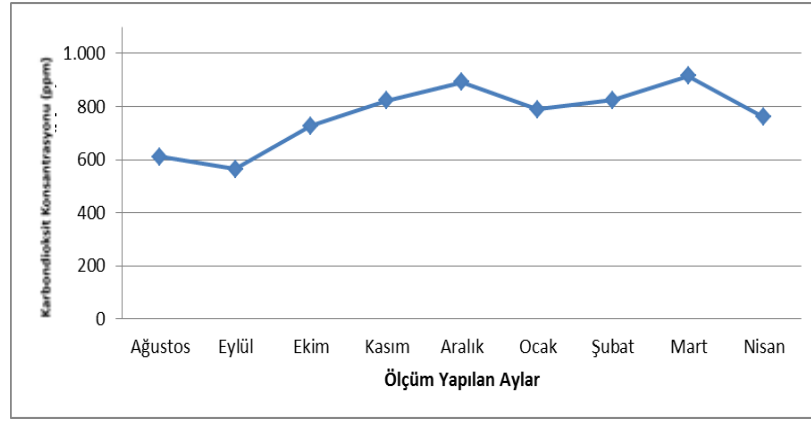
Şekil 4.84. Çan’da ölçülen ortalama PM seviyelerinin aylara göre değişimi (sayı/L)

Şekil 4.85’de Merkez’de yapılan CO₂ ölçümlerinin aylara göre ölçüm noktaları arasında karşılaştırılması yer almaktadır. 9 aylık (Ağustos 2013-Nisan 2014) CO₂ ölçümleri; 345 ppm ile 2.700 ppm arasında değişmiştir ve aylık CO₂ ortalamalarının 9 aylık ortalaması ise 768 ppm’dir. Ölçümlerde en yüksek CO₂ değeri, Aralık ayında M31 no’lu ölçüm noktasında görülmüştür. Isınmada ve mutfakta doğalgaz kullanılan, günün tamamında evde vakit geçirilen ve çok az miktarda (günlük yaklaşık 1 saat) pencereyle havalandırma yapılan M31 no’lu ortamda yüksek CO₂ seviyesine kişi varlığı ve az havalandırmadan olabileceği düşünülmektedir.

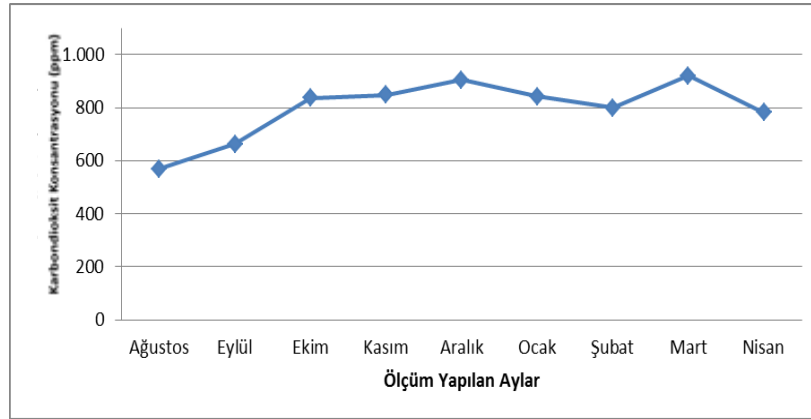
Şekil 4.86’da Lapseki’de yapılan CO₂ ölçümlerinin aylara göre ölçüm noktaları arasında karşılaştırılması yer almaktadır. 9 aylık (Ağustos 2013-Nisan 2014) CO₂ ölçümleri; 360 ppm ile 2.254 ppm arasında değişmiştir ve aylık CO₂ ortalamaların 9 aylık ortalaması ise 796 ppm’dir. Ölçümlerde en yüksek CO₂ değeri, Mart ayında L45 no’lu ölçüm noktasında görülmüştür. Sobada odun yakılarak ısınma sağlanan, günün tamamında

kalabalık kişilerin olması (5 kişiden fazla) ve yetersiz havalandırma (günde 3 saatten az) en yüksek CO₂ seviyesine neden olduğu düşünülmektedir.

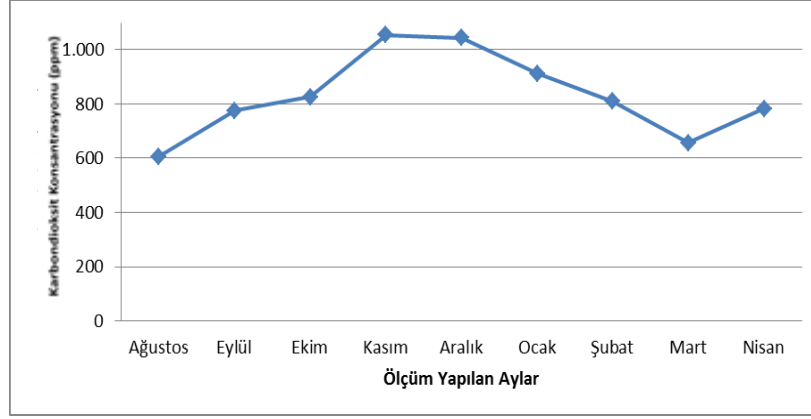
Şekil 4.87’de Çan’da yapılan CO₂ ölçümlerinin aylara göre ölçüm noktaları arasında karşılaştırılması yer almaktadır. 9 aylık (Ağustos 2013-Nisan 2014) CO₂ ölçümleri; 374 ppm ile 2.400 ppm arasında değişmiştir ve aylık CO₂ ortalamaların 9 aylık ortalaması ise 796 ppm’dir. Ölçümlerde en yüksek CO₂ değeri, Kasım ayında C50 no’lu ölçüm noktasında görülmüştür. Günün tamamında evde bireylerin bulunmasının, mantolamanın (yalıtım), kalabalık ortamın (4 kişiden fazla) ve yetersiz havalandırma (günde 3-4 saatten az) yüksek CO₂ seviyesine neden olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.85. Merkez’de ölçülen ortalama CO₂ seviyelerinin aylara göre değişimi (ppm)



Şekil 4.86. Lapseki’de ölçülen ortalama CO₂ seviyelerinin aylara göre değişimi (ppm)

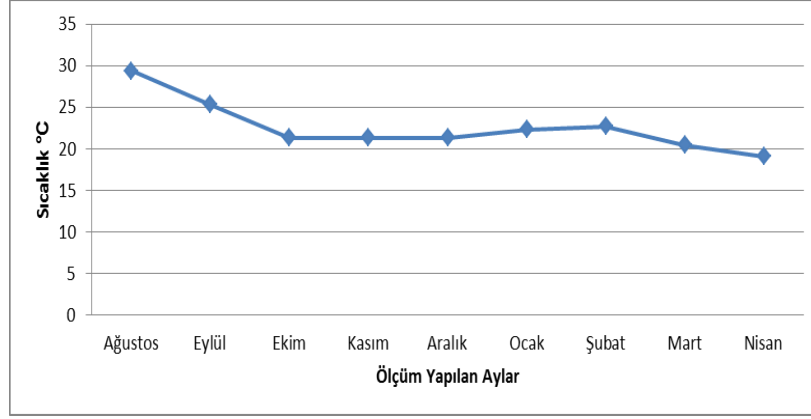


Şekil 4.87. Çan'da ölçülen ortalama CO₂ seviyelerinin aylara göre değişimi (ppm)

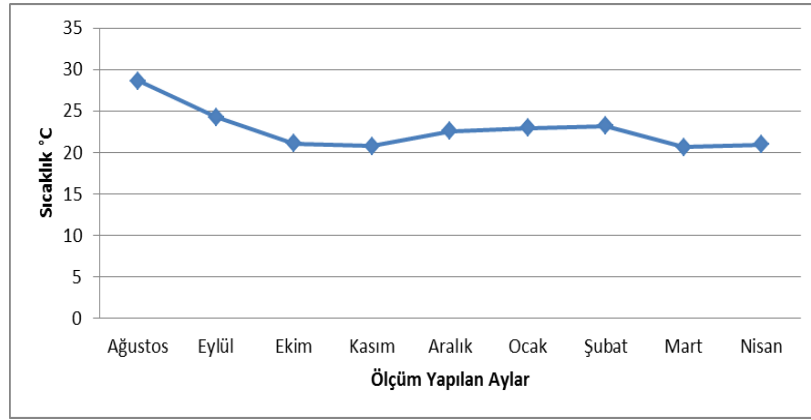
Şekil 4.88'de Merkez'de yapılan sıcaklık ölçümlerinin aylara göre ölçüm noktaları arasında karşılaştırılması yer almaktadır. 9 aylık (Ağustos 2013-Nisan 2014) sıcaklık ölçümleri; 14 °C ile 34 °C arasında değişmiştir ve aylık sıcaklık ortalamaların 9 aylık ortalaması ise 23 °C'dir. Ölçümlerde en yüksek sıcaklık değeri, Ağustos ayında M34 no'lu ölçüm noktasında görülmüştür.

Şekil 4.89'da Lapseki'de yapılan sıcaklık ölçümlerinin aylara göre ölçüm noktaları arasında karşılaştırılması yer almaktadır. 9 aylık (Ağustos 2013-Nisan 2014) sıcaklık ölçümleri; 14 °C ile 34 °C arasında değişmiştir ve aylık sıcaklık ortalamaların 9 aylık ortalaması ise 23 °C'dir. Ölçümlerde en yüksek sıcaklık değeri, Ağustos ayında L45 no'lu ölçüm noktasında görülmüştür.

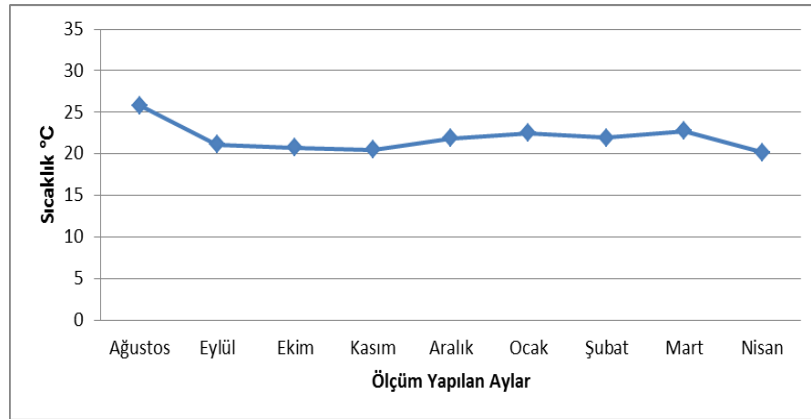
Şekil 4.90'da Çan'da yapılan sıcaklık ölçümlerinin aylara göre ölçüm noktalarının karşılaştırılması yer almaktadır. 9 aylık (Ağustos 2013-Nisan 2014) sıcaklık ölçümleri; 13 °C ile 31 °C arasında değişmiştir ve aylık sıcaklık ortalamaların 9 aylık ortalaması ise 22 °C'dir. Ölçümlerde en yüksek sıcaklık değeri, Aralık ayında C14 no'lu ölçüm noktasında görülmüştür.



Şekil 4.88. Merkez’de ölçülen ortalama sıcaklık seviyesinin aylara göre değişimi (°C)



Şekil 4.89. Lapseki’de ölçülen ortalama sıcaklık seviyesinin aylara göre değişimi (°C)



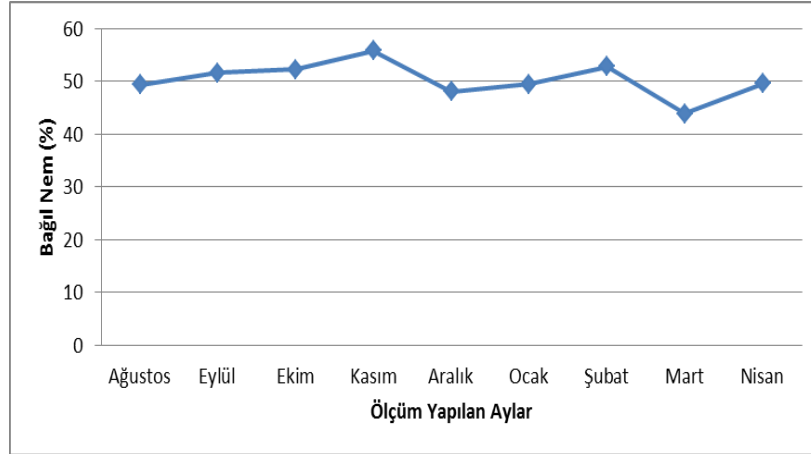
Şekil 4.90. Çan’da ölçülen ortalama sıcaklık seviyesinin aylara göre değişimi (°C)

Şekil 4.91’de Merkez’de yapılan bağıl nem ölçümlerinin aylara göre ölçüm noktaları arasında karşılaştırılması yer almaktadır. 9 aylık (Ağustos 2013-Nisan 2014) bağıl nem ölçümleri; 27 % ile 74 % arasında değişmiştir ve aylık bağıl nem ortalamalarının 9 aylık

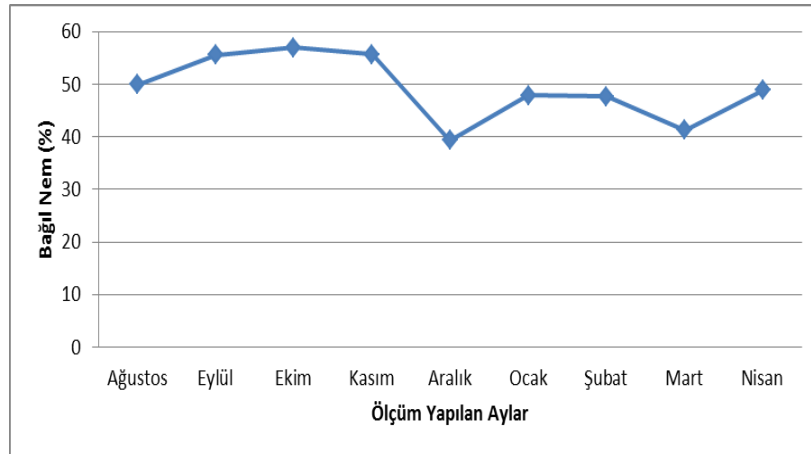
ortalaması ise 50 %'dir. Ölçümlerde en yüksek bağıl nem değeri, Kasım ayında M34 no'lu ölçüm noktasında görülmüştür.

Şekil 4.92'de Lapseki'de yapılan bağıl nem ölçümlerinin aylara göre ölçüm noktaları arasında karşılaştırılması yer almaktadır. 9 aylık (Ağustos 2013-Nisan 2014) bağıl nem ölçümleri; 24 % ile 71 % arasında değişmiştir ve aylık bağıl nem ortalamalarının 9 aylık ortalaması ise 49 %'dir. Ölçümlerde en yüksek bağıl nem değeri, Ağustos ayında L41, Ekim ayında L40 no'lu ölçüm noktalarında görülmüştür.

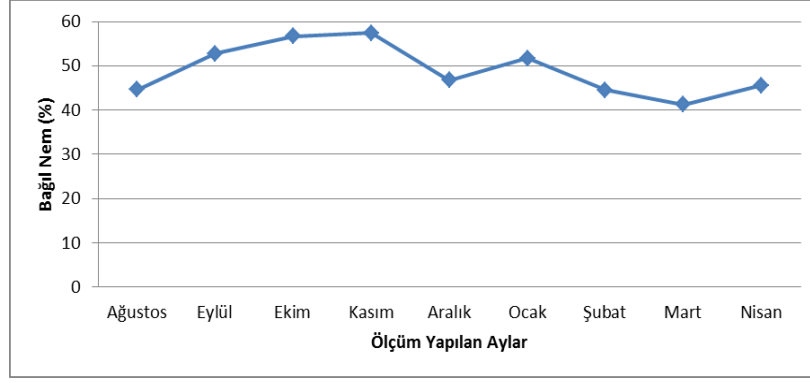
Şekil 4.93'de Çan'da yapılan bağıl nem ölçümlerinin aylara göre ölçüm noktaları arasında karşılaştırılması yer almaktadır. 9 aylık (Ağustos 2013-Nisan 2014) bağıl nem ölçümleri; 24 % ile 73 % arasında değişmiştir ve aylık bağıl nem ortalamalarının 9 aylık ortalaması ise 49 %'dir. Ölçümlerde en yüksek bağıl nem değeri, Kasım ayında C50 no'lu ölçüm noktasında görülmüştür.



Şekil 4.91. Merkez'de ölçülen ortalama bağıl nem seviyesinin aylara göre değişimi (%)



Şekil 4.92. Lapseki'de ölçülen ortalama bağıl nem seviyesinin aylara göre değişimi (%)



Şekil 4.93. Çan'da ölçülen ortalama bağıl nem seviyesinin aylara göre değişimi (%)

4.2.3. Dış ortam hava kalitesinin değişimi

Çanakkale Merkez, Lapseki ve Çan ölçüm noktalarında iç ortam hava kalitesi ölçümleriyle eş zamanlı olarak alınan dış ortam hava kalitesi ölçümleri ilçeler ve parametreler bazında aşağıda verilmiştir. Dış ortam ölçümü yapılan aylık gün sayısı, hava koşulları ve iç ortam hava kalitesi ölçümlerinin alınma durumlarına göre değişiklik göstermiştir. Yağmurlu zamanlarda ölçüm alınamaması, cihazların yüksek neme ve suya karşı aşırı hassasiyetindedir.

4.2.3.1. Merkez

Çizelge 4.3'de Ağustos ayında Merkez'de dış ortamda yapılan günlük ortalama ölçüm sonuçları yer almaktadır. Toplam PM seviyesi 147.571-258.446 sayı/L, CO₂ konsantrasyonu 400-472 ppm, O₃ konsantrasyonu 0.02-0.07 ppm, CO konsantrasyonu 0.15-5.10 ppm, sıcaklık 27-30 °C ve bağıl nem 30-64 % değerleri arasında değişmektedir.

Çizelge 4.4'de Eylül ayında Merkez'de dış ortamda yapılan günlük ortalama ölçüm sonuçları yer almaktadır. Toplam PM seviyesi 23.466-156.539 sayı/L, CO₂ konsantrasyonu 376-462 ppm, O₃ konsantrasyonu 0.02-0.03 ppm, CO konsantrasyonu 0.2-0.87 ppm, sıcaklık 21-30 °C ve bağıl nem 42-65 % değerleri arasında değişmektedir.

Çizelge 4.5'de Ekim ayında Merkez'de dış ortamda yapılan günlük ortalama ölçüm sonuçları yer almaktadır. Toplam PM seviyesi 81.136-187.543 sayı/L, CO₂ konsantrasyonu 430-469 ppm, O₃ konsantrasyonu 0.03-0.04 ppm, CO konsantrasyonu 0.13-0.78 ppm, sıcaklık 16-23 °C ve bağıl nem 45-64 % değerleri arasında değişmektedir.

Çizelge 4.6'de Kasım ayında Merkez'de dış ortamda yapılan günlük ortalama ölçüm sonuçları yer almaktadır. Toplam PM seviyesi 58.339-249.096 sayı/L, CO₂ konsantrasyonu

378-431 ppm, O₃ konsantrasyonu 0.02-0.04 ppm, CO konsantrasyonu 0.58-1.27 ppm, sıcaklık 16-23 °C ve bağıl nem 49-69 % değerleri arasında değişmektedir.

Çizelge 4.7’de Aralık ayında Merkez’de dış ortamda yapılan günlük ortalama ölçüm sonuçları yer almaktadır. Toplam PM seviyesi 51.733-169.581 sayı/L, CO₂ konsantrasyonu 426-615 ppm, sıcaklık 16-23 °C ve bağıl nem 49-69 % değerleri arasında değişmektedir. O₃ ve CO ölçümleri bu ay cihaz arızası nedeniyle alınamamıştır.

Çizelge 4.8’de Ocak ayında Merkez’de dış ortamda yapılan günlük ortalama ölçüm sonuçları yer almaktadır. Toplam PM seviyesi 213.193-646.775 sayı/L, CO₂ konsantrasyonu 424-508 ppm, sıcaklık 16-23 °C ve bağıl nem 49-69 % değerleri arasında ölçüm sonuçları değişmektedir. O₃ ve CO ölçümleri bu ay cihaz arızası nedeniyle alınamamıştır.

Çizelge 4.9’de Şubat ayında Merkez’de dış ortamda yapılan günlük ortalama ölçüm sonuçları yer almaktadır. Toplam PM seviyesi 65.342-206.087 sayı/L, CO₂ konsantrasyonu 398-466 ppm, CO konsantrasyonu 1.09-1.21 ppm, sıcaklık 14-22 °C ve bağıl nem 36-76 % değerleri arasında ölçüm sonuçları değişmektedir.

Çizelge 4.10’de Mart ayında Merkez’de dış ortamda yapılan günlük ortalama ölçüm sonuçları yer almaktadır. Toplam PM seviyesi 199.410-237.479 sayı/L, CO₂ konsantrasyonu 469-473 ppm, O₃ konsantrasyonu 0.08 ppm, CO konsantrasyonu 0.68-2.62 ppm, sıcaklık 10-18 °C ve bağıl nem 41-49 % değerleri arasında ölçüm sonuçları değişmektedir.

Çizelge 4.11’de Nisan ayında Merkez’de dış ortamda yapılan günlük ortalama ölçüm sonuçları yer almaktadır. Toplam PM seviyesi 30.240-165.920 sayı/L, CO₂ konsantrasyonu 437-482 ppm, O₃ konsantrasyonu 0.01-0.07 ppm, CO konsantrasyonu 0.33-0.52 ppm, sıcaklık 14-20 °C ve bağıl nem 55-66 % değerleri arasında ölçüm sonuçları değişmektedir.

Çizelge 4.3. Ağustos ayında Merkez dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları

	PM(sayı/L)	0.3/Top-PM	CO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
12.08.13	NA	NA	459	0.06	2.34	30	30
13.08.13	199.239	0.87	472	0.06	0.15	29	42
14.08.13	258.446	0.92	427	0.07	NA	27	64
15.08.13	258.208	0.89	464	0.07	NA	29	48
16.08.13	150.648	0.91	400	0.02	NA	46	40
19.08.13	168.220	0.89	461	0.05	5.10	28	57
20.08.13	147.571	0.90	435	0.04	0.59	30	45
Ortalama	197.056	0.90	445	0.05	2.04	31	46

NA: Cihaz arızası nedeniyle ölçüm alınamadı.

Çizelge 4.4. Eylül ayında Merkez dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları

	PM(sayı/L)	0.3/ Top-PM	CO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
16.09.13	41.741	0.90	429	0.03	0.49	24	42
18.09.13	23.466	0.92	435	0.03	NA	23	65
19.09.13	61.254	0.93	412	0.03	0.70	27	52
20.09.13	51.198	0.92	438	0.02	0.20	21	57
24.09.13	81.963	0.95	462	0.03	0.87	24	47
28.09.13	156.539	0.94	376	NA	NA	30	43
Ortalama	69.360	0.93	425	0.03	0.56	25	51

NA: Cihaz arızası nedeniyle ölçüm alınmadı.

Çizelge 4.5. Ekim ayında Merkez dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları

	PM(sayı/L)	0.3/ Top-PM	CO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
07.10.13	81.136	0.95	430	0.04	0.30	16	56
08.10.13	147.752	0.91	433	0.03	0.78	20	49
09.10.13	144.455	0.94	433	0.03	0.63	22	50
11.10.13	107.432	0.94	469	0.04	0.70	23	64
21.10.13	187.543	0.90	467	NA	0.13	21	45
22.10.13	152.104	0.94	435	0.06	1.98	16	69
Ortalama	136.737	0.93	445	0.04	0.75	20	56

NA: Cihaz arızası nedeniyle ölçüm alınmadı.

Çizelge 4.6. Kasım ayında Merkez dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları

	PM(sayı/L)	0.3/ Top-PM	CO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
06.11.13	130.635	0.94	378	NA	NA	23	49
08.11.13	58.339	0.90	419	NA	NA	21	51
12.11.13	94.487	0.92	398	NA	NA	22	50
14.11.13	204.261	0.91	413	0.02	0.58	16	69
18.11.13	149.374	0.91	406	0.02	0.58	19	59
20.11.13	249.096	0.89	431	0.04	NA	17	59
21.11.13	94.231	0.76	405	0.04	1.27	21	56
Ortalama	140.060	0.89	407	0.03	0.81	20	56

NA: Cihaz arızası nedeniyle ölçüm alınmadı.

Çizelge 4.7. Aralık ayında Merkez dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları

	PM(sayı/L)	0.3/ Top-PM	CO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
02.12.13	287.429	0.90	426	NA	NA	16	67
04.12.13	51.733	0.85	615	NA	NA	16	47
05.12.13	169.581	0.88	520	NA	NA	16	57
07.12.13	110.657	0.86	568	NA	NA	16	52
Ortalama	154.850	0.87	532	-	-	16	55

NA: Cihaz arızası nedeniyle ölçüm alınmadı.

Çizelge 4.8. Ocak ayında Merkez dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları

	PM(sayı/L)	0.3/ Top-PM	CO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
06.01.14	489.129	0.82	454	NA	NA	15	65
07.01.14	369.798	0.83	461	NA	NA	13	70
08.01.14	351.633	0.82	443	NA	NA	10	76
09.01.14	473.387	0.82	460	NA	NA	10	77
13.01.14	372.794	0.88	424	NA	NA	20	46
16.01.14	213.193	0.89	467	NA	NA	17	73
Ortalama	378.322	0.84	451	-	-	14	68

NA: Cihaz arızası nedeniyle ölçüm alınamadı.

Çizelge 4.9. Şubat ayında Merkez dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları

	PM(sayı/L)	0.3/ Top-PM	CO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
10.02.14	65.342	0.78	426	NA	NA	16	71
11.02.14	90.780	0.87	415	NA	NA	19	58
12.02.14	206.087	0.88	466	NA	NA	14	74
13.02.14	73.100	0.94	398	NA	NA	17	62
19.02.14	156.463	0.90	464	NA	1.09	16	76
Ortalama	118.354	0.87	434	-	1.09	17	68

NA: Cihaz arızası nedeniyle ölçüm alınamadı.

Çizelge 4.10. Mart ayında Merkez dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları

	PM(sayı/L)	0.3/ Top-PM	CO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
12.03.14	237.479	0.93	473	0.08	0.68	10	41
17.03.14	199.410	0.93	469	0.08	2.62	18	49
Ortalama	218.444	0.93	471	0.08	1.65	14	45

NA: Cihaz arızası nedeniyle ölçüm alınamadı.

Çizelge 4.11. Nisan ayında Merkez dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları

	PM(sayı/L)	0.3/ Top-PM	CO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
07.04.14	156.801	0.89	437	0.02	NA	14	66
08.04.14	91.071	0.86	470	0.03	NA	15	60
09.04.14	165.920	0.92	445	0.07	0.33	16	55
10.04.14	163.297	0.92	455	0.03	NA	17	60
17.04.14	66.536	0.94	482	0.03	0.52	20	56
18.04.14	30.240	0.87	446	0.01	NA	14	63
Ortalama	112.311	0.90	456	0.03	0.42	16	60

NA: Cihaz arızası nedeniyle ölçüm alınamadı.

Çizelge 4.12’de dış ortam hava kalitesi parametrelerinin kendi aralarındaki spearman korelasyonu hesaplanmıştır. PM ile CO₂, sıcaklık veya nem arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır. CO₂ ile PM veya nem arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır Fakat CO₂ ile sıcaklık arasında negatif yönlü anlamlı bir ilişki vardır. Bu durum kış aylarında düşen sıcaklıklarla ısınma amaçlı kullanılan fosil yakıt kullanımının artmasının kent

havasındaki CO₂ seviyesinin artmasına neden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca sıcaklık ve bağıl nem arasında negatif yönlü güçlü bir ilişki görülmüştür.

Çizelge 4.12. Merkez dış ortam hava kalitesi parametrelerinin Spearman Korelasyon Testi*

Parametre	Top-PM	CO ₂	Sıcaklık	Bağıl Nem
Top-PM	1	-	-	-
CO ₂	0.18	1	-	-
Sıcaklık	-0.27	-0.30**	1	-
Bağıl Nem	0.21	0.03	-0.62**	1

* N: 48

** $p < 0.05$

4.2.3.2. Lapseki

Çizelge 4.13’de Ağustos ayında Lapseki’de dış ortamda yapılan günlük ortalama ölçüm sonuçları yer almaktadır. Toplam PM seviyeleri 59.666 sayı/L, CO₂ konsantrasyonu 130.215 ppm, O₃ konsantrasyonu 0.04-0.05 ppm, CO konsantrasyonu 0.55-0.71 ppm, sıcaklık 27-30 °C ve bağıl nem 49-56 % değerleri arasında değişmektedir.

Çizelge 4.14’de Eylül ayında Lapseki’de dış ortamda yapılan günlük ortalama ölçüm sonuçları yer almaktadır. Toplam PM seviyeleri 79.422-119.846 sayı/L, CO₂ konsantrasyonu 385-426 ppm, O₃ konsantrasyonu 0.01-0.04 ppm, sıcaklık 18-25 °C ve bağıl nem 44-61 % değerleri arasında değişmektedir. Cihaz arızası nedeniyle bu ayda CO ölçümü alınamamıştır.

Çizelge 4.15’de Ekim ayında Lapseki’de dış ortamda yapılan günlük ortalama ölçüm sonuçları yer almaktadır. Toplam PM seviyeleri 121.879-369-144 sayı/L, CO₂ konsantrasyonu 407-534 ppm, O₃ konsantrasyonu 0.01-0.11 ppm, CO konsantrasyonu 0.51-2.23 ppm, sıcaklık 17-24 °C ve bağıl nem 46-74 % değerleri arasında değişmektedir.

Çizelge 4.16’de Kasım ayında Lapseki’de dış ortamda yapılan günlük ortalama ölçüm sonuçları yer almaktadır. Toplam PM seviyesi 149.419-337.279 sayı/L, CO₂ konsantrasyonu 426-481 ppm, O₃ konsantrasyonu 0.03-0.07 ppm, CO konsantrasyonu 0.13-0.72 ppm, sıcaklık 13-17 °C ve bağıl nem 54-67 % değerleri arasında değişmektedir. Aralık ayında Lapseki’de olumsuz hava koşulları (yağmur) nedeniyle dış ortam ölçümleri yapılamamıştır.

Çizelge 4.18’de Ocak ayında Lapseki’de dış ortamda yapılan günlük ortalama ölçüm sonuçları yer almaktadır. Toplam PM seviyesi 202.459-646-775 sayı/L, CO₂ konsantrasyonu 422-508 ppm, sıcaklık 11-17 °C ve bağıl nem 68-87 % değerleri arasında değişmektedir. O₃ ve CO ölçümleri bu ay cihaz arızası nedeniyle alınamamıştır.

Çizelge 4.19’de Şubat ayında Lapseki’de dış ortamda yapılan günlük ortalama ölçüm sonuçları yer almaktadır. Toplam PM seviyesi 165.702-507.003 sayı/L, CO₂ konsantrasyonu 399-480 ppm, CO konsantrasyonu 0.21 ppm, sıcaklık 17-22 °C ve bağıl nem 36-79 % değerleri arasında ölçüm sonuçları değişmektedir. O₃ ölçümü cihaz arızası nedeniyle alınamamıştır.

Çizelge 4.20’de Mart ayında Lapseki’de dış ortamda yapılan günlük ortalama ölçüm sonuçları yer almaktadır. Toplam PM seviyesi 7.186-423.254 sayı/L, CO₂ konsantrasyonu 425-454 ppm, O₃ konsantrasyonu 0.1-0.15 ppm, CO konsantrasyonu 0.48-7.22 ppm, sıcaklık 12-25 °C ve bağıl nem 26-45 % değerleri arasında ölçüm sonuçları değişmektedir.

Çizelge 4.21’de Nisan ayında Lapseki’de dış ortamda yapılan günlük ortalama ölçüm sonuçları yer almaktadır. Toplam PM seviyesi 66.536-202.106 sayı/L, CO₂ konsantrasyonu 428-490 ppm, O₃ konsantrasyonu 0.03-0.08 ppm, CO konsantrasyonu 0.31-1.22 ppm, sıcaklık 15-22 °C ve bağıl nem 37-54 % değerleri arasında ölçüm sonuçları değişmektedir.

Çizelge 4.13. Ağustos ayında Lapseki dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları

	PM(sayı/L)	0.3/Top-PM	CO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
22.08.13	59.666	0.92	469	0.05	0.55	27	51
23.08.13	81.230	0.92	354	0.04	0.71	29	42
24.08.13	100.621	0.94	339	NA	NA	27	56
26.08.13	101.869	0.94	350	NA	NA	30	50
27.08.13	130.215	0.94	383	NA	NA	30	49
Ortalama	94.720	0.93	379	0.05	0.63	28	50

NA: Cihaz arızası nedeniyle ölçüm alınamadı.

Çizelge 4.14. Eylül ayında Lapseki dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları

	PM(sayı/L)	0.3/ Top-PM	CO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
25.09.13	79.422	0.96	385	0.04	NA	25	46
26.09.13	107.318	0.96	426	0.03	NA	23	56
27.09.13	95.690	0.96	393	0.03	NA	24	61
30.09.13	NA	NA	401	0.03	NA	24	55
07.10.13*	119.846	0.91	419	0.01	NA	18	44
Ortalama	100.569	0.95	405	0.03	-	23	53

NA: Cihaz arızası nedeniyle ölçüm alınamadı.

* Eylül ayı ölçümü bu tarihte alınmıştır.

Çizelge 4.15. Ekim ayında Lapseki dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları

	PM(sayı/L)	0.3/ Top-PM	CO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
24.10.13	264.054	0.91	423	0.11	2.23	17	70
25.10.13	121.879	0.91	407	0.03	NA	17	58
28.10.13	369.144	0.91	534	0.07	0.51	24	46
06.11.13*	155.900	0.80	423	0.01	0.86	18	74
Ortalama	227.744	0.88	447	0.05	1.20	19	62

NA: Cihaz arızası nedeniyle ölçüm alınamadı.

* Ekim ayı ölçümü bu tarihte alınmıştır.

Çizelge 4.16. Kasım ayında Lapseki dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları

	PM(sayı/L)	0.3/ Top-PM	CO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
19.11.13	314.785	0.91	452	0.03	0.72	15	57
20.11.13	337.279	0.88	439	0.04	0.13	17	65
21.11.13	326.032	0.89	446	0.03	0.43	16	61
28.11.13	149.419	0.92	481	0.07	0.30	13	54
02.12.13*	283.336	0.90	426	NA	NA	16	67
Ortalama	282.170	0.90	449	0.04	0.39	16	61

NA: Cihaz arızası nedeniyle ölçüm alınamadı.

* Kasım ayı ölçümü bu tarihte alınmıştır.

Çizelge 4.17. Aralık ayında Lapseki dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları

	PM(sayı/L)	0.3/ Top-PM	CO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM

NM: Hava koşulları (yağmur) nedeniyle ölçüm alınamadı.

Çizelge 4.18. Ocak ayında Lapseki dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları

	PM(sayı/L)	0.3/ Top-PM	CO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
09.01.14	288.307	0.89	470	NA	NA	11	76
10.01.14	263.279	0.87	483	NA	NA	11	73
13.01.14	367.535	0.89	422	NA	NA	10	87
14.01.14	646.775	0.81	508	NA	NA	14	68
16.01.14	202.459	0.89	462	NA	NA	17	74
Ortalama	353.671	0.87	469	-	-	13	75

NA: Cihaz arızası nedeniyle ölçüm alınamadı.

Çizelge 4.19. Şubat ayında Lapseki dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları

	PM(sayı/L)	0.3/ Top-PM	CO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
12.02.14	507.003	0.85	480	NA	NA	17	66
13.02.14	304.089	0.76	399	NA	NA	17	68
14.02.14	185.822	0.91	421	NA	NA	14	79
17.02.14	165.702	0.92	443	NA	1.21	22	36
Ortalama	290.654	0.86	436	-	1.21	17	62

NA: Cihaz arızası nedeniyle ölçüm alınamadı.

Çizelge 4.20. Mart ayında Lapseki dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları

	PM(sayı/L)	0.3/ Top-PM	CO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
12.03.14	423.254	0.88	447	0.11	3.28	18	45
13.03.14	117.615	0.92	445	0.10	7.22	12	26
14.03.14	48.798	0.89	454	NA	NA	14	40
17.03.14	335.193	0.89	425	0.15	3.37	25	31
20.03.14	7.186	0.94	201	0.15	0.48	22	31
Ortalama	186.409	0.90	394	0.13	3.59	18	35

NA: Cihaz arızası nedeniyle ölçüm alınmadı.

Çizelge 4.21. Nisan ayında Lapseki dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları

	PM(sayı/L)	0.3/ Top-PM	CO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
09.04.14	91.147	0.87	433	0.08	0.31	21	37
11.04.14	46.941	0.95	428	NA	1.22	15	54
14.04.14	202.106	0.92	490	0.02	0.83	22	47
17.04.14	66.536	0.94	482	0.03	0.52	20	55
Ortalama	101.683	0.92	458	0.04	0.72	19	48

NA: Cihaz arızası nedeniyle ölçüm alınmadı.

Çizelge 4.22’de Lapseki’de ölçülen dış ortam hava kalitesi parametrelerinin korelasyon değerleri yer almaktadır. PM ile CO₂ arasında anlamlı bir ilişki olmazken sıcaklık ile negatif yönlü anlamlı bir ilişki, bağıl nem ile pozitif yönlü anlamlı ilişki bulunmaktadır. PM ile sıcaklık arasında görülen negatif yönü güçlü ilişkinin sebebinin; Lapseki’de doğalgaz olmaması nedeniyle kömür yada çoğunlukla odun kullanılması ve bu yakıtların yakıldıklarında yüksek toz ihtiva eden dumanlar çıkarmasına neden olmaktadır. Sıcaklık düştüğünde ortam ısıtımalarında kullanılan kömür ve odunların PM seviyelerinde artışa neden olduğu düşünülmektedir. PM ile bağıl nem arasında görülen güçlü pozitif ilişki ise, nemli havada birbirine daha çok yapışan toz zerreciklerinin artışıyla olduğu düşünülmektedir. CO₂ ile sıcaklık arasında negatif yönlü ilişki görülürken ve bağıl nem arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır. Sıcaklık ile nem arasında negatif yönlü anlamlı bir ilişki görülmüştür.

Çizelge 4.22. Lapseki dış ortam hava kalitesi parametrelerinin Spearman Korelasyon Testi*

Parametre	Top-PM	CO ₂	Sıcaklık	Bağıl Nem
Top-PM	1	-	-	-
CO₂	0.31	1	-	-
Sıcaklık	-0.33**	-0.42**	1	-
Bağıl Nem	0.41**	0.06	-0.46**	1

* N: 48

** $p < 0.05$

4.2.3.3. Çan

Çizelge 4.23’de verildiği üzere Ağustos ayında Çan’da ölçüm yapılamamış; ölçümler Çan ilçesinde Eylül ayında başlamıştır. Çizelge 4.21’de Eylül ayında Çan’da dış ortamda yapılan günlük ortalama ölçüm sonuçları yer almaktadır. Toplam PM seviyesi 36.887-242.902 sayı/L, CO₂ konsantrasyonu 327-439 ppm, O₃ konsantrasyonu 0.04-0.05 ppm, CO konsantrasyonu 0.38-1.1 ppm, sıcaklık 23-30 °C ve bağıl nem 38-44 % değerleri arasında ölçüm sonuçları değişmektedir.

Çizelge 4.24’de Ekim ayında Çan’da dış ortamda yapılan günlük ortalama ölçüm sonuçları yer almaktadır. Toplam PM seviyesi 42.686-511.202 sayı/L, CO₂ konsantrasyonu 404-669 ppm, O₃ konsantrasyonu 0.02-0.04 ppm, CO konsantrasyonu 0.33-3.5 ppm, sıcaklık 12-23 °C ve bağıl nem 25-64 % değerleri arasında ölçüm sonuçları değişmektedir.

Çizelge 4.25’de Kasım ayında Çan’da dış ortamda yapılan günlük ortalama ölçüm sonuçları yer almaktadır. Toplam PM seviyesi 46.347-279-478 sayı/L, CO₂ konsantrasyonu 457-516 ppm, O₃ konsantrasyonu 0.01-0.05 ppm, CO konsantrasyonu 0.3-7.73 ppm, sıcaklık 15-18 °C ve bağıl nem 63-70 % değerleri arasında ölçüm sonuçları değişmektedir.

Çizelge 4.26’de Aralık ayında Çan’da dış ortamda yapılan günlük ortalama ölçüm sonuçları yer almaktadır. Toplam PM seviyesi 155.002-750.814 sayı/L, CO₂ konsantrasyonu 519-549 ppm, sıcaklık 12-25 °C ve bağıl nem 26-45 % değerleri arasında ölçüm sonuçları değişmektedir. O₃ ve CO ölçümü cihaz arızası nedeniyle alınamamıştır.

Çizelge 4.27’de Ocak ayında Çan’da dış ortamda yapılan günlük ortalama ölçüm sonuçları yer almaktadır. Toplam PM seviyesi 818.859-1.148.896 sayı/L, CO₂ konsantrasyonu 545-672 ppm, sıcaklık 9-15 °C ve bağıl nem 65-80 % değerleri arasında ölçüm sonuçları değişmektedir. O₃ ve CO ölçümü cihaz arızası nedeniyle alınamamıştır.

Çizelge 4.28’de Şubat ayında Çan’da dış ortamda yapılan günlük ortalama ölçüm sonuçları yer almaktadır. Toplam PM seviyesi 353.177-444.504 sayı/L, CO₂ konsantrasyonu 431-451 ppm, O₃ konsantrasyonu 0.13 ppm, CO konsantrasyonu 1.88-5.31 ppm, sıcaklık 17-19 °C ve bağıl nem 36-51 % değerleri arasında ölçüm sonuçları değişmektedir.

Çizelge 4.29’de Mart ayında Çan’da dış ortamda yapılan günlük ortalama ölçüm sonuçları yer almaktadır. Toplam PM seviyesi 41.624-305.409 sayı/L, CO₂ konsantrasyonu

376-495 ppm, sıcaklık 20-23 °C ve bağıl nem 35-45 % değerleri arasında ölçüm sonuçları değişmektedir. O₃ ve CO ölçümü cihaz arızası nedeniyle alınamamıştır.

Çizelge 4.30'de Şubat ayında Çan'da dış ortamda yapılan günlük ortalama ölçüm sonuçları yer almaktadır. Toplam PM seviyesi 27.828-205-745 sayı/L, CO₂ konsantrasyonu 466-533 ppm, O₃ konsantrasyonu 0.02-0.09 ppm, CO konsantrasyonu 0.62-2.72 ppm, sıcaklık 17-23 °C ve bağıl nem 49 % değerleri arasında ölçüm sonuçları değişmektedir.

Çizelge 4.23. Ağustos ayında Çan dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları

PM(sayı/L)	0.3/Top-PM	CO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM

* Çan'da ölçümler Eylül ayında başladığından, Ağustos ayı ölçümleri yoktur.

Çizelge 4.24. Eylül ayında Çan dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları

	PM(sayı/L)	0.3/ Top-PM	CO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
08.09.13	36.887	0.93	379	0.05	1.10	24	39
10.09.13	242.902	0.86	439	0.04	0.38	23	43
11.09.13	152.255	0.91	436	NA	NA	28	38
13.09.13	50.617	0.92	327	NA	NA	30	44
Ortalama	120.665	0.90	395	0.05	0.74	26	41

NA: Cihaz arızası nedeniyle ölçüm alınamadı.

Çizelge 4.25. Ekim ayında Çan dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları

	PM(sayı/L)	0.3/ Top-PM	CO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
01.10.13	87.934	0.88	422	0.02	3.50	23	64
03.10.13	176.860	0.88	404	0.03	2.00	22	37
04.10.13	42.686	0.94	410	0.04	0.37	19	25
05.10.13	103.335	0.93	434	0.03	0.33	12	39
30.10.13	511.202	0.90	466	0.04	1.11	19	60
31.10.13	386.531	0.86	669	0.03	2.22	21	58
01.11.13*	261.706	0.90	464	0.02	0.41	18	63
07.11.13*	53.082	0.84	453	NA	1.34	17	56
Ortalama	202.917	0.89	465	0.03	1.41	19	50

NA: Cihaz arızası nedeniyle ölçüm alınamadı.

* Ekim ayı ölçümü bu tarihte alınmıştır.

Çizelge 4.26. Kasım ayında Çan dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları

	PM(sayı/L)	0.3/ Top-PM	CO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
25.11.13	192.577	0.85	493	0.04	1.73	18	66
26.11.13	279.478	0.86	516	0.01	0.33	16	63
27.11.13	46.347	0.89	457	0.05	0.30	15	70
29.11.13	172.800	0.86	488	0.03	0.79	16	66
Ortalama	172.800	0.86	488	0.03	0.79	16	66

NA: Cihaz arızası nedeniyle ölçüm alınamadı.

Çizelge 4.27. Aralık ayında Çan dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları

	PM(sayı/L)	0.3/ Top-PM	CO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
16.12.13	750.814	0.76	546	NA	NA	5	84
18.12.13	155.002	0.88	519	NA	NA	9	74
Ortalama	452.908	0.82	532	-	-	7	79

NA: Cihaz arızası nedeniyle ölçüm alınmadı.

Çizelge 4.28. Ocak ayında Çan dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları

	PM(sayı/L)	0.3/ Top-PM	CO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
15.01.14	818.859	0.79	545	NA	NA	9	80
18.01.14	1.148.896	0.64	672	NA	NA	15	65
Ortalama	983.878	0.71	608	-	-	12	72

NA: Cihaz arızası nedeniyle ölçüm alınmadı.

Çizelge 4.29. Şubat ayında Çan dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları

	PM(sayı/L)	0.3/ Top-PM	CO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
18.02.14	444.504	0.87	431	0.13	1.88	19	36
21.02.14	353.177	0.86	451	NA	5.31	17	51
Ortalama	398.840	0.87	441	0.13	3.60	18	43

NA: Cihaz arızası nedeniyle ölçüm alınmadı.

Çizelge 4.30. Mart ayında Çan dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları

	PM(sayı/L)	0.3/ Top-PM	CO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
18.03.14	87.461	0.94	493	NA	0.97	21	35
19.03.14	305.409	0.83	436	NA	NA	23	37
20.03.14	41.624	0.87	376	NA	NA	20	45
Ortalama	144.831	0.88	435	-	0.97	21	39

NA: Cihaz arızası nedeniyle ölçüm alınmadı.

Çizelge 4.31. Nisan ayında Çan dış ortam havasına ait ölçüm sonuçları

	PM(sayı/L)	0.3/ Top-PM	CO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
15.04.14	205.745	0.93	495	0.05	2.72	19	49
16.04.14	131.105	0.90	466	0.02	0.62	17	49
18.04.14	27.828	0.88	533	0.09	1.58	23	49
Ortalama	121.559	0.90	498	0.06	1.64	20	49

Çizelge 4.32’de Çan’da ölçülen dış ortam hava kalitesi parametrelerinin korelasyon değerleri yer almaktadır. PM ile CO₂ arasında pozitif yönlü güçlü ilişki vardır. PM seviyesi arttığında CO₂ seviyesinde artış göstermiştir. PM ile sıcaklık arasında negatif yönde ilişki vardır. PM seviyesi arttığında sıcaklık azalmıştır. PM ile bağıl nem arasında ise anlamlı bir ilişki yoktur. CO₂ ile sıcaklık arasında negatif yönlü yüksek ilişki vardır. CO₂ seviyesi arttığında sıcaklık azalmıştır. CO₂ ile bağıl nem arasında ise anlamlı bir ilişki yoktur.

Sıcaklık ve bağıl nem arasında ise negatif yönlü güçlü ilişki vardır. Bağıl nem artarken sıcaklık düşüş göstermiştir.

Çizelge 4.32. Çan dış ortam hava kalitesi parametrelerinin Spearman Korelasyon Testi*

Parametre	Top-PM	CO ₂	Sıcaklık	Bağıl Nem
Top-PM	1	-	-	-
CO ₂	0.50**	1	-	-
Sıcaklık	-0.37**	-0.55**	1	-
Bağıl Nem	0.35	0.61	-0.64**	1

* N: 48

** $p < 0.05$

4.2.4. İç ortam/Dış ortam (I/D) oranı

İç Ortam/Dış Ortam (I/D) oranı, ölçülen herhangi bir parametresinin kaynağının tespitinde kullanılan bir göstergedir. Bu oran 1'in üzerinde olduğunda iç ortamda bu kirleticinin kaynağının olduğunu; 1'in çok altında olduğunda ise kaynağının dış ortam olduğunu göstermektedir (Menteşe, 2009)

Çizelge 4.33'da Merkez'de ölçülen toplam PM seviyesinin I/D oranları aylara göre yer almaktadır. I/D oranları ortalamaları 0.87 ile 1.87 arasında değişmektedir. Çizelge 4.34'da Merkez'de ölçülen CO₂ seviyesinin I/D oranı yer almaktadır. I/D oranları ortalamaları 1.31 ile 1.88 arasında değişmiştir. Çizelge 4.35'de Merkez'de sıcaklık seviyesinin I/D oranı gösterilmiştir. I/D oranları ortalamaları 1.01 ile 1.82 arasında değişmiştir. Çizelge 4.36'de Merkez'e ait bağıl nem seviyesinin I/D oranları yer almaktadır. I/D oranları ortalamaları 0.73 ile 1.07 arasında değişmektedir.

Çizelge 4.33. Merkez'de ölçülen toplam PM seviyesinin I/D oranları ve frekansı (%)

Toplam PM - Merkez	I/D<1	I/D>1	Ort.	Min.	Mak.
Ağustos	%45	%55	1.18	0.51	5.73
Eylül	%48	%53	1.51	0.34	4.36
Ekim	%61	%39	1.07	0.44	3.72
Kasım	%61	%39	1.03	0.31	2.95
Aralık	%59	%41	1.12	0.13	4.79
Ocak	%84	%16	0.82	0.26	3.69
Şubat	%43	%57	1.87	0.29	12.28
Mart	%47	%53	1.66	0.46	5.70
Nisan	%64	%36	1.29	0.36	4.44

Çizelge 4.34. Merkez’de ölçülen CO₂ seviyesinin I/D oranları ve frekansı (%)

CO ₂ - Merkez	I/D<1	I/D>1	Ort.	Min.	Mak.
Ağustos	%5	%95	1.41	0.88	6.16
Eylül	%10	%90	1.31	0.94	2.36
Ekim	%0	%100	1.67	1.00	3.39
Kasım	%0	%100	1.88	1.08	4.25
Aralık	%5	%95	1.80	0.93	3.49
Ocak	%0	%100	1.75	1.04	4.45
Şubat	%5	%95	1.87	0.86	4.11
Mart	%0	%100	1.79	1.09	4.99
Nisan	%0	%100	1.59	1.06	2.96

Çizelge 4.35. Merkez’de ölçülen sıcaklık seviyesinin I/D oranları ve frekansı (%)

Sıcaklık -Merkez	I/D<1	I/D>1	Ort.	Min.	Mak.
Ağustos	%56	%41	1.01	0.51	1.80
Eylül	%18	%78	1.07	0.83	1.30
Ekim	%33	%67	1.10	0.72	1.46
Kasım	%3	%97	1.22	0.99	1.47
Aralık	%11	%89	1.66	0.81	2.60
Ocak	%2	%98	1.82	1.00	2.71
Şubat	%7	%93	1.35	0.90	1.73
Mart	%0	%100	1.40	1.06	1.67
Nisan	%0	%100	1.19	1.00	1.49

Çizelge 4.36. Merkez’de ölçülen bağıl nem seviyesinin I/D oranları ve frekansı (%)

Bağıl Nem - Merkez	I/D<1	I/D>1	Ort.	Min.	Mak.
Ağustos	%48	%50	1.07	0.72	2.08
Eylül	%70	%30	1.02	0.72	1.60
Ekim	%61	%39	1.01	0.49	1.52
Kasım	%65	%35	0.96	0.76	1.27
Aralık	%76	%24	0.87	0.57	1.48
Ocak	%95	%5	0.73	0.47	1.07
Şubat	%89	%11	0.80	0.54	1.41
Mart	%76	%24	0.94	0.74	1.27
Nisan	%96	%4	0.82	0.59	1.01

Çizelge 4.37’de Lapseki’de ölçülen toplam PM seviyesine ait I/D oranları yer almaktadır. I/D oranları ortalamaları 1.08 ile 2.19 arasında değişmiştir. Çizelge 4.38’de Lapseki’de ölçülen CO₂ seviyesine ait I/D oranları yer almaktadır ve I/D oranları ortalamaları 1.47 ile 2.21 arasında değişmektedir. Çizelge 4.39’de Lapseki’de ölçülen sıcaklık seviyesine ait I/D oranları yer almaktadır ve I/D oranları ortalamaları 0.98 ile 1,98

arasında değişmektedir. Çizelge 4.40'da Lapseki'de ölçülen bağıl nem seviyesine ait I/D oranları bulunmaktadır ve I/D oranları ortalamaları 0.64 ile 1.10 arasında değişmektedir.

Çizelge 4.37. Lapseki'de ölçülen toplam PM seviyesinin I/D oranları ve frekansı (%)

Toplam PM - Lapseki	I/D<1	I/D>1	Ort.	Min.	Mak.
Ağustos	%29	%71	1.18	0.65	2.21
Eylül	%22	%78	1.26	0.76	3.52
Ekim	%33	%67	2.19	0.51	10.23
Kasım	%35	%65	1.20	0.54	2.64
Aralık	NM	NM	NM	NM	NM
Ocak	%58	%42	1.08	0.41	3.68
Şubat	%63	%38	1.17	0.18	3.21
Mart	%42	%58	2.13	0.38	12.30
Nisan	%26	%74	1.89	0.67	8.62

NM: Hava koşulları (yağmur) nedeniyle ölçüm alınmadı.

Çizelge 4.38. Lapseki'de ölçülen CO₂ seviyesinin I/D oranları ve frekansı (%)

CO₂ - Lapseki	I/D<1	I/D>1	Ort.	Min.	Mak.
Ağustos	%7	%93	1.47	0.97	5.09
Eylül	%0	%100	1.63	1.04	3.73
Ekim	%0	%100	2.02	1.09	6.76
Kasım	%0	%100	1.91	1.05	4.04
Aralık	NM	NM	NM	NM	NM
Ocak	%0	%100	1.85	1.08	3.05
Şubat	%0	%100	1.83	1.12	3.13
Mart	%0	%100	2.21	1.18	4.97
Nisan	%3	%97	1.66	0.93	3.33

NM: Hava koşulları (yağmur) nedeniyle ölçüm alınmadı.

Çizelge 4.39. Lapseki'de ölçülen sıcaklık seviyesinin I/D oranları ve frekansı (%)

Sıcaklık - Lapseki	I/D<1	I/D>1	Ort.	Min.	Mak.
Ağustos	%19	%14	1.00	0.88	1.20
Eylül	%64	%36	0.98	0.87	1.11
Ekim	%19	%81	1.11	0.91	1.27
Kasım	%12	%88	1.19	0.95	1.55
Aralık	NM	NM	NM	NM	NM
Ocak	%0	%100	1.98	1.20	2.89
Şubat	%6	%94	1.43	0.96	2.24
Mart	%24	%76	1.20	0.84	1.49
Nisan	%37	%63	1.08	0.93	1.38

NM: Hava koşulları (yağmur) nedeniyle ölçüm alınmadı.

Çizelge 4.40. Lapseki’de ölçülen bağıl nem seviyesinin I/D oranları ve frekansı (%)

Nem - Lapseki	I/D<1	I/D>1	Ort.	Min.	Mak.
Ağustos	%58	%40	1.01	0.74	1.61
Eylül	%23	%77	1.10	0.71	1.42
Ekim	%70	%30	0.93	0.66	1.36
Kasım	%84	%16	0.90	0.71	1.18
Aralık	NM	NM	NM	NM	NM
Ocak	%100	%0	0.64	0.39	0.90
Şubat	%76	%24	0.80	0.40	1.37
Mart	%55	%45	1.10	0.69	1.67
Nisan	%41	%59	1.07	0.66	1.56

NM: Hava koşulları (yağmur) nedeniyle ölçüm alınmadı.

Çizelge 4.41’de Çan’da ölçülen toplam PM seviyesinin I/D oranları yer almaktadır. Ortalama I/D oranları 0.51 ile 2.28 arasında değişmektedir. Çizelge 4.42’de Çan’da ölçülen CO₂ seviyesinin I/D oranları yer almaktadır. Ortalama I/D oranları 1.59 ile 2.14 arasında değişmektedir. Çizelge 4.43’de Çan’da ölçülen sıcaklık seviyesinin I/D oranları yer almaktadır. Ortalama I/D oranları 0.98-3.19 arasında değişmiştir. Çizelge 4.44’de Çan’da ölçülen bağıl nem seviyesinin I/D oranları yer almaktadır. Ortalama I/D oranları 0.61-1.39 arasında değişmiştir.

Çizelge 4.41. Çan’da ölçülen toplam PM seviyesinin I/D oranları ve frekansı (%)

PM/Çan	I/D<1	I/D>1	Ort.	Min.	Mak.
Ağustos	%50	%50	0.99	0.12	3.14
Eylül	%70	%30	1.44	0.18	10.01
Ekim	%65	%35	0.97	0.12	3.10
Kasım	%52	%48	1.31	0.38	5.15
Aralık	%59	%41	1.43	0.35	6.48
Ocak	%100	%0	0.51	0.26	0.95
Şubat	%34	%66	1.60	0.12	6.89
Mart	%40	%60	2.28	0.13	9.01
Nisan	%32	%68	2.25	0.22	16.45

Çizelge 4.42. Çan'da ölçülen CO₂ seviyesinin I/D oranları ve frekansı (%)

CO ₂ /Çan	I/D<1	I/D>1	Ort.	Min.	Mak.
Ağustos	%2	%98	1.59	0.93	4.24
Eylül	%0	%100	1.81	1.07	4.32
Ekim	%8	%92	1.63	0.54	4.01
Kasım	%0	%100	2.14	1.15	5.11
Aralık	%0	%100	2.04	1.22	3.47
Ocak	%8	%92	1.66	0.87	2.93
Şubat	%3	%97	1.87	0.90	3.61
Mart	%6	%94	1.67	0.89	3.76
Nisan	%6	%94	1.58	0.89	2.75

Çizelge 4.43. Çan'da ölçülen sıcaklık seviyesinin I/D oranları ve frekansı (%)

Sıcaklık/Çan	I/D<1	I/D>1	Ort.	Min.	Mak.
Ağustos	%41	%59	0.98	0.66	1.28
Eylül	%42	%58	1.03	0.72	1.40
Ekim	%14	%86	1.10	0.91	1.72
Kasım	%0	%100	1.32	1.08	2.27
Aralık	%0	%100	3.19	1.69	6.12
Ocak	%0	%100	2.12	1.20	3.70
Şubat	%58	%42	1.06	0.81	1.90
Mart	%34	%66	1.06	0.67	1.62
Nisan	%9	%91	1.09	0.92	1.30

Çizelge 4.44. Çan'da ölçülen bağıl nem seviyesinin I/D oranları ve frekansı (%)

Nem/Çan	I/D<1	I/D>1	Ort.	Min.	Mak.
Ağustos	%39	%61	1.19	0.73	2.02
Eylül	%32	%68	1.24	0.78	2.23
Ekim	%68	%32	0.96	0.57	1.34
Kasım	%84	%16	0.90	0.65	1.10
Aralık	%100	%0	0.61	0.43	0.80
Ocak	%96	%4	0.69	0.42	1.04
Şubat	%26	%74	1.35	0.62	2.06
Mart	%41	%59	1.39	0.62	3.13
Nisan	%44	%56	1.01	0.00	1.37

4.2.5. Meteorolojik parametrelerin değişimi

Çizelge 4.45'de ölçüm yapılan 9 aya ait meteorolojik veriler yer almaktadır. Ağustos-Eylül-Ekim aylarına ait veriler Meteoroloji İşleri Müdürlüğü'ne ait meteoroloji istasyonundan; geri kalanlar ise Terzioğlu Kampüsü'ne bu proje kapsamında kurulan

meteoroloji istasyonundan alınmıştır. Bu nedenle Ağustos-Eylül-Ekim aylarına ait yağmur verileri bulunmamaktadır.

Çizelge 4.45'deki veriler değerlendirildiğinde; Ağustos ayında sıcaklık ortalaması 27 °C, bağıl nem ortalaması %53, günlük ortalama rüzgar hızı ortalaması 4.3 km/sa ve basınç ortalaması 1012 hpa'dır.

Eylül ayı sıcaklık ortalaması 22 °C, bağıl nem ortalaması %59, günlük ortalama rüzgar hızı ortalaması 2.9 km/sa ve son olarak basınç ortalaması 1014 hpa olarak ölçülmüştür. Ekim ayı sıcaklık ortalaması 15 °C, bağıl nem ortalaması %70, günlük ortalama rüzgar hızı ortalaması 3.2 km/sa ve basınç ortalamasının 1020 hpa olduğu gözlenmiştir. Kasım ayı sıcaklık ortalaması ise 13 °C, bağıl nem ortalaması %77, günlük ortalama rüzgar hızı ortalaması 7.9 km/sa, rüzgar hızı ortalaması 17.5 km/sa, basınç ortalaması 1017 hpa ve yağış miktarı ortalaması ise 0.05 mm olarak ölçülmüştür.

Aralık ayı sıcaklık ortalaması 7 °C, bağıl nem ortalaması %75, günlük ortalama rüzgar hızı ortalaması 8.7 km/sa, rüzgar hızı 18.4 km/sa, basınç ortalaması 1025 hpa ve son olarak yağış miktarı ortalaması ise 0.01 mm olmuştur. Ocak ayı sıcaklık ortalaması 10 °C, bağıl nem ortalaması %84, günlük ortalama rüzgar hızı ortalaması 8.1 km/sa, rüzgar hızı ortalaması 17.9 km/sa, basınç ortalaması 1017 hpa ve yağış miktarı ortalaması ise 0.03 mm'dir. Şubat ayı sıcaklık ortalaması Ocak ayında olduğu gibi 10 °C, bağıl nem ortalaması ise %79, günlük ortalama rüzgar hızı ortalaması 8.5 km/sa, rüzgar hızı ortalaması 18.6 km/sa, basınç ortalaması 1019 hpa ve yağış miktarı ise 0'dır.

Mart ayı sıcaklık ortalaması 12 °C, bağıl nem ortalaması %72, günlük ortalama rüzgar hızı ortalaması 8.4 km/sa, rüzgar hızı ortalaması 18.7 km/sa, basınç ortalaması 1015 hpa ve yağış miktarı ortalaması ise 0.06 mm'dir. Son olarak Nisan ayı sıcaklık ortalaması 15 °C, bağıl nem ortalaması %74, günlük ortalama rüzgar hızı ortalaması 6.4 km/sa, rüzgar hızı ortalaması 15.2 km/sa, basınç ortalaması 1012 hpa ve yağış miktarı ortalaması ise 0.09 mm'dir.

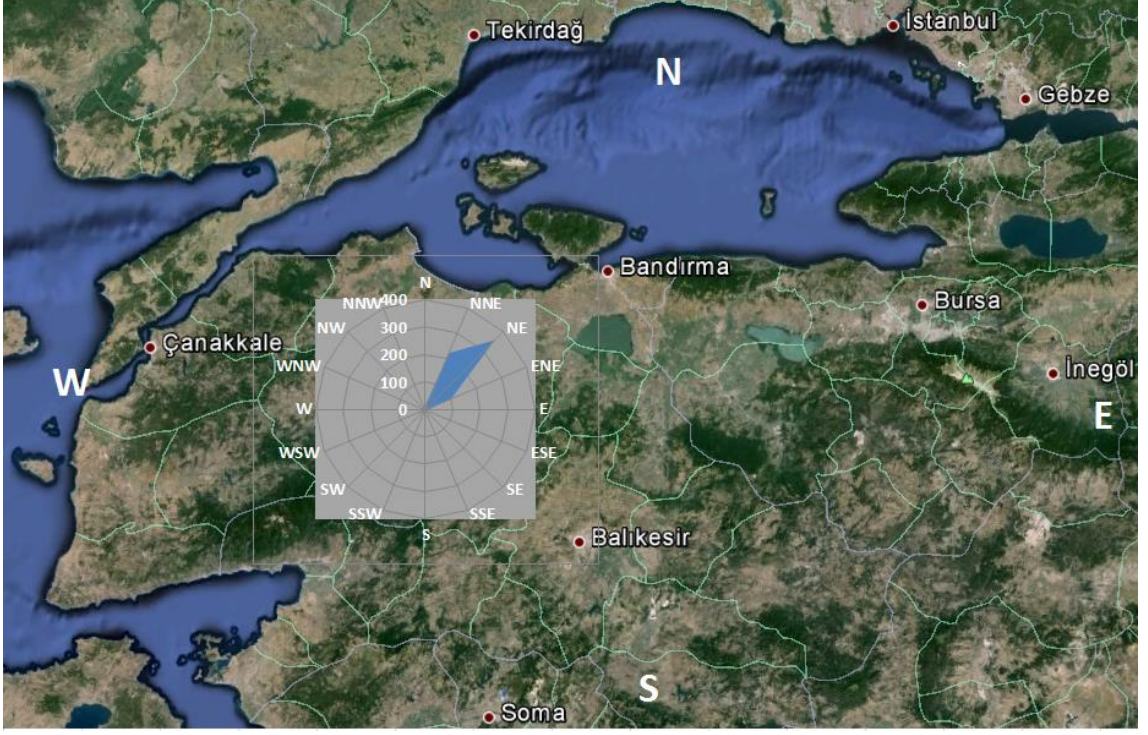
Çizelge 4.45. Meteorolojik veriler*

Aylar	Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Günlük Ortalama Rüzgar Hızı (km/sa)	Rüzgar Hızı (km/sa)	Basınç (hpa)	Yağmur (mm/sa)
Ağustos	27 ₍₂₀₋₃₅₎	53 ₍₂₂₋₈₁₎	4.3 _(0.2-11.5)	-	1012 ₍₁₀₀₄₋₁₀₁₆₎	-
Eylül	22 ₍₁₃₋₂₉₎	59 ₍₂₄₋₈₈₎	2.9 _(0.3-9.5)	-	1014 ₍₁₀₀₂₋₁₀₂₂₎	-
Ekim	15 ₍₄₋₂₄₎	70 ₍₃₂₋₉₂₎	3.2 _(0.4-12.8)	-	1020 ₍₉₉₆₋₁₀₃₁₎	-
Kasım	13 ₍₅₋₂₂₎	77 ₍₄₈₋₉₅₎	7.9 _(0-25.7)	17.5 _(0-57.9)	1017 ₍₁₀₀₅₋₁₀₂₈₎	0.10 ₍₀₋₁₄₎
Aralık	7 ₍₋₁₋₁₈₎	75 ₍₄₃₋₉₃₎	8.7 _(0-33.8)	18.4 _(0-64.4)	1025 ₍₁₀₁₁₋₁₀₃₇₎	0.02 _(0-2.8)
Ocak	10 ₍₀₋₁₉₎	84 ₍₅₆₋₉₆₎	8.1 _(0-27.4)	17.9 _(0-46.7)	1017 ₍₉₉₆₋₁₀₃₁₎	0.06 _(0-13.2)
Şubat	10 ₍₃₋₂₀₎	79 ₍₄₄₋₉₅₎	8.5 _(0-32.2)	18.6 _(0-59.5)	1019 ₍₁₀₀₈₋₁₀₃₀₎	0.01 _(0-1.6)
Mart	12 ₍₂₋₂₄₎	72 ₍₃₂₋₉₅₎	8.4 ₍₀₋₂₉₎	18.7 _(0-49.9)	1015 ₍₉₉₅₋₁₀₂₉₎	0.12 _(0-9.2)
Nisan	15 ₍₈₋₂₅₎	74 ₍₃₈₋₉₅₎	6.4 _(0-24.1)	15.2 _(0-51.5)	1012 ₍₁₀₀₁₋₁₀₂₀₎	0.18 _(0-25.6)

* Ortalama (min-maks)

Aşağıda verilen Şekil 4.94-4.102’de ölçüm yapılan aylara ait hakim rüzgar yönlerini gösteren rüzgar gülleri radar grafiği ile gösterilmektedir. Buna göre Şekil 4.94’de Ağustos ayında NE, Şekil 4.95’de Eylül ayında NE ve ENE, Şekil 4.96’de Ekim ayında NE, Şekil 4.97’de Kasım ayında N, Şekil 4.98’de Aralık ayında Kasım ayında olduğu gibi N, Şekil 4.99’de Ocak ayında N ve SSE, Şekil 4.100’de Şubat ayında N ve SSE, Şekil 4.101’de Mart ayında tekrar N ve SSE ve son olarak Şekil 4.102’de Nisan ayında N ve SSE yönlerinde hakim rüzgarlar olduğu gösterilmiştir. Genel olarak kuzey-doğulu (NE) rüzgarların hakim olduğu söylenebilir.

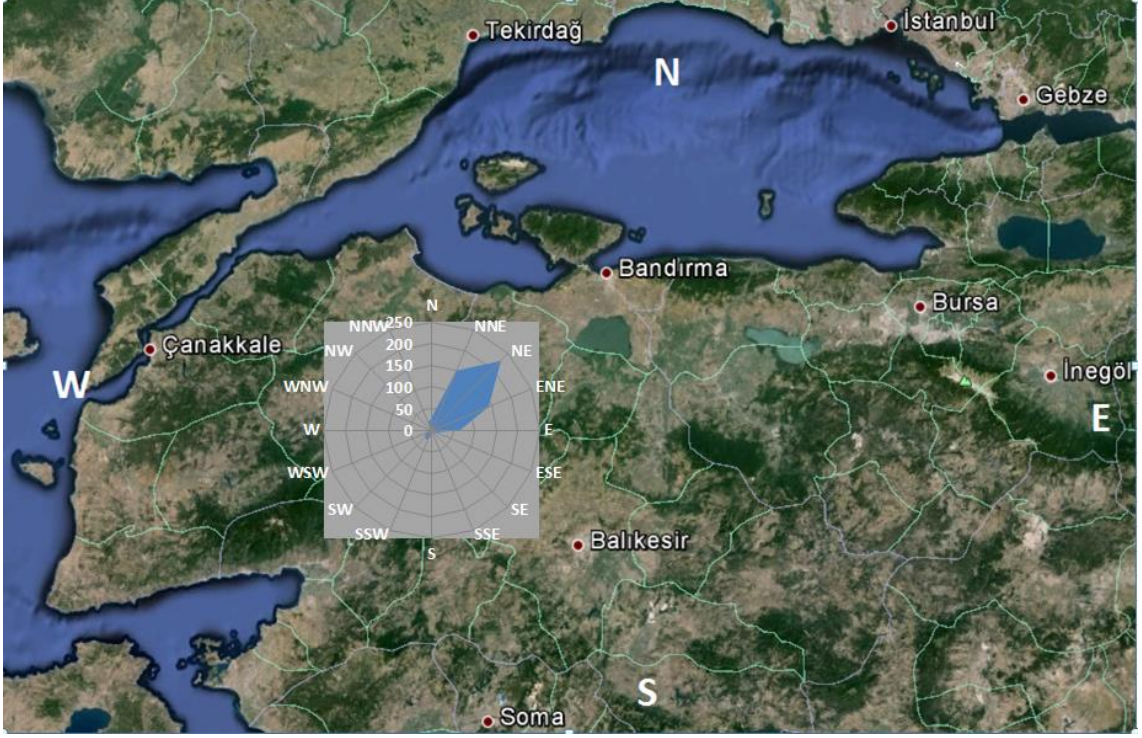
Çanakkale ilinin aylara göre hakim rüzgar yönleri değişmiş olsa da genel olarak kuzeyli ve kuzey-doğulu rüzgarların etkisinde kalmaktadır. Bu yönlerde; kuzeyde Tekirdağ ve Edirne, kuzey-doğuda İstanbul ve doğusunda Balıkesir yer almaktadır. Bu durumun Çanakkale ili hava kalitesine etkisi olabileceği düşünülmektedir. Fakat bu tez kapsamında olası bu etki araştırılmamıştır.



Şekil 4.94. Ağustos ayına ait rüzgar gülü



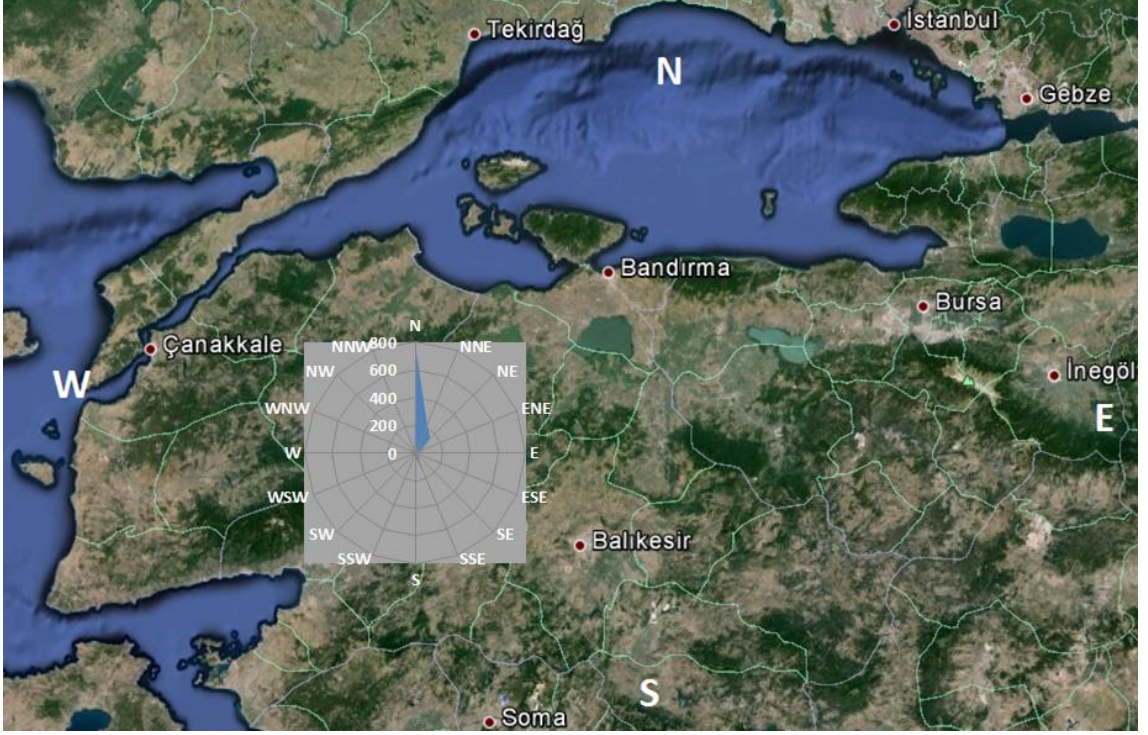
Şekil 4.95. Eylül ayına ait rüzgar gülü



Şekil 4.96. Ekim ayına ait rüzgar gülü



Şekil 4.97. Kasım ayına ait rüzgar gülü



Şekil 4.98. Aralık ayına ait rüzgar gülü



Şekil 4.99. Ocak ayına ait rüzgar gülü



Şekil 4.100. Şubat ayına ait rüzgar gülü



Şekil 4.101. Mart ayına ait rüzgar gülü



Şekil 4.102. Nisan ayına ait rüzgar gülü

4.3. Sonuçların Tartışılması

Bu çalışmada daha önce de bahsedildiği gibi 9 ay (Ağustos 2013-Nisan 2014) boyunca Çanakkale Merkez, Lapseki ve Çan ilçelerinde hem iç ortam hava kalitesi hem de dış ortam hava kalitesi ölçümleri yapılmıştır. Toplam PM, CO₂, CO, O₃, sıcaklık ve nem ile meteorolojik parametreler ölçülmüştür.

Bu tez çalışması kapsamında iç ortamda ölçülen en yüksek toplam PM değeri 1.269.494 sayı/L ile Ocak ayında Lapseki'de, en yüksek CO₂ seviyesi 2.700 ppm ile Aralık ayında Merkez ilçede, en yüksek sıcaklık Ağustos ayında Merkez ve Lapseki'de 34°C ve en yüksek bağıl nem değeri ise Kasım ayında Merkez'de %74 olarak ölçülmüştür. Düzovalı (2007)'de Samsun'da yaptığı bir çalışmada da; en fazla CO₂ değeri 3.184 ppm ile Ocak ayında bir derslikte, en yüksek CO değeri 9 ppm ile bir lokalde, en yüksek PM₁₀ değeri 196 µg/m³ ile Ocak ayında bir derslikte, en yüksek sıcaklık 26.9 °C ile Mayıs ayında yine bir derslikte ve son olarak en yüksek nem değeri % 74.2 ile Mayıs ayında bir derslikte gözlenmiştir. Düzovalı (2007) ve bu tez sonuçları neticesinde, PM ve CO₂ seviyeleri kış aylarında diğer aylara göre daha yüksek çıkmıştır.

Kütahya'da yapılan başka bir çalışmada, en yüksek PM seviyesi Kasım ayında gözlenmiş ve yine kış aylarındaki seviyelerin yüksekliğinden bahsedilmiştir (Keser, 2002). Keser (2002) çalışması sonuçları ve bu tez sonuçları arasında paralellik gözlenmiştir.

Balıkesir'de ise sınıflarda ölçülen CO₂ seviyeleri 1.000 ppm olarak kabul gören iç ortam CO₂ değerinin; Ocak ayında 3 kat, Mart ayında 1.7 kat ve Nisan ayında ise 1.3 kat aşımış olduğunu saptamıştır. Fakat bu düşüşün nedeninin bilinçlenen öğretmen ve okul idarecilerinin derslerde ve teneffüslerde daha fazla havalandırma yapılması olduğu da vurgulanmıştır. Bu durum sadece havalandırma süresindeki artışın CO₂ seviyesinde ciddi düşümlere neden olduğunu göstermiştir (Bulgurcu ve ark., 2005). Benzer olarak düşük havalandırmanın yüksek CO₂ seviyelerinin görülmesi ve kış aylarında yüksek CO₂ seviyelerinin gözlenmesi bu tez sonuçlarında da görülmüştür.

Amerika'da okullarda yapılan bir çalışmada, kapalı ortam hava kirliliğinin sebep ve sonuçlarını en aza indirmek için belirli aralıklarla ve sürekli dış ortam havasıyla iç ortamın havalandırmasının önemi vurgulanmıştır (Charlene ve ark. 2000). Bu tez çalışmasında aynı şekilde kirleticilerin yüksek çıktığı ölçüm noktalarında yetersiz havalandırma yapıldığı anket sonuçlarınca doğrulanmıştır.

Bu tez çalışması neticesinde, PM seviyelerinin yüksek çıktığı ölçüm noktalarında halı kullanımının yoğun olduğu görülmüştür. Yapılan başka bir çalışmada da benzer sonuçlar görülmüş ve halı ve yer döşemelerinin ortam PM seviyelerinde etkili olduğu vurgulanmış, halı üzerinde biriken PM'in insan aktiviteleri sonucu iç ortam havasındaki askında PM seviyelerine eklendiği görülmüştür (Corsi ve Chiang, 2000).

Yemek pişirilmesi, sigara içilmesi, düşük havalandırmanın PM seviyelerinde artışa yol açtığı Tecer ve ark. (2013) tarafından vurgulanmıştır. Bu duruma benzer sonuçlar bu tez kapsamında da görülmüştür; sigara içilen ve düşük havalandırma yapılan ortamlarda yüksek PM seviyeleri gözlenmiştir.

Bulut, (2007)'de iç ortam hava kalitesini araştırdığı bir çalışmada, iç ortamda sigara tüketimi ve insan aktivitelerinin PM seviyelerinin yüksek gözlenmesinde etkili olduğunu tespit etmiştir. Bu sonuçlar bu tez kapsamında elde edilen, sonuçlar ile paralellik göstermiştir.

2009'da yapılan değişik ortamlarda hava kalitesinin araştırıldığı bir çalışmada da, iç ortamda kullanılan halı ve mobilyaların ortam PM seviyelerine etkili olduğunu tespit

etmiştir (Bulut ve Kuş, 2009). Halı kullanımının PM seviyelerine etkilediği bu tezde de gözlenmiş ve bu çalışmayla benzer sonuçlar görülmüştür.

Ankara’da yapılan bir çalışmada iç ortamdaki PM kaynakları ve seviyeleri araştırılmıştır. İç ortamdaki yemek pişirme, mum kullanımı, sigara tüketimi gibi faktörler ayrı ayrı değerlendirilmiş ve tüm bu faktörlerin iç ortam PM seviyesinde artışa neden olduğu gözlenmiştir (Karakaş ve Güllü, 2013). Sigara tüketiminin PM seviyelerine etkili olduğu bu tez kapsamında da gözlenmiş ve bu çalışmayla benzer sonuçlar gözlenmiştir.

Ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde gün içerisinde daha fazla zaman geçirilen ve kişi sayısının fazla olduğu ortamlarda PM ve CO₂ seviyelerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Hong Kong’da kapalı mekanlarda yapılan CO₂, PM₁₀ ve UOB parametrelerinin araştırıldığı bir çalışmada; klimalı okul, restoran, ve alışveriş ortamları gibi aşırı kalabalık mekanlarda CO₂ ve PM değerleri, iş yeri ve evlere göre aynı şekilde oldukça yüksek tespit edilmiştir. Ayrıca bu tez kapsamındaki ölçümler genelinde PM I/D oranı 1’den büyük olarak görülmüştür. Bu da iç ortam PM seviyelerinin dış ortamlara göre daha yüksek olduğunu göstermiştir. Hong Kong’daki çalışmada da aynı şekilde; hanelerde, alışveriş mekanlarında, restoranlarda PM değerleri dış ortama göre daha yüksek bulunmuştur (Guo ve ark. 2004).

Hong Kong’da yapılan başka bir çalışmada bu tezde bulunan sonuçlarda benzerlik gözlenmiştir. Yüksek infiltrasyona bağlı olarak CO, CO₂, ve PM₁₀ parametreleri I/D ortam oranlarının yüksek çıktığı bulunmuştur. Yetersiz havalandırmanın CO₂ değerinin fazla çıkmasına neden olduğu da tespit edilmiştir (Lee ve ark. 1999). Yine Hong Kong’da yapılan birkaç çalışmada benzer sonuçlar görülmüştür, bunlar; Hong Kong’daki 5 farklı okulda yapılan araştırmada iç ve dış ortam hava kalitesi araştırılmış, iç mekanlarda PM₁₀ seviyesi dış ortam ölçümlerinden yüksek çıkmıştır. Aynı şekilde CO₂ değerleri de kapalı mekanlarda 1.000 ppm değerinin üstünde çıkmış ve havalandırmanın yetersiz olduğunu görmüşlerdir. Klimayla soğutulan sınıflarda maksimum olarak 5.900 ppm CO₂ değeri ölçülmüştür. PM₁₀ ile CO₂ değerlerinin düşürülmesi için havalandırmanın artırılması gerektiği savunmuştur (Lee ve Chang, 2000). Bu 2 çalışma sonuçları, bu tez sonuçları ile örtüşmekte ve havalandırmanın hava kalitesini arttırdığı aynı şekilde görülmüştür.

Okullarda yapılan başka bir çalışmada, ilk ders ile son ders arasında CO₂ seviyelerinin gittikçe arttığı ve son dersde en yüksek seviyelerinin görüldüğü anlatılmış, teneffüslerin kısa olması nedeniyle yeterince havalandırma yapılamaması ve kalabalık sınıf mevcudu kaynak gösterilmiştir (Öztürk ve Düzovalı, 2011).

Hastaneler, alışveriş merkezleri gibi kalabalık ortamlarda iç ortam hava kalitesi ölçümleri yapılmış ve iç ortam kirleticilerinin iç ortam kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. ASHRAE'nin iç ortamlar için önerdiği 1000 ppm'lik CO₂ seviyesinin aşılmasında insan sayısının önemi vurgulanmış, kişi sayısı arttıkça CO₂ seviyesinin arttığı gözlenmiştir (Bulut, 2011). Sonuçlar bu tez sonuçlarıyla paralellik göstermekte ve bu tezde de kalabalık ortamlarda yüksek CO₂ seviyeleri ölçülmüştür.

Ölçümlerde kış aylarında PM ve CO₂ seviyelerinin diğer aylara göre daha yüksek olduğu görülmüştür. PM ve CO₂ seviyeleri yüksek gözlenen ölçüm noktalarına ait anketler incelendiğinde genel olarak; kış aylarında azalan ve yetersiz kalan havalandırma süresi, bazı noktalardaki sigara tüketimi, kalabalık ortamlarda daha uzun zamanlar geçirilmesi ve insan aktiviteleri ortak olarak görülmüştür. Hong Kong'da yapılan bir çalışmada da bu sonuçlara benzer olarak, kapalı ortamdaki PM seviyeleri ülkenin batısındaki ve kent merkezi dışında kalan hanelere göre daha yüksek gözlenmiştir. Doğuda daha soğuk geçen bu mevsimlerde daha az pencere açımı sonucu yetersiz havalandırmanın neden olduğu söylenmiştir (Chao ve Wong, 2002). Ayrıca başka bir çalışmada PM değerlerindeki artışın insan hareketleri sonucunda arttığını ve rüzgar yönünde kirleticilerin taşınmasına yardımcı olarak PM konsantrasyonlarını etkilediğini belirtilmiştir (Bozkurt, 2009). Düzce'de yapılan bir diğer çalışmada kış mevsimindeki aylarda ölçülen PM değerlerinin, yaz aylarına göre daha yüksek çıktığı gözlenmiştir (Mayda ve Yılmaz, 2013).

Havalandırma az yapılan ortamlarda yüksek CO₂ seviyelerinin görülmesi; CO₂ ile havalandırmanın ilişki olduğu görülmüştür. Yapılan başka bir çalışmada da, CO₂ seviyesinin iç ortam hava kalitesinde etken olduğunu tespit edilmiş ve CO₂ seviyesine göre havalandırma yapılmasını tavsiye etmiştir (Bulut, 2012). Bu tez kapsamında görüldüğü gibi düşük havalandırma süresinin yüksek kirletici konsantrasyonlarına sebep olduğu yapılan başka bir çalışmada da görülmektedir: havalandırma süresi arttığında CO₂ seviyesinin hızla düştüğü belirtilmiştir (Heudorf ve ark., 2009).

I/D oranlarının 1'den büyük olması, hava kirletici kaynakları açısından iç ortamın dış ortama göre daha fazla baskın olması durumuna işaret etmektedir. I/D oranının 1'den düşük olması durumu ise, hava kirleticilerinin dış ortam kaynaklı olduğunu göstermektedir. Ankara'da yapılan benzer bir çalışmada Menteşe, (2009) yaz ve kış aylarında yapılan PM ölçümleri sonucunda iç ortam PM seviyesinin, dış ortam PM seviyesinden yüksek çıktığı belirtilmiştir. Bir başka çalışmada, iç ortamda PM oluşumuna; sigara tüketimi, yemek pişirilmesi ve insanların iç ortamdaki hareketlerinin neden olduğu tespiti yapılmıştır. Ayrıca kış aylarında düşük pencere açılarak yapılan havalandırmanın

yetersiz olduğu ve PM seviyelerinin artışına neden olduğuda vurgulanmıştır (Güllü ve Menteşe, 2009). Bu sonuçlar, tez sonuçları ile paralellik göstermektedir. Konut, sınıf ve iş yerlerinde yapılan başka bir çalışmada, kışın pencerelerin kapalı kalmasından dolayı CO₂ seviyelerinin artıp, sınır değerlerinin aşıldığını vurgulamıştır (Bulut ve Kuş, 2009). Öğrenci sayısının artmasının CO₂ seviyelerinin artmasında neden olduğu, I/D oranlarının 18'e kadar çıktığı ve bu durumun da iç ortam kirleticilerinin etkisinin dış ortam kirleticilerine oranla daha fazla etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Sıcaklıklar dış ortam ve iç ortamlar ölçüm sonuçlarına göre, kış aylarında yaz aylarına göre daha düşük gözlenmiştir. İç ortam ölçüm sonuçlarına göre, sıcaklığın en yüksek görüldüğü ortamlar genel olarak; çok güneş alan, kombi veya sobaların yüksek derecelerde kullanıldığı ve kış aylarında düşük oranlarda pencere açarak havalandırma yapan ortamlardır.

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçların Değerlendirilmesi

Bu tez çalışması kapsamında, Çanakkale ili iç ortam hava kalitesini belirlemek amacıyla iç ortam hava kalitesi ölçümleri ve eşzamanlı olarak alınan dış ortam hava kalitesi ölçümleri yapılmıştır. Çanakkale Merkez, Lapseki ve Çan ilçelerinde yapılan ölçümler Ağustos 2013-Nisan 2014 tarihleri arasında 9 ay boyunca sürmüştür. İç ortam hava kalitesini belirlemek için ölçüm noktalarında; PM, CO₂, CO, O₃ ve meteorolojik parametreler anlık ölçüm yapan cihazlarla ölçülmüştür.

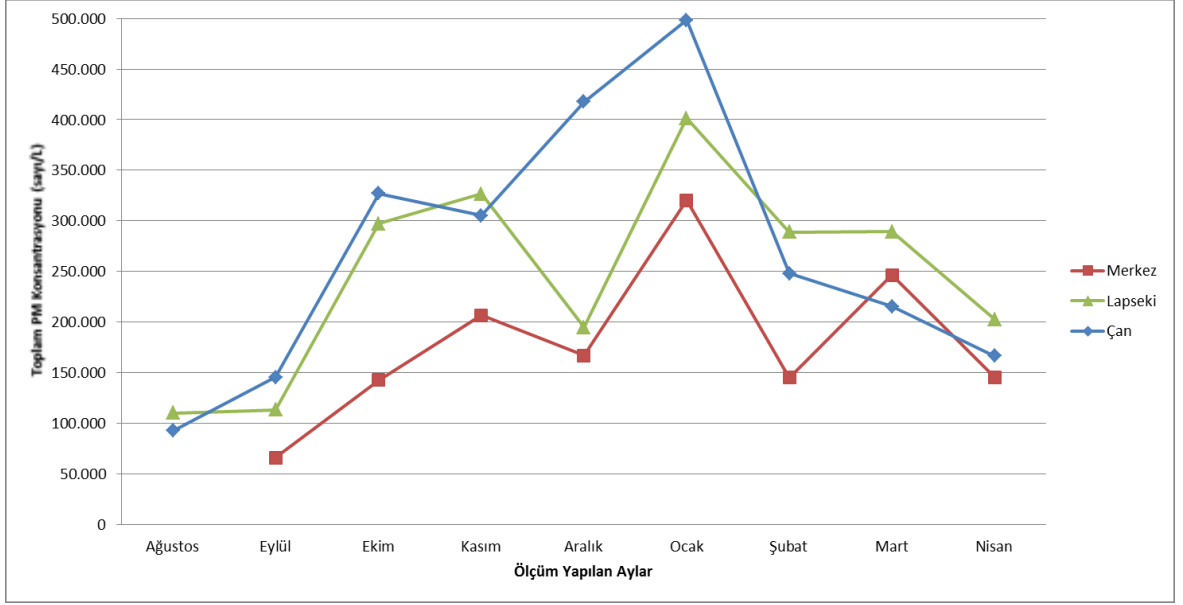
5.1.1. İç ortamlarda hava kalitesinin değerlendirilmesi

5.1.1.1. Partikül madde (PM)

Ölçülen en yüksek iç ortam toplam PM seviyesi Lapseki’de Ocak ayında 1.269.494 sayı/L olarak ölçülmüştür. Merkez iç ortam toplam PM seviyesi ortalaması 179.815 sayı/L, Lapseki iç ortam toplam PM seviyesi ortalaması 247.090 sayı/L ve Çan iç ortam toplam PM seviyesi ortalaması 268.345 sayı/L’dir. Ölçüm yapılan 3 ilçenin iç ortam toplam PM ortalaması 231.750 sayı/L’dir.

İç ortam hava kalitesi ölçümü sonuçları değerlendirildiğinde, en yüksek toplam PM seviyeleri çıkmış olan ölçüm noktalarının ortak özellikleri; yüksek yoğunlukta halı veya halıflex kullanımı, günün büyük kısmında ortamda insanların bulunması ayrıca yoğun insan aktiviteleri ve yetersiz havalandırma olarak görülmüştür. PM seviyelerinin yüksek çıktığı ortamlarda yetersiz havalandırma; günlük toplam 2 saat ve altında havalandırma yapıldığı görülmüştür. Havalandırmanın yapılmaması yüksek PM seviyeli iç ortamın dış ortamla seyrememesi olarak tahmin edilmektedir.

Şekil 5.1’de Merkez, Lapseki ve Çan ilçelerinde yapılmış iç ortam hava kalitesi ölçümlerinin aylık ortalamalarının değişimleri yer almaktadır. 65.670 sayı/L ve 498.322 sayı/L arasında değişen toplam PM ortalamalarının ortalaması ise 231.750 sayı/L’dir. İlçelerin ortalamaları dikkate alındığında; en yüksek iç ortam toplam PM seviyelerinin Çan ilçesinde daha sonra Lapseki ve en düşük toplam PM ortalamalara sahip ilçenin ise Merkez ilçenin olduğu görülmüştür.



Şekil 5.1. Merkez, Lapseki ve Çan ilçelerinin ortalama PM seviyelerinin aylara göre değişimi (sayı/L)

İç ortam hava kalitesi ölçümleri neticesinde $PM_{Çan} > PM_{Lapseki} > PM_{Merkez}$ sonucu ortaya çıkmıştır. Ölçüm noktalarında yaşayan insanlara yapılan anket sonuçlarına göre eğitim oranı en yüksek ilçe Merkez, daha sonra Lapseki ve en düşük eğitim seviyesi Çan ilçesindedir. Çan ilçesinde ölçüm yapılan ölçüm noktalarının %75'ine yakını odun ya da kömür, %23'ü doğalgaz ile ısınırken; Lapseki'de %94'ü odun yada kömür kullanmaktadır. Merkez'de ise %75'i doğalgaz ile %25'i odun ya da kömür yakarak ısınmaktadır. Gün içerisinde en fazla havalandırma Merkez ilçesinde yapılırken; Lapseki ve Çan'da daha düşük havalandırma oranları gözlenmiştir. Ayrıca dış ortam PM seviyeleri ortalamalarında da aynı sıralama görülmüştür.

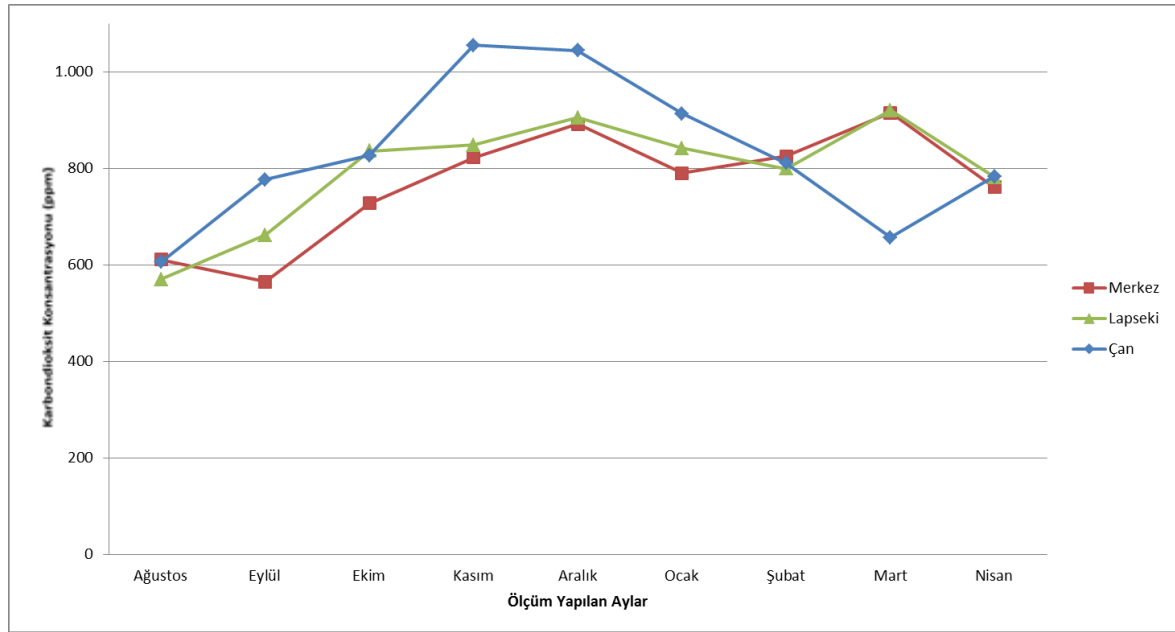
5.1.1.2. Karbondioksit (CO₂)

En yüksek iç ortam CO₂ seviyesi Merkez'de Aralık ayında 2.700 ppm olarak ölçülmüştür. Merkez iç ortam ortalama CO₂ seviyesi 768 ppm, Lapseki iç ortam CO₂ seviyesi 796 ppm ve Çan iç ortam CO₂ seviyesi 830 ppm'dir. Tüm iç ortam ölçümlerinin CO₂ ortalaması ise 792 ppm'dir.

İç ortam sonuçlarında en yüksek CO₂ seviyeleri görülen ölçüm noktalarının özellikleri incelendiğinde; kalabalık ortam, günlük yetersiz havalandırma, günün büyük kısımlarında insan aktivitesi ve bazı noktalarda yoğun dış ortam yalıtımı ve sigara tüketimi görülmüştür. Kalabalık ortamlarda insan varlığı nedeniyle artan CO₂ seviyesi, düzenli

olarak havalandırma yapılmadığı takdirde yükselişe geçmektedir. Düşük insan nüfuslu ortamlarda daha düşük CO₂ seviyeleri görülmüştür.

Şekil 5.2’de Merkez, Lapseki ve Çan ilçelerinin iç ortam aylık ortalama CO₂ seviyelerinin aylara göre değişimleri yer almaktadır. 565 ppm ile 1.055 ppm arasında değişen CO₂ ortalamalarının ortalamaları 798 ppm’dir. Konsantrasyon değerleri incelendiğinde en yüksek iç ortam CO₂ ortalamasına sahip ilçenin Çan, daha sonra Lapseki ve en düşük CO₂ ortalamasının ise Merkez’de olduğu görülmektedir. İç ortam CO₂ seviyeleri incelendiğinde CO₂Çan > CO₂Lapseki > CO₂Merkez sıralaması görülmüştür. PM için yapılan değerlendirme, CO₂ için de geçerlidir. Ayrıca dış ortam CO₂ seviyeleri ortalamalarında da aynı sıralama görülmüştür.



Şekil 5.2. Merkez, Lapseki ve Çan ilçelerinin ortalama CO₂ seviyelerinin aylara göre değişimi (ppm)

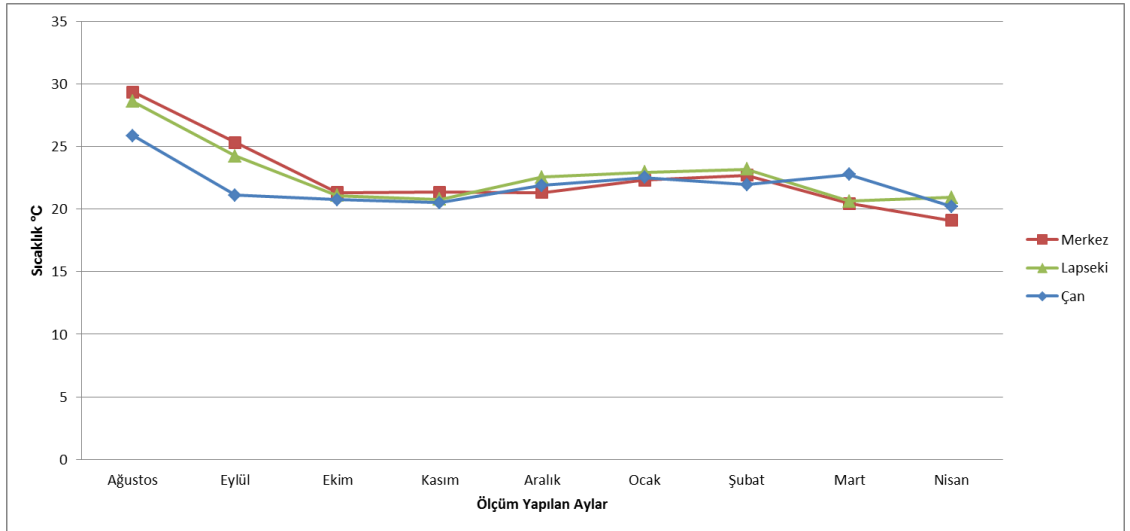
5.1.1.3. Sıcaklık ve nem

Ölçülen en yüksek iç ortam sıcaklık değeri Merkez ve Lapseki’de Ağustos ayında 34°C olarak görülmüştür. Merkez iç ortam sıcaklık ortalaması 23 °C, Lapseki iç ortam sıcaklık ortalaması 23 °C ve Çan iç ortam sıcaklık ortalaması ise 22 °C’dir. 9 ayın sıcaklık ortalaması ise 22°C’dir.

Ölçülen en yüksek bağıl nem değeri Kasım ayında Merkez’de %74 olarak ölçülmüştür. Merkez iç ortam bağıl nem seviyesi ortalaması %50, Lapseki iç ortam bağıl nem seviyesi ortalaması %49 ve Çan iç ortam bağıl nem ortalaması ise %49’dur.

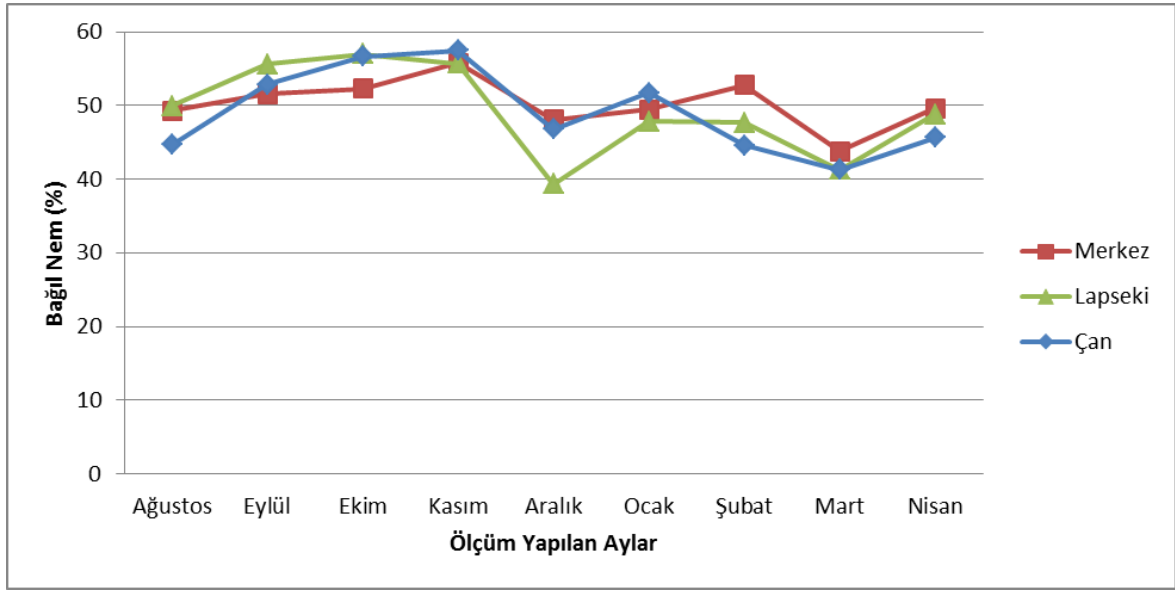
En yüksek iç ortam sıcaklığı çıkan ortamların, gün içerisinde bol güneş aldığı, kış aylarında az havalandırmanın yapıldığı ve bazı ortamlarda kabalalık nüfus görülmüştür. Yaz aylarında dış ortama yakın seviyelerde olan iç ortam sıcaklığı, kışın ısıtma yapılması ile dış ortam arasındaki sıcaklık farkı artmaktadır. Düşük havalandırma süreleri nedeniyle, ısı kaybıda düşmekte ve yüksek iç ortam sıcaklığı muhafaza edilmektedir.

Şekil 5.3’de Merkez, Lapseki ve Çan ilçelerinin iç ortam aylık ortalama sıcaklık seviyelerinin aylara göre değişimleri yer almaktadır. İç ortam ortalama sıcaklık seviyeleri 19 °C ile 29 °C arasında değişmektedir. Merkez ve Lapseki iç ortam ortalama sıcaklık seviyesi 23 °C iken, Çan iç ortam ortalama sıcaklık seviyesi ise 22 °C’dir. 3 ilçenin iç ortam ortalaması ise 22.5 °C’dir. Ölçülen değerlere göre iç ortam sıcaklık seviyesi en yüksek Merkez ve Lapseki’de daha sonra 1 °C düşük olan Çan ilçesindedir.



Şekil 5.3. Merkez, Lapseki ve Çan ilçelerinin ortalama sıcaklık seviyelerinin aylara göre değişimi (°C)

Şekil 5.4’de 3’de Merkez, Lapseki ve Çan ilçelerinin iç ortam aylık ortalama bağıl nem seviyelerinin aylara göre değişimleri yer almaktadır. İç ortam ortalama bağıl nem seviyeleri 39 °C ile 57 °C arasında değişmektedir. Merkez iç ortam bağıl nem değeri %50 iken Lapseki ve Çan iç ortam bağıl nem değeri %49’dur.



Şekil 5.4. Merkez, Lapseki ve Çan ilçelerinin ortalama bağıl nem seviyelerinin aylara göre değişimi (%)

İç ortam sıcaklık ve bağıl nem ortalama değerleri 3 ilçede çok fazla farklılık göstermemektedir. Çan ilçesinde ölçüm yapılan ölçüm noktalarının %75'ine yakını odun ya da kömür, %23'ü doğalgaz ile ısınırken, Lapseki'de %94'ü odun ya da kömür kullanmaktadır. Merkez'de ise %75'i doğalgaz ile %25'i odun ya da kömür yakarak ısınmaktadır. Isınma kaynağındaki bu farklılıkların sonuçlara pek fazla etkisi olmamıştır. Bu durumda bireylerin farklı ortamlarda ve farklı ısınma kaynaklarına sahip olsalar dahi konfor sıcaklık ve nem ortalamaları birbirine çok yakın olduğu söylenebilir.

5.1.2. Dış ortam hava kalitesi değişiminin değerlendirilmesi

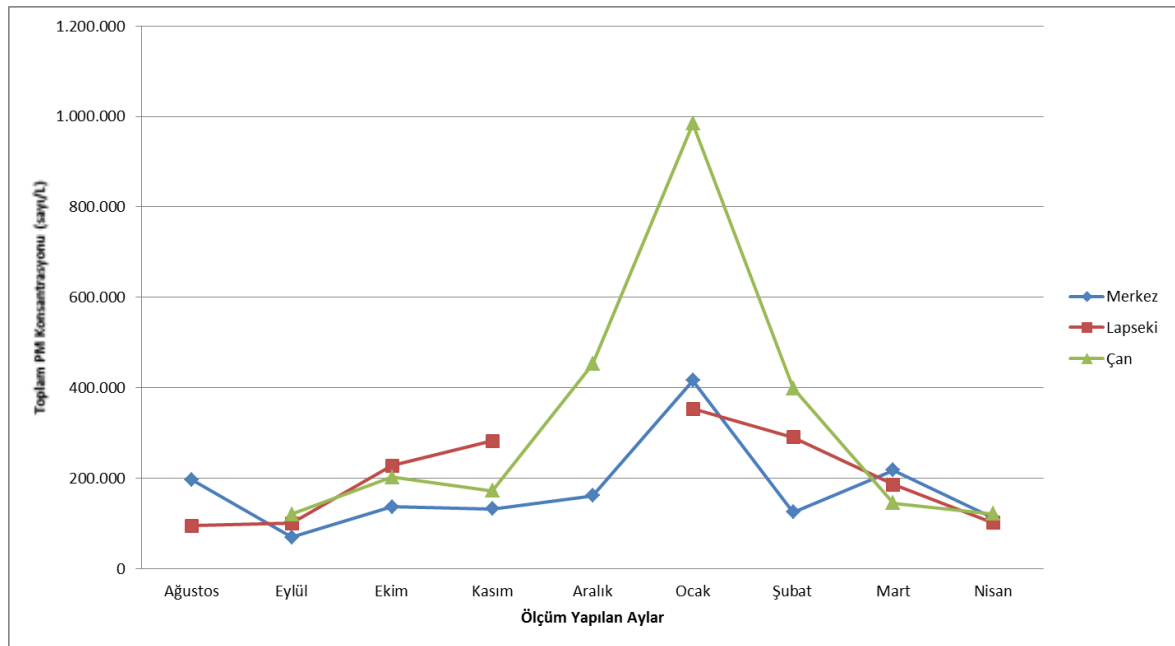
Dış ortam hava kalitesi parametrelerinin istatistik değerlendirmeleri yapıldığında, Merkez'de CO₂ ile sıcaklık arasında negatif yönlü güçlü korelasyon görülmüştür. Bu durumun kış aylarında ısıtmanın artmasıyla atmosfere bırakılan CO₂ seviyesindeki artışı olarak yorumlanmıştır. Lapseki ilçesinde ise PM ile sıcaklık arasında negatif yönlü güçlü korelasyon görülmüştür. Bu durum ise odun ve kömürle ısınan hane bacalarında PM yoğunluklu dumanların atmosfere kışın bırakılması olarak düşünülmektedir. Çan'da ise her iki ilişki aynı anda görülmektedir.

5.1.2.1. Partikül madde (PM)

En yüksek dış ortamdaki toplam PM seviyeleri Merkez'de 06.01.2014'de ölçülen 489.128 sayı/L, Lapseki'de 12.02.2014'de ölçülen 507.003 sayı/L ve Çan'da

18.01.2014'de ölçülen 1.148.896 sayı/L'dir. Şekil 5.5'de Merkez, Lapseki ve Çan ilçelerinin dış ortam toplam PM ölçümleri ortalamalarının aylara göre değişimi karşılaştırılmıştır. 69.360 sayı/L ile 983.878 sayı/L arasında ayların ortalamaları değişmektedir. Dış ortam Merkez ilçesi toplam PM ortalaması 174.373 sayı/L, Lapseki ortalaması 204.702 sayı/L ve Çan ortalaması 324.799 sayı/L'dir. Ölçüm yapılan aylar içerisinde görülen en yüksek toplam PM ortalamaları ise; Merkez'de Ocak ayında 416.673 sayı/L, Lapseki'de Ocak ayında 353.671 sayı/L ve Çan'da Ocak ayında 983.878 sayı/L şeklinde görülmüştür.

Sonuçlar değerlendirildiğine en yüksek dış ortam toplam PM seviyeleri Çan'da görülmüştür. Seviyelerin kendi aralarında karşılaştırıldığında dış ortam toplam PM seviyelerinin ortalamaları ve aylık en yüksek seviyeleri Çan ilçesinde diğer ilçelerden 2-3 kat fazla çıktığı gözlenmiştir. Aylık dış ortam PM seviyelerinin ortalamalarında Çan'dan sonra Lapseki ilçesi Merkez ilçesinden yüksek çıkmıştır.



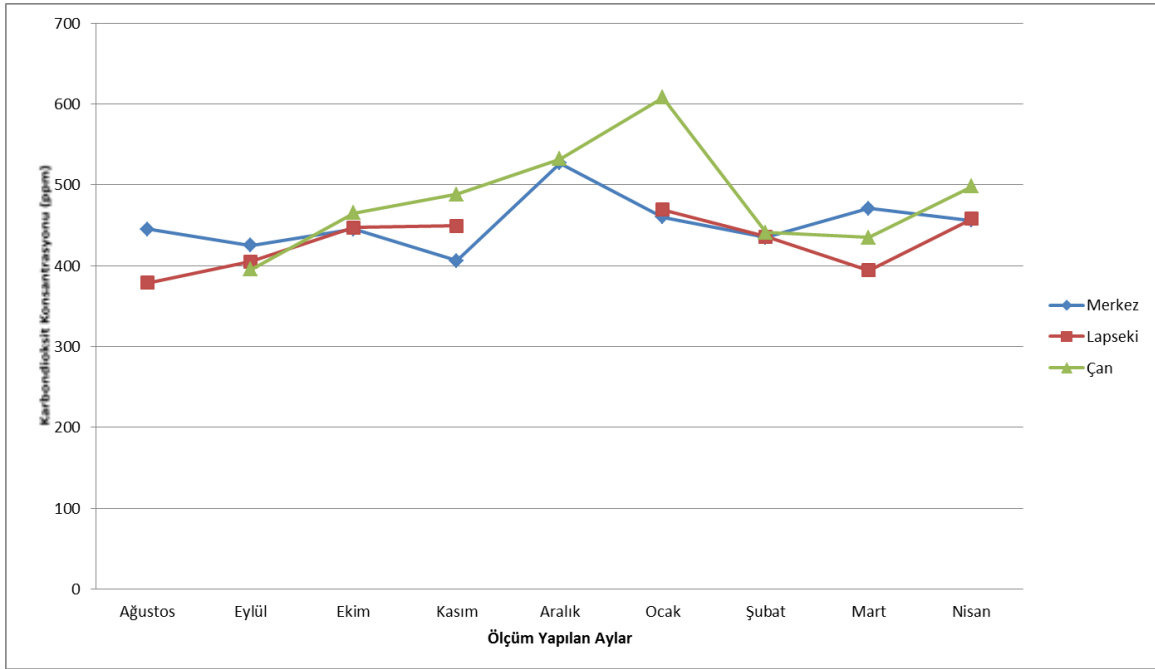
Şekil 5.5. İlçelerin dış ortam ortalama toplam PM seviyelerinin aylara göre değişimi (sayı/L)

PM konsantrasyonu açısından, $PM_{Çan} > PM_{Lapseki} > PM_{Merkez}$ sıralaması; iç ortamda olduğu gibi dış ortam toplam PM seviyelerinde de görülmüştür. Bu durumun, Çan ilçesinin etrafının dağlarla çevrili olup kirleticilerinin dağılamamasından olduğu ayrıca bölgede yoğun olarak işletilen kömür çıkarma faaliyetleri ve/veya termik santral emisyonlarından olabileceği düşünülmektedir. Bu etkenler, Merkez ve Lapseki'de bulunmamaktadır.

5.1.2.2. Karbondioksit (CO₂)

Dış ortamda ölçülen en yüksek CO₂ seviyeleri Merkez’de 04.12.2014’de ölçülen 615 ppm, Lapseki’de 28.10.2014’de 533 ppm ve Çan’da 18.01.2014’de ölçülen 672 ppm’dir. Şekil 5.6’de Merkez, Lapseki ve Çan ilçelerinin dış ortam CO₂ ölçümleri ortalamalarının aylara göre değişimi karşılaştırılmıştır. Ayların ölçüm ortalamaları 379 ppm ile 608 ppm arasında değişmiştir. Dış ortamda ölçülen Merkez ilçesinin CO₂ seviyesi ortalaması 452 ppm, Lapseki CO₂ seviyesi ortalaması 430 ppm ve Çan’da CO₂ seviyesi ortalaması 483 ppm’dir. Ayların CO₂ seviyesi ortalamalarının ortalaması ise 455 ppm’dir.

Sonuçlar değerlendirildiğinde en yüksek dış ortam değerleri PM seviyesinde olduğu gibi Çan ilçesinde görülmüştür. Fakat Çan ilçesinden sonra en yüksek ortalamalara Merkez ilçesinde rastlanmıştır.



Şekil 5.6. İlçelerin dış ortam ortalama CO₂ seviyelerinin aylara göre değişimi (ppm)

İç ortamda olduğu gibi en yüksek dış ortam CO₂ seviyelerine Çan’da rastlanmıştır. Dış ortam CO₂ seviyelerini CO₂Çan>CO₂Merkez>CO₂Lapseki şeklinde sıralayabiliriz. Dış ortamdaki CO₂ seviyesinin iç ortama etkili olabileceğine dikkat çekilebilir.

5.1.2.3. Ozon (O₃) ve karbon monoksit (CO)

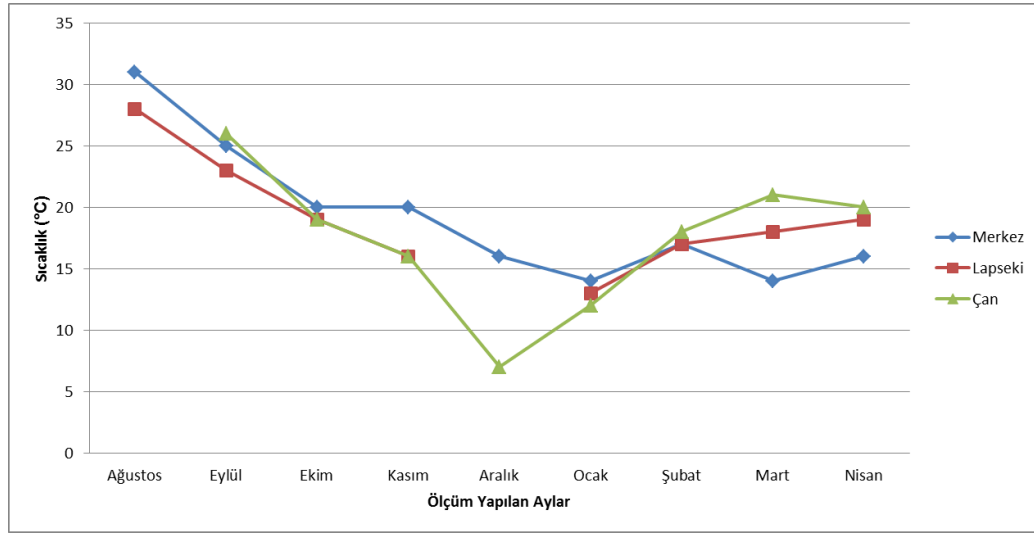
Dış ortam ölçümleri sırasında O₃ ve CO ölçümleri cihazlarda çıkan arızalar nedeniyle bazı aylarda alınamamıştır. Ölçülen dış ortam O₃ verileri 0.01 ppm ile 0.15 ppm

arasında değişmektedir. Ölçüm yapılan dış ortam O₃ verilerinin Merkez ortalaması 0.06 ppm, Lapseki ortalaması 0.06 ppm ve Çan ortalaması 0.04 ppm'dir. Ölçülen dış ortam CO verileri 0.1 ppm ile 7 ppm arasında değişmektedir. Dış ortam CO Merkez ortalaması 1.05 ppm, Lapseki ortalaması 1.3 ppm ve Çan ortalaması 1.53 ppm'dir.

Ölçümlerin cihaz arızaları nedeniyle sağlıklı yapılamamasından dolayı O₃ ve CO hava kalitesi parametreleri hakkında daha detaylı yorum yapılamamaktadır.

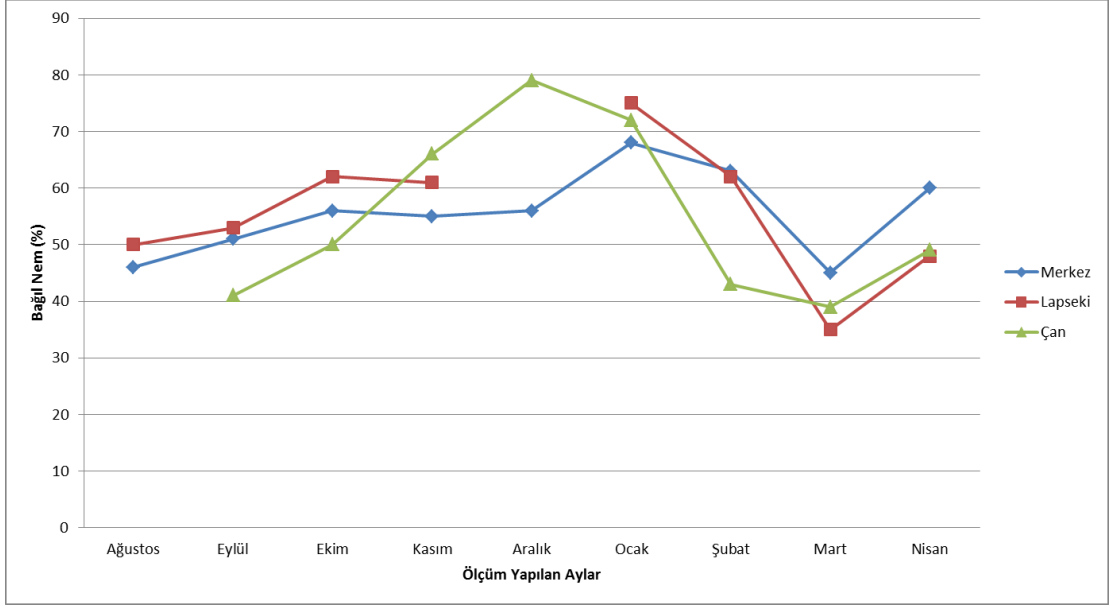
5.1.2.4. Sıcaklık ve nem

Dış ortamda ölçülen en yüksek sıcaklık seviyesi 30.5 °C ile 12.08.2013'de Merkez'de, en düşük sıcaklık seviyesi ise 16.12.2012'de Çan'da 5°C olarak ölçülmüştür. Şekil 5.7'de Merkez, Lapseki ve Çan'da dış ortamda ölçülmüş sıcaklık seviyelerinin ortalamalarının aylara göre değişimi yer almaktadır. Merkez ve Lapseki'nin dış ortam sıcaklık ortalaması 19°C ve Çan'ın dış ortam sıcaklık ortalaması 17°C'dir. 3 ilçenin dış ortam ortalaması ise 18°C'dir.



Şekil 5.7. İlçelerin dış ortam ortalama sıcaklık seviyelerinin aylara göre değişimi (°C)

Dış ortamda ölçülen en yüksek bağıl nem seviyesi 13.01.2014 tarihinde Lapseki'de %87, en düşük bağıl nem seviyesi ise 04.10.2014 tarihinde Çan'da %25 olarak ölçülmüştür. Şekil 5.8'de Merkez, Lapseki ve Çan'da dış ortamda ölçülmüş bağıl nem seviyelerinin ortalamalarının aylara göre değişimi yer almaktadır. 3 ilçesinde dış ortamda alınan ölçümler neticesindeki ortalama bağıl nem değerleri %55'dir. 3 ilçenin ortalamaları birbirine eşit olarak gözlenmiştir.



Şekil 5.8. İlçelerin dış ortam bağıl nem ortalamalarının aylara göre değişimi (%)

5.1.3. İç ortam/Dış ortam oranlarının değerlendirilmesi

5.1.3.1. Partikül madde (PM)

PM I/D oranları ortalamaları 0.51 ile 2.28 arasında değişmektedir. Genel ortalamaları 3 ilçe içinde 1'den büyüktür. I/D oranlarının 1'den büyük olması iç ortam PM seviyesinin dış ortam PM seviyesinden yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durum kış aylarında dahi havalandırma yapılması gerektiğini göstermektedir. Ayrıca bu sonuç PM hava kalitesi parametresinin iç ortam kaynaklı olduğunu da vurgulamaktadır.

Çizelge 5.1. PM I/D oranlarının ortalamalarının karşılaştırılması

	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	9 Aylık Ortalama
Merkez	1.18	1.51	1.07	1.03	1.12	0.82	1.87	1.66	1.29	1.28
Lapseki	1.18	1.26	2.19	1.20	-	1.08	1.17	2.13	1.89	1.51
Çan	0.99	1.44	0.97	1.31	1.43	0.51	1.60	2.28	2.25	1.42

5.1.3.2. Karbondioksit (CO₂)

CO₂ I/D oranları ortalamaları 1.31 ile 2.21 arasında değişmektedir. 3 ilçede de genel ortalamalar 1'in üstündedir. PM'de olduğu gibi CO₂ I/D oranları da iç ortam kaynaklı olup, havalandırma ile seyreltmek suretiyle, düşürülebileceği öngörülmektedir. Bu yüzden günlük havalandırma süreleri, CO₂ için belirleyici unsur olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.2. CO₂ I/D oranlarının ortalamalarının karşılaştırılması

	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	9 Aylık Ortalama
Merkez	1.41	1.31	1.67	1.88	1.80	1.75	1.87	1.79	1.59	1.67
Lapseki	1.47	1.63	2.02	1.91	-	1.85	1.83	2.21	1.66	1.82
Çan	1.59	1.81	1.63	2.14	2.04	1.66	1.87	1.67	1.58	1.78

5.1.3.3. Sıcaklık ve Nem

Sıcaklık I/D oranları ortalamaları 0.98 ile 3.19 arasında değişmektedir. 3 ilçede de genel ortalamalar 1'in üstündedir. Havaların güzel olduğu yaz ve bahar aylarında pencere ile havalandırma uzun süre yapılmaktadır. Bu durum iç ortam sıcaklığıyla dış ortam sıcaklığı arasında farkı düşürmektedir. Kış aylarında iç ortamda ısıtma yapılması nedeniyle I/D oranının artması normal karşılanmıştır.

Çizelge 5.3. Sıcaklık I/D oranlarının ortalamalarının karşılaştırılması

	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	9 Aylık Ortalama
Merkez	1.01	1.07	1.10	1.22	1.66	1.82	1.35	1.40	1.19	1.31
Lapseki	1.00	0.98	1.11	1.19	-	1.98	1.43	1.20	1.08	1.25
Çan	0.98	1.03	1.10	1.32	3.19	2.12	1.06	1.06	1.09	1.44

Bağıl nem I/D oranları 0.61 ile 1.39 arasında değişmektedir. Genel ortalamalar Merkez ve Lapseki'de 1'den düşük, Çan'da ise 1 civarındadır. Bu nedenle iç ve dış ortam arasında bağıl nem açısından önemli fark yoktur.

Çizelge 5.4. Bağıl nem I/D oranlarının ortalamalarının karşılaştırılması

	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Ortalama
Merkez	1.07	1.02	1.01	0.96	0.87	0.73	0.80	0.94	0.82	0.91
Lapseki	1.01	1.10	0.93	0.90	-	0.64	0.80	1.10	1.07	0.94
Çan	1.19	1.24	0.96	0.90	0.61	0.69	1.35	1.39	1.01	1.04

5.2. Öneriler

Çanakkale ilinde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın yapmakta olduğu PM₁₀ ve SO₂ ölçümleri dışında herhangi bir hava kalitesi çalışması yapılmamıştır. Çanakkale ilinde özellikle trafik kaynaklı, ısınma kaynaklı ve endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan hava kirliliğinin katkı oranlarının bu tez çalışmasında bir parçası olduğu halihazırda devam eden proje sonrasında öngörülebilecektir. Çanakkale ilinde daha fazla çalışma yapılarak hava kalitesinin bileşenlerinin belirlenmesi ve gerektiğinde iyileştirilmesi önerilmektedir.

Bu tez kapsamında hava kalitesi ölçümü yapılan ortamlarda yaşayan insanların vakitlerinin önemli bir kısmını evde geçiriyor olmaları, iç ortam hava kalitesinin önemini arttırmaktadır. Ülkemizde iç ortam hava kalitesiyle ilgili mevzuat olmadığı daha önce vurgulanmıştı. Ancak bu tez çalışması neticesinde de görüldüğü üzere iç ortam hava kalitesinin en az dış ortam hava kalitesi kadar önemli olduğu sonucuna dayanarak gerekli düzenlemeler yapılarak, standart ve mevzuat çalışmalarının hızlandırılması ve vatandaşların bilinlendirilerek, daha sağlıklı hava kalitesi koşullarında yaşamaları sağlanmalıdır.

Partikül Madde (PM) seviyelerinin yüksek görüldüğü ölçüm noktalarının hepsinde yoğun halı kullanımının olduğu, günlük düşük havalandırma sürelerinin olduğu görülmüştür. Günlük havalandırma süresi mümkün olduğu kadarıyla fazla yapılmalıdır. Kış ayları da dahil iç ortamların dış ortam hava kalitesi uygun olduğu zamanlarda veya mekanik havalandırıcıyla havalandırılması önerilmektedir.

Karbondioksit (CO_2) seviyeleri incelendiğinde kalabalık ortam, yetersiz havalandırma ve bazı ortamlarda sigara tüketiminin olduğu görülmüştür. CO_2 seviyesinin düşürülmesi için sık periyotlar ile pencere açarak havalandırma yapılması veya mekanik havalandırıcılar kullanılması daha uygun olacaktır. Özellikle kış aylarında havalandırma süresi arttırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Adalı K., 1996. Trabzon'daki Hava Kirliliği İle Meteorolojik Koşullar Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Akgün D., 2013. Isparta İl Merkezinde KOAH Öntanı Prevalansı ve İlişkili Faktörler. *Türk Toraks Dergisi*, 14(2), 43-47.
- Alexis N., Becker S., Bromberg A., Devlin R., Peden B., 2004. Circulating CD11b Expression Correlates With The Neutrophil Response and Airway Mcd14 Expression is Enhanced Following Ozone Exposure in Humans. *Clin Immunol* 111:126-31
- Altug H., 2013. Bazı Hava Kirleticilerin İlkokul Çocuklarında Solunum Fonksiyonları ve Astım ve Allerjik Hastalıklarla İlişkili Semptom Prevalansına Etkisi. Doktora Tezi. Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Apte G., Fisk J., Daisey J., 2000. Associations Between Indoor (CO₂) Concentrations and Sick Building Syndrome Symptoms in Us Office Buildings: an Analysis of the 1994-1996 Base Study Data (Lbnl 44385). *Indoor Air*, 10:246-257.
- Arı A., Argante J. ve Meliefst K., 2008. İskenderun ve Payas'ta Atmosferik PM₁₀ ve PM_{2.5} Derişimlerinin İncelenmesi. *Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu*. 22-25 Ekim 2008, Hatay.
- ASHRAE, 2003. Ashrae HandbookCD, 2001 Fundamentals. *Chapter 9: Indoor Environmental Health*, Atlanta, USA.
- ASHRAE 2007. Standard 62.1-2007 User's Manual, Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta.
- Atımtay A., Emri S., Bağcı T., Demir A.U., 2000. Urban CO Exposure and Its Health Effects On Traffic Policeman İn Ankara, *Environmental Research*, 9, 222-230.

- Aydın M.E., Durduran S., Özcan S. ve Bedük F., 2007. Konya'da Hava Kalitesi Derişiminin CBS ile Değerlendirilmesi. *XII. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi*, İzmir.
- Aydın Ö., 2006. Havadaki SO₂ ve PM konsantrasyonunun İstatiksel Yöntemlerle Modellenmesi: Zonguldak Şehir Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak, s:2-44.
- Baydar O., 2012. Astım Gelişiminde D Vitaminin Rolü. Uzmanlık Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Bayram H., Dörtbudak Z., Fişekçi F., Kargın M, ve Bülbül B., 2006. Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığına Etkileri, Dünyada, Ülkemizde ve Bölgemizde Hava Kirliliği Sorunu. *Dicle Tıp Dergisi*, 2, 105-112.
- Bektaş M.B., Bircan A., 2003. Effects of Atmospheric Sulphur Dioxide and Particulate Matter Concentrations on Emergency Room Admissions Due to Asthma in Ankara. *Tüberküloz ve Toraks Dergisi* , 51, 231-238.
- Bernstein J.A., Alexsis N., Bacchus H., Fritz I.L.P., Horner E., Li N., Mason S., Nel A., Oullette J., Reijula K., Reponen T., Seltzer J., Smith A., Tarlo S.M., 2008. The Health Effects of Nonindustrial Indoor Air Pollution. *J Allergy Clin Immunol*, 121, 585-591.
- Bocci V., 2004. Ozone as Janus: This Controversial Gas Can Be Either Toxic or Medically Useful. *Mediators Inflamm.* 13(1): 3-11.
- Bozkurt Z., 2009. İç Ortam Havasında Eser Elementler ve İnorganik Gaz Kirleticilerin Düzeylerinin, Kaynaklarının ve Sağlık Etkilerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi. Kocaeli Üniversitesi, İzmit.
- Branis M., Řezáčová P., Domasová M., 2005. The Effect of Outdoor Air and Indoor Human Activity on Mass Concentrations of PM₁₀, PM_{2.5} and PM₁ in a Classroom. *Environmental Research* 99:143-49.

- Branis M., Safranek, J., Hytychova A., 2009. Exposure of Children to Airborne Particulate Matter of Different Size Fractions During Indoor Physical Education at School. *Building and Environment* 44, 1246–1252.
- Breysse P., Buckley T., Williams D., Beck CM., Jo S., Merriman B., 2005. Indoor Exposures to Air Pollutants And Allergens in the Homes of Asthmatic Children in Inner-City Baltimore. *Environmental Research*. 2005; 98: 167–176.
- Brook R., Brook J., Urch B., Vincent R., Rajagopalan S., Silverman F., 2002. Inhalation of Fine Particulate Air Pollution and Ozone Causes Acute Arterial Vasoconstriction in Healthy Adults. *Circulation* 105, 1534.
- Brown S.K., 1999. Assessment Of Pollutant Emissions From Dry Process Photocopiers. *Indoor Air*. 9:259-267, 1999.
- Brunekreef B., Holgate S., 2002. Air Pollution and Healty. *The Lancet* 360:1233-42
- Bulgurcu H., İlten N., Coşgun A., 2005. Okullarda İç Hava Kalitesi Problemleri ve Çözümler. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*. Sayı: 96, s. 59-72, 2006.
- Bulut H., 2007. Isıtma Sezonunda Ofislerde İç Hava Kalitesinin Araştırılması. *İklim 2007-II. Ulusal İklimlendirme Kongresi Bildiriler Kitabı*, 285-295, Antalya, 2007.
- Bulut H. ve Kuş M., 2009. Değişik Yaşam Ortamlarında İç Hava Kalitesinin Araştırılması. *HÜBAK II. Bilimsel Araştırmalar Sempozyumu*, Şanlıurfa, 2009.
- Bulut H., 2011. İnsan Yoğunluklu Toplu Yaşam Ortamlarında İç Hava Kalitesinin Analizi. *Ulusal İklimlendirme Kongresi-İKLİM 2011 Bildiriler Kitabı*, 377-386, Antalya, 2011.
- Bulut H., 2012. Havalandırma ve İç Hava Kalitesi Açısından CO₂ Miktarının Analizi. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*. Sayı 128 - Mart/Nisan 2012.

- Çan Belediyesi Resmi Web Sitesi. Erişim Tarihi: 27 Şubat 2014,
<http://www.can.bel.tr/sayfa.asp?sayfaID=26>
- Çanakkale Belediyesi Resmi Web Sitesi. Erişim Tarihi: 27 Şubat 2014,
<http://www.canakkale.bel.tr/bpi.asp?caid=197&cid=560>
- Çelikdemir A., 2009. Karbon Monoksit Zehirlenmesinde İyileştirici Eritrosit Aferez Uygulamasının Etkileri. Uzmanlık Tezi. Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi, Adana.
- Chao Y., Wong K., 2002. Residential Indoor PM₁₀ And PM_{2.5} in Hong Kong and The Elemental Composition. *Atmospheric Environment*. 36, 265–277.
- Charlene W., Bayer S., Crow J., 2000. Causes of Indoor Air Quality Problems in Schools. *Energy Division Oak Ridge National Laboratory And U.S. Department of Energy ORNL/M-6633/R1*.
- Choi S., 2001. CO Poisoning: Systemic Manifestations And Complications. *J.Korean Med. Sci* 2001;16(3):253-261.
- Çiçek A. 2006. *Çevre Sağlığı Kitabı*. Anadolu Üniversitesi Yayın No: 1695. s. 152.
- Çiçek İ., Türkoğlu N. ve Gürgen G., 2004. Ankara'da Hava Kirliliğinin İstatistiksel Analizi. *Fırat Üni. Sosyal Bilimler Dergisi*, 14, 1-18.
- Cliff I., Davidson S., Osborn, J., 1996. Indoor and Outdoor Air Pollution in the Himalayas. *Environ. Sci. Technol.*, 20, 6.
- Çobanoğlu N., Kiper N., 2006. Bina İçi Solunan Havada Tehlikeler. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi* 2006; 49: 71-75.
- Corsi R.L., Chiang C., 2000. The Effect Of Vacuuming On Indoor Air Particulate Matter. *Proceeding of A&WMA's 93rd Annual Conference and Exhibition on Indoor Air Quality Issues in Educational/Public/Federal Facilities. Air and Waste Management*

Association Salt Lake City, UT, USA. AB-7a.

Davis D. ve Bates D., 2002. A Look Back at the London Smog of 1952 and the Half Century Since; A Half Century Later: Recollections of the London Fog. *Environmental Health Perspectives*, Dec 2002.

Davis M.L., Masten S.J., 2004. Principles of Environmental Engineering and Science. *International Edition: McGraw-Hill.*

Demirarslan O., Çetin Ş., Ayberk S., 2008. Hava Kirliliği Belirlemelerinde Modelleme Yaklaşımı ve Modelleme Aşamasında Karşılaşılabilecek Sorunlar. *Çevre Sorunları Sempozyumu, Kocaeli.*

Denhez F., 2007. *Küresel Isınma Atlası*. NTV yayınları, İstanbul.

Dominici F., Peng R., Zeger S., White, R., Samet J., 2007. Particulate Air Pollution and Mortality in The United States: Did The Risks Change From 1987 to 2000. *American Journal of Epidemiology* 166(8): 880.

Donaldson K., Gilmour M., Macnee W., 2000. Asthma and PM10. *Respiratory Research*, 1:12-15.

Düzovalı G., 2007. Kapalı Ortam Hava Kirliliği ve Çözümleri: Kahvehane ve Okul Durumu. Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.

Ebelt T., Wilson WE., Brauer M., 2005. Exposure To Ambient And Nonambient Components Of Particulate Matter: A Comparison Of Health Effects. *Epidemiol* 16: 396-405.

EPA Resmi Web Sitesi Erişim Tarihi: 20 Şubat 2014,
<http://www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/gases/co2.html>

EPA, 2001. Case Study Two: EPA's Research Triangle Park Laboratory Facility.

- Esin T., 2004. İnsan Sağlığını Etkileyen İç Hava Kalitesinin Oluşumunda Yapı Malzemelerinin Rolü. *Yapı*, 275, 99-103.
- EUR 23052 EN, 2007. European Collaborative Action: Urban air, indoor environment and human exposure, “Impact of ozone-initiated terpene chemistry on indoor air quality and human health”.
- Fromme H., Dietrich S., Twardelle D., Heitmann D., Schiert R., Liebl B., Rüdén H., 2007. Particulate Matter in The Indoor Air of Classrooms-Exploratory Results From Munich and Surrounding. *Atmospheric Environment* 41: 854-66.
- Gillenwater M., Van Pelt M., Peterson K., 2002. Greenhouse Gases and Global Warming Potential Values, Exerpt From The Inventory of US Greenhouse Emissions and Sinks: 1990-2000. *Environmental Protection Agency*, USA. p 4-9.
- Global Initiative for Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Global strategy for the diagnosis, management and prevention of chronic obstructive pulmonary disease, updated 2010 p.: 1-5
- Global Strategy for Asthma Management and Prevention 2011. Erişim Tarihi: 05 Ocak 2014, <http://www.ginasthma.org>
- Goldberg M., Burnett T., Yale F., Valois M., Brook J., 2006. Associations between Ambient Air Pollution and Daily Mortality among Persons with Diabetes. *Environ Res* 2006; 100:255–267
- Gomzi M., 1999. Indoor Air And Respiratory Health in Preadolescent Children, *Atmospheric Environment*. 33, 4081-4086.
- Güllü G., Menteşe S., 2007. İç Ortam Havasında Biyoaerosol Düzeyleri. *VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi/TESKON 2007*, 25-28 Ekim 2007, İzmir, s.359-365.
- Güllü G., Menteşe S., 2009. Farklı Türdeki İç Ortamlarda Gözlenen İnce Partiküler Madde Konsantrasyonları, Boyut Dağılımları ve Mevsimsel Değişimleri. *IX. Ulusal*

Tesisat Mühendisliği Kongresi (TESKON), 6-9 Mayıs 2009, İzmir, Bildiriler kitabı, sf.633-644.

Guo H., Lee S., Chan L., 2004. Indoor Air Quality in Ice Skating Rinks in Hong Kong. *Environmental Research*. 2004; 94: 327–335.

Gürdallar M. 2003. Hijyen ve İç Hava Kalitesi Bakımından HVAC Sistemlerinin Temizliği. *VI. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi*, 201-213.

Haksevenler T., 2010. İstanbul'da Farklı İç Ortamlarda Hava Kalitesinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Hapcioglu B., Issever H., Kocyigit E., 2006. The Effect Of Air Pollution and Meteorological Parameters on Chronic Obstructive Pulmonary Disease at an Istanbul Hospital. *Indoor and Built Environment* 2006;15(2):147-53.

Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği Resmi Gazete Tarihi: 06 Haziran 2008, Resmi Gazete Sayısı: 26898.

Henschel B., Fortann R., Roache N., 2001. Variations in The Emission of Volatile Organic Compounds From the Toner For A Specific Photocopier. *J. Air Waste Manage. Assoc.* 51:708-717.

Heudorf U., Neitzert V., Spark J., 2009. Particulate Matter And Carbon Dioxide in Classrooms - The Impact Of Cleaning And Ventilation. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 212(1), 45-55 (2009).

Hubbard H., Coleman B., Sarwar G., Corsi R., 2005. Effects of an Ozone-Generating Air Purifier on Indoor Secondary Particles in Three Residential Dwellings. *Indoor Air* 15:432-44.

İlkkılıç C., Behçet R., 2006. Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığı ve Çevre Üzerindeki Etkisi. *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, 66-72.

- İncecik S., 1994. *Hava Kirliliği Kitabı*, İstanbul Teknik Üniversite Yayınları, s. 26-41.
- İncecik S., Şen. O., Kadioğlu M., Alp K., 1994. İstanbul’da Hava Kirliliğinin Yüzeysel Su Kaynakları Üzerindeki Potansiyel Etkileri. *1. Hidrometeoroloji Sempozyumu*. İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Meteoroloji Mühendisliği Bölümü. 23-25 Mart. İstanbul
- Iwai K., Mizuno S., Miyasaka Y., Mori T., 2005. Correlation Between Suspended Particles In The Environmental Air And Causes Of Disease Among İnhabitants: Cross-Sectional Studies Using The Vital Statistics And Air Pollution Data in Japan.
- Jacqueline K., 1981. *Kirk-Othmer Encyclopedia Of Chemical Tecnology. 3rd ed. John Wiley & Sons.*
- Kansal A., 2009. Sources And Reactivity Of Nhmcs And Vocs İn The Atmosphere: A Review. *Journal of Hazardous Materials*, 166(1):17-26.
- Karakaş B. ve Güllü G., 2013. Evlerde İç Ortam Partikül Madde Boyut Dağılımı ve Konsantrasyonlarına Etki Eden Faaliyetler. *Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi*, Cilt 2, Sayı 3, 74-102.
- Karpuzcu M., 2004. *Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü*. Kubbealtı Eşriyat Yayınevi, İstanbul.
- Kaya M., 2003. Sağlıklı ve Verimli Çalışma Ortamı İçin İç Hava Kalitesi. *Termodinamik*, s: 125.
- Keser N., 2002. Kütahya’da Hava Kirliliğine Etki Eden Topoğrafik ve Klimatik Faktörler. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 5, 69-100.
- Köksal Y., 2001. Kapalı Mahallerde Hava Kalitesinin İyileştirilmesi. 5. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*.
- Wong L.T., Mui K.W., Hui P.S., 2006. “Atmospheric Environment”, Evaluation on four sampling schemes for assessing indoor air quality. Department of Building Services

Engineering, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, China.

Lapseki Belediyesi Resmi Web Sitesi. Erişim Tarihi: 27 Şubat 2014,
http://www.lapseki.gov.tr/default_B0.aspx?content=1008

Lee S.C., Chan L.Y., Chiu M.Y., 1999. Indoor And Outdoor Air Quality Investigation at 14 Public Places in Hong Kong. *Environmat International*, Vol. 25, No. 4, pp. 443-450.

Lee S.C., Chang M., 2000. Indoor and Outdoor Air Quality Investigation at Schools in Hong Kong. *Chemosphere* 41, 109- 113.

Lee S.C., Hsiaso J., Cheng S. ve Hsiesh H., 2007. Identification of Regional Air Pollution Characteristic and the Correlation with Public Heath in Taiwan. *Int. J. Environmental Research Public Health*, 4(2), 106-110.

Letohn A.S., Krupa S.V., Winstanley D., 1990. Surface Ozone Exposures Measured At Clean Location Around The World. *Enviromental. Pollution*. 63:180-190

Long C., Suh H., Kobzik L., 2001. A Pilot Investigation Of The Relative Toxicity Of Indoor And Outdoor Fine Particles: in Vitro Effects Of Endotoxin And Other Particulate Properties. *Environ Health Perspect* 109: 1019–1026.

Long C., Sulh H., Koutrakis P., 2000. Characterization of Indoor Particle Sources Using Continuous Mass and Size Monitors. *Journal of the Air&Waste Management Association* 50:1236-50.

Luoma M., Batterman S., 2001. Characterization of Particulate Emissions from Occupant Activities in Offices. *Indoor Air*, 11:35–48.

Maier K., Alessandrini F., Beck-Speier I., Hofer T., Diabate, S., Bitterle, E., 2008. Health Effects of Ambient Particulate Matter-Biological Mechanisms and Inflammatory Responses to In Vitro and In Vivo Particle Exposures. *Inhalation Toxicology*, 20(3), 319-337.

- Mannino D.M., Homa D.M., Akınbami L.J. 2002. Chronic Obstructive Pulmonary Disease Surveillance, 1971–2000. *MMWR Surveill Summ* 2002; 51:1-16.
- Martuzevicius D., Grinshpun S., Lee T., Hu S., Biswas P., Reponen T., LeMasters G., 2008. Traffic-related PM_{2.5} Aerosol in Residential Houses Located Near Major Highways: Indoor Versus Outdoor Concentrations. *Atmospheric Environment* 42: 6575-85.
- Masters G.M., 1991. Introduction to Environmental and Science. *Prentice Hall International Editions*.
- Mayda A., Yılmaz M., 2013. Düzce Hava Kalitesi İzleme İstasyonu 2007-2011 Yılları Arası Verilerinin Değerlendirilmesi. *Türk Silahlı Kuvvetleri Koruyucu Hekimlik Bülteni*, 12(1), 11.
- McDonnell W., 2004. Use Of Submaximal Inhalation And Spirometry To Assess The Effects Of Ozone Exposure. *Arch Environ Health* p: 59:76-83.
- Meng, Q.Y., Spector D., Colome S., Turpin B., 2009. Determinants of Indoor and Personal Exposure To PM_{2.5} of Indoor and Outdoor Origin During The RIOPA Study. *Atmospheric Environment* 43, 5750–5758.
- Menteşe S., 2012. İkincil Organik Aerosollerin İç Ortamlarda Oluşma Mekanizması, *İç Hava Kalitesi Sempozyumu 2013*.
- Menteşe S., 2009. Bina İç Hava Kalitesinin Belirlenmesi ve Kaynaklarının Tespiti, Doktora tezi., Hacettepe Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 456 .
- Menteşe S., 2011. Zonguldak'ta Hava Kirliliği ve Solunum Yolu Hastalıkları İlişkisi” Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Menteşe S., Yarımtepe C., 2012. Çanakkale İli Hava Kalitesinin Kirlilik Türlerine Göre Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. *Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi* 1 (2012) 66

Menteşe S., Tağıl Ş., 2012. Bilecik'te İklim Elemanlarının Hava Kirliliği Üzerine Etkisi. *Balikesir University Journal Of Social Sciences Institute*, 15(28), 3-16.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü Resmi Web Sitesi. Erişim Tarihi: 25 Şubat 2014, <http://www.mgm.gov.tr/site/yardim1.aspx?Enverziyon>

Metin S., Yıldız Ş., Çakmak T., Demirbaş Ş. 2011. 2010 Yılında Türkiye’de Karbon monoksit Zehirlenmesinin Sıklığı.

Mıhlayanlar E., Umaroğulları F., Kartal S., 2011. Binalarda Enerji Verimliliği Açısından Isı Yalıtımının Hava Kirliliğine Etkisi - Edirne Örneği. X. *Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Teskon*.

Milner J.T., Simon H.M., 2006. Spatial Variation of CO Concentrations Within an Office Building and Outdoor Influences. *Atmospheric Environment*, 05.040, 1-11.

Mitscherlich G., 1995. Die Welt in Der Wir Leben. Entstehung – Entwicklung, Heutige Stand Rombach Ökologie, *Rombach Verlag*, Freiburg, 1995.

Monn C., Fuchs A., Hogger D., Junker M., Kogelschatz D., Roth N., Wanner U., 1997. Particulate Matter Less Than 10µm (PM₁₀) and Fine Particles Less Than 2.5µm (PM_{2.5}): Relationships Between Indoor, Outdoor and Personal Concentrations. *Science of the Total Environment* 208, 15-21,.

Monn C., 2001. Exposure Assessment Of Pollutant: A Review On Spatial Heterogeneity And Indoor/Outdoor/Personal Exposure To Suspended Particulate Matter, Nitrogen Dioxide And Ozone. *Atmospheric Environment*, 35, 1–32,

Motör D., 2011. Edirne'de Bir İşletmede İç Ortam Hava Kalitesi ve Çalışanların Sağlığına Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Edirne.

- National Park Service, 2013. Sources of Air Pollution. Erişim Tarihi: 27 Şubat 2014, <http://www.nature.nps.gov/air/aqbasics/sources.cfm> Last Updated: January 10, 2013
- Onat B. Şahin Ü., 2008. İç Ortam Havasında Partikül Madde Seviyesinin Belirlenmesi. *Ulusal Hava Kalitesi Sempozyumu. 2008. Konya.*
- Ostro D., Eskeland S., Sanchez M. J., Feyzioğlu T., 1999. Air Pollution and Health Effects: A Study of Medical Visits among Children in Santiago, Chile. *Environmental Health Perspectives*, 1, 69 - 73.
- Özdemir H., Borucu G., Demir G., Yiğit S. Ak N., 2010. İstanbul'daki Çocuk Oyun Parklarında Partikül Madde Kirliliği İncelenmesi. *Ekoloji Dergisi*, 19, 72-79.
- Özkan G., 2009. Endüstriyel Bölge Komşuluğunda Kıyısal Kırsal Alandaki Hava Kalitesi; Muallimköy'de Partikül Maddede ve Topraktaki Ağır Metal Kirliliği. Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, İstanbul.
- Öztürk B. ve Düzovalı G., 2011. Okullarda Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri. *X.Tesisat Mühendisliği Kongresi, TESKON 2011, 1715-1723, İzmir 2011.*
- Öztürk M., 2008. Hava Kirliliğinin Halk Sağlığı Üzerine Etkisi. *Çevre ve Orman Bakanlığı Bülteni. 2008.*
- Panagiotis T., Nastos A., 2006. Weather Impacts On Respiratory Infections in Atina, Greece. *Int J Biometeorol*, 50, 358-369.
- Pandey M.R., Smith K.R., Boleij J.S.M., Wafula E.M., 1989. Indoor Air Pollution and Acute Respiratory Infections in Children, *The Lancet*, 339, 15, 396-398.
- Peden D., Setzer R., Devlin R., 1995. Ozone Exposure Has Both A Priming Effect on Allergen-Induced Responses and an Intrinsic Inflammatory Action in The Nasal Airways of Perennially Allergic Asthmatics. *Am J Respir Crit Care Med* 151:1336-45.

- Peker İ., 2011. Hava Kirliliği ve Alınabilecek Önlemler. *Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim*, S. 135, Mayıs 2011, 72-75.
- Peters A., 2005. Particulate Matter and Heart Disease: Evidence From Epidemiological Studies. *Toxicology and Applied Pharmacology*, (Suppl 2):477-482.
- Pope C., Dockery D., 2006. Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect, *Critical Review. J. Air & Waste Manage. Assoc*, 6, 709.
- Rowland F., 2006. Stratospheric Ozone Depletion. *Phil Trans R Soc B*. 2006; 361: 769-790.
- Ruidavets J., Cournot M., Cassadou S., Giroux M., Meybeck M., Ferrieres J., 2005. Ozone Air Pollution is Associated With Acute Myocardial Infarctio. *Circulation* 111, 563.
- Rundell K., Caviston R., Hollenbach A., Murphy K., 2006. Vehicular Air Pollution, Playgrounds, And Youth Athletic Fields.
- Sağlam M., 1990. Dünyanın Enerji İhtiyacı ve Geleceğin Enerji Kaynakları. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Sarwar G., Corsi R., Allen D., Weschler C., 2003. The Significance Of Secondary Organic Aerosol Formation and Growth in Buildings: Experimental and Computational Evidence. *Atmospheric Environment* 37:1365-81.
- Scherbakova K., 2010. İstanbul'daki Solunabilir Partikül Maddenin Boyut Dağılımının İstatistiksel Analizi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi. İstanbul.
- Seinfeld J., Pandis S., 2006. Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change, 2nd Edition.
- Sevencan A., Sevencan F., Vaizoğlu S., Güler Ç., 2011. Ankara'da Bir İlköğretim Okulunun İç Ve Dış Çevresel Özelliklerinin Değerlendirilmesi. *Genel Tıp Dergisi*, 21(1), 11.

- Shendell D.G., Prill P., 2004. Associations Between Classroom CO₂ Concentrations And Student Attendance in Wasington And Idaho. *Indoor Air*, 14, 333-341.
- Soylu Ş., 2010. Hava Kirliliği ve Kirleticileri Raporu. Adapazarı.
- Soysal A., Demiral Y., 2007. Indoor Air Pollution. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 6 (3), 221-226. Turkish.
- Spengler J., Sundell J., Tanabe S., Nazaroff B., 2006. Editorial: Deadly Household Pollution: A Call To Action. *Indoor Air* 16:2-3
- Standart Heating, 2014. Indoor Air Quality Solution. Erişim Tarihi: 28 Haziran 2014, <http://www.standardheating.com/indoor-air-quality/>
- Stranger M., Potgieter-Vermaak S.S., Van Grieken R., 2007. Comparative Overview of Indoor Air Quality in Antwerp, Belgium. *Environment International* 33 789–797.
- Tağıl Ş., Menteşe S., 2012. Zonguldak'ta Hava Kirliliği (PM₁₀ & SO₂) İle İlişkili Olarak Seçilmiş Solunum Yolu Hastalıklarının Zamansal ve Mekânsal Değişimi. *Balikesir University Journal Of Social Sciences Institute*, 15(27), 3-18.
- Tecer L.H., Alagha O., Karaca F., Tuncel G., Eldes N., 2008. Particulate Matter PM_{2.5}, PM_{10-2.5}, and PM₁₀ and Children's Hospital Admissions For Asthma And Respiratory Diseases: A Bidirectional Case-Crossover Study. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 71, 512-520.
- Tecer L.H., Tomaç N., Karaca F., Kaplan A., Tuncer T., Aydın H., 2009. The Evaluation of the Effect of Air Pollution on the Health Status of Children in Zonguldak, Turkey. *International Journal of Environment and Pollution*, 39, 352-364.
- Tecer L.H., İlten N. Selici A.T., 2013. Balikesir İl Merkezinde Konutlarda İç/Dış Ortam Partikül Madde (PM) Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi. *11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*.

- Tozsın G., 2003. Yer Seviyesi Ozon Kirliliğine Neden Olan Parametrelerin İstanbul İli İçin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- TS 12281, 1997, Çevre Sağlığı-Kapalı Ortam Havası ile İlgili Tedbirler.
- Turalıoğlu F.S., Bayraktar H., Tuncel G., 2008. Erzurum Atmosferinde TSP, PM₁₀, PM_{10-2.5}, PM_{2.5} Kütlesel Konsantrasyonları. *Ulusal Hava Kalitesi Sempozyumu*, Mayıs-2008), Konya, (2008), 89-97.
- Uysal Y., 1996. Çanakkale'de Hava Kirliliği Sorunu. *Çanakkale İli Yerleşim ve Çevre Sorunları Bildirileri*, 9-13 Eylül 1996, Çanakkale, 547-552.
- Wallace L., 1996. Indoor Particles: A Review, *Journal of the Air&Waste Management Association*, 46, 98-126.
- Wargoçki P., Wyon DP., 2005. The Effects of Classroom Air Temperature and Outdoor Air Supply Rate on The Performance Of School Work By Children. *Indoor Air*.
- Weaver L., Hopkins R., Chan K., Churchill S., Elliott C., Clemmer T., 2002. Hyperbaric Oxygen For Acute Carbon Monoxide Poisoning. *N Engl J Med* 347:1057-67.
- Yang W., Sohn J., Kim J., Son B., Park J., 2009. Indoor Air Quality Investigation According to Age of the School Buildings in Korea. *Journal of Environmental Management*, 90, 348 – 354.
- Yurtseven E., 2008. İki Farklı Bölgedeki İlköğretim Okullarında İç Ortam Havasının İnsan Sağlığına Etkileri Yönünden İncelenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Osman ÇOTUKER

Doğum Yeri: İstanbul/Türkiye

Doğum Tarihi: 06.04.1990

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi: Sakarya Üniversitesi

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar -SCI -Diğer -

b) Bildiriler -Ulusal : Mentese, S., Onacak, T., Saydam, A.C., Çotuker, O., Selçuk, B., “Modifiye Fırıldak-Baca-Emici Sisteminin (FBE) İç Hava Kalitesine Etkisi”, 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi TESKON-2013, Bildiriler Kitabı, II. Cilt, s.1947-1952, 17-20 Nisan 2013, İzmir.

Bildiriler -Uluslararası : Mentese, S., Cotuker, O., Selcuk, B. “Contribution of Rotor-Turbine Ventilator (RTV) on Indoor Air Quality of a Cafeteria” 13th International Conference on Indoor Air Quality and Climate (INDOOR AIR 2014), July 7-12, 2014, Hong Kong.

Bildiriler -Uluslararası : Mentese, S., Otkun, M.T., Bakar, C., Mirici, N.A., Cevizci, S., Cotuker, O., Tasdibi, D., Palaz, E. “Comparison of Exposure to Indoor Air Pollution in Different Towns of Çanakkale, Turkey” 13th International Conference on Indoor Air Quality and Climate (INDOOR AIR 2014), July 7-12, 2014, Hong Kong.

c) Katıldığı Projeler – TÜBİTAK 112Y059 Numaralı Proje, Bursiyer (Ağustos 2013- Temmuz 2014)

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : -

İLETİŞİM

E-posta Adresi : o.cotuker@gmail.com