

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nur Didem KEŞER

**PANDEMİ DÖNEMİNDE ADANA'DAKİ ÇEŞİTLİ
BÖLGELERDE İÇ VE DIŞ MEKÂN HAVA KALİTESİNİN
BAZI PARAMETRELER BAKIMINDAN İNCELENMESİ**

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2022

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PANDEMİ DÖNEMİNDE ADANA'DAKİ ÇEŞİTLİ BÖLGELERDE İÇ VE DIŞ MEKÂN HAVA KALİTESİNİN BAZI PARAMETRELER BAKIMINDAN İNCELENMESİ

Nur Didem KEŞER

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Olcayto KESKİNKAN
Yıl: 2022, Sayfa: 128
Jüri : Prof. Dr. Olcayto KESKİNKAN
: Doç. Dr. Bülent SARI
: Dr. Öğr. Üyesi Emre Oğuz KÖROĞLU

Teknolojinin gelişmesi, nüfusun artması buna bağlı çarpık ve düzensiz yapılaşmanın artması hava kirliliğini tetiklemektedir. Pandemi şartları sonrası iç ve dış ortam hava kalitesi ve havalandırma daha da önem kazanmıştır. İnsanlar vakitlerinin büyük kısmını kapalı alanlarda geçirdiği için iç ortam hava kalitesinin insan sağlığını etkilemeyecek düzeyde tutulması önemlidir. Bu çalışma, Adana ilinde bulunan 4 farklı ilçede (Seyhan, Yüreğir, Sarıçam ve Çukurova) gerçekleştirilmiş olup ölçümler 6 ay sürmüştür. Her ilçede bir istasyon seçilerek iç ve dış ortamda günde 3 kez (saat 10:00, 13:00, 16:00'da) karbondioksit, bağıl nem ve sıcaklık ölçümleri elle taşınan karbondioksit ölçüm cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ölçümler Matlab 2019rd programı kullanılarak grafiklere dönüştürülmüş ve IBM SPSS 26 bilgisayar programı ile istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Sonuçlar varyans analizi (ANOVA), Tukey HSD ve Hockberg testleri kullanılarak yorumlanmıştır. Ölçüm sonuçlarına göre iç ortam karbondioksit ve bağıl nem miktarının kişi sayısı ile arttığı görülmüş olup hem dış hem iç ortamda çevresel faktörlerin ölçüm alınan istasyonlarda etkili olduğu görülmüştür. İstasyonlardaki iç ortam karbondioksit değerlerinin genel olarak 1000 ppm lik ASRAE Standardına uyduğu dolayısıyla insan sağlığı açısından iç ortam hava kalitesinin yeterli olduğu tespit edilmiştir. Detaylı yorum ve tartışmalar bulgular ve tartışma kısmında yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Hava Kirliliği, Hava Kalitesi, Mühendislik, ANOVA

ABSTRACT

MSc THESIS

INVESTIGATION OF INDOOR AND OUTDOOR AIR QUALITY IN VARIOUS REGIONS IN ADANA BY SOME PARAMETERS DURING THE PANDEMIC PERIOD

Nur Didem KEŞER

**CUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING**

Supervisor : Prof. Dr. Olcayto KESKİNKAN
Year: 2022, Page: 128
Jury : Prof. Dr. Olcayto KESKİNKAN
: Assoc. Prof. Dr. Bülent SARI
: Asst. Prof.Dr. Emre Oğuz KÖROĞLU

The development of technology, the increase in population and the increase in irregular constructions trigger air pollution. After the pandemic conditions, indoor and outdoor air quality has gained even more importance. People spend a lot of time indoors, so it is important to keep indoor air quality at a level that does not affect their health. This study was conducted in 4 different districts of Adana (Seyhan, Yüreğir, Sarıçam and Çukurova) and lasted for 6 months. By choosing a station in each district, carbon dioxide, relative humidity and temperature measurements were carried out 3 times a day (at 10:00, 13:00, 16:00) indoors and outdoors, with a hand-held carbon dioxide measuring device. The measurements were converted into graphics with the Matlab 2019rd program and IBM SPSS 26 was used for statistical analysis. Results were interpreted using analysis of variance (ANOVA), Tukey HSD and Hockberg tests. According to the measurement results, it was observed that the amount of indoor carbon dioxide and relative humidity increased with the number of people, and it was observed that environmental factors were effective both in the outdoor and indoor environments at the stations where the measurement was taken. It has been determined that the indoor carbon dioxide values in the stations generally comply with the ASRAE Standard of 1000 ppm, so the indoor air quality is sufficient for human health. Detailed comments and discussions were made in the findings and discussion section.

Keywords: Air Pollution, Air Quality, Engineering, ANOVA

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Bu tezde hava kirliliği araştırılmış olup karbondioksit, sıcaklık ve bağıl nemin hava kirliliğindeki rolünün farklı istasyonlarda iç ve dış ortamda ve farklı saatlerde incelenmiştir.

Dünya hızla dönerken insanların kendilerini daha üst seviyeye çıkarma isteği sonucu sanayi devri başlamıştır. Sanayi devrimi ile birlikte pek çok şey değişmiştir. Teknolojinin gelişmesiyle kas gücünden makinalara geçiş, nüfusun hızla atmasıyla çarpık kentleşme ve beraberinde gelen konut artışı sonucu hava kirliliği kendini göstermeye başlamıştır. Atık gazlar için yeterli önlemlerin alınmaması, topografik ve meteorolojik durumlar gibi sebeplerden meydana gelen hava kirliliği; iklim değişikliği, ozon tabakasının incelmeye, asit yağmurları gibi küresel sorunlara neden olarak insan sağlığını tehdit etmektedir.

Hava kirliliğinin canlılar üzerindeki etkisi büyüktür. İnsan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri ve tarihte yaşanan bazı olumsuz hava faciaları nedeniyle yaşanan ölümler bu konu üzerinde durulması gerektiğini göstermiştir. Bu sebeple hava ile ilgili değerlere insan sağlığını etkilemeyecek düzeyde sınırlamalar getirilmiştir.

İç ortam hava kirliliği özellikle pandemi zamanı daha önemli hale gelmiştir. İnsanlar zamanlarının yüzde doksanını iç ortamda geçirmektedirler. Bu sebeple iç ortam hava kalitesi belli sınırlarda tutulmalıdır. Karbondioksitin iç ortam hava kalitesini belirlemede önemli bir belirteç olduğu ve karbondioksit konsantrasyonunun yüksek çıkması, ortamın yeterli havalandırılmadığı bu çalışma dahilinde anlaşılmıştır. Meteorolojik değerlerin (sıcaklık ve bağıl nem) hava kirliliğinde bir etkisi olduğu, çevresel faktörlerin ortam hava kalitesini değiştirdiği anlaşılmıştır.

Bu tez Adana ilinin dört farklı ilçesinde (Seyhan, Yüreğir, Sarıçam ve Çukurova) gerçekleştirilmiştir. Her gün bir ilçede iç ve dış ortam olarak günün üç farklı saatinde (saat 10:00, 13:00, 16:00'da) karbondioksit, sıcaklık ve bağıl nem

ölçümleri alınmıştır. Ölçümler elle taşınan karbondioksit ölçüm cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ölçümler Matlab 2019rd programı kullanılarak grafiklere dönüştürülmüştür. Elde edilen detaylı grafikler ile 22 hafta boyunca istasyonların kendi arasında ve saatler arasında kıyaslamaları yapıp, yorumlanmıştır. IBM SPSS 26 bilgisayar programı ile istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Sonuçlar varyans analizi (ANOVA), Tukey HSD ve Hockberg testleri kullanılarak yorumlanmıştır. Bu testlerin kullanılma sebebi bu çalışmanın eşit örneklem sayısına ve varyansına sahip olmasıdır. Benzer özellikler gösterecek bu iki testin birinci anlamlılık düzeyleri farklılık içermektedirler. Testler; alınan değerlerin haftalar boyunca nasıl bir değişim gösterdiğini, istasyonların bu haftalar boyunca nasıl bir değişim gösterdiğini ve ölçüm alınan saatlerin bu haftalar boyunca nasıl bir değişim gösterdiğini anlatmaktadır. Bu tezin hazırlandığı tarihler itibari ile ülkemizdeki ilgili yönetmeliklerde incelenmiş ancak karbondioksitle ilgili bir standart değere rastlanmamıştır. Ölçüm alınan istasyonların genel olarak ASRAE, Kanada, Almanya ve Hong Kong standartlarına uyduğu görülmüştür. Nadirde olsa bazı istasyon ve haftalarda özellikle iç ortam karbondioksit sınır değeri olan 1000 ppm'i aştığı görülmüş, bazı haftalarda yine iç ortam karbondioksit değerinin Hong Kong standartlarına göre (Hong Kong standartları iç ortam karbondioksit ilk düzey için 800 ppm) aştığı görülmüştür. Kanada standartlarına göre iç ortam karbondioksit değerinde bir aşma görülmemiştir nedeni ise iç ortam karbondioksit değerinin 3500 ppm olmasından kaynaklıdır. Bu çalışmada iç ortam karbondioksit konsantrasyonu hiç bir istasyonda 3500 ppm'i aşmamıştır. Bu durumda bu istasyonlarda insan yoğunluğunun ve alışveriş hareketliliğinin artması ve havalandırmanın yetersiz olduğu düşünülmüş ve insan sağlığının ve memnuniyetsizliğin giderilmesi havalandırmanın artırılması olduğu düşünülmüştür.

Son olarak detaylı yorum ve tartışmalar bulgular ve tartışma kısmında yapılmıştır.

TEŞEKKÜR

Öncelikle lisans eğitimimden bu yana bana çok şey katan, bilgi ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, disiplinli çalışma sistemi ve motive edici tavrıyla değerli danışman hocam Prof. Dr. Olcayto KESKİNKAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Bu tez çalışmam sırasında her aşamada tüm içtenliğiyle her daim desteğini hissettiren canım annem Fehime GÜLER'e ve her zaman yanımda olan bir kardeşten öte hissettiren ablam Esra KEŞER'e çok teşekkür ediyorum.

Nur Didem KEŞER
Adana, Mayıs 2022

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER	VI
ÇİZELGELER LİSTESİ	X
ŞEKİLLER LİSTESİ	XII
KISALTMALAR DİZİNİ.....	XVI
1. GİRİŞ	1
1.1. Hava Kirliliği	1
1.1.1 Hava Kirliliği Kaynakları	3
1.1.2. Hava Kirliliğinin Sera Gazı, Küresel Isınma ve İklim Değişikliğine Etkileri	5
1.1.3. Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığına Etkileri	11
1.1.4. Hava Kirlleticileri ve Sınır Değerleri.....	14
1.1.4.1. Karbondioksit	16
1.1.4.2. Meteorolojik Parametreler	19
1.1.5. İç Ortam Hava Kirliliği ve İnsan Sağlığına Etkileri	20
1.1.5.1. Astım	24
1.1.5.2. Hasta Bina Sendromu (HBS).....	24
1.1.5.3. Lejyoner Hastalığı	25
1.1.5.4. Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOAH).....	26
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	29
3. MATERYAL ve METOT	35
3.1. Ölçüm Yapılan İstasyonlar	36
3.1.1. Seyhan	36

3.1.2. Sarıçam	39
3.1.3. Çukurova	40
3.2. Ölçüm Yöntemleri	41
3.3. İstatistikler	44
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	47
4.1. Tüm istasyonlardan elde edilen CO ₂ , bağıl nem ve sıcaklık ile ilgili bulgular	47
4.1.1. A Noktası'nda elde edilen CO ₂ , bağıl nem ve sıcaklık ile ilgili bulgular.....	47
4.1.2. B Noktası'nda elde edilen CO ₂ , bağıl nem ve sıcaklık ile ilgili bulgular.....	48
4.1.3. C Noktası'nda elde edilen CO ₂ , bağıl nem ve sıcaklık ile ilgili bulgular.....	50
4.1.4. D Noktası'nda elde edilen CO ₂ , bağıl nem ve sıcaklık ile ilgili bulgular.....	51
4.2. Ölçümlerin istasyon, saat ve haftalar bazında karşılaştırılması	52
4.2.1. Tüm istasyonların saat 10:00'da yapılan ölçümlerin karşılaştırılması	52
4.2.2. Tüm istasyonların saat 13:00'da elde edilen ölçümlerin karşılaştırılması	57
4.2.3. Tüm istasyonların saat 16:00'da elde edilen ölçümlerin karşılaştırılması	60
4.3. Her istasyonda farklı saatlerde elde edilen bulguların karşılaştırılması.....	64
4.3.1. A Noktası'nda 3 farklı saat diliminde elde edilen ölçümlerin karşılaştırılması	64
4.3.2. B Noktası'nda 3 farklı saat diliminde elde edilen ölçümlerin karşılaştırılması	68

4.3.3. C Noktası'nda 3 farklı saat diliminde elde edilen ölçümlerin karşılaştırılması	72
4.3.4. D Noktası'nda 3 farklı saat diliminde elde edilen ölçümlerin karşılaştırılması	76
4.4. Bulguların Tek yönlü Varyans (ANOVA) ile İstatistiksel Analizi	80
4.4.1. Tüm istasyonların saatler bazında ANOVA analizi.....	81
4.4.2. Tüm ölçümlerde elde edilen bulguların istasyon bazında ANOVA analizi.....	82
4.4.3. Tüm ölçümlerin haftalar göre ANOVA analizi	84
4.4.4. Tüm istasyonlarda elde edilen bulguların farklı saatlere göre Tukey HSD analizi	85
4.4.5. Tüm ölçümlerde elde edilen bulguların farklı istasyonlara göre Tukey HSD analizi	87
4.4.6. Tüm istasyonlarda elde edilen bulguların farklı saatlere göre Hochberg analizi.....	89
4.4.7. Tüm ölçümlerde elde edilen bulguların farklı istasyonlara göre Hochberg analizi.....	90
5. TARTIŞMA	93
6. SONUÇ	99
KAYNAKLAR	101
ÖZGEÇMİŞ	117
EKLER.....	119
Ek-1 Hava Kalitesi Ölçümleri.....	121



ÇİZELGELER LİSTESİ

SAYFA

Çizelge 1.1.	Normal kuru havanın bileşimi	2
Çizelge 1.2.	Hava Kirlenmesi Üzerine Tesir Eden Bazı İklim Faktörleri ve Topografik Özellikler	6
Çizelge 1.3.	İnsan etkinliklerinin, ozan incelmesi, sera gazı, canlıküre ve iklim değişikliklerinin birbirleriyle etkileşimi	7
Çizelge 1.4.	Dört sera gazının neden olduğu küresel ısınma oranları.....	9
Çizelge 1.5.	İç hava kalitesi standartlarında önerilen sınır değerler	21
Çizelge 1.6.	Başlıca iç ortam hava kirleticileri ve emisyon kaynakları, ...	22
Çizelge 3.1.	Tüm istasyonlara ait genel bilgiler.....	42
Çizelge 3.2.	Ölçüm cihazı özellikleri.....	43
Çizelge 3.3.	Post-Hoc Test İstatistiklerinin karşılaştırılması	45
Çizelge 4.1.	A Noktası'ndaki ölçüm sonuçlarının bazı istatistikleri	47
Çizelge 4.2.	B Noktası'ndaki ölçüm sonuçlarının bazı istatistikleri	49
Çizelge 4.3.	C Noktası Ölçüm sonuçlarının bazı istatistikleri.....	50
Çizelge 4.4.	D Noktası Ölçüm sonuçlarının bazı istatistikleri	51
Çizelge 4.5.	Tüm ölçümlerin Bağımlı Değişkenlerinin varyans analizi	80
Çizelge 4.6.	SPSS ANOVA analizinde bağımlı değişkenlerin saatlere göre değişimleri.....	81
Çizelge 4.7.	İstasyonlara göre değişimlerin SPSS ANOVA analizinde bağımlı değişkenlerin incelenmesi	83
Çizelge 4.8.	Tüm Ölçümlerin haftalara göre ANOVA analizi	84
Çizelge 4.9.	SPSS ANOVA analizinde saatlere göre değişim bulgularının Tukey HSD analizi.....	86
Çizelge 4.10.	SPSS Analizinde İstasyonlara göre Tukey HSD analizi.....	87
Çizelge 4.11.	SPSS ANOVA analizinde saatlere göre değişimlerde Hochberg testinin incelenmesi.....	89

Çizelge 4.12. SPSS ANOVA analizinde istasyonlara göre Hochberg testinin incelenmesi.....	90
Çizelge 5.1. Literatürde yapılan çalışmalar	94
Çizelge 5.2. İç ortam hava kalitesinin farklı standartlar ile kıyaslanması.....	96



ŞEKİLLER LİSTESİ

SAYFA

Şekil 1.1. Hava kirliliği sebebi birincil ve ikincil kirleticiler	4
Şekil 1.2. Dünya üzerinde bulunan ülkelerin 2020 yılı için yıllık karbon emisyonları).....	10
Şekil 1.3. 2016 yılı için iç ve dış hava kirliliğinin neden olduğu hastalıkların yol açtığı ölümlerin dağılımı (x1000).....	12
Şekil 1.4. 2016 yılı için iç ve dış hava kirliliğinin neden olduğu ölümlerin cinsiyete ve yaşa göre dağılımı (x1000)	13
Şekil 1.5. EPA Hava Kalitesi İndeksi (ÇŞB, 2021).....	15
Şekil 1.6. Karbondioksit konsantrasyonlarının insan vücuduna etkileri (İSKİD, 2021).....	17
Şekil 1.7. Mauna Loa Gözlemevinden bir kesit (NOAA, 2021b).	18
Şekil 3.1. Çalışma planlaması.....	35
Şekil 3.2. Ölçüm yerleri (Seyhan, Yüreğir, Sarıçam, Çukurova)	36
Şekil 3.3. Seyhan ilçesi haritası	37
Şekil 3.4. Yüreğir ilçesi	39
Şekil 3.5. Sarıçam İlçesi'nin haritası	40
Şekil 3.6. Çukurova bölgesi haritası	41
Şekil 3.7. İç ortam hava kalitesi ölçüm cihazı	43
Şekil 4.1. Tüm istasyonların iç ortamında saat 10:00 da elde edilen CO ₂ ölçümlerinin karşılaştırılması	53
Şekil 4.2. Tüm istasyonların iç ortamında saat 10:00 da elde edilen sıcaklık ölçümlerinin karşılaştırılması	53
Şekil 4.3. Tüm istasyonların iç ortamında saat 10:00 da elde edilen bağıl nem ölçümlerinin karşılaştırılması	54
Şekil 4.4. Tüm istasyonların dış ortamında saat 10:00 da elde edilen CO ₂ ölçümlerinin karşılaştırılması	54

Şekil 4.5. Tüm istasyonların dış ortamında saat 10:00 da elde edilen sıcaklık ölçümlerinin karşılaştırılması	55
Şekil 4.6. Tüm istasyonların dış ortamında saat 10:00 da elde edilen bağıl nem ölçümlerinin karşılaştırılması	55
Şekil 4.7. Tüm istasyonların iç ortamında saat 13:00 da elde edilen CO ₂ ölçümlerinin karşılaştırılması	57
Şekil 4.8. Tüm istasyonların iç ortamında saat 13:00 da elde edilen sıcaklık ölçümlerinin karşılaştırılması	57
Şekil 4.9. Tüm istasyonların iç ortamında saat 13:00 da elde edilen bağıl nem ölçümlerinin karşılaştırılması	58
Şekil 4.10. Tüm istasyonların dış ortamında saat 13:00 da elde edilen CO ₂ ölçümlerinin karşılaştırılması	58
Şekil 4.11. Tüm istasyonların dış ortamında saat 13:00 da elde edilen sıcaklık ölçümlerinin karşılaştırılması	59
Şekil 4.12. Tüm istasyonların dış ortamında saat 13:00 da elde edilen bağıl nem ölçümlerinin karşılaştırılması	59
Şekil 4.13. Tüm istasyonların iç ortamında saat 16:00 da elde edilen CO ₂ ölçümlerinin karşılaştırılması	61
Şekil 4.14. Tüm istasyonların iç ortamında saat 16:00 da elde edilen sıcaklık ölçümlerinin karşılaştırılması	61
Şekil 4.15. Tüm istasyonların iç ortamında saat 16:00 da elde edilen bağıl nem ölçümlerinin karşılaştırılması	62
Şekil 4.16. Tüm istasyonların dış ortamında saat 16:00 da elde edilen CO ₂ ölçümlerinin karşılaştırılması	62
Şekil 4.17. Tüm istasyonların dış ortamında saat 16:00 da elde edilen sıcaklık ölçümlerinin karşılaştırılması	63
Şekil 4.18. Tüm istasyonların dış ortamında saat 16:00 da elde edilen bağıl nem ölçümlerinin karşılaştırılması	63

Şekil 4.19. A Noktası'nda farklı 3 saat dilimine göre iç ortam CO ₂ karşılaştırılması	65
Şekil 4.20. A Noktası'nda farklı 3 saat dilimine göre iç ortam sıcaklık karşılaştırılması	65
Şekil 4.21. A Noktası'nda farklı 3 saat dilimine göre iç ortam bağıl nem karşılaştırılması	66
Şekil 4.22. A Noktası'nda farklı 3 saat dilimine göre dış ortam CO ₂ karşılaştırılması	66
Şekil 4.23. A Noktası'nda farklı 3 saat dilimine göre dış ortam sıcaklık karşılaştırılması	67
Şekil 4.24. A Noktası'nda farklı 3 saat dilimine göre dış ortam bağıl nem karşılaştırılması	67
Şekil 4.25. B Noktası'nda farklı 3 saat dilimine göre iç ortam CO ₂ karşılaştırılması	69
Şekil 4.26. B Noktası'nda farklı 3 saat dilimine göre iç ortam sıcaklık karşılaştırılması	69
Şekil 4.27. B Noktası'nda farklı 3 saat dilimine göre iç ortam bağıl nem karşılaştırılması	70
Şekil 4.28. B Noktası'nda farklı 3 saat dilimine göre dış ortam CO ₂ karşılaştırılması	70
Şekil 4.29. B Noktası'nda farklı 3 saat dilimine göre dış ortam sıcaklık karşılaştırılması	71
Şekil 4.30. B Noktası'nda farklı 3 saat dilimine göre dış ortam bağıl nem karşılaştırılması	71
Şekil 4.31. C Noktası 3 farklı saat dilimine göre iç ortam CO ₂ karşılaştırılması.....	72
Şekil 4.32. C Noktası 3 farklı saat dilimine göre iç ortam sıcaklık karşılaştırılması	73

Şekil 4.33. C Noktası 3 farklı saat dilimine göre iç ortam bağıl nem	
karşılaştırılması	73
Şekil 4.34. C Noktası 3 farklı saat dilimine göre dış ortam CO ₂ karşılaştırılması ..	74
Şekil 4.35. C Noktası 3 farklı saat dilimine göre dış ortam sıcaklık	
karşılaştırılması	74
Şekil 4.36. C Noktası 3 farklı saat dilimine göre dış ortam bağıl nem	
karşılaştırılması	75
Şekil 4.37. D Noktası 3 farklı saat dilimine göre iç ortam CO ₂ karşılaştırılması	76
Şekil 4.38. D Noktası 3 farklı saat dilimine göre iç ortam sıcaklık	
karşılaştırılması	77
Şekil 4. 39. D Noktası 3 farklı saat dilimine göre iç ortam bağıl nem	
karşılaştırılması	77
Şekil 4.40. D Noktası 3 farklı saat dilimine göre dış ortam CO ₂ karşılaştırılması ..	78
Şekil 4.41. D Noktası 3 farklı saat dilimine göre dış ortam sıcaklık	
karşılaştırılması	78
Şekil 4.42. D Noktası 3 farklı saat dilimine göre dış ortam bağıl nem	
karşılaştırılması	79

KISALTMALAR DİZİNİ

°C	: Santigrat Derece
AB	: Avrupa Birliği
ABD/USA	: Amerika Birleşik Devletleri
ASHRAE	: Amerikan Isıtma Soğutma ve Klima Mühendisler Birliliği
CO	: Karbonmonoksit
CO ₂	: Karbondioksit
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
EPA	: Amerikan Çevre Koruma Ajansı
HBS	: Hasta Bina Sendromu
HKİ	: Hava Kalitesi İndeksi
IAQ	: İç Hava Kalitesi
ICMP	: İklim Değişikliği Paneli
IEQ	: İç Mekan Çevre Kalitesi
IPPC	: Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli
İOHK	: İç Ortam Hava Kalitesi
Maks	: Maksimum
Min	: Minimum
NAAQS	: Ulusal Çevre Havası Kalitesi Standartlarını
NO ₂	: Azotdioksit
NOAA	: Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi
Ort	: Ortalama
OWID	: Dünyamızdaki Veriler (Our World In Data)
PM	: Partikül Madde
PPM	: Milyonda Bir
RH	: Bağıl Nem
WHO/DSÖ	: World Health Organization / Dünya Sağlık Örgütü

WMO : Dünya Meteoroloji Örgütü



1. GİRİŞ

1.1. Hava Kirliliği

Nüfus artması sonucu hızla artan kentleşme ve beraberinde gelen, canlıları ve çevreyi olumsuz etkileyen havadaki kirlilik pek çok sorunu de beraberinde getirmektedir (Yalılı Kılıç ve ark., 2021; Batur ve Aksu, 2021). Sanayi devriminin başlaması, kas gücüne dayanan işlerin bırakılıp makine gücüne geçilmesiyle Dünyada ve Türkiye’de süregelen endüstriyel çalışmaların ve konut yerleşim ihtiyaçlarının artması, atık gazlar için yeterli önlemlerin alınmaması, topografik ve meteorolojik durumlar gibi sebeplerden meydana gelen hava kirliliği; iklim değişikliği, ozon tabakasının incilmesi, asit yağmurları gibi küresel sorunlara neden olarak insan sağlığını tehdit etmektedir (Menteşe ve Çotuker, 2021a; Yazar ve Karakoç, 2021; T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2020).

Hava kirliliğinin önüne geçebilmek için uluslararası çalışmalarda hava kirlleticilerinin eşik değerleri belirlenerek bu değerlerin üstüne çıkılması durumunda caydırıcı önlemler alınmalıdır. Bu bağlamda kamu otoritesinin tutumu çok önemli olmakla birlikte birkaç ülke aracılığı ile hava kirliliği standartları belirlenmiş, Türkiye de 2 Kasım 1986 senesinde 19269 sayılı resmi gazete de yayınlanan yönetmelikte bu standartları içinde barındırmaktadır (Menteşe ve Çotuker, 2021; Garipağaoğlu, 2015). Bütün canlıların hayatlarını etkileyen, çevreye zarar veren hava kirliliği ;bunların devamı olarak sera etkisi ve küresel ısınma sonucu olan iklim değişiklikleri gibi zararların birincil kaynağını enerji üretim ve kullanımı almaktadır (Güzel ve ark., 2021).

Solunan hava içerisinde bulunan gazlar, temiz hava için belli oranlarda olduğu kabul edilir ve bu kabuller : %78 Azot, %20.94 Oksijen, %0.93 Argon, %0.033 Karbondioksit, %0.0018 Neon, %0.0005 ve diğer gazlar karışımıdır. Detaylı olarak Çizelge 1.1. de gösterilmiştir. Bu kabul dışında kalan her gaz bir kirlletici sayılabildiği gibi gaz oranlarının artış ya da azalışı temiz hava sayılamaz

da denilmesi doğru olmayabilir. Ancak hava kirliliği tanımlamasının bir farklı versiyonu hava içerisinde belli standartlarda bulunan gaz değerlerinin normalden farklılığı şeklinde de söylenebilir. Bu duruma havada belirli oranda bulunan CO₂ (%0,033), bu normal değerinin üstünde bir artış göstermesi havanın kirlendiğini göstermekle beraber yanma sonrasında açığa çıkan karbondioksit, kükürt dioksit ve benzer gazların normal değerlerinin üstünde artarak hava içerisinde ki belli oranları değiştirdiğinden hava kirliliğinin yanı sıra çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir (Karpuzcu, 2016).

Çizelge 1.1. Normal kuru havanın bileşimi (Müezzioğlu,1987)

BİLEŞENLER	HACİMSEL(%)	DERİŞİM(PPM)
Azot(N ₂)	78.084	780900
Oksijen (O ₂)	20.946	209400
Argon (Ar)	0.934	9300
Karbondioksit (CO ₂)	0.033	315
Neon (Ne)	0.018	18
Helyum (He)	0.00052	5.2
Metan (CH ₄)	0.00012	1.0–1.2
Kripton (Kr)	0.00005	1.0
Hidrojen (H ₂)	0.00005	0.5
Ksenon (X)	0.000008	0.08
Azotdioksit (NO ₂)	0.000002	0.02
Ozon (O ₃)	0.000001–0.000004	0.01–0.04

Atmosferde bulunan bu kirletici gazlar insan, hayvan, bitkilerin sağlığını olumsuz etkilemesiyle, kullanılan eşyalara verdikleri zararlar, çevrede dumanlı, sisli veyahut kahverengi gibi görüş açısını ve çevrenin kokusunu kötü etkileyerek estetik anlamda da önemli şekilde tehditler oluşturabilir. Bu sorunların oluşmasında başı insan faaliyetleri çekmektedir. İnsanların çok daha iyi koşullarda yaşamak

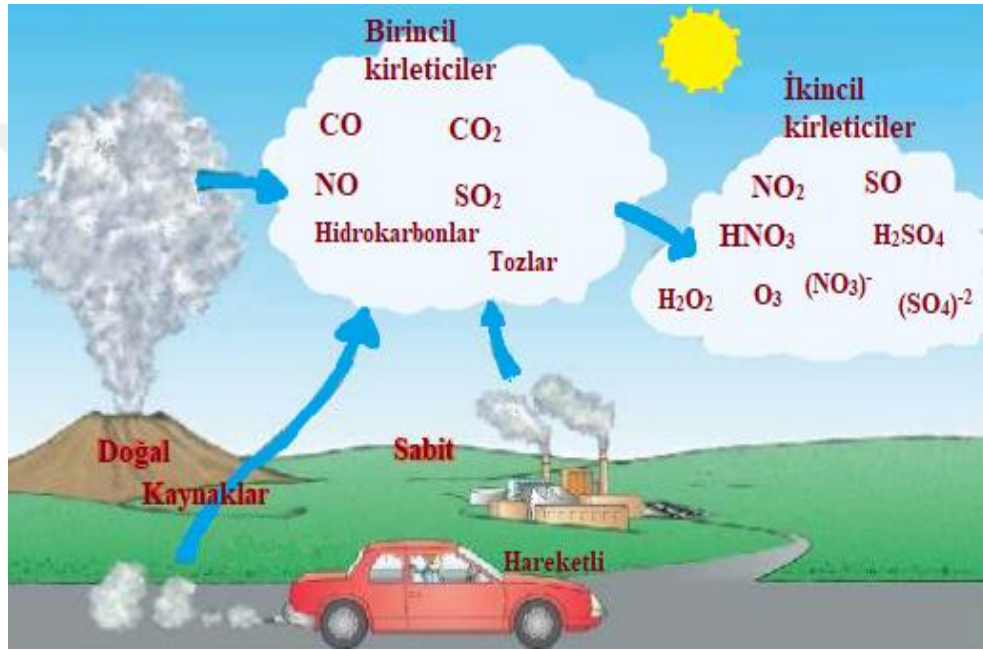
adına standartlarını artırma sevdaları bu birincil kirleticilerin oluşmasına sebep olmaktadır. Bu kirleticilerin azaltılması demek bir yandan da yaşam standartlarında düşüş demek anlamına gelmektedir (De Nevers, 1995).

Hava kirliliğinin sağlık üzerindeki etkilerinin resmi olarak döküldüğü ilk kanun 1273 senesinde İngiltere’de çıkartılmış ardından buna yönelik ilk düzenleme 1306 senesinde Londra’da ısınma maksatlı kullanılan kömür kullanımının yasaklanması buna takriben hava kalitesinin düşüşünün engellenmesi ve havanın iyileştirilmesi amaçlanmıştır. 19. yüzyılda endüstriyel sanayinin gelişmesiyle tren, lokomotif, termik santrallerde, evlerde ve gemilerde yakılan kömürün, ardından ortaya çıkan is, kül ve dumanın devasa boyutlara oluşması pek de zaman almadı. Bundan dolayı 1848 senesinde İngiltere Halk Sağlığı yasasını çıkartarak yakıt olarak kullanılan kömür sonucu olarak çıkan isi, dumanı ve külü azaltmayı hedeflemiştir. 20. yüzyıla doğru artan hava kirliliği sonucunda aralık 1952 senesinde Londra’nın üstüne ağır bir sis bulutu çökmüş ve eşi benzeri görülmemiş ölümlerle sonuçlanmıştır. Bu olay tarihte Great Smog of London (Öldüren Sis) olarak geçmektedir. Kötü kalite kömür yakım sonuçları olarak ölüm sayısı 13 Aralık 1952 de hafta sonunda yaklaşık 4,500 ölümle zirveye ulaşmıştır. Aralık 1952’den Mart 1953’e kadar, ortalama ölüm sayısından 13.500’den fazla ölüm görülmüş ve bunların bir kısmının ölüm sebebinin hava kirliliğinden kaynakladığı düşünülmektedir. Amerika da Los Angeles’te meydana gelen smog olayları sonrası Temiz Hava Yasası yürürlüğe (Clean Air Act) konulmuştur (Yumuturuğ 1988; Çiçek, 2006; Bell ve ark.,2004).

1.1.1 Hava Kirliliği Kaynakları

Hava kirliliğinde başı çeken en önemli kirlilik kaynakları düzensiz ve çarpık kentleşme, endüstriyel sanayi ve inanılmaz bir hızla artan ulaşım sektörü olduğu görülmektedir. Bununla birlikte hızla yayılan ve bir sağlık sorunu haline gelen hava kirliliğide bunlarla iç içe etkileşim halindedirler. Kirleticiler birincil (primer, esas)

ve ikincil (sekonder, tali) kirleticiler şeklinde iki gruba ayrılmaktadır. Birincil kirleticiler belli bir kaynaktan havaya serbest bırakılan ve değişmeyip sabit kalan maddeler olmakta, ikincil kirleticiler ise hava içerisinde kimyasal girişimler sonrasında meydana gelen maddeler şeklinde açıklanabilir (Şekil 1.1.) (Kocataş, 2020; Akan ve Morcalı, 2017).



Şekil 1.1. Hava kirliliği sebebi birincil ve ikincil kirleticiler (Miller, 1992)

Hava kirliliğinin hemen hemen tüm yaşantımızda bir etkisi olduğunu unutulmamalıdır. İnsanların sebep olduğu atmosfer kirliliği ile birlikte, doğada gerçekleşen olaylarda doğal kirleticilerinde etkisinin büyük olduğu anlaşılmaktadır. Bunlara örnekler verilirse yanardağ patlamaları sonucu ortaya çıkıp yayılan kükürt dioksit gazı, hayvan ve bitki kalıntılarının kokuşup, biyolojik bozunması sonucu çıkan hidrojen sülfür gazı, ormanlık alanların yanması, şimşek ve yıldırım, asit yağmurları ve sabit aerosollerin hava hareketi olan rüzgarlarla dağılıp havaya karışması bunlara örnek olarak verilebilir (Akman ve ark., 2012).

Primer kirleticilerin belli kaynaktan çıkan maddeler olduğunu ve bunlara örnek olarak sanayi bölgesinde ki bir fabrika bacasından çıkan dumanı, ulaşımında kullanılan taşıtların egzozlarını verilebilir. Ayrıca, iklim değişikliği, birincil kirleticilerin, özellikle aerosol maddelerin dağılımını değiştirebilir ve yüzeye yakın ozon gibi sekonder kirleticilerin oluşumunu yoğunlaştırabilir. Sekonder kirleticilere ise primer kirleticilerin atmosfer içerisinde değişimleri sonucu yeni kirlilik oluşturmasıyla meydana geldiğini bunların sonucunda örnek olarak ozon, sülfat parçacıkları, peroksibenzol nitrat gibi kirlilikler verilebilir. Hava kirleticilerinin etkileri büyük ölçüde kaynak konumlarına bağlı olduğundan, ortak faydaların elde edilmesini en üst düzeye çıkarmak için mekansal olarak incelikli politikalar çok önemli olmaktadır(Akman ve ark., 2012; Orru ve ark., 2017; Wang ve ark., 2021).

1.1.2. Hava Kirliliğinin Sera Gazı, Küresel Isınma ve İklim Değişikliğine Etkileri

Dünya dört buçuk milyar yaşını geçmiş olmakla birlikte doğumundan bu yana birçok şey değiştirilmiş, bozulmuş hatta küresel çapta sorunlar halini almaya başlamıştır. 1972 senesinde Rio Janeiro’da Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı bu küresel sorunlara cevap niteliğinde yapılmıştır. Dünyanın limiti hızlı bir şekilde aşılmaya başlanılmış, nüfusun devam eden artışı ve birlikte büyüyen sanayi sonucu insan sağlığına ciddi etkileri olmaya başlamıştır. Gelecekte 2050’ye gelindiğinde önemli derecede atmosfer ısınmasının bir sonucu olarak iklim değişimleri görüleceği düşünülmektedir. Günümüzde yaşanan olaylar birçok bilim insanının 1990’larda öngördüğü şekilde olduğu görülmüştür. Daha fazla iklim değişikliği, hava ve su tehdidi yaşanılmaması adına tüketilen enerji israfının azaltılması, enerji kaynaklarında kömür ya da petrol kullanılması yerine temiz enerji olan güneşin veya diğer yenilenebilir kaynakların tercih edilmesi ile bu olumsuzlukları değiştirmek adına bir adım atılabilir (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Miller ve Spoolman, 2015).

Hava kirlenmesinin iklim üzerinde etkileri oldukça fazladır ve bu Çizelge 1.2.'da detaylı olarak gösterilmiştir.

Çizelge 1.2. Hava Kirlenmesi Üzerine Tesir Eden Bazı İklim Faktörleri ve Topografik Özellikler (Muslu, 2000).

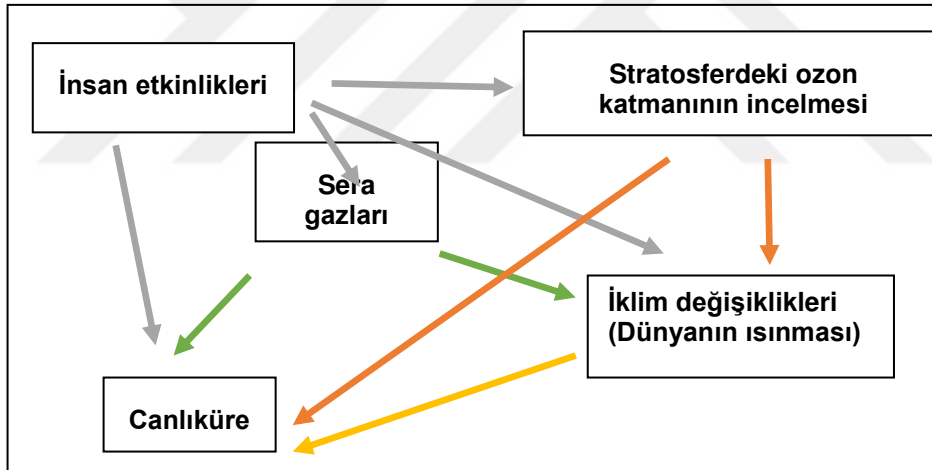
Faktör	Hava kirlenmesi üzerindeki etkisi	Tipik etkisi
Yağışın artması	Az	Havayı temizler.
Nem	Çok	Havada birçok kirleticiyi çözer.
Güneş ışığı	Çok	Foto kimyasal smog şekillenmesini başlatır.
Rüzgâr hızı	Bazen çok, Bazen az	Kaynak yakınında kirlenmeyi azaltır ancak bunu diğer bölgelere dağıtabilir.
Dağlar ve tepeler	Çok	Kirleticileri daha hızlı olarak dağıtabilecek olan rüzgârların hızını keser.
Vadiler	Çok	Kirleticileri tutar.

Sıcaklık (termal) inversiyonu, hava kirlenmesini arttıran bir iklimsel faktör olmakta ve troposferde yükseklikle birlikte sıcaklıktaki artışı olarak tanımlanır. Bu doğal bir fenomendir ve yılın herhangi bir zamanında ortaya çıkabilir. Sıcaklık inversiyonları, kirlilik kaynaklarından yayılan dumanı hapsederek doğal bir tehlike oluşturur. Şayet etrafı dağlar ile çevrili bir vadi içinde olan bir şehir varsa ya da sahile yakınsa bu inversiyon daha sık ve uzun süreli gerçekleşebilir. Bu durumu dünyada ilk yaşayan örnek olarak Los Angeles da meydana gelen hava kirliliği gösterilebilir. Kirleticilerin dağılımı, bulutların dikey dağılımı, nemin tutulması, atmosferik sirkülasyon ve yapısı, konvektif aktivite ve yağış gibi dinamik ve meteorolojik parametrelerdeki rolleri nedeniyle sıcaklık inversiyonların

incelenmesi önemlidir (Muslu, 2000; Das ve ark., 2021; Al-Hemoud ve ark., 2019).

Toplumların sanayileşmesi, son yıllarda sera gazı emisyonlarının artmasına neden olmuştur. Enerjinin küresel çapta fosil yakıtlara bağımlı olmasıyla birlikte, dünya genelinde çevresel, sosyal ve ekonomik koşullar değişkenlik göstermekte ve stabil değildir. Enerji taleplerinin karşılanması için fosil yakıtların (odun, kömür, akaryakıt, vb.) yakılmasıyla başta karbondioksit (CO₂), metan(CH₄), azot dioksit (NO₂), gibi gazların çıkmasına ki bu sera gazları, atmosferde yeryüzünden yansıyan güneş ışınlarını içinde tutarak bu şekilde atmosferin sıcaklığının artmasına yol açar bu duruma da Sera etkisi (Green effect) denilmektedir.

Çizelge 1.3. İnsan etkinliklerinin, ozon incelmesi, sera gazı, canlıküre ve iklim değişikliklerinin birbirleriyle etkileşimi (Güler, 2012)



Ozon katmanının incelmesi sera gazları ve dolayısıyla küresel ısınma ile çok yakından ilişkili olduğu bilinmektedir. İnsan yapımı ve etkileri sonucunda atmosfere yayılan kimyasal gazların sonucunda stratosferde bulunan ozon katmanının azalmasına sebep olduğu kanıtlanmıştır. Ozon katmanının azalmasının canlılara zararlı etkileri olan ultraviyole gibi ışınların biyosfere girmesine sebep

olacak ve insan sağlığı ve diğer canlıların üzerinde istenmeyen sorunlara sebebiyet verecektir (Güler, 2012).

Birçok bilim insanının yaptığı gözlemlere göre, sanayileşme ve fosil yakıt bazlı otomobillerin kullanımının, karayolu taşımacılığında gelen %75 katkı ile ulaşımın toplam CO₂ emisyonunun beşte birinden sorumlu olduğu ve sera gazı emisyonlarında ciddi bir artışa neden olduğu görülmektedir. Böyle bir artış, küresel ısınmaya neden olur ve buna karşılık, iklim sisteminin diğer bileşenlerini etkiler ve iklim değişikliği olarak adlandırılan iklimsel olayların doğal seyrinden temel olarak farklı olan iklim olaylarına yol açar. Global bir sorun olan aşırı iklim ve hava fenomenleri; insan, hayvan, ekonomi üstünde inanılmaz bir etkisi olmaktadır. Bu etkiyle Dördüncü İklim Değişikliği değerlendirme raporunda (IPPC AR4) sıcak gece ve günlerin kara kısımlarında %70' lik bir sıcaklık artışı olduğu ve soğuk gece ve günlerde ise azalış olduğu görülmüştür(Kumar ve ark., 2022; Güney, 2004; Dehghani ve ark., 2022; Temiz Hava Hakkı Platformu, 2021).

Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), iklim değişikliği ile ilgili bilimi değerlendirmek amacıyla 1988 yılında kurulmuş olup 195 üyesi bulunan bir BM organıdır. Bu panellerde, iklim değişiklikleri ile ilgili itici güçleri, etkileri ve gelecekteki riskleri belirlemek için gönüllü uzmanlar tarafından kapsamlı bilimsel araştırmalar ve raporlar sunulmaktadır. Hazırlanan raporlar birkaç denetleme organı tarafından gözden geçirilerek IPCC'de tarafsızlık ve şeffaflık garanti edilmiş olur (IPCC, 2022).

IPCC ve ABD Ulusal Bilimler Akademisi tarafından yapılan araştırmalara göre, 1861'den beri troposferdeki karbondioksit, metan ve azot dioksitin yani sera gazlarının konsantrasyonlarında ki artış inanılmaz şekilde olduğu görülmektedir. İnsanların fosil yakıtlar ile ormanlık ve otlak alanları yakarak havaya karbondioksit ve azot dioksit salarlar ve bu da sera gazlarının artmasına sebep olmaktadır. 1980'den bu yana troposferdeki karbondioksit konsantrasyonunun gelecekte artarak 500 ppm' i aşması ile gezegenin önemli ölçüde ısınmasına yol açacağı

belirtilmiştir (Miller, 2006; Tennison ve ark., 2021). 1999 da Antartika'dan buz kesitleri alınarak yapılan bir araştırmada, soğuk zamanlarda karbondioksit ve metan gazının havadaki oranlarının düşük olduğu, sıcak zamanlarda ise bu durumun tam tersi olan karbondioksit ve metan gazının havada yüksek oranlarda olduğu görülmüştür. Bu durum, sıcaklık ile sera gazları arasındaki ilişkiyi gözler önüne sermektedir. Gezegenin ısınması troposferde miktarı hızla artan sera gazları, bitki örtüsünün ve ormanlık alanların tahrip edilerek yok olması, aşırı nüfus artışı, düzensiz yerleşmeler, sanayi vb. pek çok sebebi olmakla birlikte küresel ısınmanın temel sebebi sera gazlarının yapay artışından kaynaklanmaktadır (Ertürk, 2009; Barlas, 2013). Geçen yüzyılda dünyanın yüzey sıcaklığının yaklaşık 0,6 °C arttığına ve bu ısınmanın çoğunun son 20 yılda gerçekleştiğine dikkat çeken IPCC, insan faaliyetlerinin kısmen sorumlu olması gerektiği sonucuna varmıştır. Bununla birlikte IPCC, gözlemlenen küresel ısınmanın tek başına doğal değişkenliğin sonucu olma ihtimalinin düşük olduğunu iddia etmiştir. Raporda “Başta karbondioksit, metan ve azot dioksit olmak üzere sera gazlarının birikmesiyle atmosferin kimyasal bileşimini değiştirdik” denilmiştir. Dünya ikliminin onlara nasıl tepki verdiği konusunda belirsizlikler olsa da, bu gazların ısıyı hapsedme özelliği tartışılmaz görülmektedir (Cunningham ve ark., 2005).

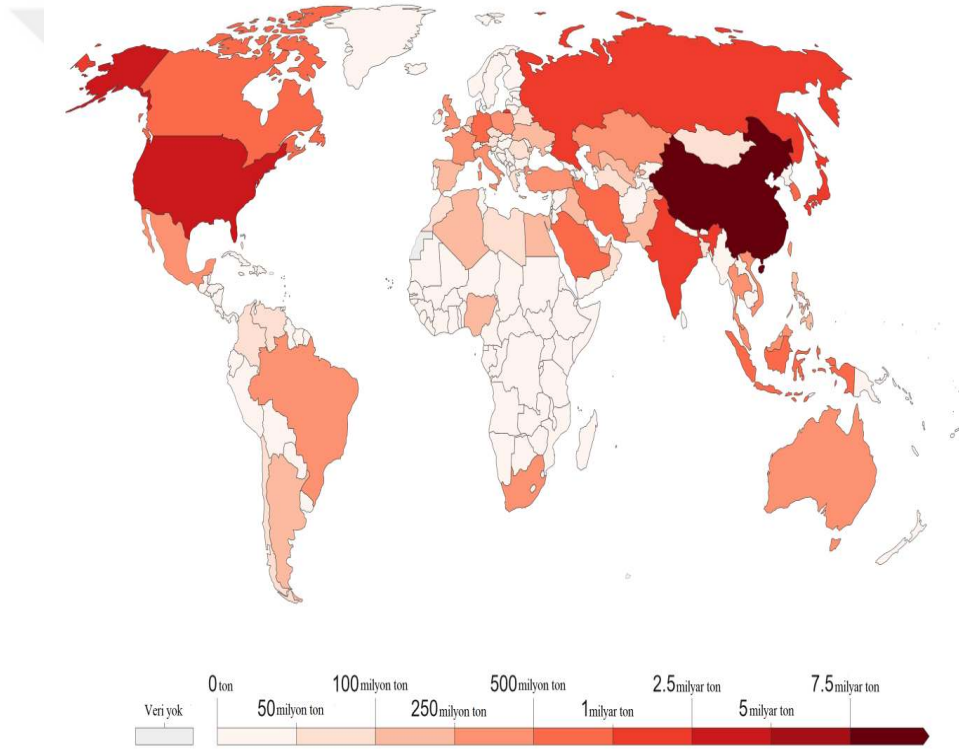
Çizelge 1.4. Dört sera gazının neden olduğu küresel ısınma oranları (Cunningham ve ark., 2005)

Gaz	Yüzde
Karbondioksit	64
Metan	19
Kloroflorokarbonlar	11
Azot dioksit	6

Küresel ısınmanın neden olduğu kaynaklar Çizelge 1.4. de verilmiş olup kloroflorokarbon kullanımlarının birçoğu yasaklandığı için salınımı durduruldu

ancak zaten havada bulunan kloroflorakarbonların uzun yıllar hayatımızda olacağı bildirilmiştir (Cunningham ve ark., 2005).

2020 yılı için Dünya üzerinde bulunan ülkelerin saldığı karbon emisyonlarını detaylı olarak Şekil 1.3.' te görölmektedir. Sanayi devriminden bu yana karbon emisyon salınımlarının hızlı bir şekilde artmaya devam ettiğini görüyor ve her yıl neredeyse 34 milyar tonun üstünde karbon salınımı yapıldığı bildirilmiştir (Global Carbon Project, 2021).



Şekil 1.2. Dünya üzerinde bulunan ülkelerin 2020 yılı için yıllık karbon emisyonları (Global Carbon Project. (2021)

Karbondioksit emisyonları, küresel iklim değişikliğinin başlıca itici güçleri arasında yer almaktadır. Bu durumda, iklim değişikliğinin sağlık ve eşitlik

üzerindeki etkilerini azaltmanın önemini gözler önüne sermektedir. Özellikle sağlığı şimdi ve gelecekte korumak, küresel ısınmayı 1,5 santigrat derece ile sınırlamak için hızlı ve etkili bir eylem gerektirir. NOAA'da çalışan bir bilim adamı olan başyazar Michael Diamond, iklim bilimcilerinin iklim değişikliğinin en kötü etkilerinden kaçınmak için atılabilecek en önemli adımların ekonomiyi karbondan arındırmak ve karbonu emen doğal ekosistemleri korumak ve restore etmek olduğu konusunda hemfikir olduklarını bildirmiştir. Kaynaklarda, iklim değişikliğinin ve onun insan varlığına yönelik tehditlerinin en kötü etkilerinden kaçınmak için ilk başta yapılacak şeyin dünyanın acilen emisyonları azaltması gerektiği uzun zamandır biliniyor olmasına ve karşı önlemler tartışılmasına rağmen, hala uyumlu ve pratik eylemler gerçekleştirilmemiş olduğu ve bu büyük sorumluluğun ülkeler arasında nasıl paylaşılması gerektiği hala bir tartışma konusu olduğu bildirilmiştir (Global Carbon Project, 2021; Wang ve ark., 2022; Jones ve ark., 2020; NOAA, 2022).

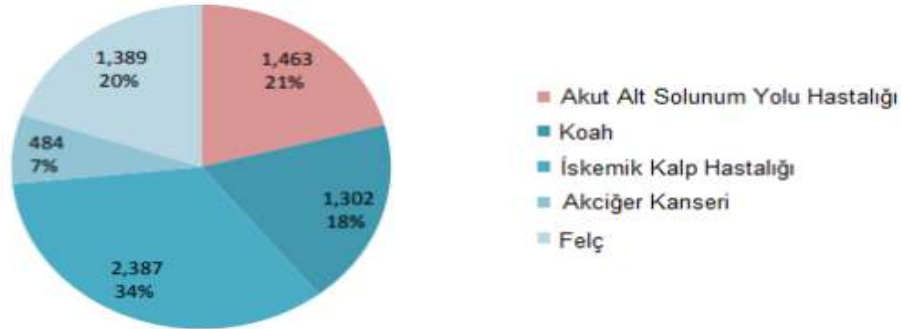
1.1.3. Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığına Etkileri

Hava kirliliği, şehirlerdeki sistemlerden tutun ev içindeki dumanlara kadar atmosferin temel özelliklerini değiştiren bazı gazlar ile kirlenmesi olayı olmakla beraber halk sağlığı ve iklim için önemli bir sorun teşkil etmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre 10 insandan 9'u; dünya nüfusunun da %91'i sağlıklı bir çevrede yaşamıyor yani yüksek oranda kirlenmiş içeren kirli havayı solumakta ve ayrıca hava kirliliği sebebiyle 2016 senesinde 4.2 milyon erken ölüm yaşandığı düşünülmektedir (Yılmaz ve ark., 2019; TMMOB, 2019).

Hava kirliliği, sağlık için en büyük çevresel risklerden biri olmaktadır. Ülkeler hava kirliliği seviyelerini azaltarak felç, kalp hastalığı, akciğer kanseri ve astım dâhil hem kronik hem de akut solunum yolu hastalıklarından kaynaklanan hastalık yükünü azaltabilirler. Bazı ölümleri ise aynı anda birden fazla risk faktörüne bağlanabilir. Örnek olarak sigara içmek tek başına riskli hem de

ortam hava kirliliğinin riskinden fazla olmaktadır. Ancak bu ikisinin birlikte oluşturduğu etki tek tek oluşturdukları riskten yani etkiden fazla olduğu için bu gibi bileşik etkilere çevre biliminde “sinerjistik etki” denilmekte olup bu sinerjistik etki ciddi şekilde akciğer kanserini etkileyebilmektedir. Kaynaklara göre, bazı akciğer kanseri ölümleri, ortam hava kalitesinin iyileştirilmesi veya tütün kullanımının azaltılmasıyla önlenabilir (Kışlalıoğlu ve Berkes,2012; WHO, 2021a).

Hava kirliliğinin, başta kardiyovasküler ve solunum yolu hastalıkları gibi mortalite ve morbidite üzerinde kanıtlanmış önemli etkiler bulunmakta ayrıca akıl sağlığını etkilediği birkaç raporda hava kirliliğinin zihinsel bozukluklarla ilişkili olduğunu, nörolojik hastalıklara sebebiyet gösterdiği, son yapılan çalışmalarda ise sperm kalitesini ve doğurganlığı olumsuz yönde etkilediği, yaşam süresinin azalmasına ve kanser gibi birçok etkiye sahip olduğu görülmektedir. İlaveten atmosfer kirliliğinin çocuklar da en başta anne karnında etkilemeye başlayarak doğumlarda düşüğe, ani bebek ölümü sendromuna, otizm, bebekte zeka geriliği gibi önemli sağlık sorunları ile bağlantısı olduğu da kanıtlanmıştır (Bouscasse ve ark., 2022; Greenpeace,2020; Ji ve ark., 2022; Li ve Managi, 2022).



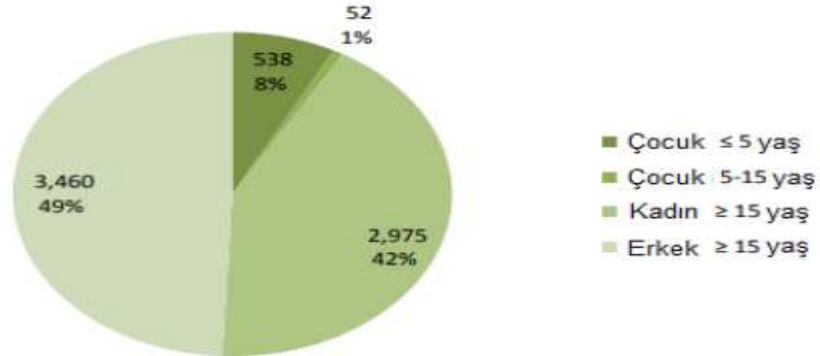
Şekil 1.3. 2016 yılı için iç ve dış hava kirliliğinin neden olduğu hastalıkların yol açtığı ölümlerin dağılımı (x1000) (World Health Organization, 2018)

Dünya Sağlık Örgütü’ne göre hava kirliliğinin sebep olduğu hastalıklar şekil 1.4’ te gösterilmiş olup en çok yüzde 34 oranıyla iskemik kalp hastalıklarına

sonrasında ise yüzde 21 oranıyla akut alt solunum yolu hastalıklarına ardından yüzde 20 oranıyla felce neden olduğu olduğu anlaşılmaktadır.

Hava kirliliğini etkileyen kirleticilerin yani hava kalitesini etkileyen maddeler gaz kirleticilerin aksine aerosoller ve partiküler maddelerde bu grubun içerisinde bulunmaktadır. Avrupa'da 2019'da yaklaşık 307.000 erken ölümün, 10 mikrometre veya daha küçük çaplı (PM_{10}) ince partikül maddeye ve 2,5 mikrometre veya daha küçük çaplı ($PM_{2.5}$) kaba partikül maddeye kronik maruziyetten kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Ek olarak, yaklaşık 40.000 erken ölüm, kronik nitrojen dioksit (NO_2) maruziyeti ile ilişkilendirilmiştir (Nazar ve Niekoszko, 2022).

2018 yılında Dünya Sağlık Örgütü'nün çıkardığı Dünya Sağlık İstatistikleri Raporu'nda hava kirliliğinden yaşamını yitiren 100 bin kişide 7 ölüm görülen Kanada en az ölüme sahip olan ülke konumunda olmakta, Türkiye'de ise 100 bin kişide 47 ölüm oranıyla hava kirliliğinde görülen ölümler listesinde 22. Sırada yer almakta, listenin en sonunda Tacikistan 100 bin kişide 129 kişi ölüm oranıyla sıranın sonunda yer almıştır (World Health Organization, 2018).



Şekil 1.4. 2016 yılı için iç ve dış hava kirliliğinin neden olduğu ölümlerin cinsiyete ve yaşa göre dağılımı (x1000) (World Health Organization, 2018)

Şekil 1.4'e bakıldığında hava kirliliğinin Dünya Sağlık Örgütü'nün Raporu'nda en çok kadın ve erkeklerde sırasıyla yüzde 45 ve yüzde 42 oranlarıyla olduğu görülmektedir.

Hava kirliliğinin sağlık üzerindeki etkileri ciddidir ve hava kirliliğine bağlı görülen hastalıklar ve ölümler neredeyse üçte biri iklim değişikliği ile yakından ilişkilidir. İklim Değişikliği Paneli, Dünya meteoroloji örgütü tarafından kurulan, son raporlarında küresel ısınmadaki artışın 1.5 °C ile sınırlanması için fosil yakıtlardaki kullanımın 2050 yılına kadar tamamen bitirilmesi gerektiğini bildirmiştir (Curic ve ark., 2022).

1.1.4. Hava Kirleticileri ve Sınır Değerleri

Yerküreyi çevreleyen ve yer yüzeyinden seksen kilometre yukarıya kadar neredeyse hiç değişmeyen gaz karışımına hava, içerisinde bulunan kirleticiler sebebiyle hava kirliliğinin oluşumuna neden olan ve oranları genellikle %0.01'lik kısmı aşmayan kirleticilere örnek olarak karbon oksitler, hidrokarbonlar, aerosol gibi kirleticiler verilerek bu kirleticilere yerin coğrafik ve meteorolojik yapılarının da uygun olması ayrıca fosil yakıtlarının kullanımı, çarpık kentleşme, termik santraller ve bunun gibi diğer sanayi tesisleri önemli kirleticiler kaynaklarını oluşturmaktadır. Aslında, yaşadığımız atmosfer sadece tek bir kirleticiciye maruz kalmaz, aynı zamanda birden fazla kirleticinin karmaşık bir karışımıyla karşı karşıya kalır. Daha önce yapılan çalışmalarda hava kirleticiler arasındaki fark araştırılmış olsa da, iki veya daha fazla kirleticinin aynı anda kirlenmesine daha az dikkat edildiği anlaşılmıştır (Özey, 2009; Zencirci ve ark., 2017; Zhu ve ark., 2022).

Belirli bir alandaki tüm noktalarda yıllık ortalama konsantrasyon standarda uygun olmalıyken buna karşılık, bazı kirleticiler için hava kalitesi mevzuatı, günlük veya saatlik ortalama sınır değerlerin sınırlı sayıda aşılmasına izin verilmektedir. Kirleticilerin sınırlamaya yönelik herhangi başarısı aslında halk tarafından kabul

görüldüğü buradan hareketle ana kirleticilerin doğru algılanmasını sağlamaktadır. Yürürlükteki Avrupa Birliği hava kalitesi (AQ) standartları, havadaki sınır kirletici seviyelerini ve ayrıca izleme verilerinin kalitesiyle ilgili ihtiyaçları düzene koymakta ayrıca hava kirleticiler için sınır seviyeleri, farklı süreler için ortalama konsantrasyon olarak tanımlanmaktadır (Ilieva ve ark., 2022; Maione ve ark., 2021).

Hava kalitesi konusu Amerika Birleşik Devletleri'nin Çevre Koruma Ajansı bütün ülkelere tamamen ücretsiz olarak 1976'da Kirletici Standartlar yerine Hava Kalitesi İndeksini uygulaması için sunmuştur. Hava Kalitesi İndeksi tüm insanların en basit ve açık şekilde anlayacağı şekilde günlük hava kalitesi ve ilgili sağlık etkileri ile ilgili bilgilerin bulunduğu bir sınıflandırma ve dünya genelinde kullanımı yaygın olan Hava Kalite İndeksi (HKİ) adıyla anılan ve kullanılan sınıflandırma sistemi: hava içerisinde var olan kirletici maddelerin havada ki derişimlerine göre hava kalitesinin iyi, orta, kötü, tehlikeli gibi havanın durumunun belirtildiği sınıflandırmadır (Toksoy ve Atalay, 2021; Baştürk ve ark., 2021).

Hava Kalitesi İndeksi (AQI) Değerler	Sağlık Endişe Seviyeleri	Renkler	Anlamı
Hava Kalitesi İndeksi bu aralıkta olduğunda..	..hava kalitesi koşulları..	..bu renkler ile sembolize edilir..	..ve renkler bu anlama gelir.
0 - 50	İyi	Yeşil	Hava kalitesi memnun edici ve hava kirliliği az riskli veya hiç risk teşkil etmiyor.
51 - 100	Orta	Sarı	Hava kalitesi uygun fakat alışılmadık şekilde hava kirliliğine hassas olan çok az sayıda insanlar için bazı kirleticiler açısından orta düzeyde sağlık endişesi oluşabilir.
101 - 150	Hassas	Turuncu	Hassas gruplar için sağlık etkileri oluşabilir. Genel olarak kamunun etkilenmesi olası değildir.
151 - 200	Sağlıksız	Kırmızı	Herkes sağlık etkileri yaşamaya başlayabilir, hassas gruplar için ciddi sağlık etkileri söz konusu olabilir.
201 - 300	Kötü	Mor	Sağlık açısından acil durum oluşturabilir. Nüfusun tamamının etkilenme olasılığı yüksektir.
301 - 500	Tehlikeli	Kahverengi	Sağlık alarmı: Herkes daha ciddi sağlık etkileri ile karşılaşabilir.

Şekil 1.5. EPA Hava Kalitesi İndeksi (ÇŞB, 2021)

Şekilde görüldüğü gibi hava kalitesinin değerlerine göre iyi-yeşil, orta-sarı, hassas-turuncu, sağlıksız-kırmızı, kötü-mor ve tehlikeli-kahverengi renkleriyle ile gösterilmiş olup bunların renk ve değerlerin ne anlama geldiğini anlatan herkesin anlayacağı şekilde açık bir dille anlatılmış açıklamalar bulunmaktadır.

Hava kalitesinin azalmasında birincil sebep hava kirliliği olmakta bu nedenle Hava Kalite İndeksi'nin kullanılarak yapılan ölçümlerin anlık olarak kamuoyuna açık şekilde gösterilmesi halkın ve kurumların daha bilinçli hareket etmesini ve faaliyet planlamaları yapmaları açısından önemli olmaktadır (Bilen ve Bozkurt, 2021; Yılmaz ve ark., 2020). Hava kalitesinin belirleyici faktörlerinden olan ve bu tez kapsamında iç ve dış ortam hava kalitesini belirlemek amacıyla CO₂, sıcaklık ve bağıl nem parametreleri yani meteorolojik parametreler ölçülmüş ve değerlendirilmiştir.

1.1.4.1. Karbondioksit

Atmosferde bulunan karbondioksit (CO₂) diğer gazlara oranla daha az yani havada bulunan miktarı %0,03 civarında olmakta; tatsız, renksiz, kokusuz, yanmayan, zayıf asit özelliği gösteren karbondioksit doğal soluma ve yanma sonucu ortaya çıkar. Havadan 1,53 kat daha ağır ve atmosferde ki oranı yüzde 30'u geçerse solunum tıkanıklığına sebep olmakta ayrıca atmosferde ki karbondioksit artışının son zamanlarda dikkat çekmesiyle hayatın devamlılığı için önem arz ettiği bilinmektedir. Kaynakları olarak karalarda ki karbondioksit oranının denizlerde ki karbondioksit oranına kıyasla daha fazla olmasının yegâne sebepleri karalarda bulunan sanayi, fabrika, enerji santralleri, evsel ısınma sonucu bacalardan çıkan dumanlar, ulaşımdan çıkan egzoz gazları, yangınlar, ölen hayvan çürümesi, çözünen kireç taşları, volkanlar, maden suları ve solunum örnek olarak verilebilir. Havaya salınan karbondioksitin yüzde 85'i fosil yakıt tüketiminden ileri geldiği hatta bununla ilgili olarak New Mexico Üniversitesi'nden jeokimyacı Profesör Tobias Fischer, insan eli ile salınan karbon miktarının Dünya üzerinde bulunan tüm

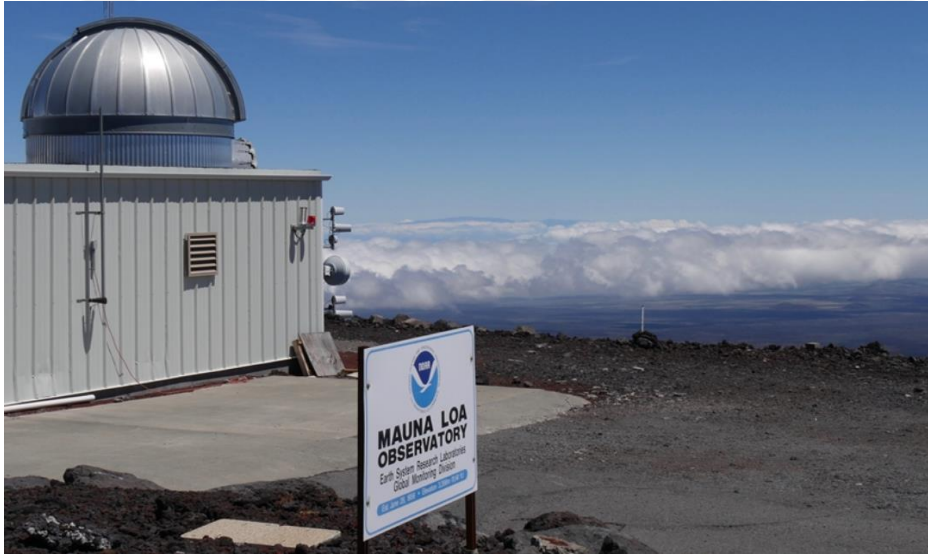
volkanik bölgelerinden çıkan karbonun tam 100 katı olduğunu söylemektedir. Karbondioksitin üretimi ise yüksek basınç ve sıcaklıklarda sıvılaştırılıp katılaştırılabilir kimyasal yöntemler kullanılarak fabrikalarda yapılabilinmektedir (Pirge, 2020; Özal, 2021; Ayaz, 2003; Mitscherlich, 1995). Havada bulunan karbondioksitin havada bulunma oranı ve sınır değerleri özellikle sanayi devriminde bu yana hızla bir artış göstermiş ve yüksek değerlere ulaşmış ve ulaşmaya devam etmekte; ilk karbondioksit ölçümü 1958 yılında Havai adalarında bulunan 3000m yükseklikteki Mauna Loa Dağı üzerinde kurulu ve bölgenin en eski gözlemevinde yapılan ölçümler ertesi yıl sonuçlarını vermeye başlamıştır. 1750 tarihi temel alınıp sanayi devrimi öncesinde ortalama tahmini 100 ppm, 21. yüzyılın sonlarında ise tahmini değerin 500 ppm'e ulaşacağı söz konusu olmaktadır. Havada bulunan karbondioksitin fosil yakıt kullanımının etkisiyle her yıl 2,3 ppm'lik bir artış ile artmaktadır. Eğer önlem alınmazsa öngörülen tahminlere göre 2005-2020 seneleri arasında her sene yüzde 6,3'lük karbondioksit artışı ile toplam karbondioksit konsantrasyonunun 605 milyon tona ulaşacağı öngörülmekte olup önlem alınırsa şayet bu oranın aynı dönemlerde olan konsantrasyonda ortalama 75 milyon tonluk bir azalma olacağı düşünülmektedir (Denhez, 2007).



Şekil 1.6. Karbondioksit konsantrasyonlarının insan vücuduna etkileri (İSKİD, 2021)

Şekil 1.6 da görüldüğü üzere karbondioksit konsantrasyonun ideal dış ortam değerinin 400 ppm, iç ortam sınır değerinin 1000 ppm olduğunu ve bunun üzerinde ki konsantrasyonlarda insan sağlığına verdiği zarar, hastalıklar ve ölüme varan sonuçlar açıkça görülmektedir.

2021 Mayıs ayında, NOAA (Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi)'nin Mauna Loa Atmosferik Temel Gözlemevi'nde ölçülen karbondioksit, 2021 için aylık ortalama milyonda 419 ppm ile zirveye ulaştığı bilinmektedir. Mauna Loa'da Scripps Oşinografi programını yürüten jeokimyacı Ralph Keeling, “CO₂ birikimi, çöplükteki çöpe biraz benziyor. Biz yaymaya devam ettikçe, birikmeye devam ediyor” diyerek yapılan tedbirlere de dikkat çekmiştir. Bilim adamlarına göre bu doğru ölçümlerin 63 yıl önce başlamasından bu yana en yüksek seviyede olduğunu anlaşılmaktadır. Mauna Loa Gözlemevi, karbondioksiti izlemek için kritik öneme sahip olduğunu, çok az bitki örtüsü ve insan faaliyetinden uzak bir yer olmasından dolayı kaynaklandığı bilinmektedir (NOAA, 2021a; NOAA, 2020a).



Şekil 1.7. Mauna Loa Gözlemeviden bir kesit (NOAA, 2021b).

Mauna Loa Gözlemevi CO₂ için bir numune alma yeri olmaktadır. Pasifik Okyanusu'nun ortasındaki çorak bir yanardağ üzerinde kurulu olan gözlemevi, kuzey yarımküre için küresel arka planı temsil eden, yerel kirlilik kaynaklarının veya bitki örtüsünün etkisiyle bozulmamış, iyi karışmış havayı örneklemek için ideal bir konuma sahip olduğu görülmektedir. NOAA'nın Dünya Sistemi Araştırma Laboratuvarı ve San Diego'daki Scripps Oşinografi Enstitüsü'nden bilim adamları tarafından bağımsız CO₂ ölçümleri yapılmaktadır. 1958'de Mauna Loa'daki NOAA istasyonunda bilim adamı Charles David Keeling tarafından başlatılmıştır. Manua Loa Gözlemevi ölçümleriyle birlikte son 60 yıldır sürekli ve yerinde gözlemler yapmaya devam edilmektedir (NOAA, 2020b; NOAA,2018).

1.1.4.2. Meteorolojik Parametreler

Havada meydana gelen fiziksel, kısa süreli olayları, hava ile yeryüzü arasında gerçekleşen etkileşimleri inceleyen, hava sıcaklığı, nem, yağış gibi parametreleri de kapsayan bilim dalına meteoroloji denilmektedir. Meteoroloji dalında gerçekleşen aşırı olaylar son yıllarda hızla, çok daha sık bir şekilde artmakta bunun sebebi olarak hızlı nüfus artışı, gelişen sanayi, insan eliyle doğanın tahribi bu tür meteorolojik afetlerin yaşanmasına zemin hazırlamaktadır. Uzmanlar, meteorolojik modelleri ve geçmiş verileri kullanarak, aşırı hava olaylarının olasılığını artan doğrulukla tahmin edebilmektedir. Hava tahminlerini risk analiziyle birleştirmek, insanların aşırı hava koşullarına hazırlanabilmeleri için kullanılabilir olmaktadır. Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO), hızlı kentleşmenin bilim ve teknolojiye en iyi şekilde yararlanan yeni hizmet türlerini gerektirdiğini kabul etmekte ve bunları sağlamanın zorluğunu meteoroloji topluluğu için ana önceliklerden biri olarak görmekte ve ayrıca gelişen teknolojiyle birlikte meteoroloji alt dalları oluşmakta bu dallardan bazıları ise klimatoloji (iklim), sinoptik meteoroloji (hava tahminleri), biyometeoroloji (canlılar) gibi

örnekler sayılabilmektedir (MGM, 2021; Karaoğlu, 2018; Baklanov ve ark., 2018; WMO, 2020a).

Kentleşme ve sanayi nedeniyle meteorolojik koşullardaki değişiklikler, hava kirleticilerinin konsantrasyonlarını etkileyebilmekte ve hava kirleticilerindeki değişiklikler büyük ölçüde emisyonların ve meteorolojik koşullara bağlı olduğundan dolayı geçmişteki emisyon azaltımı ile mevcut sürekli hava kirliliği arasındaki farklılık, meteorolojik koşulların hava kalitesi üzerindeki etkileri dikkate alınarak en aza indirilebileceği görülmüştür. Yayılan hava kirleticilerinin bölgesel miktarı belirli bir dönemde kabaca sabit ise, meteorolojik koşullar hava kirliliğinin ortaya çıkması için belirleyici faktör olabilmektedir. Meteorolojik koşullar, kirleticilerin birikmesi veya havalandırılması, kirli veya temiz havanın bölgesel taşınması ve ikincil türlerin oluşumu için atmosferik kimya yoluyla yerel hava kalitesinde genellikle önemli roller oynamaktadır. Yerel hava kirliliği seviyeleri için meteorolojik koşulların önemli rolü göz önüne alındığında, uzun vadeli kentsel hava kalitesi verileri, hem meteorolojik etkilerin hem de yerel ve bölgesel emisyonlardaki değişikliklerin incelenmesiyle dikkatli bir şekilde yorumlanması gerekmektedir (Shen ve ark., 2021; Li ve ark., 2019; Seo ve ark., 2018). WMO ve DSÖ iklim ve sağlık konusunda uzun süredir işbirliği yapmaktadır. İki kuruluş, Mayıs 2018'de, her yıl tahmini 12,6 milyon erken ölüme neden olan çevresel sağlık riskleriyle mücadeleye yönelik eylemleri hızlandırma konusunda anlaştığı bilinmektedir. Bu amaca yönelik olarak WMO, 2030 yılına kadar hava kirliliğinden kaynaklanan ölümleri üçte iki oranında azaltma konusundaki küresel taahhüdünü yerine getirmeyi taahhüt etmiş olmaktadır (WMO, 2020b).

1.1.5. İç Ortam Hava Kirliliği ve İnsan Sağlığına Etkileri

İnsanların geçinmek için kapalı alanlar oluşturup bu alanları barınma, eğitim, çalışma ve sosyalleşme gibi temel ihtiyaçları karşılamak için ayrıca bu kapalı

ortamların ofis, okul, hastane, kafeteryalar gibi ihtiyaca ve işlevine göre farklı yapıları mevcut olup insanların zamanlarının % 80-90'nını kapalı alanlarda daha fazla vakit geçirmeleri ile ABD Çevre Koruma Ajansı'na (US EPA) göre, iç ortam havası, dış ortam havasından 100 kat kadar daha fazla kirlenmesine sebep olmaktadır. İnsanlar zamanlarının çoğunu kapalı alanlarda geçirdikleri için iç ortam havasının insan sağlığı üzerindeki etkisinin dışarıdaki havaya göre çok daha fazla olduğu gözlemlenmiştir (Zorlu ve ark., 2020; Ghoma ve ark., 2022).

Atmosfer kirliliğini iki şekilde düşünebiliriz: birisi dış ortam hava kirliliği yani atmosferi kapsayan açık ortamda oluşan kirlenme bir diğeri ise iç ortam hava kirliliği bu da kapalı alanlarda oluşan bunlar ev, ofis, avm ve kapalı çalışma ortamları gibi bu kapalı alanlarda oluşan kirlenme olmakta aslında birçok kişi dış hava kirliliğinin çok daha önemli olduğunu düşünmekte bilakis iç ortam hava kirliliği Çevre Koruma Ajansı (Environmental Protection Agency, EPA)'nın yaptığı bir araştırmada iç ortam hava kirliliğinin dış ortama göre 2-5 kat daha tehlikeli olduğunu söylemekte bunun sonucunda ise iç ortamın insanların sağlığını olumsuz şekilde etkileyen kirleticilerin belli oranlarda tutulması gerektiğini söyleyen standartlar oluşturulmuştur. ASHRAE 55 standardı iç ortam hava kirliliğine neden olan karbondioksit seviyesinin 1000 ppm değerinin aşılmaması bu değerin altında olan iç ortamların insan sağlığını etkilemeyecek derecede olduğunu söylenmektedir (Üçgün ve ark., 2020; ASHRAE, 2013).

Çizelge 1.5. İç hava kalitesi standartlarında önerilen sınır değerler (Bulut, 2008)

	CO ₂	Bağıl Nem	Sıcaklık
ABD ASHRAE	1000 ppm	%30-60	20-25,5 °C
Almanya	5000 ppm 9000 ppm (15 dakika)	%30-70	20-26 °C
Kanada	3500 ppm	%30-80 (yaz) %30-55 (kış)	
Hong Kong	800 ppm (1.) 1000 ppm (2.)	%40-70	20-25,5 °C

Çizelgede görüldüğü üzere bazı ülkelerde ki iç ortam hava standartları ve sınır değerleri karbondioksit, bağıl nem ve sıcaklıklar şeklinde gösterilmektedir.

İç ortam hava kirliliğinin de dış ortamdan gerekli hava miktarı 25 m³/saat-kişi olmakta ancak yapılan bir konferansta (Healthy Building 2000 Conference) bu değerin 25 m³/saat-kişi'den 36 m³/saat-kişi' ye çıkarılması gerektiği böylece iç ortam hava kalitesinden yakınmaların azaldığı anlaşılmış ayrıca ASHRAE 62-1989, 2001 ve 2004 Standardında kabul edilebilir İç Hava Kalitesi yetkili kuruluşlarca belirlenen kirleticilerin belirli konsantrasyonları aşmadığı ve böyle bir iç ortamda bulunan insan oranının %80 ve daha fazlasının memnuniyetsizlik hissetmediği havadır şeklinde açıklanmaktadır (ASHRAE, 1989; ASHRAE, 2001; ASHRAE, 2004).

Çizelge 1.6. Başlıca iç ortam hava kirleticileri ve emisyon kaynakları (Jones, 1999)

Kirletici	Başlıca emisyon kaynakları
Alerjenler	Ev tozu, evcil hayvanlar, böcekler
Karbon dioksit	Metabolik aktivite, yanma faaliyetleri, garajlardaki motorlu araçlar
Karbonmonoksit	Yakıt yakma, kazanlar, sobalar, gaz veya gazyağı ısıtıcıları, tütün dumanı
Mikroorganizmalar	İnsanlar, hayvanlar, bitkiler, klima sistemleri
Organik maddeler	Yapıştırıcılar, çözücüler, yapı malzemeleri, buharlaşma, yanma, boyalar, tütün dumanı
Polenler	Dış hava, ağaçlar, çimenler, yabani otlar, bitkiler
Polisiklik -Aromatik hidrokarbonlar	Yakıt yanması, tütün dumanı
Mantar sporları	Toprak, bitkiler, gıda maddeleri, iç yüzeyler
Formaldehit	Sunta, yalıtım, mobilyalar
Nitrojen dioksit	Dış hava, yakıt yakma, garajlarda motorlu araçlar

İç ortam hava kalitesi yüksek sıcaklık, nem ve kirleticilerin varlığı ile bozulmakta, kirletici olarak kabul edilen sigara dumanı, radon, asbest, kurşun, uçucu organik bileşikler, karbon monoksit, nitrojen oksitler, formaldehit, karbondioksit, partikül maddeler gibi maddelerin kirlilikle ilişkili olduğu ayrıca iç ortam aktif kirlilik kaynaklarının sayısı dış havanın nüfuzu, bina konumu ve binadaki havalandırma sistemi gibi birçok faktöre bağlı olmakla beraber iç mekanda tütün içimi, binalarda yapı malzemeleri ve dekorasyonlarında kullanılan bileşiklerin dağılması, yağ ve yüksek ısı ile yemek pişirme, yemek pişirmek veya ısıtmak için kömür veya biyokütle yakma, pestisit kullanma vb. ile yapı ürünleri ve malzemeleri, temizlik ürünleri ve tüketici ürünleri, kimyasal olarak reaktif olmayan birçok uçucu organik bileşik gibi biyolojik bileşikler yaymaktadır (Lin ve ark., 2022; Goel ve Gupta, 2021; Arıkan ve Tekin, 2020).

İç ortam hava kirliliği, bir dizi olumsuz sağlık sonucu için tanınan bir risk faktörü olmakta ve WHO, iç ortam hava kirliliğini dünyanın en büyük çevresel riski olarak tanımlamaktadır. İç mekan hava kirliliği erken ölüm için önde gelen bir risk faktörüdür ve küresel ölümlerin %4,1'i iç mekan hava kirliliğine bağlanmakta; iç ortam hava kirliliği, kalp hastalıkları, zatürree, felç, diyabet ve akciğer kanseri dahil dünyanın başta ölüm sebeplerinden bazıları için bir risk faktörü olmakta ve olmaya devam etmektedir (Yang ve ark., 2022; OWID, 2022).

İç ortam hava kirlenmesinin sağlık üzerindeki etkilerine bakılırsa: Yılda 3,8 milyon insan, katı yakıtların ve yemek pişirmek için verimsiz kullanımından kaynaklanan ev içi hava kirliliğine atfedilebilen hastalıklardan erken ölmektedir. Bu 3,8 milyon ölüm arasında:

- %27'si pnömoniye bağlı
- %18'i felçten
- %27 iskemik kalp hastalığından
- %20'si kronik obstrüktif akciğer hastalığından (KOAİ)

- %8'i akciğer kanserinden

Yukarıda saydığımız nedenlerden dolayı iç ortam hava kirliliğine bağlı ölümler maalesef ki devam ettiği bilinmektedir (WHO,2021b).

1.1.5.1. Astım

Astım, değişken hava akımı kısıtlaması ile ilişkili hırıltı, nefes darlığı, öksürük ve göğüste sıkışma gibi solunum semptomları ile karakterize kronik bir hava yolu hastalığıdır. Astım hastalığının görülme aralığı farklı ülkelerde nüfusun % 1 ila 18'i arasında olduğu tahmin edilmektedir. Yapılan çalışmalar çocuklarda küresel astımın daha yüksek görüldüğü ve en yaygın bulaşıcı olmayan hastalıklardan biri olduğunu ayrıca verilerin hava kirliliğinin hem yetişkin hem de pediatrik popülasyonlarda astım sonuçları üzerinde olumsuz bir etkisi olduğunu göstermiştir. Kirliliğin çeşitli astım hastalıklarının ve acile servis ziyaretleri gibi tekrarlayan çalışmalara dayanarak, astımın ortam kirliliği ile nedensel bir ilişkisine dair kanıtlar hala ortaya çıkmaktadır (Nassikas ve ark., 2022; Tiotiu ve ark., 2020; Farinha ve ark., 2022).

Birçok çalışma sonucu özellikle çocuklarda, ortam hava kirliliğinin astım üzerindeki etkisini göstermiştir. Hava kirliliği astım riskini artırabilir ve astımlı çocukların hastalık durumunu ve sağlıklı yaşam kalitesini etkileyebilir. Hava kirliliği astımlı çocukların ve gençlerin benzer şekilde akciğer fonksiyonlarını da olumsuz etkilemekte, astımlı erişkinlerde hava kirliliğine maruz kalma astım ilacı kullanımını, akut alevlenme sıklığını, acil başvuru sayısını, hastaneye başvuru sıklığını ve mortaliteyi artırmaktadır (Wang, Xu ve ark., 2022).

1.1.5.2. Hasta Bina Sendromu (HBS)

Hasta bina sendromu kavramı ilk olarak 1970'lerin ortalarında, kötü sağlık şikâyetlerinin beklenenden daha yaygın olduğu, bir binayı tanımlamak için

önerilmiştir. 1983'te Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından “bir dizi bina” olarak tanımlanmıştır. Ayrıca Dünya Sağlık Örgütü'ne göre Hasta Bina Sendromu terimi, kullanıcıların en az %20'sinin rahatsızlıklarını uzun süre içeride kalmakla ilişkilendirdiği binaları ifade etmiştir. Böylece, rahatsızlık duyulan binalarda kalmak vücudun bağışıklığını düşürerek ilgili birçok semptomun oluşması sonucunda ise vücudun zayıflığına ve hastalanmasına sebebiyet vermektedir. Etkileri ise göz, burun ve boğaz tahrişi, zihinsel yorgunluk, baş ağrısı, mide bulantısı, baş dönmesi ve cilt tahrişleri gibi belirli iş yerlerinin doluluğuyla bağlantılı gibi görünen spesifik olmayan semptomlar olmaktadır. Hasta bina sendromu ile ilgili semptomlar genellikle mukozal semptomlar (göz tahrişi, burun nezlesi ve tıkanıklığı, kuru ve boğaz ağrısı), genel semptomlar (baş ağrısı, yorgunluk, mide bulantısı, baş dönmesi, grip benzeri semptomlar ve konsantrasyon güçlüğü) ve dermal semptomlar (ciltte, yüzde, ellerde veya kafa derisinde kaşıntı ve döküntü) olmak üzere üç ana kategoride tanımlanmaktadır. Hasta bina sendromu semptomları esas olarak ofislerde, aynı zamanda okullarda, sağlık merkezlerinde ve evde oturanlarda da rapor edilmiştir. Ortaya çıkan ve kötüleşen hastalık belirtileri sadece binada kalındığında ve binadan çıktıktan sonra azalması veya kaybolması sendromun belirtileri olarak adlandırılırken hasta bina sendromu karşısında pozitif bir tedavi sürecinin yaşanabilmesi için öncelikle hastalığın altında yatan sebepler araştırılmalı daha sonrasında hastalık görülen bireyin yaşam alanı detaylı olarak incelendikten ve iç ortam hava kalitesi ile birlikte yapılan analizler bu hastalığın önlenmesinde yardımcı olmaktadır (Fu ve ark., 2021; Lis, 2021; Aytaç ve Tüfekçi, 2018).

1.1.5.3. Lejyoner Hastalığı

Lejyoner hastalığı, su damlacıklarının solunmasından veya *Legionella pneumophila* bakterisi içeren suyun aspire edilmesinden kaynaklanan ciddi bir pnömoniden sorumlu *Legionella pneumophila* ilk olarak 1977'de bir halk sağlığı

sorunu olarak tanınan fakültatif hücre içi gram-negatif bakterilerin bir cinsidir. *Legionella* sp., bakterileri toprakta ve su sistemlerinde bulunabilir ve patojenik *Legionella* sp., içeren aerosoller solunduğunda hastalığa neden olabilmekte ve bu nedenle, iç ortam havasında, lejyonella bulaşmış aerosoller, soğutma kulesi sistemlerinden ve sıcak duşlardan insan solunum sistemine girebilmektedir. Lejyoner hastalığının inkübasyonu genellikle bireylerin aerosol haline getirilmiş bakterilerin solunmasından sonra 2-10 gün arasında sürer ancak bazı durumlarda bu süre daha da uzun olabilmektedir. Bu durum teşhisi büyük ölçüde zorlaştırmakla beraber Amerika Birleşik Devletleri'nde tahmini yıllık hastaneye yatış maliyeti 433 milyon dolar olan bir halk sağlığı sorunu olmaktadır. Lejyoner hastalığı için en yüksek risk altındaki kişiler arasında ağırlıklı olarak kronik akciğer hastalığı olan yaşlı yetişkinlerde, erkeklerde ve sigara kullanan veya bağışıklığı düşük sahip kişilerde bulunmakta; vaka ölüm oranı %5-%30 arasında değişmekle birlikte antibiyotik tedavisinin ertelenmesi veya tedavinin yapılmaması durumunda bu oran %50'ye kadar ulaşabilmektedir (Jalili ve ark., 2021; Vermeulen ve ark., 2021; Hunter ve ark., 2021; Bell ve ark., 2021; Faccini, 2020; Russo ve ark., 2018).

1.1.5.4. Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOAH)

KOAH, kalıcı solunum semptomları, hava akımı kısıtları ile karakterize olan heterojen ve dünya çapında kadın ve erkekleri etkileyen yaygın, önlenebilir ve tedavi edilebilir bir kronik akciğer hastalığı olmaktadır. Akciğerlerin küçük hava yollarındaki anormallikler, akciğerlere giren ve çıkan hava akışının kısıtlanmasına yol açarak hava yollarının daralmasına neden olup akciğerin bazı kısımlarında tahribata ve hava yolunun iltihaplanıp şişmesine neden olabilir. Bu hastalık, zararlı partiküllere ve gazlara önemli ölçüde maruz kalma ile ilişkilidir ve anormal akciğer gelişimi dâhil olmak üzere konakçı faktörlerden etkilenir. WHO'nun istatistiklerine göre (2016 hava kalitesi raporu), 2012'de küresel KOAH ölümlerinin %8'i hava

kirliliğine bağlandı. Akciğer fonksiyonundaki düşüşün, 2019'da Küresel Hastalık Yüğü'ne göre erken ölümlerin altıncı önde gelen hastalığı olan kronik obstrüktif akciğer hastalığının (KOAİ) ölüm ve morbidite riskini artırdığı gösterilmiş bunun aksine KOAİ riskinin azaltılması ise sağlıklı bireylerde egzersiz, artan fiziksel aktivite ve maksimum oksijen tüketimi gibi hareketle iyileştirilebilen bir risk faktörü olmaktadır (Kunutsor, 2022; Xiao, 2022; WHO, 2021c; Duan ve ark., 2020)





2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Dünyada hava kalitesine bağlı birçok rahatsızlıkların oluşması hava kalitesi ölçümünün önemini gözler önüne sermiştir. Bu amaçla birçok bilim adamı iç ve dış hava kalitesi ile ilgili literatürde birçok çalışma yapmışlardır.

Menteşe ve ark, (2021a) tarafından yapılan bir çalışmada, Çanakkale'nin 3 farklı ilçesinde iç ve dış ortam olmak üzere 1 yıl boyunca hava kalitesi için toplanan CO, CO₂, PM, sıcaklık ve bağıl nem verileri değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda parametrelerin iç ortamda evden eve ve ilçeden ilçeye farklılık gösterdiği bulunmuş olup sıcaklık ve bağıl nemin mevsimlere göre ve ölçüm alınan evlerle benzerlik gösterdiği, CO₂'nin ise iç ortam için havalandırmanın yeterli olup olmadığını gösteren önemli bir belirteç olduğu anlaşılmış olup yeterli havalandırma ile ortamdaki kirleticilerin azaltılmasının mümkün olduğu gösterilmiştir (Menteşe ve Çotuker, 2021a).

Menteşe ve ark., (2021b) diğer bir çalışmada, Covid-19 pandemisinin DSÖ tarafından ilan edilmesinden hemen önce bir spor salonunda yapılan iç hava kalitesi çalışmasında sıcaklık ve bağıl nemin mevsim koşullarında etkisiyle iç ve dış ortam sıcaklık değerleri birbirine benzer olduğu iç ortamdaki kişi sayısı ile bakteri ve CO₂ düzeyleri arasında pozitif yönde lineer bir ilişki olduğu bulunmuştur (Menteşe ve ark., 2021b).

Süleyman Demirel Üniversitesi'nde (Isparta) yapılan bir çalışmada ise iç çevre kalitesinin öğrenci davranışlarına etkisi olduğu bilinmekte olup ne kadar etkili olduğunu öğrenmek amacıyla CO₂, sıcaklık, bağıl nem, gürültü ve aydınlatma parametreleri analiz edilmiştir. Elde edilen bulgularda iç ortam karbondioksit konsantrasyonlarının derslikteki öğrenci yoğunluğundan ve yetersiz havalandırmadan kaynaklandığı belirtilmiştir (Yurdakul ve ark., 2019).

Libya'nın Mısrata şehrinde gerçekleştirilen bir çalışmada CO₂ konsantrasyonu ve 6 farklı partiküler maddenin bölge ve ay değişimleri incelenmiş

yapılan korelasyon analizine göre karbondioksit konsantrasyonunun diğer kirleticilerle ilişkisinin çok zayıf olduğu görülmüş ve insan aktivitesinin yüksek olduğu yerlerde karbondioksit konsantrasyonunun daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Elsunousi ve ark., 2021).

Karakuş ve Yıldız (2019) ın Sivas kent merkezinde yaptıkları çalışmada hava kirliliği, hava kalitesi indeksine göre değerlendirilmiş, çoklu regresyon yöntemi yardımıyla da meteorolojik parametreler ile HKİ arasındaki ilişkiyi sıcaklık ve bağıl nem olarak aralarında anlamlı bir fark çıkması, zamansal olarak meteorolojik faktörlerde meydana gelen değişimlere bağlı olarak HKİ değerlerinde de değişim gözlenmesi beklenen bir durum olduğu anlaşılmıştır.

Özdeş ve Uygur (2019) un bildirdiğine göre, Şanlıurfa/Hilvan merkezde yapılan iç hava değerlendirmesinde tasarlanan karbondioksit ölçüm cihazı ile yapılan karbondioksit ölçümünü Non-Dispersive Infrared (NDIR) tekniği ile yapmış ve ölçülen karbondioksit miktarının yapıya, ortamda bulunan malzemelere, kişi sayısına ve bina kullanım şekline göre değiştiği görülmüştür. Ayrıca havalandırma gereksinimini belirlemek için karbondioksit konsantrasyonunun yeterli bir parametre olduğu anlaşılmıştır.

Kütahya ilinde gerçekleştirilen bir çalışmada, bazı okullarda CO₂, sıcaklık, bağıl nem, PM_{2.5} ve PM₁₀ parametrelerin İç Ortam Hava İndeksi'ne göre değerlendirilmesi yapılmıştır. Buna göre, sıcaklık ve nem değerleri normal çıkmış, kentsel alanda alınan ölçümlerin kırsala göre daha kötü hava kalitesine sahip olduğu anlaşılmıştır. Çalışmada, İç Ortam Hava İndeksi ile sınıf hacmi arasında bir ilişki bulunamamış, ancak, İç Ortam Hava İndeksi ile sınıf mevcudu arasında bir ilişki olduğu bildirilmiştir (Arıkan ve Tekin, 2020).

Yapılan diğer bir çalışmada, laboratuarda hazırlanan belli yabancı otların sıcaklık ve karbondioksit ile olan etkileri incelenmiş; yabancı otlarda sıcaklık ve CO₂ artışıyla morfolojik yapılarında arttığı ortaya çıkmış ve sonuç olarak küresel ısınma ve karbondioksit artışın devam etmesi halinde yabancı otların hızlıca

artacağı ve böylece herbisit kullanımının artacağı buna nazaran kültür bitkilerinin ise bu sebeplerden dolayı verim kaybında artmalar olacağı görülmüştür (Tursun ve ark, 2018).

Lee ve ark., (2022) çalıştığı iç ortam CO₂ konsantrasyonunun bilişsel performans düzeyini nasıl etkilediğini objektif ve kapsamlı bir şekilde araştırmak için otuz katılımcı ile üç CO₂ konsantrasyonu seviyesinde değerlendirmeler yapılmıştır. Sonuç olarak iç ortam CO₂ konsantrasyonundaki artışın çalışma belleğini, zihinsel iş yükünü ve çalışmadaki azalmayı etkileyen potansiyel bir faktör olan görsel konsantrasyonu bozduğunu, CO₂ konsantrasyonunun uygun bir aralıkta tutulması bina sakinlerin sinirsel tepkileri ve bilişsel performans düzeyindeki olumsuzlukları en aza indirdiği görülmektedir.

Nepal’de üç farklı okulda gerçekleştirilen iç hava kalitesi için ölçülen iç ortam CO₂ ölçülmüş ve saat başına değişen zamana bağlı hava değişimi sayısını (ACH) ve iç mekân CO₂ konsantrasyonlarını tahmin etmek için yeni bir yöntem geliştirilmiştir. Bulunan bulgular simüle edilen iç mekan CO₂ konsantrasyonları, ölçülen CO₂ konsantrasyonları ile iyi bir şekilde eşleştiği ve ventilasyonun yeterli görüldüğü, okulda bazı kısımların yenilenerek ahşap yerine cam panjur kullanımının ACH’de %50 ve %25 azalma olacağını bu da yüksek öncelikli cam pencereler doğal havalandırma performansına etki ettiği için iyileştirme için önemli bir nokta olduğunu gösterilmiştir (Shrestha ve ark., 2022).

Kanada Alberta Üniversitesi’nde dört farklı kütüphane de yapılan iç mekan çevresel kalitesinin insan etkileşimine ve cinsiyete olan etkisi incelendi. Erkeklerin aynı aktivite seviyesinde kadınlardan daha yüksek CO₂ seviyeleri ürettiği görülmüş, kullanıcı yoğunluğuna göre karbondioksit konsantrasyonun da geçici zirveler yaşadığı görülmüştür (Shum ve ark, 2022).

Choe ve arkadaşlarının (2022) yaptığı çalışmada Kore Devleti partiküler madde standartlarına ulaşmak için tüm okullara hava temizleyicileri yerleştirmiştir. Çalışma altı ay boyunca, hafta içi PM ve CO₂ ölçmek için her test sınıfına sensör

tabanlı cihazlar kurulmuştur. Hava temizleyicileri, PM konsantrasyonunu ortalama %30 oranında azalttığı ve PM standartlarına ulaştırdığı görüldü ancak çoğu sınıfta CO₂ konsantrasyonları 1000 ppm'i aştı bu da havalandırmanın yetersiz olduğunu gösterdi. Memnuniyet ve sağlık etkilerine göre öğrencilerin PM'den daha çok CO₂'den etkilendiği görülmüştür.

Şikago'da 40 farklı meskende mekanik havalandırmanın iç hava kalitesine olan etkisi incelenmiş olup havalandırma öncesi ve sonrası alınan ölçümlerde sıcaklık ve bağıl nemin havalandırmada etkisi olmadığı, karbondioksit konsantrasyonun da %10-12'lik azalma olduğu ayrıca sürekli havalandırmanın aralıklı havalandırmadan daha etkili olduğu görülmüştür (Kang ve ark., 2022).

Çin'in 6 farklı şehrinde, 9-12 yaş arası çocuk olan 60 hanede yapılan iç mekan kirliliğinin okul çocuklarına olan sağlık etkisi incelenmiş ve ölçülen CO₂ verilerinin çoğu, farklı şehirlerde Çin sınır seviyesini (1000 ppm) aştığı görülmüş ve muhtemelen evlerdeki yetersiz havalandırmanın çocukların sağlığını doğrudan etkileyebileceği ortaya koyulmuştur (Hu ve ark., 2017).

Yapılan diğer bir çalışmada bir apartmanın iç hava kalitesi üzerinde enerji yenilemesinin etkisi araştırılmaktadır. Yenileme öncesi ve sonrası alınan karbondioksit konsantrasyonlarında, yenileme öncesi daha düşük olan CO₂ konsantrasyonu yenileme sonrası daha da yükselmiş, gözle görülür önemli bir fark olduğu görülmüştür. Mevcut çalışma, büyük ölçekli tadilatların, özellikle kış mevsiminde birçok dairede iç ortam kalitesini düşürebileceğini göstermektedir (Sánka and Földváy, 2017).

Edmonton, Alberta Üniversitesi'ndeki bir binada 4 derslikte ve bir ders saati süresince tahsis edilen uygun monitörlerle basınç, aydınlatma düzeyi, akustik, CO₂ düzeyleri, sıcaklık ve bağıl nem dâhil iç mekân çevre kalitesi (IEQ) parametreleri incelenmiş; iç ortam CO₂ ortalama 550–1055 ppm konsantrasyonlarda olduğu gözlemlenmiş ve havalandırmanın kişi başına ders sınıfları için ASHRAE tarafından önerilen değerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Çalışma sonuçları, binaların,

havalandırma ve iklimlendirme (HVAC) sistemi korelasyonlarına ve ayrıca dış ortamların iç mekan çevre kalitesi üzerindeki etkilerine dikkat çekerek literatürü güncellemektedir (Zhong ve ark., 2019).

Kışın 2 ay boyunca Kütahya merkezde 5 farklı konuma ait dış ortam CO₂ ve PM parametreleri ölçümleri yapılmıştır. Ölçüm sonuçlarında konutlarda kullanılan fosil yakıtların miktarı, kalitesi ve trafik emisyonlarının bu çalışmada hava kirliliğine etkisi olduğunu göstermektedir. Kütahya merkezde hava kirliliğine sebep olan ısınma başta olmak üzere kullanılan yakıtlar, endüstri faaliyetleri, enerji sağlama ve ulaşım araçlarının yüksek düzeyde hava kirliliğine kaynak olduğu tespit edilmiştir (Işınkaralar, 2022).

İstanbul’da bir okul dersliğinde yapılan çalışmada, 30 öğrenci ve 40 dakika süren dersler sonucu oluşan CO₂ miktarı ve gerekli hava debisi tespit edilmiştir. Ders aralarında 10 dk süren havalandırmalar yapılmış ancak ısı konforu dışına çıkılmama isteği ve öğrencilerin dışarı çıkmak istememeleri ile yeterli hava kalitesine ulaşılamamıştır. Pencere altına yerleştirilecek menfezler ve derslik içine yerleştirilecek hava bacası sonrası sürekli ve düşük yoğunluklu havalandırma yapılarak kabul edilebilir hava kalitesine ulaşıldığı tespit edilmiştir (Bulut Karaca, 2022).

Özkan ve Tereci (2022) ‘nin yaptıkları çalışmada bir üniversite kütüphanesi, iç hava kalitesi açısından incelenmiş, CO₂, PM_{2.5} değerlerinin ölçümü gerçekleştirilmiştir. Kütüphanede ölçülen CO₂ değeri ile kişi sayısı arasında bir korelasyon olduğu gözlemlenmiş, kişi sayısı arttıkça CO₂ değerinde arttığı görülmüştür. Sıcaklığın sınır değerinin içerisinde çıktığı fakat bağıl nemin sınır değerinin altında çıktığı bunun da çalışanların ve kullanıcıların sağlığı üzerindeki mukoza tahrişi, deri kuruması gibi olumsuz etkileri olacağı düşünülmektedir. Önlem olarak hava nemlendirici cihazların kullanılması gerektiği savunulmuştur.

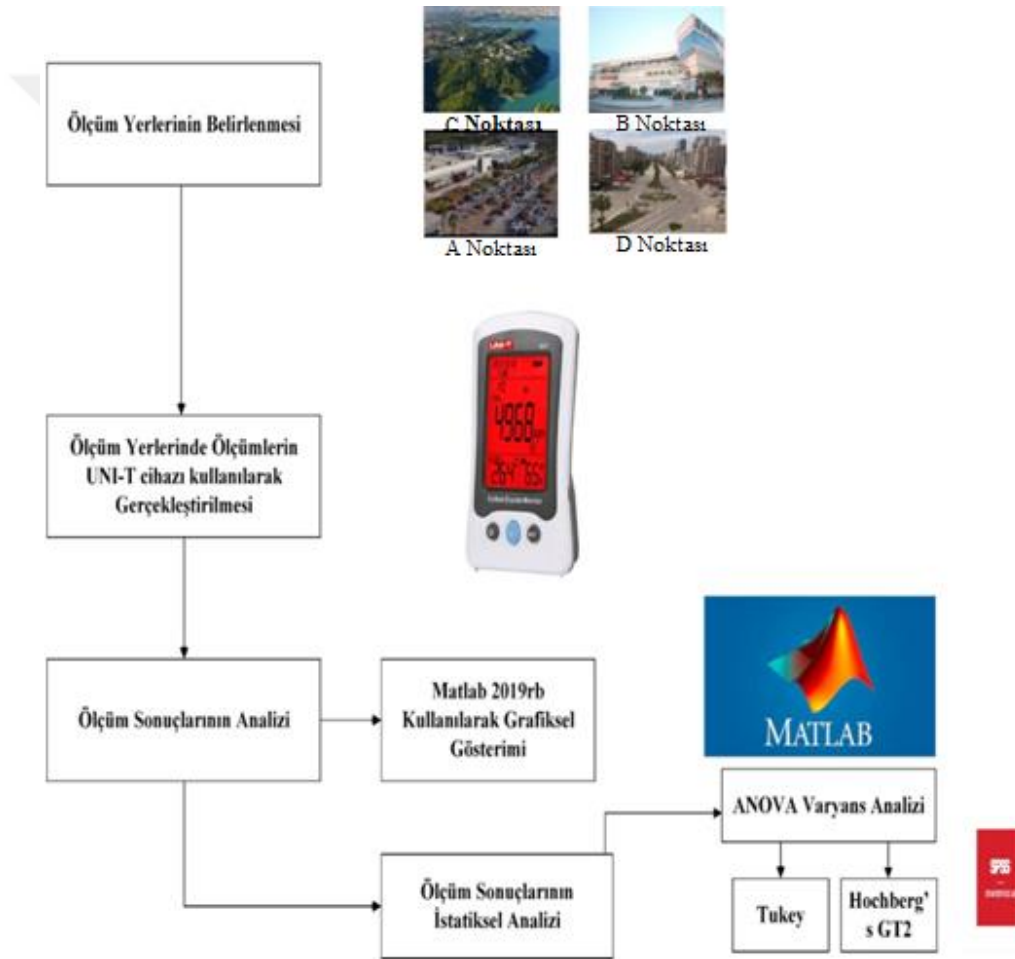
Yu ve ark., (2022)’lerinin üniversite sınıflarında yaptıkları çalışmada ölçülen CO₂ ve PM_{2.5} ‘nin mekanik havalandırma ile olan etkileri incelenmiştir.

Simulasyon yoluyla dersliklerin zemin seviyesi, sınıfın konumu ve iç pencerelerin yüksekliğinin CO₂ konsantrasyonuna etkisi analiz edilmiş ve sonuç olarak kapıları ve dış pencereleri aynı anda açmanın veya tek başına kapıları açmanın iç mekân CO₂ konsantrasyonunu etkili bir şekilde azaltabileceğini, ancak aynı etkinin yalnızca iç pencereleri açarak elde edilemeyeceği görülmüştür. Kışın hem zemin seviyesi hem de sınıf konumunun, iç mekân CO₂ konsantrasyonu üzerinde önemli bir etkisi olduğu görülmüş ancak iç pencerelerin yüksekliğinin hiçbir etkisi olmadığı anlaşılmıştır.

Ren ve ark., (2022)'nin yaptıkları çalışmada üç haftalık bir süre boyunca Çin'in Tianjin kentindeki iki metro hattında CO₂ ve PM ölçümleri alınarak yolcuların bu kirleticilere maruz kalmasını azaltmak amaçlanmıştır. İlk hafta metro araçlarında ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme (HVAC) sistemleri kapatılmış, sonraki iki hafta boyunca sistemler açılmıştır. Araçlardaki CO₂ konsantrasyonları, yolcu yoğunluğu ile doğrusal olarak ilişkili olduğu ($p < 0.05$), ancak HVAC sisteminden bağımsız olduğu anlaşılmıştır. HVAC sistemi kapalıyken, sabah ve akşam CO₂ maksimum konsantrasyonlar gözlenmiştir. HVAC sistemi açıldıktan sonra araçlardaki CO₂ konsantrasyonları % 21-27 oranında düştüğü bulunmuştur.

3. MATERYAL ve METOT

Tez çalışması Adana ilinin dört farklı ilçesinde gerçekleştirilmiştir. Her ilçede belirlenen bir bölgede gerçekleştirilen dış ve iç ortamda günün üç farklı saatinde CO₂, sıcaklık ve bağıl nem değerleri ölçülmüştür. Bu çalışmada kullanılan cihaz ve ölçüm düzeneği ile ilgili blok şema da Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışma planlaması

Seçilen ölçüm yerlerinde insan yoğunluğuna, ormanlık alanlara yakınlık, sanayi tesislerine olan mesafe, kentsel ve kırsal olup/olmaması gibi faktörler göz önünde bulundurularak tercihler yapılmış ve ölçüm yapılan ilçeler Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Ölçüm yerleri (Seyhan, Yüreğir, Sarıçam, Çukurova)

3.1. Ölçüm Yapılan İstasyonlar

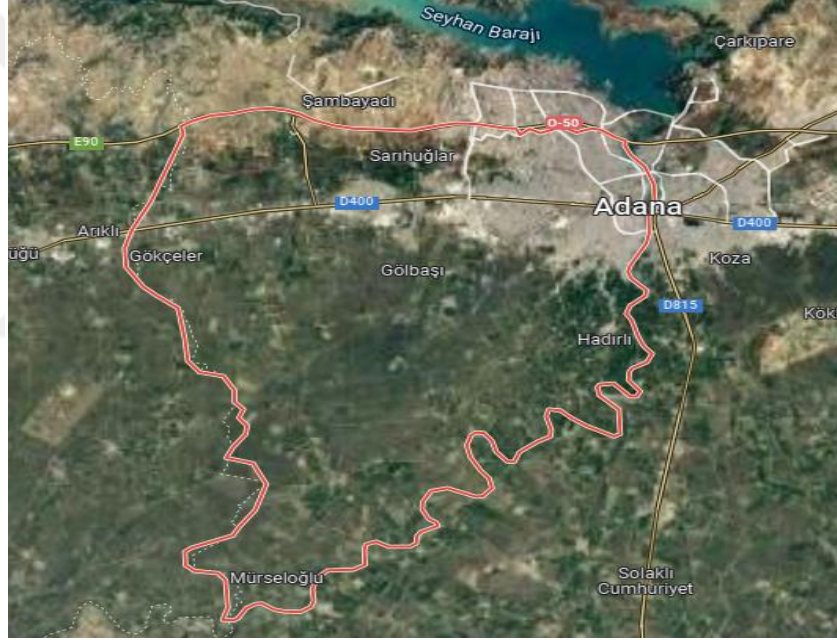
Ölçüm yapılan ilçelerin coğrafi, iklimsel v.b özellikleri ölçümün değerlendirmesinde önem arz ettiğinden aşağıda bunlar hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca sanayileşme, nüfus ve insan hareketliliğinin hava kalitesindeki değişimde etkisi olduğundan bunlar hakkındada ekstra bilgi verilmiştir.

3.1.1. Seyhan

Seyhan ilçesi, dördüncü jeolojik zamanda Seyhan Irmağı’nın biriktirdiği alüvyonlardan oluşmuştur. Akdeniz iklimi görülmekle beraber yazları kurak ve sıcak iken kışları ılık ve yağışlı olmakta ayrıca bitki örtüsü 1500m yüksekliğe

kadar bodur makidir. Yaz mevsiminde görülen nem oranı yüksek olduğundan dolayı yazın hissedilen bunaltıcı sıcaklar beraberinde yaylaya çıkma geleneğini getirmiştir (Seyhan Belediyesi, 2022).

Adana'da ilk kuruluş bölgesi olan Seyhan ilçesi Adana Büyükşehirinin dört ilçesinin nüfus bakımından en büyük olanı: 2020 yılı TÜİK verilerine göre nüfus sayımı 796.131 olmuştur ayrıca yüz ölçümü 384 km² ile Seyhan 1793 kişi/km² nüfus yoğunluğuyla Adana İli'nin en yoğun ilçesini oluşturmaktadır (Seyhan Belediyesi, 2022).



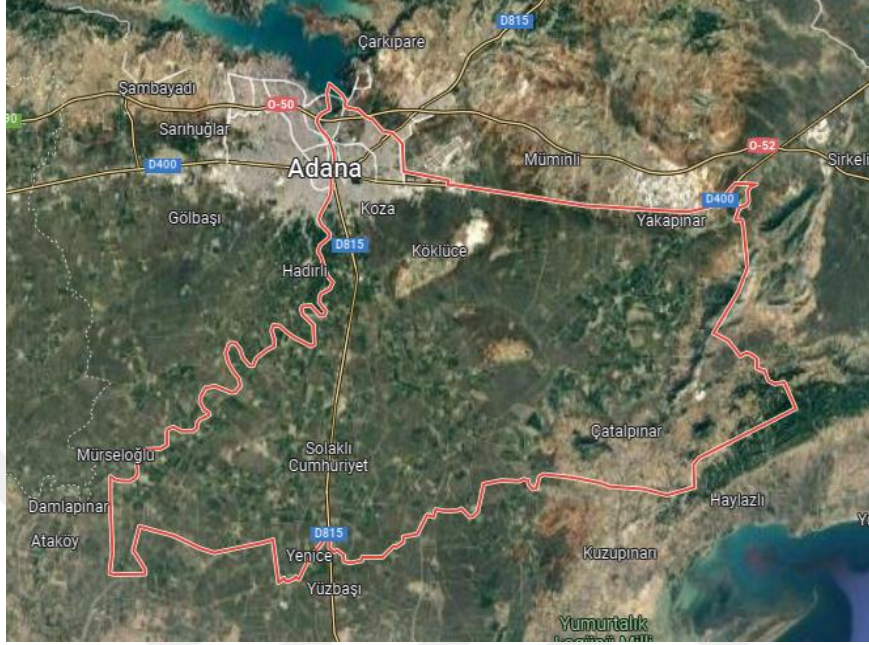
Şekil 3.3. Seyhan ilçesi haritası

3.1.2. Yüreğir

Yüreğir ilçesi Toroslar'ın eteğinde kurulan C Noktası'nın güneyinden başlayıp, doğuda Misis havzası, batıda Seyhan Nehri, güneyde Karataş Ovası ile çevrelenmiş bulunan yerleşim alanı olup kuzeyde dağlık, güneyde ovalık iki kısımdan oluşarak ilçenin merkezi ovada kurulmuştur. Yüreğir, tipik Akdeniz iklim

bölgesi özellikleri göstererek yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı olmaktadır. Yüreğir ilçesi bir ovaya sahiptir: Seyhan ve Ceyhan nehirlerinin deltalarından oluşan Yüreğir Ovası, 125 bin hektarlık bir alanla Türkiye'nin en geniş delta ovasıdır (Yüreğir Belediyesi, 2022).

Yüreğir nüfusu 2021 yılına göre 407.054 nüfusa sahip ve bölünmeden sonra Yüreğir'in yüzölçümü ise yaklaşık olarak 82000 hektardır. Adana'da toplam nüfusunun %30,2'sini Türkiye'de ise %41'ini tarımsal nüfus oluşturuyor bu da ildeki kentleşme oranının yüksek olduğunu ayrıca tarımsal yabancı iş gücü kullanım oranı fazla olup Yüreğir'de Doğu ve Güneydoğu 'dan gelen insanların göç ettiği düşünülürse sözü edilen iş gücü kullanımında Yüreğir halkının etkisi oldukça fazla olduğu anlaşılmaktadır. Birçok kuruluşun Yüreğir ilçesinde yer aldığını bunların hazır giyim ve ev tekstili sektörü % 11.5, makine ve tekstil yedek parça sanayi % 18, mobilya ve dekorasyon % 8.2 bir paya sahip olduğunu ayrıca ilçede Çimento fabrikası Keresteciler, Mobilyacılar Sitesi, Demir Toptancıları Sitesi ve Traktörcüler Sitesi ve Küçük sanayi sitesi bulunmaktadır (Yüreğir Belediyesi, 2022).

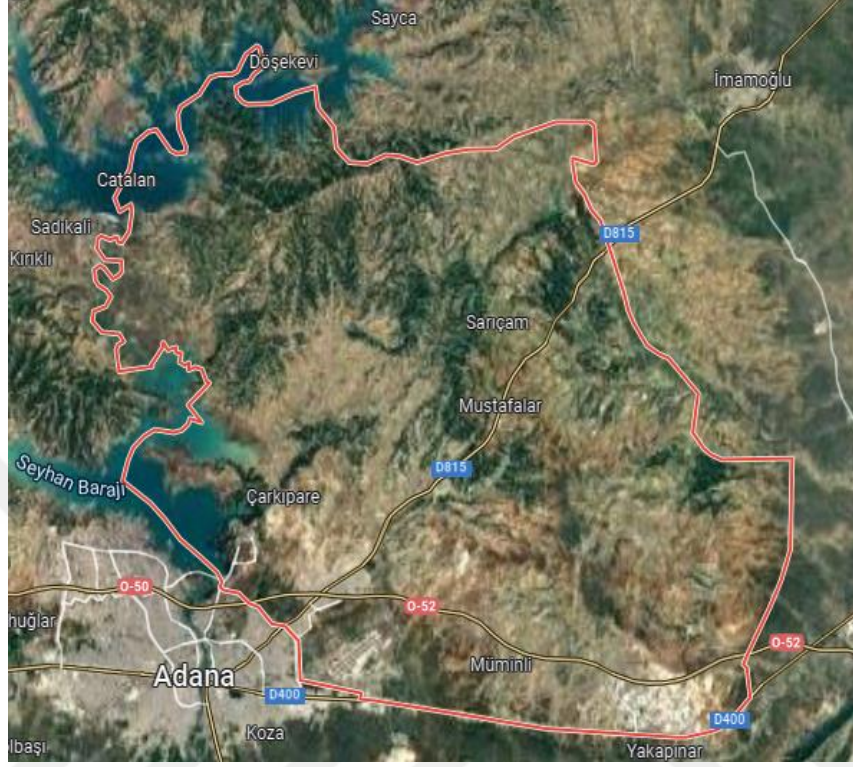


Şekil 3.4. Yüreğir ilçesi

3.1.2. Sarıçam

Sarıçam ilçesi sınırları doğu kolunda Ceyhan İlçesi, kuzey kolunda İmamoğlu İlçesi, güney kolunda Yüreğir İlçesi, batı kolunda ise Karaisali ve Çukurova İlçeleri ilaveten Seyhan ve Çatalan barajları, dünyaca popüler olan İncirlik üssü, Sabancı organize sanayi bölgesi ve C Noktası bu ilçede bulunmaktadır. Aslında Sarıçam ilçesi adını ilçenin kuzey kolunda bulunan Sarıçam ormanlarından almıştır.

Yüz ölçümü bakımından Türkiye'nin en büyük merkez ilçelerinden olup toprak yapısı olarak bir kısmı verimli arazi bir kısmı ise kıraç topraklar yer almakta arazi yapısı eğimli ve güneye doğru gidildikçe ovalar ortaya çıkmaktadır (Sarıçam Belediyesi, 2022).

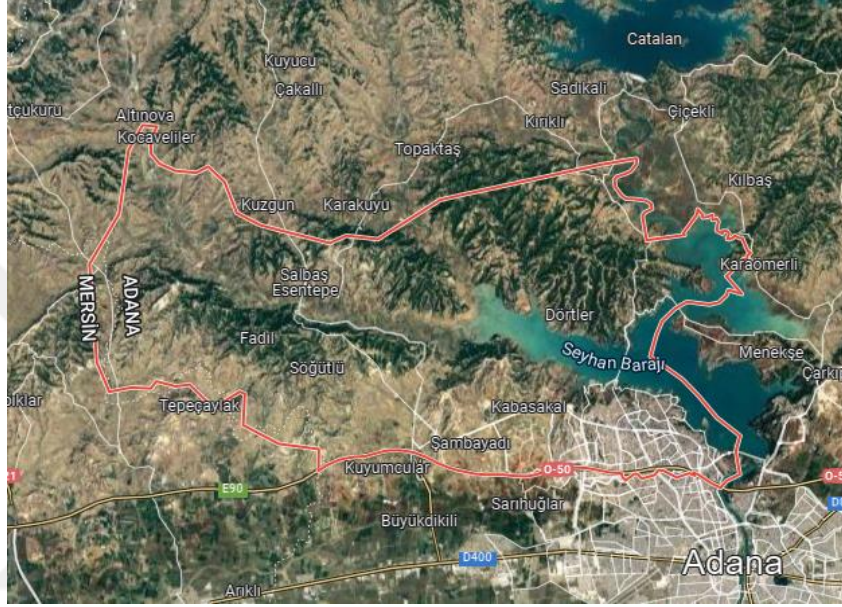


Şekil 3.5. Sarıçam İlçesi'nin haritası

3.1.3. Çukurova

Çukurova ilçesi nüfusu 362.351 olup nüfusun %98.8'i ilçe merkezlerinde %1.2'si ise eskiden köy olup şimdi mahalle olan yerleşim alanlarında yaşamakta, bazı mahalleler geçimlerini genellikle tarım ve hayvancılık ile sağlıyor iken ilçe merkezlerinin ekonomi, eğitim ve yaşam standardı diğer ilçelere nazaran çok daha iyi durumdadır. İlçenin kuzeyinde Seyhan Baraj Gölü, kuzeybatısında Karaisalı İlçesi, güneyinde Seyhan İlçesi, doğusunda Sarıçam İlçesi, batısında Mersin İli olan bir ova İlçesi bulunmakta ancak Adana ilinin merkez ilçelerinden biri olmaktadır (Çukurova Kaymakamlığı, 2022).

İlçenin yüz ölçümü 240 km² olup iklim olarak Akdeniz iklimi görülmekte yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı; yıllık yağış ortalaması ortalama 600-650 mm, rakımı ise 23m'dir (Çukurova Kaymakamlığı, 2022).



Şekil 3.6. Çukurova bölgesi haritası

3.2. Ölçüm Yöntemleri

Bu tez çalışmasında anlık ölçüm yapılan cihaz ile karbondioksit, sıcaklık ve bağıl nem parametrelerinin ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler Aralık 2020- Mayıs 2021 arasında alınmıştır. Ölçümler hem iç ortamda hem de dış ortamlarda yapılmış olup ölçüm zamanı olarak günün üç ayrı vakti olan 10:00, 13:00 ve 16:00 saatleri belirlenmiştir. Bu saatler belirlenirken pandemi koşulları göz önünde bulundurulmuş olup akşam belli saatte yapılan sokağa çıkma yasağından dolayı her istasyondan eve geçme süresi ayarlanıp ona göre saat ayarlamaları yapılmıştır. Ayrıca çalışmada 4 farklı istasyon belirlenmiştir. 5 istasyon seçilememesi sebebi haftanın son günü olan Cuma gününün pandemi önlemleri olarak sokağa çıkma

yasağına dâhil edilmesi neticesinde çalışmada 4 farklı istasyon belirlenip bu şekilde ilenmiştir. İstasyonlara ait detaylı bilgiler Çizelge 3.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. Tüm istasyonlara ait genel bilgiler

NOKTA	İLÇE	İSTASYON	KOORDİNAT	METREKARE	ORT. KİŞİ SAYISI
A Noktası	Seyhan	Büyük Alışveriş Merkezi	37.0165595, 35.2424565	90.000 m ²	Ortalama 12.000 kişi
B Noktası	Yüreğir	Büyük Alışveriş Merkezi	36.9913273, 35.3393597	70.000 m ²	Ortalama 8.500 kişi
C Noktası	Sarıçam	Çukurova Üniversitesi Çevre Mühendisliği Giriş Kapısı İç Mekân Çevre Mühendisliği Binası Dersliği	37.0612576, 35.3518280	20.000.000 m ² 600 m ²	- Ortalama 50.000 kişi - Ortalama 15 kişi
D Noktası	Çukurova	Turgut Özal Bulvarı'nda Kozmetik Mağazası	37.0486942, 35.2866962	500 m ²	Ortalama 60 kişi

CO₂, sıcaklık ve bağıl nem parametreleri UNI-T A37 marka karbondioksit monitörü ile anlık ölçümler alınarak yapılmıştır. Ölçümler yapılmadan önce cihazın tam olarak hazır olması beklenmiş, istasyonlar da ortalama 1 m yüksekliğinde ölçümler alınmış ve her ölçüm sonrası cihaz içindeki data ve tarih klasörlenmiş olarak dijital ortama aktarılmış ayrıca her ölçüm ve tarih yanlışlık olmaması adına elle ayrı bir ajandaya notlar halinde alınmıştır. Cihazın kalibrasyonu düzenli aralıklarla yapılmıştır. Cihazın teknik özellikleri ise Çizelge 3.1 de verilmiştir.



Şekil 3.7. İç ortam hava kalitesi ölçüm cihazı

Çizelge 3.2. Ölçüm cihazı özellikleri

Özellikler	Ölçüm Aralığı	Çözünürlük	Kesinlik
Karbon dioksit	400ppm~5000ppm	1ppm	400ppm~2000ppm ($\pm 5\%$ rdg + 50ppm)(ortam sıcaklığında ve nemde) (rdg: hata payı)
Hava sıcaklığı	-10.0 °C ~50.0 °C	0.1°C	Tipik doğruluk: ± 1 °C
Bağıl nem	%0BN~%99BN	%1 bağıl nem	Tipik doğruluk: $\pm 5\%$ BN (%10BN~%90 BN) 25 °C 'de

Bulguların grafiğe dökülmesi için Matlab 2019rb kullanılmıştır.

3.3. İstatistikler

Ölçüm sonuçlarının istatistiksel analizi SPSS Statistic 26 programı kullanılarak yapılmıştır. Bu program aracılığıyla Varyans Analizi (ANOVA) ve birlikte Tukey ve Hochberg testleri yapılmıştır. Varyans Analizi (ANOVA), iki farklı grup ortalamaları arasında bir fark olup olmadığını gösteren bir yaklaşım olup ikiden fazla grup olduğunda önem dereceleri değerlendirmesi yapılmak istendiğinde aralarındaki fark varyans analizi ile anlaşılmaktadır (Ervural, 2020). Varyansların söz konusu testlerde eşit olması sonucu kullanılan Hochberg'in tukey'e benzer yanları olmaktadır. Fakat Hochberg testi genişletilmiş t modülü (studentized maximum modulus) ile çalışan bir post-hoc türü olmaktadır (Kayri, 2009). Elde edilen verilerin anlamlılık dereceleri (p) iki ölçüm değeri arasında birbirleri ile anlamlı bir fark olup olmadığını göstermekte ve p değerinin 0.05 değerinden küçük çıkması anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Varyans analizlerinde kurulan hipotezler saatlere, haftalara ve istasyonlara göre bir fark olup olmasının test edilmesi için;

H_0 : "Ölçümlerin günün farklı saatlerde yapılmasının iç ve dış mekân hava kalitesi parametreleri üzerine etkisi yoktur."

H_1 : "Ölçümlerin günün farklı saatlerde yapılmasının iç ve dış mekân hava kalitesi parametrelerinin en az biri üzerine etkisi vardır."

Ve,

H_0 : "Ölçümlerin günün farklı haftalarda yapılmasının iç ve dış mekân hava kalitesi parametreleri üzerine etkisi yoktur."

H_1 : "Ölçümlerin günün farklı haftalarda yapılmasının iç ve dış mekân hava kalitesi parametrelerinin en az biri üzerine etkisi vardır."

Ayrıca;

H_0 : "Ölçümlerin farklı istasyonlarda yapılmasının iç ve dış mekân hava kalitesi parametreleri üzerine etkisi yoktur."

H₁: “Ölçümlerin farklı istasyonlarda yapılmasının iç ve dış mekân hava kalitesi parametrelerinin en az biri üzerine etkisi vardır.” şeklinde kurulmuştur.

Çizelge 3.3. Post-Hoc Test İstatistiklerinin karşılaştırılması (Kayri, 2009)

Test Türü	Post-Hoc	Varyans Eşit	Örneklem Eşit	Örneklem Eşit Değil
Çoklu Karşılaştırma Test İstatistikleri	LSD	x		x
	Sidak	x		x
	Bonferroni	x		x
	Tukey HSD	x	x	
	Hochberg's GT2	x	x	
	Gabriel	x		x
	Scheffe	x		x
Çoklu Aralık Test İstatistikleri	SNK	x	x	
	Tukey's B	x	x	
	Duncan	x		x
	R-E-G-W-F	x	x	
	R-E-G-W-Q	x	x	
	Waller Duncan	x		x
	Dunnet	x	x	

Çizelge 3.3 e bakıldığında, ANOVA test sonucu çıkan analizde varyansların eşit olması durumunda hangi testleri seçeceğimiz görülmektedir. Buna göre uyguladığımız çoklu karşılaştırma test istatistiklerinde varyansların eşit olması ve eşit örneklem için Tukey HSD ve Hochberg's GT2 Post-Hoc testlerinin uygun olduğu anlaşılmaktadır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Tüm ölçüm sonuçları EK(1)'de verilmiş olup sonuçların istatistiksel analizi için SPSS programında ANOVA Tukey HSD ve Hochberg testleri kullanılmıştır.

4.1. Tüm istasyonlardan elde edilen CO₂, bağıl nem ve sıcaklık ile ilgili bulgular**4.1.1. A Noktası'nda elde edilen CO₂, bağıl nem ve sıcaklık ile ilgili bulgular**

İlk ölçüm yeri Seyhan ilçesi A Noktasında ölçümlerden elde edilen bazı istatistiksel veriler Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. A Noktası'ndaki ölçüm sonuçlarının bazı istatistikleri

Parametreler	Ölçüm Saati	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
İç CO ₂ (ppm)	10:00	548	718	625,32	51,736
	13:00	576	813	659,05	66,539
	16:00	548	875	652,09	95,192
Dış CO ₂ (ppm)	10:00	517	667	561,50	28,945
	13:00	518	648	554,00	29,022
	16:00	524	655	556,36	27,370
İç Sıcaklık (°C)	10:00	15,1	26,4	21,65	2,952
	13:00	16,5	27,6	23,74	2,444
	16:00	16,2	27,9	22,9	2,987
Dış Sıcaklık (°C)	10:00	14,2	26,8	20,94	3,185
	13:00	16,8	28,3	23,42	2,750
	16:00	15,3	27,1	22,10	3,34
İç Bağıl Nem (%)	10:00	35	64	45,59	7,79
	13:00	32	58	43,86	8,039
	16:00	35	57	45,14	7,100
Dış Bağıl Nem (%)	10:00	32	63	44,05	8,278
	13:00	26	58	41,91	9,034
	16:00	26	56	42,36	8,086

İlk ölçüm yeri ortalama verileri incelendiğinde iç ortam CO₂ konsantrasyonunun dış ortam CO₂ konsantrasyonundan yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca CO₂ konsantrasyonunun Saat 10:00 da en düşük öğle Saat 13:00 de en yüksek olduğu görülmektedir. Bunun öğle yemeği saatlerinde insan hareketliliğinin artması ve dolayısıyla CO₂ konsantrasyonunun artmasından kaynaklanması kuvvetle muhtemeldir. Saat 10:00 da ve 16:00 da, dış ortam CO₂ konsantrasyonunun saat 13:00 de elde edilen CO₂ konsantrasyonuna göre yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bunun da işe başlama ve bitiş saatlerinde araç ve insan trafiğinin yoğunluğundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Tüm saatlerde iç ve dış sıcaklıklar incelendiğinde öğle sıcaklığının diğer saat dilimlerine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. İç ve dış bağıl nem değerlerine bakıldığında 13:00'da alınan değerlerin diğer saat dilimlerine göre düşük olduğu görülmektedir.

4.1.2. B Noktası'nda elde edilen CO₂, bağıl nem ve sıcaklık ile ilgili bulgular

İkinci ölçüm yeri olarak seçilen Yüreğir ilçesi B Noktası'nda elde edilen sonuçların istatistiksel verileri Çizelge 4.2'de sunulmuştur.

Çizelge 4.2. B Noktası'ndaki ölçüm sonuçlarının bazı istatistikleri

Parametreler	Ölçüm Saati	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
İç CO ₂ (ppm)	10:00	597	1028	764,82	101,417
	13:00	624	1093	801,50	115,664
	16:00	612	1028	770,36	91,184
Dış CO ₂ (ppm)	10:00	526	649	577,27	29,072
	13:00	549	630	575,73	21,227
	16:00	526	649	580,14	27,678
İç Sıcaklık (°C)	10:00	18,5	26,9	22,58	2,623
	13:00	20,9	26,6	23,65	1,634
	16:00	18,5	26,9	22,81	2,667
Dış Sıcaklık (°C)	10:00	18,6	27,9	21,75	2,885
	13:00	18,4	28	23,06	2,430
	16:00	18,6	27,9	21,96	3,142
İç Bağıl Nem (%)	10:00	35	65	46,23	8,194
	13:00	32	69	48,77	10,893
	16:00	35	65	47,05	8,538
Dış Bağıl Nem (%)	10:00	24	59	44,36	10,436
	13:00	24	63	44,77	10,695
	16:00	24	62	45,50	11,292

Çizelge 4.2 de Çizelge 4.1 e paralel olarak en yüksek iç ortam CO₂ konsantrasyonu öğle saatlerinde, dış ortam CO₂ konsantrasyonu saat 10:00 ve 16:00 da en yüksek değerlerini almıştır. İç ve dış sıcaklık da aynı şekilde hava sıcaklığının öğle saatlerinde yüksek olmasından dolayı yüksek seviyelerde seyretmektedir. İç bağıl nem miktarına bakıldığında insan yoğunluğunun artması ve yemek saati olması sebebiyle saat 13:00 de yüksek değerler elde edilmiştir. Dış bağıl nem seviyesinde ise en yüksek değer saat 16:00 da kaydedilmiştir. Bunun

sebebi ise iç ortamla aynı sıcaklığa sahip olmakla birlikte bu istasyonun nehir kenarında yer alması ve sıcaklıktan dolayı buharlaşmanın yaptığı katkı olabilir.

4.1.3. C Noktası'nda elde edilen CO₂, bağıl nem ve sıcaklık ile ilgili bulgular

Üçüncü ölçüm yeri olan Sarıçam ilçesinde yer alan C Noktası Kampüs alanında yapılan ölçümlere ait istatistiksel değerlendirmesi Çizelge 4.3. de verilmiştir.

Çizelge 4.3. C Noktası Ölçüm sonuçlarının bazı istatistikleri

Parametreler	Ölçüm Saati	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
İç CO ₂ (ppm)	10:00	521	678	580,41	31,679
	13:00	523	943	637,64	96,487
	16:00	512	837	648,59	78,168
Dış CO ₂ (ppm)	10:00	510	575	543,73	19,367
	13:00	507	573	537,36	19,629
	16:00	497	569	540,68	18,894
İç Sıcaklık (°C)	10:00	16,3	28,7	21,26	3,587
	13:00	17,5	29,5	23,16	3,697
	16:00	19,1	29,5	24,16	3,21
Dış Sıcaklık (°C)	10:00	10,3	28,5	19,10	4,212
	13:00	14,9	30,3	20,96	3,858
	16:00	14,9	29,7	21,16	3,729
İç Bağıl Nem (%)	10:00	22	61	43,50	9,665
	13:00	22	62	42,86	11,094
	16:00	18	63	43,36	12,022
Dış Bağıl Nem (%)	10:00	25	69	46,23	10,524
	13:00	20	64	45,09	11,641
	16:00	21	68	44,18	10,626

Çizelge 4.3 deki ortalama veriler ele alındığında işe giriş ve çıkış saatlerine yakın zamanların (10:00-16:00) insan aktivasyonları bakımından yoğun olması CO₂ konsantrasyonunda etkili olduğu görülmektedir. Çizelge 4.2 ve 4.3 deki iç

ortam CO₂ konsantrasyonları karşılaştırıldığında Çizelge 4.3 ‘teki değerlerin daha düşük olduğu gözlemlenmektedir. Bu düşüklüğün sebebi pandemi kısıtlamalarıyla Üniversite içinde azalan insan ve araç yoğunluğu olabilir. İç ve dış ortam sıcaklığı incelendiğinde en yüksek sıcaklık değerlerine saat 16:00 da ulaşıldığı görülmektedir. İç ve dış bağıl neme bakıldığında sabah 10:00 dan 16:00 ya doğru bağıl nemin az da olsa azaldığı görülmektedir. Ayrıca bağıl nem seviyesinin fazla olmasında bir sebep de bitki örtüsünün bu bölgede yoğun olması olabilir.

4.1.4. D Noktası’nda elde edilen CO₂, bağıl nem ve sıcaklık ile ilgili bulgular

Son ölçüm yeri olan Çukurova ilçesi D Noktası üzerinde elde edilen ölçüm sonuçları ortalamaları ve standart sapmaları Çizelge 4.4 de verilmiştir.

Çizelge 4.4. D Noktası Ölçüm sonuçlarının bazı istatistikleri

Parametreler	Ölçüm Saati	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
İç CO ₂ (ppm)	10:00	617	1750	948,23	321,419
	13:00	611	1256	847,23	206,72
	16:00	594	1093	833,68	156,540
Dış CO ₂ (ppm)	10:00	536	587	562,91	13,894
	13:00	528	576	552,95	14,50
	16:00	530	582	552,59	14,046
İç Sıcaklık (°C)	10:00	15	31,2	21,32	3,162
	13:00	16,9	29,7	22,10	3,152
	16:00	14,5	27,4	22,29	2,953
Dış Sıcaklık (°C)	10:00	14,3	30,4	21,4	4,151
	13:00	15,5	29,2	21,35	3,478
	16:00	13,8	25,7	20,25	3,489
İç Bağıl Nem (%)	10:00	35	62	48,73	7,535
	13:00	37	63	49,45	6,995
	16:00	36	60	49,82	6,397
Dış Bağıl Nem (%)	10:00	17	63	43,55	12,074
	13:00	26	64	42,68	11,060
	16:00	30	66	46,18	10,445

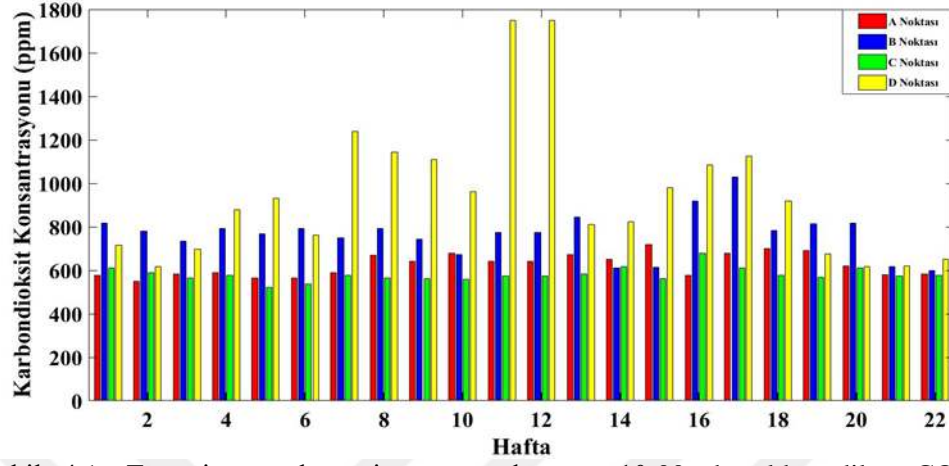
Çizelge 4.4 de iç ortam CO₂ konsantrasyonu incelendiğinde bu istasyonun en yüksek CO₂ konsantrasyonuna sahip olduğu görülmektedir. Bunun sebebi ise ölçüm yapılan alışveriş merkezinde insan yoğunluğunun fazla olmasına rağmen kapalı alanın diğer alışveriş merkezlerine göre daha küçük alana sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Alışveriş sıklığı sebebiyle sabah saatlerinin en yoğun dönem olması iç ortam CO₂ konsantrasyonunda en yüksek saat 10:00 elde edilmiştir. Ayrıca bu ölçüm ortamının havalandırması diğer alışveriş merkezine göre yetersiz kaldığı düşünülmektedir. Dış ortam CO₂ konsantrasyonu incelendiğinde ise en yüksek değer sabah saat 10:00'da elde edilmiştir. Bunun sebebi bulvar üzerinde işe gidiş ve iş hareketliliğinden dolayı trafik yoğunluğunun fazla olması olabilir. İç sıcaklık verileri incelendiğinde en yüksek ortalama değer 16:00 da kaydedilmiştir. Bu durum en yüksek sıcaklığın saat 14:00 civarında olması ve betonarme bina yapısının ısınması olduğu öngörülmektedir. Dış sıcaklıkta ise tam tersi en yüksek sıcaklık değeri az farkla da olsa sabah saati 10:00'da elde edilmiştir. İç ve dış bağıl nem ortalamalarına bakıldığında en yüksek değerlere saat 16:00 da ulaştığı gözlemlenmektedir.

4.2. Ölçümlerin istasyon, saat ve haftalar bazında karşılaştırılması

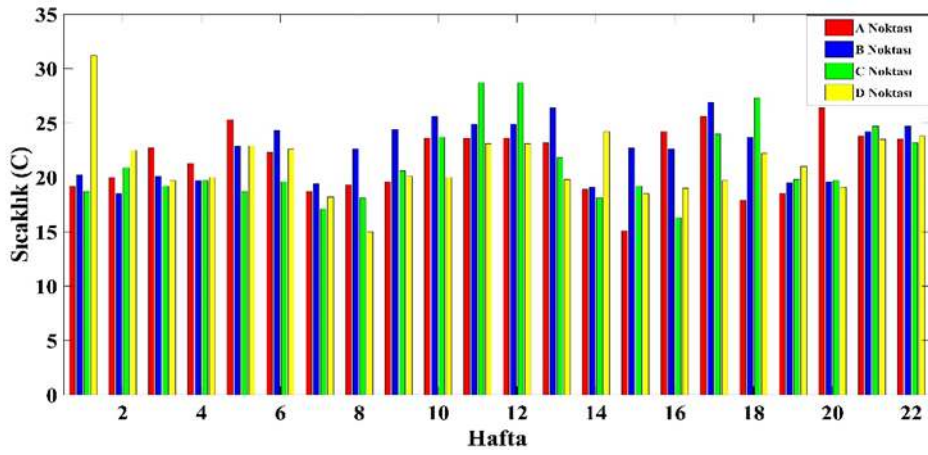
Ölçümlerin ortalamaları verildikten sonra ölçülen bu değerlerin zaman içerisindeki değişimleri önce saatler bazında sonra istasyonlar bazında haftalara göre değişim olarak incelenmiştir.

4.2.1. Tüm istasyonların saat 10:00'da yapılan ölçümlerin karşılaştırılması

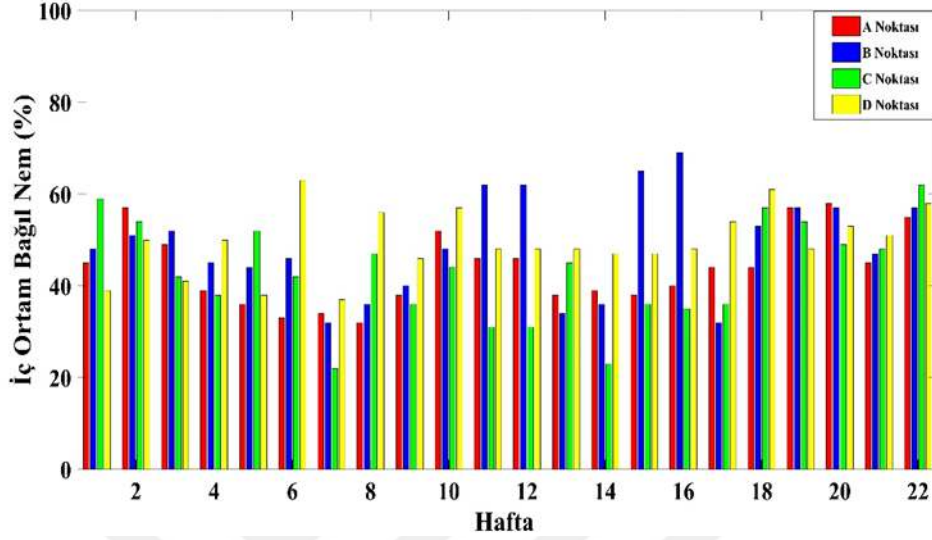
Saatler bazında ilk inceleme saat 10:00 da 4 farklı istasyon için yapılmış olup ölçümlere ait histogramlar Şekil 4.1- 4.6' da verilmiştir.



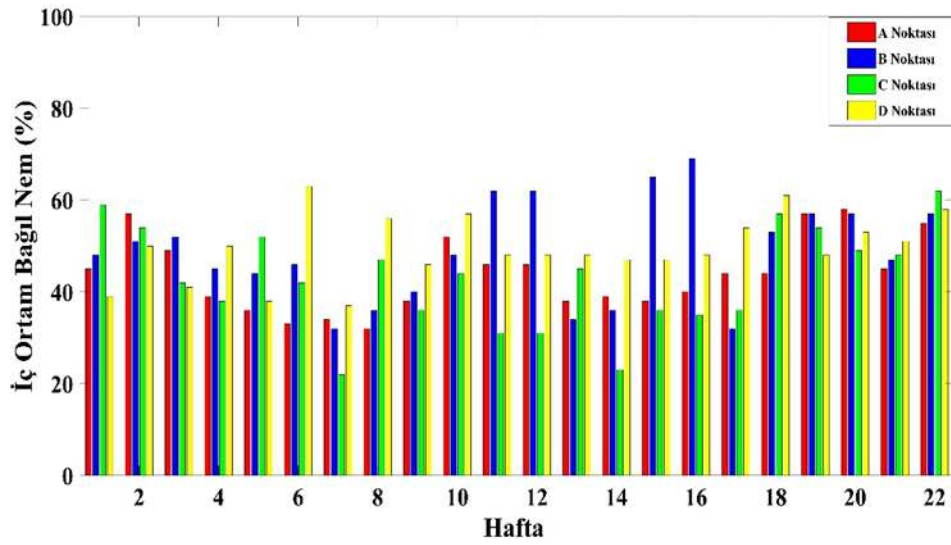
Şekil 4.1. Tüm istasyonların iç ortamında saat 10:00 da elde edilen CO₂ ölçümlerinin karşılaştırılması



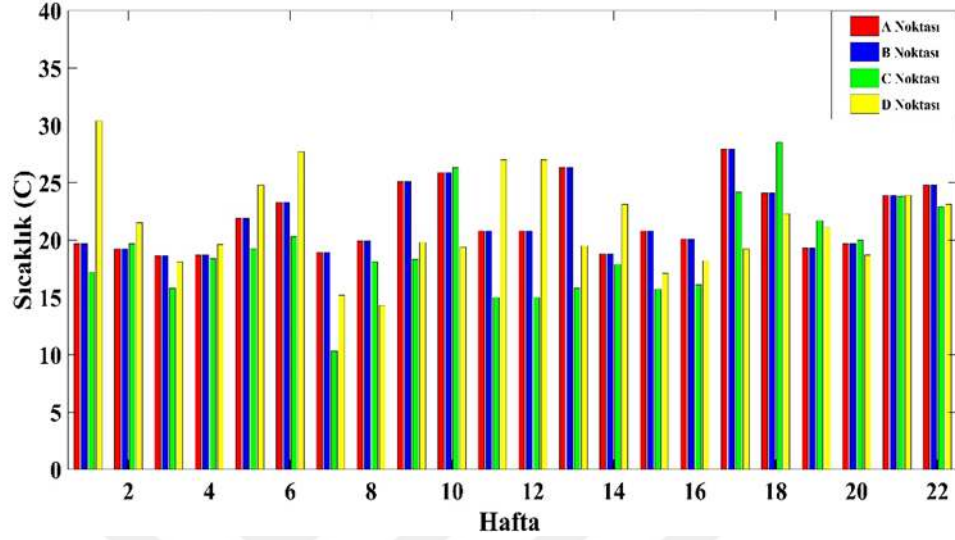
Şekil 4.2. Tüm istasyonların iç ortamında saat 10:00 da elde edilen sıcaklık ölçümlerinin karşılaştırılması



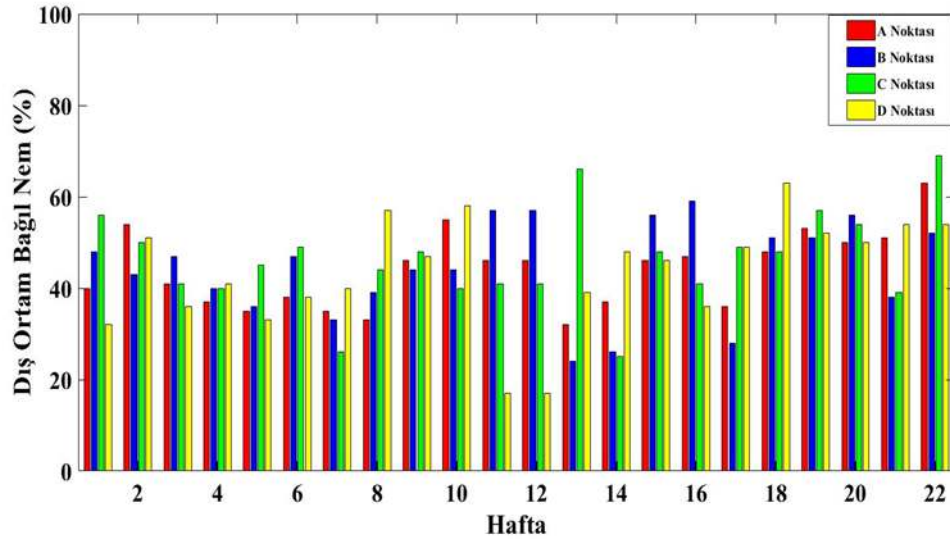
Şekil 4.3. Tüm istasyonların iç ortamında saat 10:00 da elde edilen bağıl nem ölçümlerinin karşılaştırılması



Şekil 4.4. Tüm istasyonların dış ortamında saat 10:00 da elde edilen CO₂ ölçümlerinin karşılaştırılması



Şekil 4.5. Tüm istasyonların dış ortamında saat 10:00 da elde edilen sıcaklık ölçümlerinin karşılaştırılması

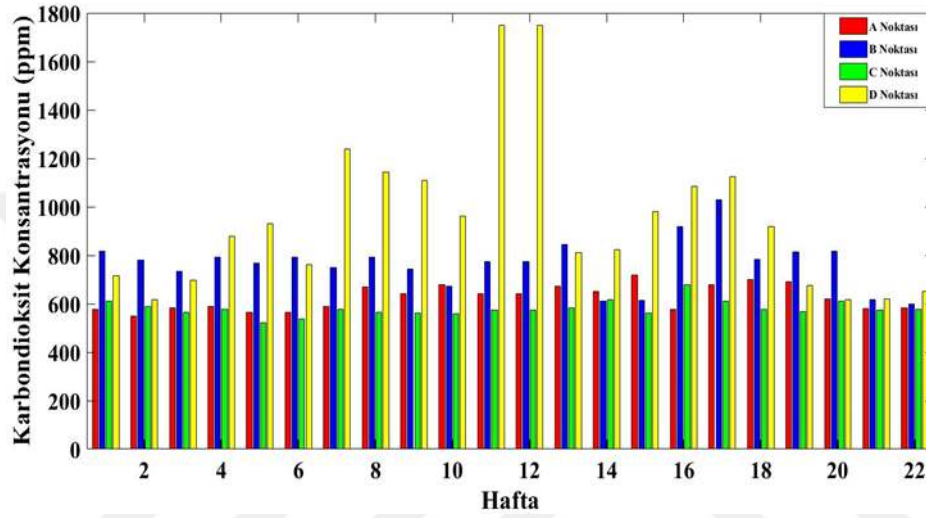


Şekil 4.6. Tüm istasyonların dış ortamında saat 10:00 da elde edilen bağıl nem ölçümlerinin karşılaştırılması

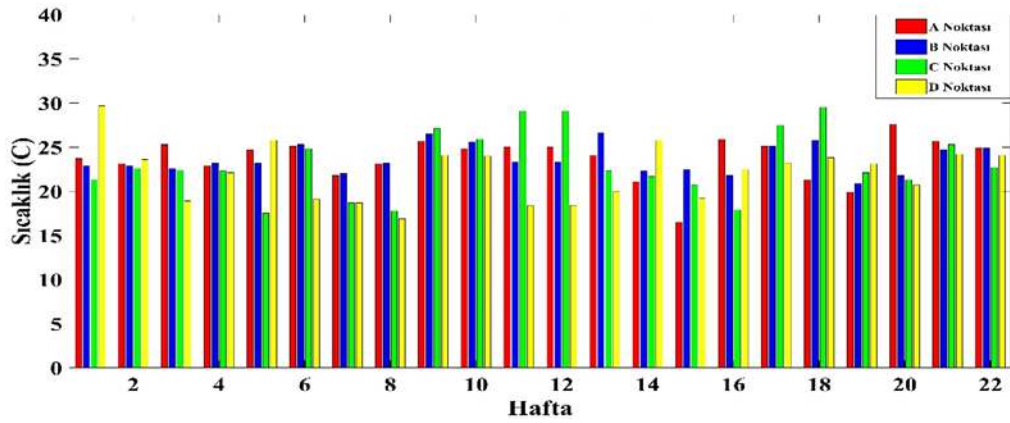
Yukarıda verilen Şekil 4.1-6 ya bakılırsa saat 10:00'da alınan ölçüm sonuçlarına göre iç ortam CO₂ konsantrasyonu değişimlerinin dış ortam CO₂ konsantrasyonu değişimlerinden fazla olduğu görülmektedir. İç ortam CO₂ değişimlerinde en yüksek değerlerin 11 ve 12. haftalarda (Şubat) 4 numaralı yer olan D Noktası'ndaki markette gerçekleştiği görülmektedir. En düşük CO₂ ölçümünün 15.haftada (mart) C Noktasında gerçekleştiği anlaşılmaktadır. Dış ortam CO₂ ölçümlerinin ise genelde birbirine yakın ve genelde iç ortam CO₂ konsantrasyon değişimlerinden daha az olduğu görülmektedir. Dış ortam CO₂ konsantrasyonu değişiminde ise en düşük ölçüm değeri 19. haftada (nisan) C Noktasında alınmıştır. En yüksek değerin 19. haftada (Nisan) ilk istasyon A Noktası'nda gerçekleştiği görülmektedir. İç sıcaklık değeri saat 10:00 için incelendiğinde sıcaklıkların 15.0-31.2 °C arasında seyrettiği görülmektedir. En düşük iç sıcaklık değeri 8. haftada (Ocak) D Noktası'nda kaydedilmiştir. En yüksek iç ortam sıcaklığı da yine aynı istasyonda 1. Haftada (Aralık) gerçekleşmiştir. Dış sıcaklık değerlerine bakıldığında değerlerin 14.2-30.4°C arasında olduğu görülmektedir. En yüksek değerin 1. hafta (Aralık) D Noktasında, en düşük değerin ise 7. haftada (Ocak) C Noktası'nda alındığı görülmektedir. İç ortam bağıl nem miktarlarına bakıldığında %22-65 aralığında olduğu görülmektedir. Ortalama bağıl nem miktarının saat 10:00 da %45 civarlarında olduğu anlaşılmaktadır. En yüksek bağıl nemin 16. haftada (mart) B Noktası'nda en düşük bağıl nemin 14. haftada (mart) C Noktası'nda olduğu görülmektedir. Dış bağıl nem miktarında değişim aralığı %17-69 arasındadır. Ortalama dış ortam bağıl nemi ise yaklaşık %44-45 civarındadır. En yüksek bağıl nemin 22. hafta (mayıs) C Noktası'nda ve en düşük bağıl nem ise 11. haftada (şubat) D Noktası'nda gerçekleştiği görülmektedir.

4.2.2. Tüm istasyonların saat 13:00'da elde edilen ölçümlerin karşılaştırılması

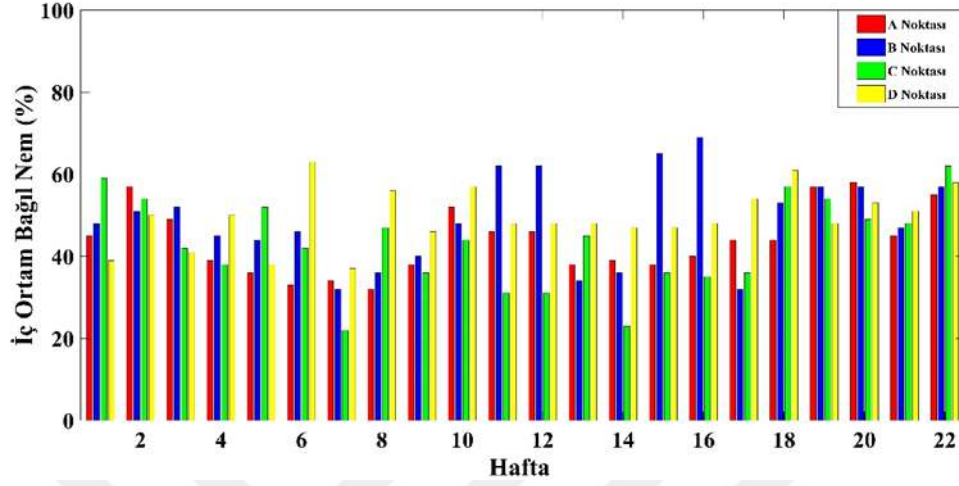
İkinci ölçüm saati 13:00 olup bu ölçümlere ait histogramlar Şekil 4.7- 4.12' de sunulmuştur.



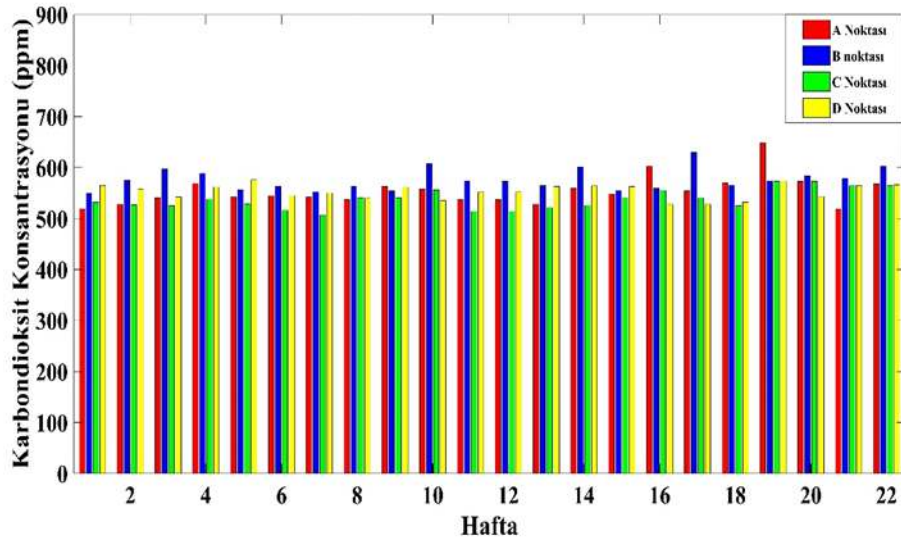
Şekil 4.7. Tüm istasyonların iç ortamında saat 13:00 da elde edilen CO₂ ölçümlerinin karşılaştırılması



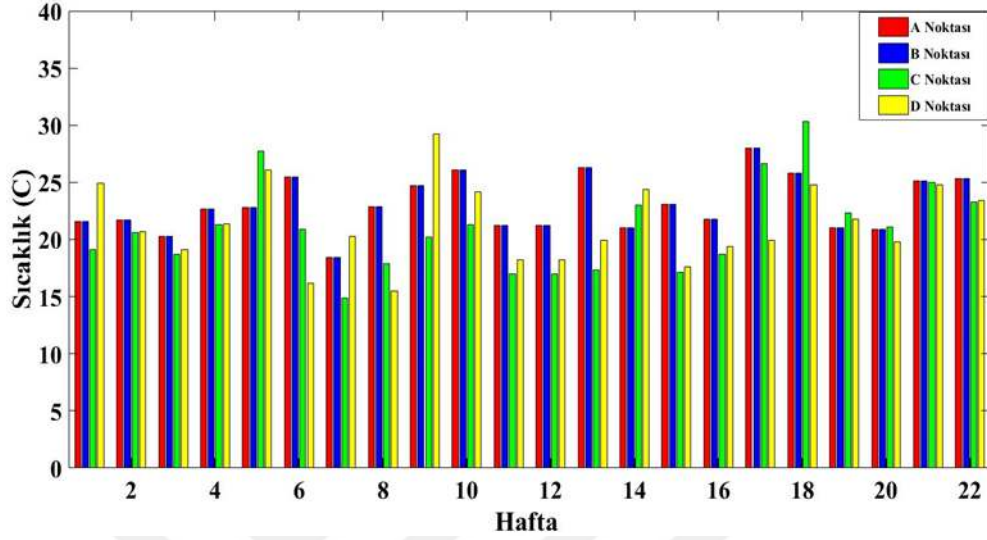
Şekil 4.8. Tüm istasyonların iç ortamında saat 13:00 da elde edilen sıcaklık ölçümlerinin karşılaştırılması



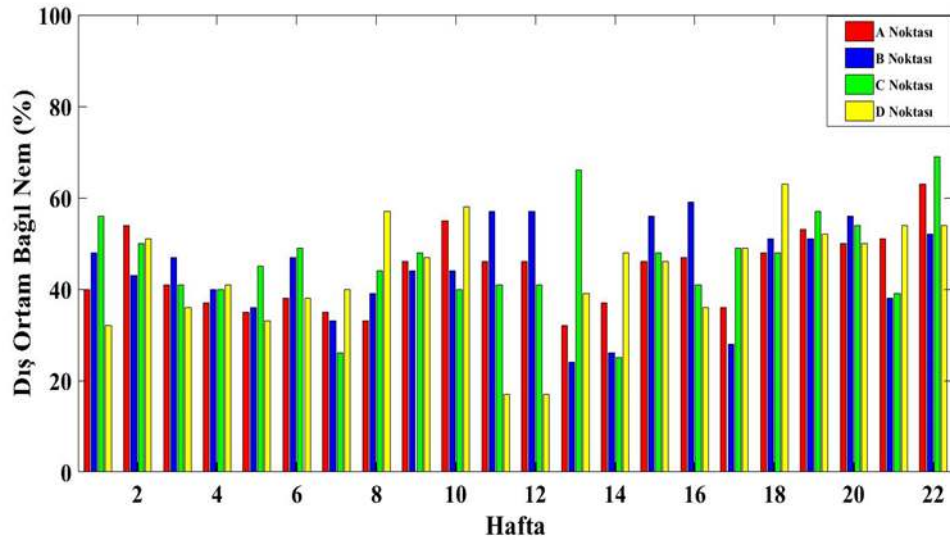
Şekil 4.9. Tüm istasyonların iç ortamında saat 13:00 da elde edilen bağıl nem ölçümlerinin karşılaştırılması



Şekil 4.10. Tüm istasyonların dış ortamında saat 13:00 da elde edilen CO₂ ölçümlerinin karşılaştırılması



Şekil 4.11. Tüm istasyonların dış ortamında saat 13:00 da elde edilen sıcaklık ölçümlerinin karşılaştırılması

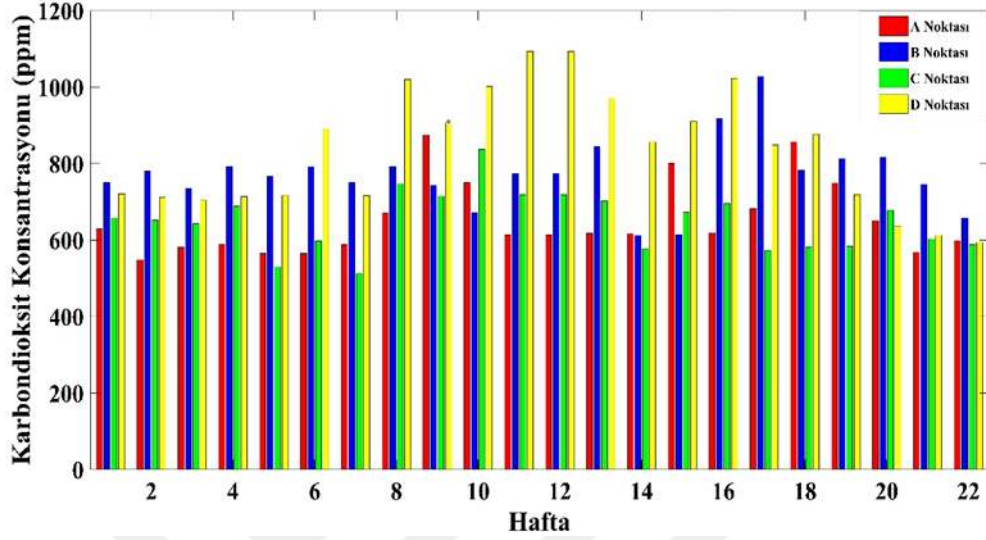


Şekil 4.12. Tüm istasyonların dış ortamında saat 13:00 da elde edilen bağıl nem ölçümlerinin karşılaştırılması

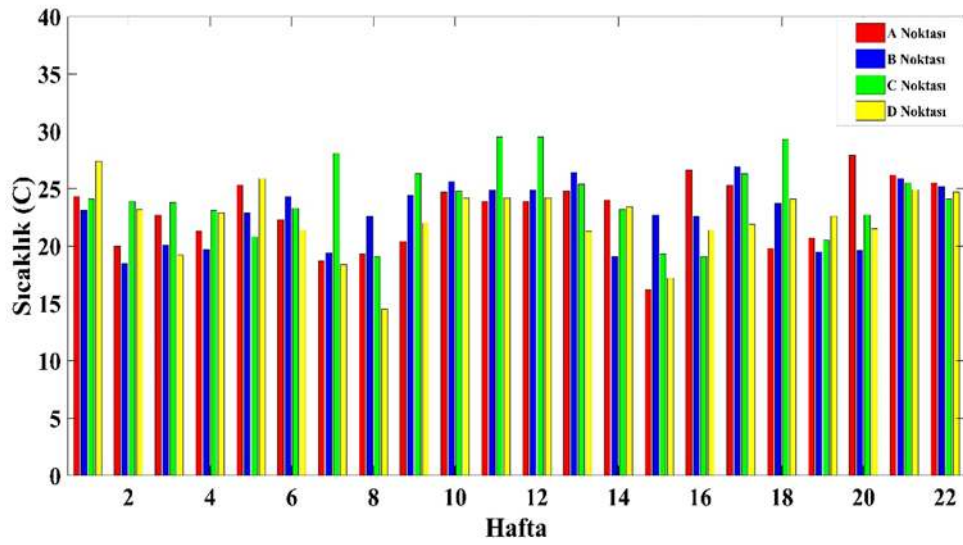
Histogramlara göre iç ortam CO₂ konsantrasyonu dış ortam CO₂ konsantrasyonuna göre haftalar içinde daha fazla değişim gösterdiği görülmektedir. En yüksek iç ortam CO₂ değeri 17.hafta (Mart) D Noktası'nda ve en düşük değerin yine aynı hafta C Noktası'nda gerçekleştiği görülmektedir. Dış ortam CO₂ konsantrasyonu 507-648 ppm arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek dış ortam CO₂ ve en düşük dış ortam CO₂ konsantrasyonlarının A Noktası'nda sırasıyla ilkbahar mevsiminde yer alan 19 ve 21.haftada (Nisan) ölçüldüğü görülmektedir. İç ortam sıcaklık seviyesine baktığımızda ise 16.5-29.7°C arasında değiştiği görülmekte, en yüksek sıcaklığın 1. haftada (Aralık) D Noktası'nda ve en düşük sıcaklığın ise 15. haftada (Mart) A Noktası'nda olduğu görülmektedir. Dış ortam sıcaklık verileri incelendiğinde 14.9-30.3 °C arasında olduğu anlaşılmaktadır. En yüksek dış sıcaklık ve en düşük sıcaklık sırasıyla İlkbaharda 18. hafta (Nisan) ve kış mevsiminde 7. hafta (Ocak) C Noktası'nda kaydedilmiştir. İç ortam bağıl nem değişimlerine bakıldığında bağıl nem miktarlarının %22-69 oranlarında olduğu görülmüştür. En yüksek iç ortam bağıl nemin ilkbaharda yer alan 16. hafta (mart)'da B Noktası'nda, en düşük iç ortam bağıl nemin ise B Noktası'nda olduğu gözlemlenmektedir. Dış ortam bağıl nem değişimi analiz edildiğinde %20-64 arasında olduğu belirlenmiştir. En yüksek bağıl nem 6. Hafta (Ocak) D Noktası'nda en düşük bağıl nem ise 7. Hafta (Ocak) C Noktasında ölçülmüştür.

4.2.3. Tüm istasyonların saat 16:00'da elde edilen ölçümlerin karşılaştırılması

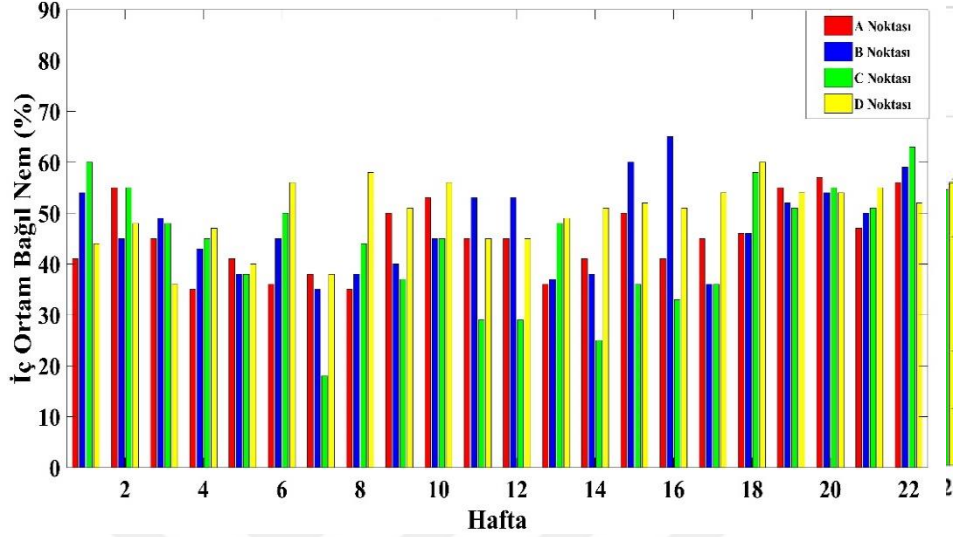
Son saat dilimi olan saat 16:00'daki ölçümlerin histogramları Şekil 4.13-4.18' de verilmiştir.



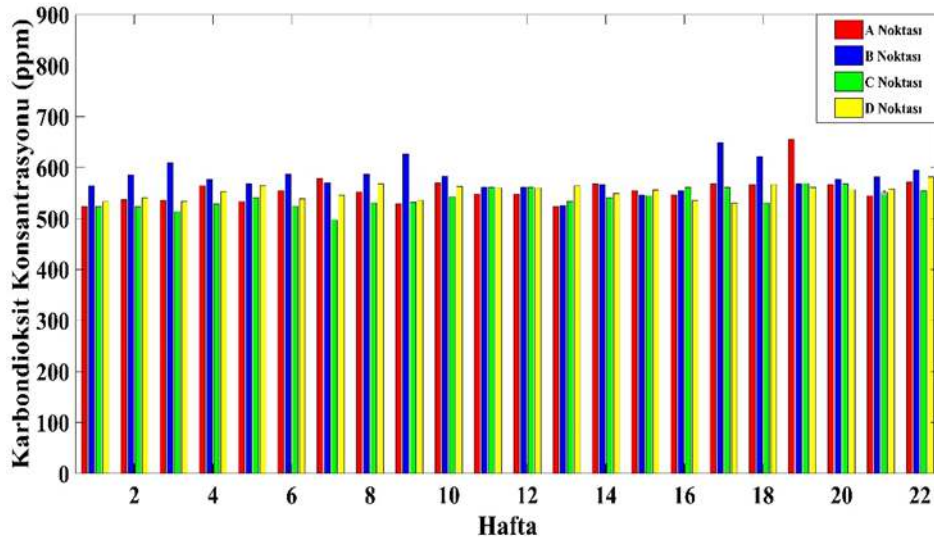
Şekil 4.13. Tüm istasyonların iç ortamında saat 16:00 da elde edilen CO₂ ölçümlerinin karşılaştırılması



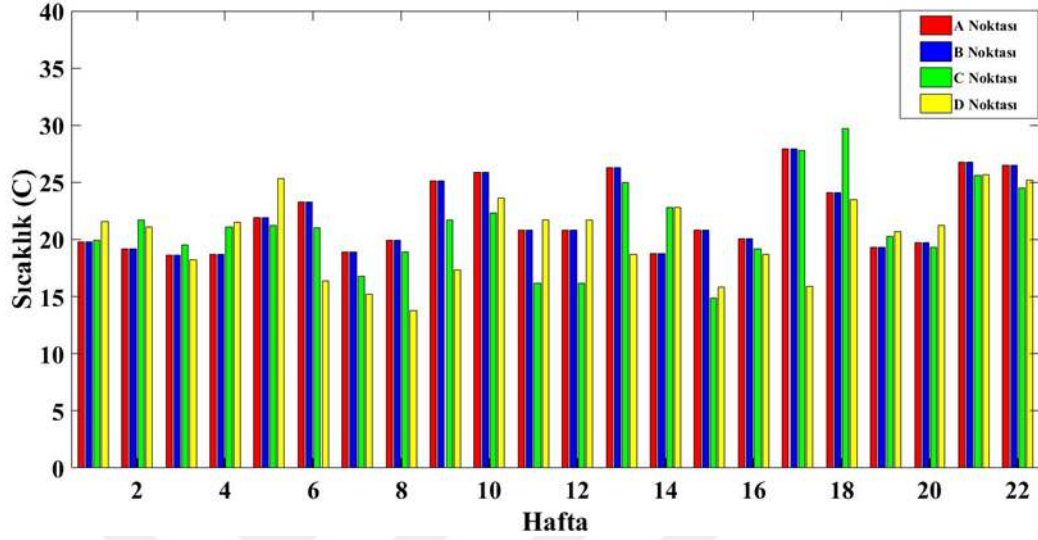
Şekil 4.14. Tüm istasyonların iç ortamında saat 16:00 da elde edilen sıcaklık ölçümlerinin karşılaştırılması



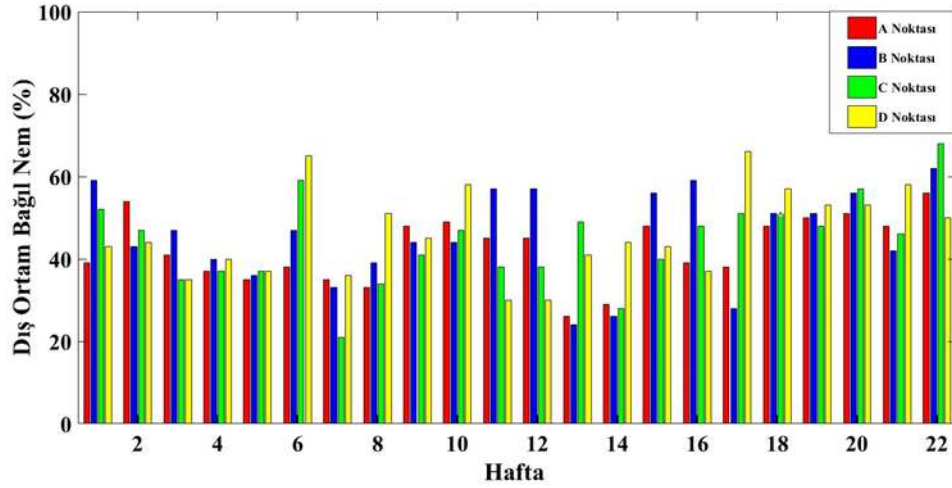
Şekil 4.15. Tüm istasyonların iç ortamında saat 16:00 da elde edilen bağıl nem ölçümlerinin karşılaştırılması



Şekil 4.16. Tüm istasyonların dış ortamında saat 16:00 da elde edilen CO₂ ölçümlerinin karşılaştırılması



Şekil 4.17. Tüm istasyonların dış ortamında saat 16:00 da elde edilen sıcaklık ölçümlerinin karşılaştırılması



Şekil 4.18. Tüm istasyonların dış ortamında saat 16:00 da elde edilen bağıl nem ölçümlerinin karşılaştırılması

Saat 16:00'daki histogramlara bakıldığında diğer saat dilimlerine benzer olarak haftalık değişimler kaydettiği görülmektedir. Saat 16:00'da iç ortam CO₂

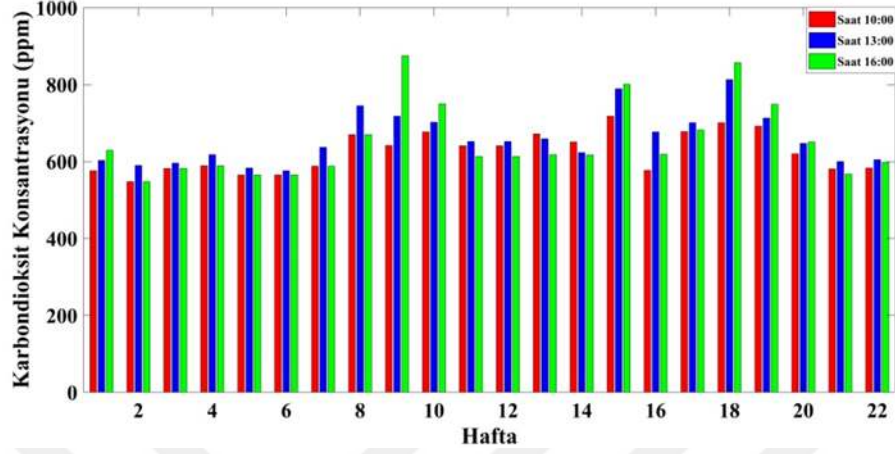
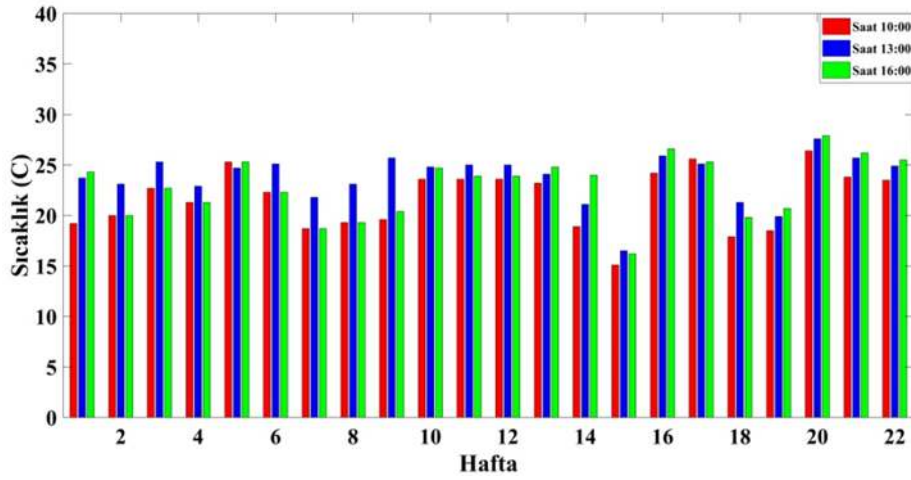
değişiminin 512-1093 ppm arasında seyrettiği görülmektedir. En yüksek iç ortam CO₂ ölçümünün 11 ve 12. hafta da (Şubat) D Noktası'nda ve en düşük iç ortam CO₂ konsantrasyonu 7. hafta (Ocak) C Noktası'nda ölçülmüştür. Dış ortam CO₂ konsantrasyonunun iç ortama göre daha az insan sağlığına zarar verecek şekilde 497-655 ppm aralığında gerçekleştiği anlaşılmaktadır. En yüksek dış ortam CO₂ değeri 19.hafta (Nisan) A Noktası'nda ve en düşük dış ortam CO₂ ölçümünün 7. hafta (Ocak) C Noktası'nda gerçekleştiği görülmektedir. Saat 16:00 için iç ortam sıcaklık değerlerinin ise 14.5-29.5 °C arasında değişim gösterdiği görülürken dış ortam sıcaklık değerlerinin 13.8-29.7 °C arasında seyrettiği analiz edilmiştir. İç ortamda en yüksek sıcaklık değeri 10-11.hafta (Şubat)'da, dış ortamda ise 18. hafta (Nisan)'da C Noktası'nda elde edilmiştir. En düşük iç ve dış sıcaklık değeri 8. haftada (Ocak) D Noktası'nda kaydedilmiştir. İç ortam bağıl nem miktarları %18-65 aralığında, dış ortam bağıl nem ise %21-68 aralığında değişim göstermektedir. Bu durum bu saat dilimi için iç ile dış ortam bağıl nem arasında ortama %3 lük bir değişim olduğunu göstermektedir. İç ve dış ortam bağıl nemin en küçük değeri 7. haftada (Ocak) C Noktası'nda kaydedilirken, en yüksek iç ve dış ortam bağıl nem sırasıyla 16. haftada (Mart) B Noktası'nda ve 22. haftada(Mayıs) C Noktası'nda olduğu anlaşılmıştır.

4.3. Her istasyonda farklı saatlerde elde edilen bulguların karşılaştırılması

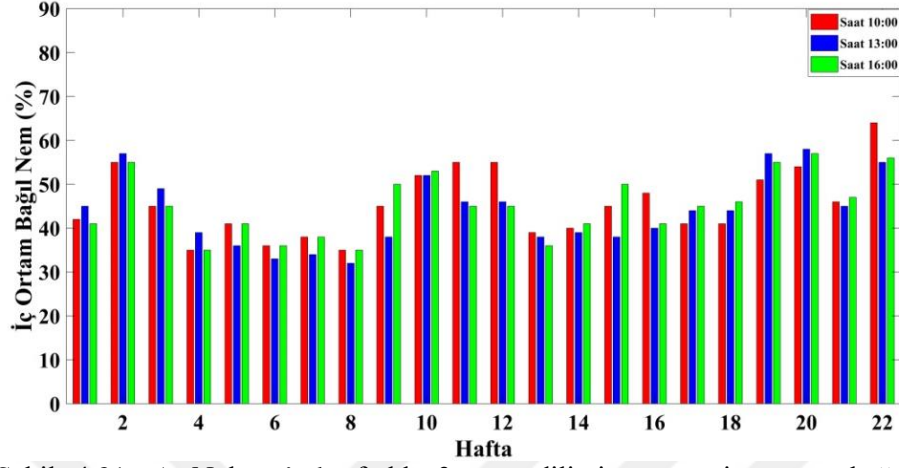
Aynı istasyon içinde zamana bağlı olarak faktörlerin değişimini izlemek amacıyla histogramları gösterilip, incelenmiştir.

4.3.1. A Noktası'nda 3 farklı saat diliminde elde edilen ölçümlerin karşılaştırılması

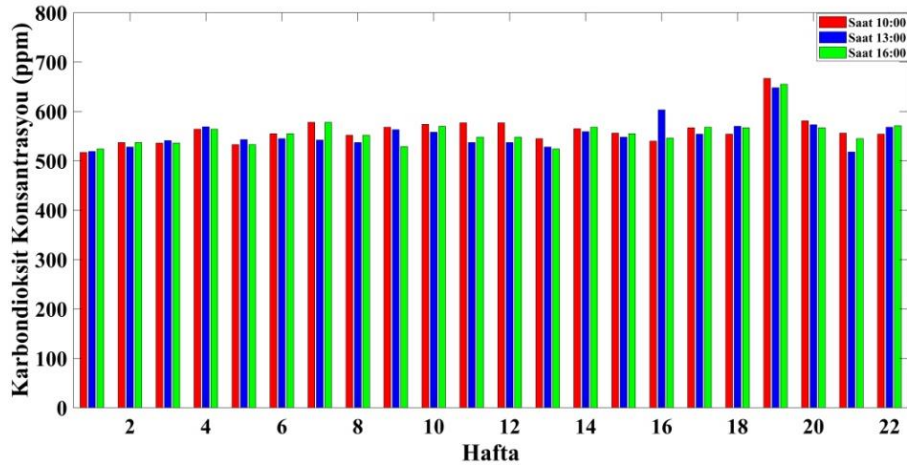
A Noktası için ölçülen saatlik değişim histogramları Şekil 4.19-4.24 'te gösterilmiştir.

Şekil 4.19. A Noktası'nda farklı 3 saat dilimine göre iç ortam CO₂ karşılaştırılması

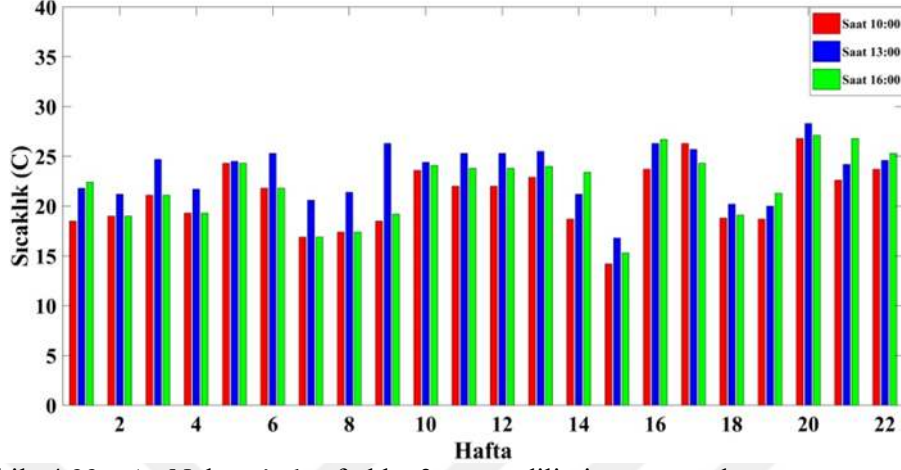
Şekil 4.20. A Noktası'nda farklı 3 saat dilimine göre iç ortam sıcaklık karşılaştırılması



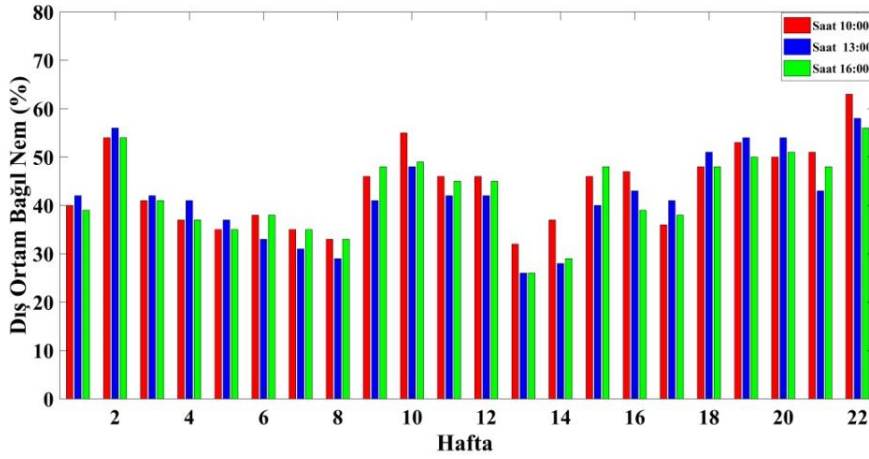
Şekil 4.21. A Noktası'nda farklı 3 saat dilimine göre iç ortam bağıl nem karşılaştırılması



Şekil 4.22. A Noktası'nda farklı 3 saat dilimine göre dış ortam CO₂ karşılaştırılması



Şekil 4.23. A Noktası'nda farklı 3 saat dilimine göre dış ortam sıcaklık karşılaştırılması



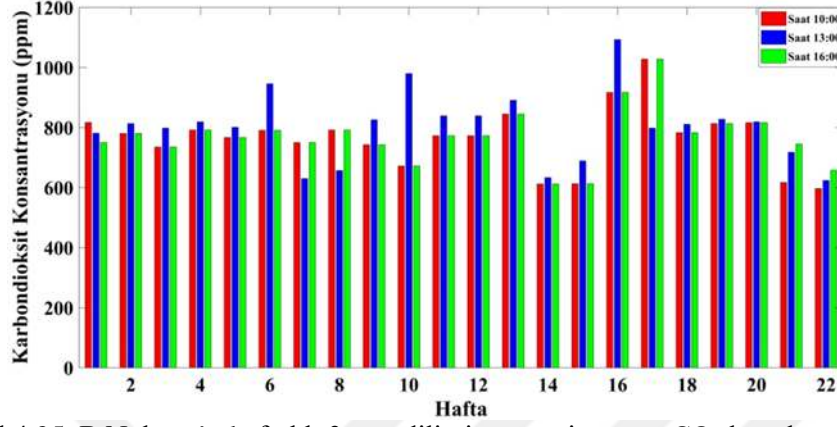
Şekil 4.24. A Noktası'nda farklı 3 saat dilimine göre dış ortam bağıl nem karşılaştırılması

A Noktası için CO₂ ölçümlerine baktığımızda gün içerisinde saatlik iç ortam seviyesindeki değişiminin dış ortama göre daha fazla olduğu görülmektedir. İç ortam CO₂ aynı gün içerisindeki saatlik değişiminin en fazla olduğu hafta 9. hafta (Şubat) olarak görülmektedir. Buna karşın en az değişimin ise 6. haftada (Ocak) olduğu görülmektedir. Gün içi insan yoğunluğunun bu alışveriş merkezi için

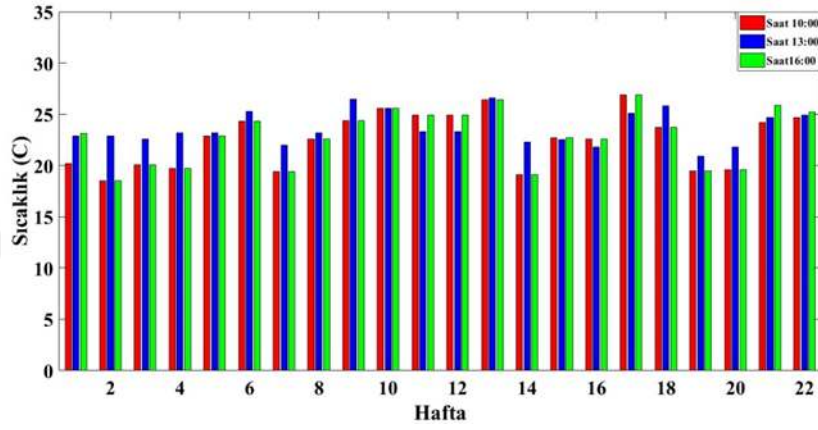
farklılık göstermesinden dolayı CO₂ konsantrasyonları da buna paralel olarak saat dilimlerinde ve her haftada farklılık göstermesi kuvvetle muhtemeldir. Dış ortam CO₂ konsantrasyonlarına baktığımızda aynı ölçüm günü için en fazla değişimin olduğu hafta 16. hafta (Mart) olurken en az değişim 3. haftada (Aralık) görülmektedir. Sıcaklık değerleri için iç ortam sıcaklık seviyelerinin dış ortam sıcaklık seviyeleriyle benzer değişimler gösterdiği görülmektedir. En yüksek iç sıcaklıklar 20. haftada (Nisan) kaydedilirken saat dilimlerindeki en yüksek değişim 9. haftada (Şubat) kaydedilmiştir. En düşük değişim ise 15. haftada (Mart) gözlemlenmektedir. En yüksek dış sıcaklık seviyelerinde iç sıcaklıklarda olduğu gibi saat 13:00'da, en yüksek dış ortam sıcaklığı 20. hafta (Nisan), en yüksek saatlik değişim 9. hafta (Şubat) ve en az değişim 15. haftada (Mart) alınmıştır. Aynı şekilde iç ortam sıcaklığında da aynı hafta aynı değişimler gözlemlendiği için bu durum bu istasyon için iç ve dış ortam sıcaklığı arasındaki ilişkinin yüksek olduğunu göstermektedir. Bağıl nem değerlerine bakıldığında ise A Noktası'nda değersel farklar olmasına rağmen iç bağıl nem ile dış bağıl nemin benzer grafiksel özellikler gösterdiği görülmektedir. İç bağıl nemin genelde dış bağıl nemden biraz daha fazla değerler aldığı gözlemlenmektedir. Her iki ortam içinde en yüksek bağıl nem değerlerine 22. hafta da (Mayıs) ulaşıldığı görülmektedir. En yüksek saatlik bağıl nem değişimi iç ortamda 13. haftada (Mart) olurken dış ortamda 14. haftada (Mart) olmuştur.

4.3.2. B Noktası'nda 3 farklı saat diliminde elde edilen ölçümlerin karşılaştırılması

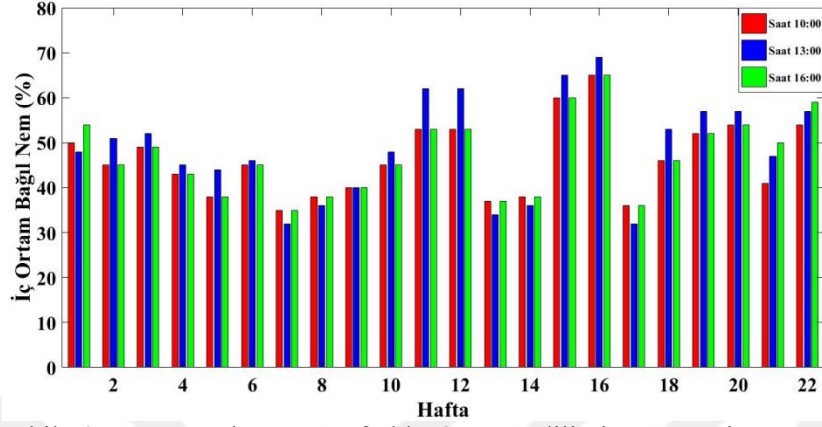
İkinci istasyon olan B Noktası için saatlik değişim histogramları Şekil 4.25-4.30'da verilmiştir.



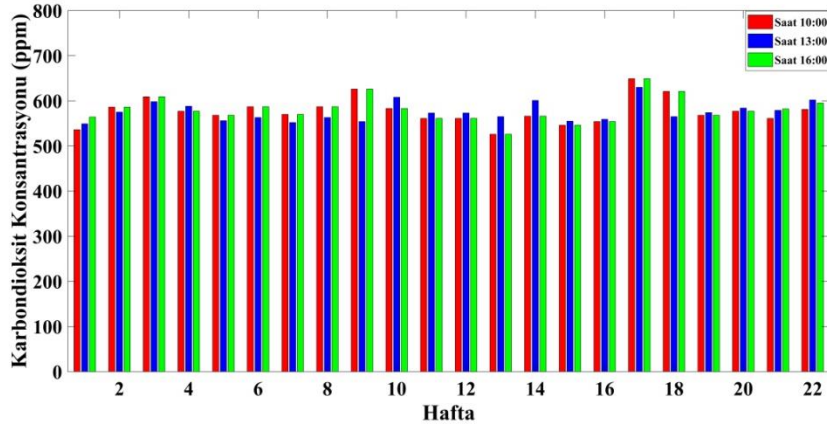
Şekil 4.25. B Noktası'nda farklı 3 saat dilimine göre iç ortam CO₂ karşılaştırılması



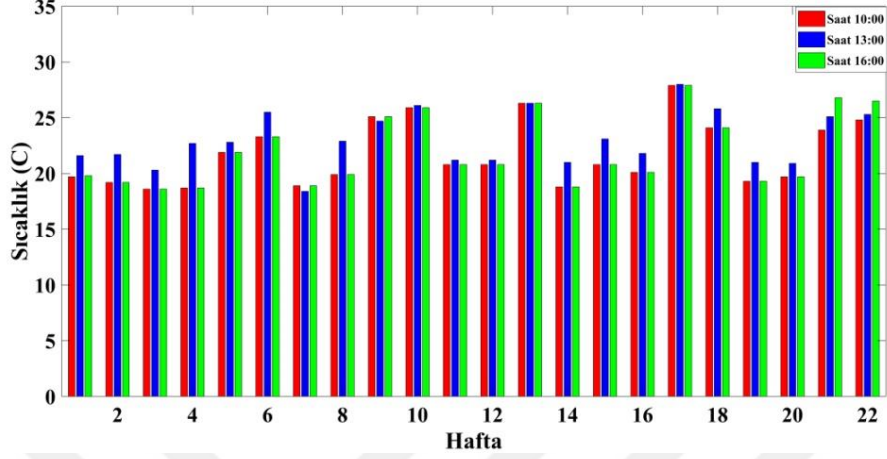
Şekil 4.26. B Noktası'nda farklı 3 saat dilimine göre iç ortam sıcaklık karşılaştırılması



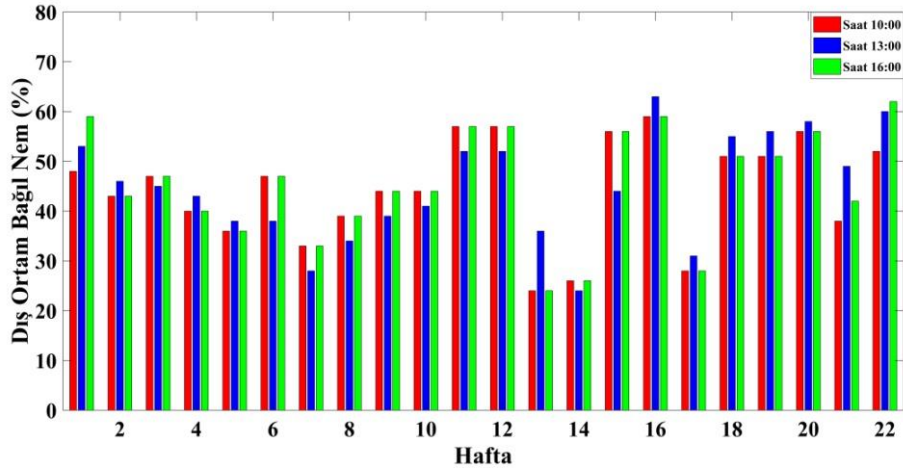
Şekil 4.27. B Noktası'nda farklı 3 saat dilimine göre iç ortam bağıl nem karşılaştırılması



Şekil 4.28. B Noktası'nda farklı 3 saat dilimine göre dış ortam CO₂ karşılaştırılması



Şekil 4.29. B Noktası'nda farklı 3 saat dilimine göre dış ortam sıcaklık karşılaştırılması



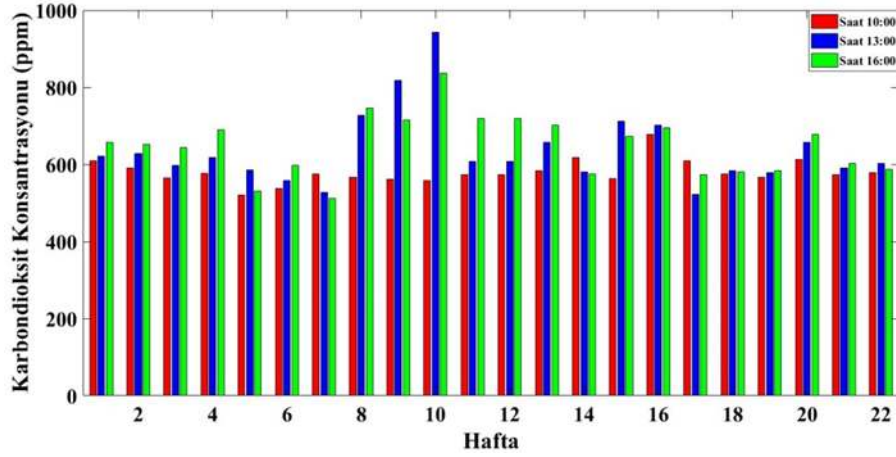
Şekil 4.30. B Noktası'nda farklı 3 saat dilimine göre dış ortam bağıl nem karşılaştırılması

Histogramlar incelendiğinde B Noktası'nda CO₂ değişimleri, iç ortam değişiminin dış ortama göre daha fazla olduğu görülmektedir. İç ortam CO₂ ölçümlerinde en yüksek değerin 16. haftada (Mart) olduğu, saatler arasındaki en yüksek değişimin 10. haftada (Şubat) olduğu anlaşılmaktadır. En az iç ortam CO₂

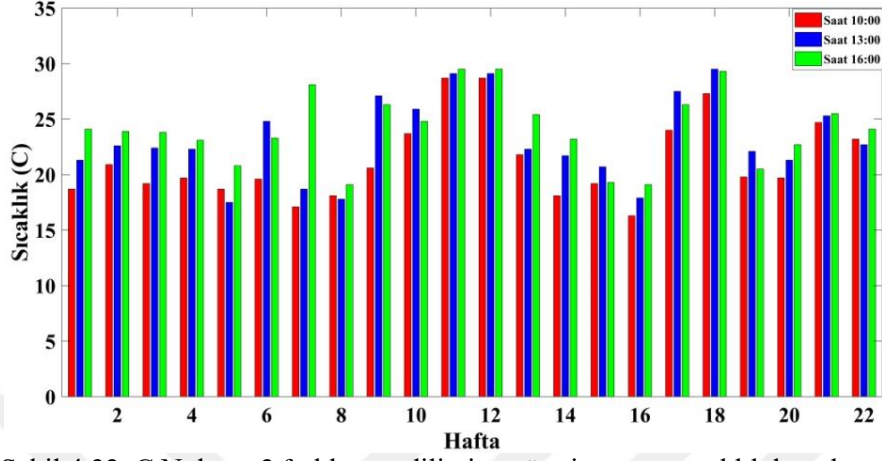
değişimi 14. haftada (Mart) olmaktadır. Dış ortam CO₂ konsantrasyonu, iç ortama göre daha dengeli ve stabil olduğu görülmektedir. En yüksek değerin 17. hafta (Mart), en fazla saatlik değişimin ise 9. haftada (Şubat) yer aldığı görülmektedir. Sıcaklık değerlerine bakıldığında iç ortam ile dış ortamın benzer sıcaklık değişimleri gösterdiği görülmektedir. Hem iç hem de dış ortamda en yüksek sıcaklık değeri 17. haftada (Mart) alınırken en yüksek değişimin 14. haftada (Mart) olduğu görülmüştür. En yüksek iç bağıl nem değeri 16. haftada (Mart) alınırken en düşük bağıl nem değeri 17. haftada (Mart) kaydedilmiştir. En yüksek dış bağıl nem değeri ise 16. hafta (Mart) olurken en düşük dış ortam bağıl nem 14. haftada (Mart) yer almaktadır.

4.3.3. C Noktası'nda 3 farklı saat diliminde elde edilen ölçümlerin karşılaştırılması

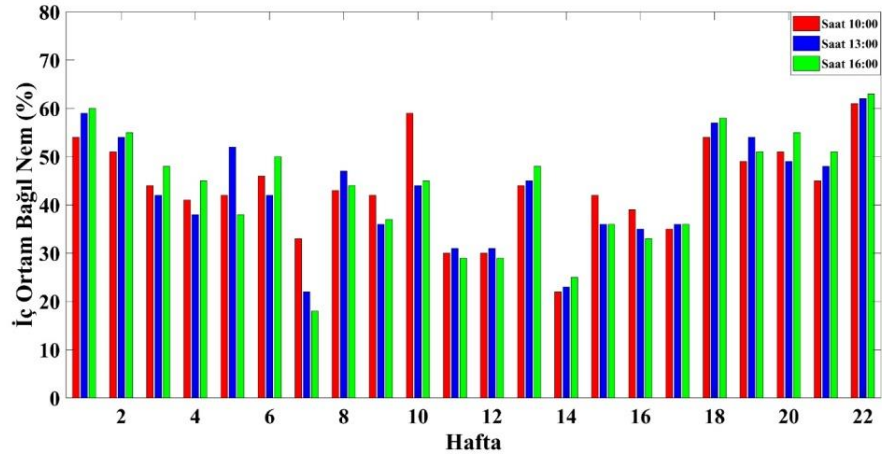
3. Ölçüm yeri olan C Noktası'nda elde edilen ölçüm sonuçları Şekil 4.31-4.36 'de histogram olarak gösterilmiştir



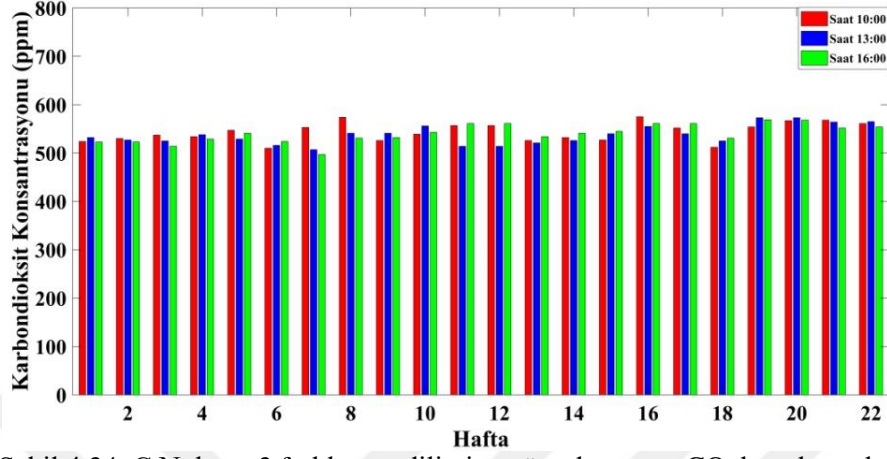
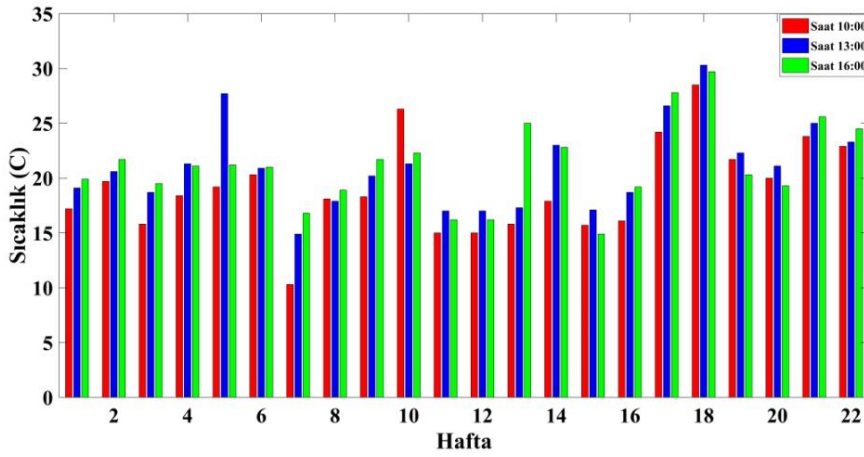
Şekil 4.31. C Noktası 3 farklı saat dilimine göre iç ortam CO₂ karşılaştırılması



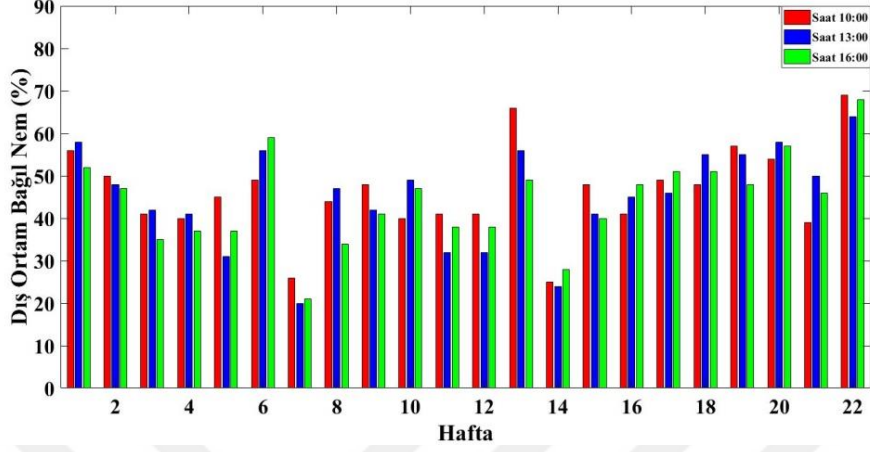
Şekil 4.32. C Noktası 3 farklı saat dilimine göre iç ortam sıcaklık karşılaştırılması



Şekil 4.33. C Noktası 3 farklı saat dilimine göre iç ortam bağıl nem karşılaştırılması

Şekil 4.34. C Noktası 3 farklı saat dilimine göre dış ortam CO₂ karşılaştırılması

Şekil 4.35. C Noktası 3 farklı saat dilimine göre dış ortam sıcaklık karşılaştırılması



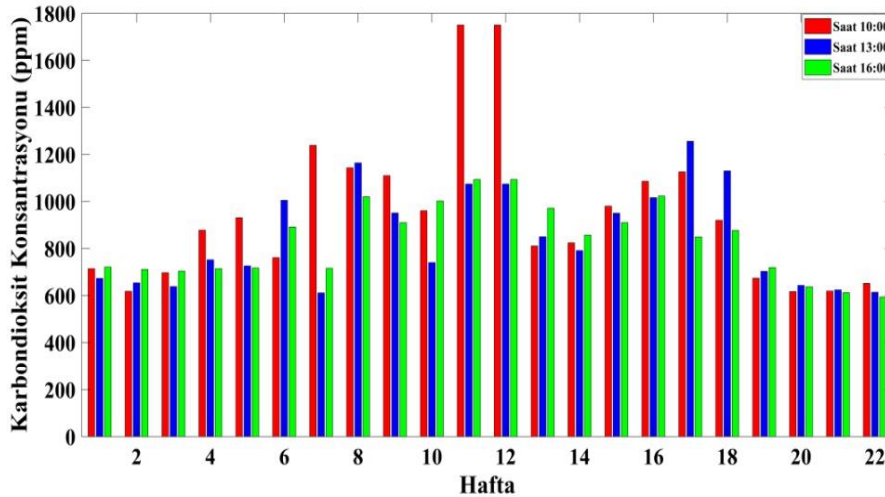
Şekil 4.36. C Noktası 3 farklı saat dilimine göre dış ortam bağıl nem karşılaştırılması

C Noktası'nda yapılan ölçümlerde iç ortam CO₂ konsantrasyonlarının daha fazla dalgalanma göstermesinin yanında daha yüksek değerler aldığı görülmektedir. Bu istasyon için iç ortam CO₂ ölçümlerinde en yüksek değer 10. hafta (Şubat) ve en düşük değer ise 17. haftada (Mart) kaydedilmiştir. Gün içinde en yüksek değişim ise yine 10. haftada (Şubat) olmuştur. Dış ortam CO₂ ölçümlerinin ise iç ortamdaki düşük ve haftalar içinde daha kararlı hareket ettiği görülmektedir. En yüksek değer 8. haftada (Ocak) yer alırken en düşük değer 18. haftada (Nisan) kaydedilmiştir. Saat dilimleri arasındaki en yüksek değişim 7. haftada (Ocak) görülmektedir. İç sıcaklık değerlerine bakıldığında en yüksek sıcaklık değeri 11 ve 12. haftada (Şubat) görülürken en düşük sıcaklık değeri ise 16. haftada (Mart) ölçülmüştür. Saat dilimleri arasındaki en yüksek değişim ise 7. haftada (Ocak) yer almaktadır. Dış ortam sıcaklığı için ise en yüksek değer 18. haftada (Nisan) yer alırken en düşük sıcaklık 7. haftada (Ocak) kaydedilmiştir. Saat dilimleri arasındaki en yüksek değişim 5. haftada (Ocak) yer almaktadır. Bu istasyon için iç ve dış ortam bağıl nem arasında haftalık değişim açısından paralellik göze çarpmaktadır. İç ortam bağıl nemde en yüksek değer 22. Haftada

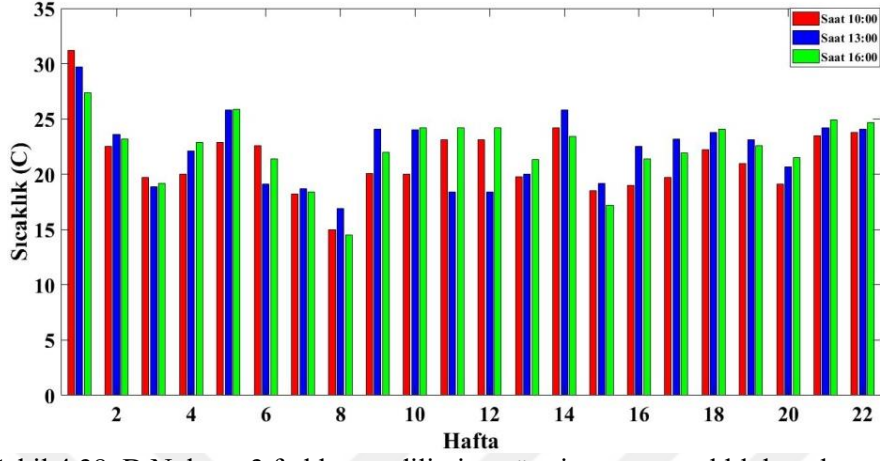
(Mayıs) en düşük değer ise 7.haftada (Ocak) olduğu anlaşılmaktadır. Gün içerisindeki ölçümlerde en yüksek değişim ise 10. haftada (Şubat) olduğu görülmüştür. Dış ortam bağıl nemde en yüksek değer 22. haftada (Mayıs) yer alırken en düşük 7. haftada (Ocak) yer almıştır. En yüksek gün içi değişim ise 13.haftada (Mart) olduğu belirlenmiştir.

4.3.4. D Noktası'nda 3 farklı saat diliminde elde edilen ölçümlerin karşılaştırılması

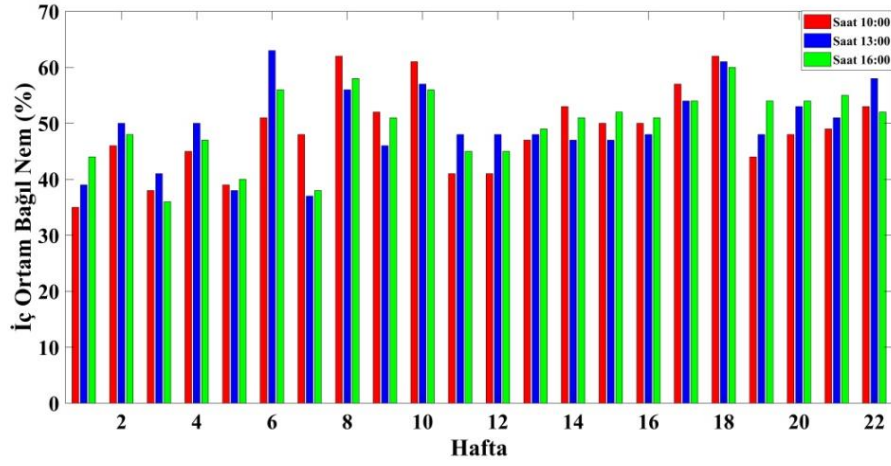
Son istasyon ise D Noktası olarak belirlenmiş ve Şekil 4.37- 4.42'de histogramlar sunulmuştur.



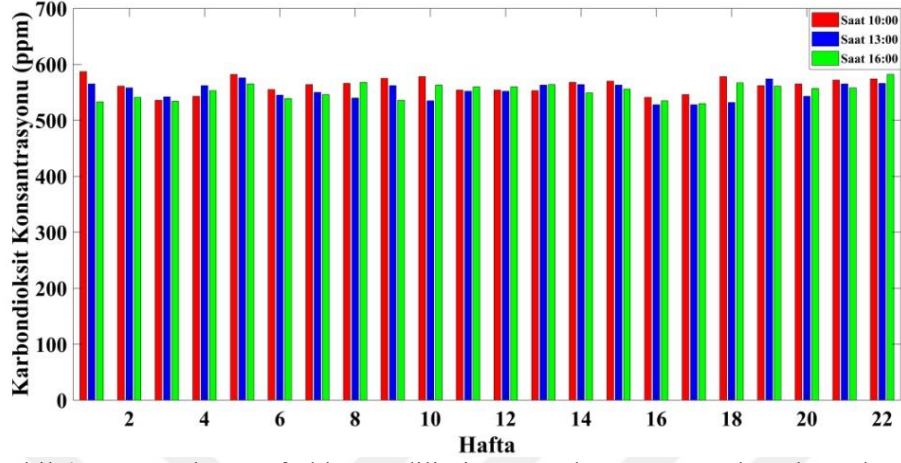
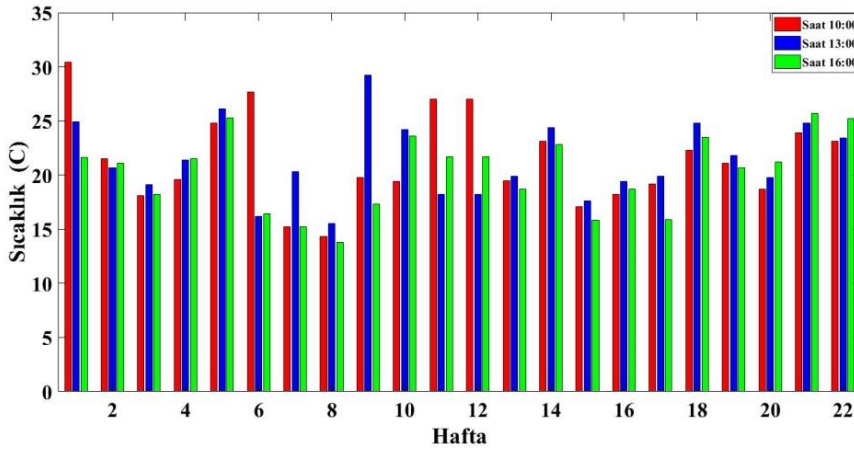
Şekil 4.37. D Noktası 3 farklı saat dilimine göre iç ortam CO₂ karşılaştırılması



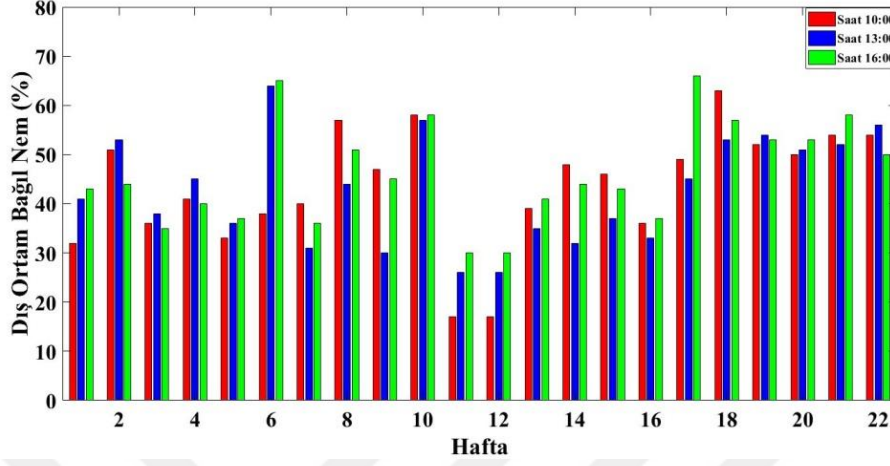
Şekil 4.38. D Noktası 3 farklı saat dilimine göre iç ortam sıcaklık karşılaştırılması



Şekil 4. 39. D Noktası 3 farklı saat dilimine göre iç ortam bağıl nem karşılaştırılması

Şekil 4.40. D Noktası 3 farklı saat dilimine göre dış ortam CO₂ karşılaştırılması

Şekil 4.41. D Noktası 3 farklı saat dilimine göre dış ortam sıcaklık karşılaştırılması



Şekil 4.42. D Noktası 3 farklı saat dilimine göre dış ortam bağlı nem karşılaştırılması

CO₂ değerleri incelendiğinde dış ortam değişiminin iç ortam değişimine göre haftalar içinde daha kararlı hareket ettiği görülmektedir. En yüksek değerlerin 11 ve 12. haftada (Şubat), en düşük değerlerin 21. haftada (Nisan) olduğu görülmektedir. 11. ve 12. haftalarda (Şubat) sabah saatlerinde yapılan yüksek indirimler sonucu market içinde oluşan insan kalabalığının bu haftalarda en yüksek iç ortam CO₂ konsantrasyonunun çıkmasına sebep olduğu düşünülmektedir. Dış ortam CO₂ konsantrasyonlarının 550-600 ppm arasında seyrettiği görülmektedir. İç sıcaklık değerlerine bakıldığında en yüksek değerlerin 1. haftada (Aralık) en düşük değerlerin 8. haftada (Ocak) yer aldığı görülmektedir. Gün içindeki değişimlerde en yüksek değişimin 11 ve 12. haftada (Şubat) kaydedildiği gözlemlenmektedir. Dış ortam sıcaklık değerlerine bakıldığında en yüksek değerlerin iç ortamda olduğu gibi 1. haftada (Aralık) en düşük değerlerin 7. haftada (Ocak) olduğu görülmektedir. Ayrıca gün içindeki değişimde en yüksek değişim 9. haftada (Şubat) kaydedilmiştir. Bağlı nem değerlerine bakıldığında en yüksek bağlı nem değerinin 6. haftada en düşük bağlı nem değerinin ise 7. haftada (Ocak) yer aldığı göze çarpmaktadır. Gün içerisindeki saatlik değişim ise en yüksek yine 6. haftada (Ocak) yer almaktadır. Dış

bağıl nem değerlerine bakıldığında ise en yüksek değer 6.haftada (Ocak) olduğu ve en düşük iki değer 11 ve 12. haftalarda (Şubat) yer aldığı görülmektedir. Saatlik değişimde en yüksek değişim 17. haftada (Mart) görülmüştür.

4.4. Bulguların Tek yönlü Varyans (ANOVA) ile İstatistiksel Analizi

Bu çalışmada birbirleri ile bağımlı değişkenler olan CO₂, sıcaklık ve bağıl nem verilerinin grup ortalamaları ile birbiri arasında anlamlı bir fark olup olmadığını incelemek için ANOVA istatistiksel analiz yöntemi kullanılmıştır. ANOVA testi için SPSS programına veriler girilmiştir. Girilen testlerin ANOVA ile analizi gerçekleştirilirken hangi değişkenin daha fazla etkili olduğunu anlamak için ANOVA analizinde Post-Hoc analizlerinden yararlanılmaktadır. Post-Hoc'ta hangi testin kullanılabileceğini anlamak için Çizelge 3.2. deki literatürdeki Çizelgedan yararlanılmış ve Çizelge 4.5.' te ölçüm sonuçlarımızın analizi sonrası varyanslarının eşit çıktığı görülmüştür.

Çizelge 4.5. Tüm ölçümlerin Bağımlı Değişkenlerinin varyans analizi

Değişken İstatistiği				%95 Güvenilir Aralık	
Bağımlı Değişkenler	Mod	Sonsal Ortalama	Varyans	Alt Sınır	Üst Sınır
İç Ortam CO ₂	741.4107	741.4107	1.975	738.6564	744.1651
Dış Ortam CO ₂	561.1937	561.1937	1.975	558.4393	563.9481
İç Ortam Sıcaklık	22.9607	22.9607	1.975	20.2063	25.7150
Dış Ortam Sıcaklık	22.0313	22.0313	1.975	19.2769	24.7856
İç Ortam Bağıl Nem	47.6670	47.6670	1.975	44.9126	50.4214
Dış Ortam Bağıl Nem	46.0860	46.0860	1.975	43.3316	48.8403

4.4.1. Tüm istasyonların saatler bazında ANOVA analizi

Bağımlı değişkenler olan iç ortam CO₂, dış ortam CO₂, iç ortam sıcaklık, dış ortam sıcaklık, iç ortam bağıl nem ve dış ortam bağıl nem değerleri için varyansların eşit çıkması nedeniyle Tukey HSD ve Hochberg's GT2 testlerini uygulanarak Çizelge 4.6 deki sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 4.6. SPSS ANOVA analizinde bağımlı değişkenlerin saatlere göre değişimleri

Ölçülen Parametre		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Anlamlılık Oranı	F değeri (p=0.05 için)
İç Ortam CO ₂	Gruplar arası	1.404.335.417	2	702.167.708	23.28	.000	3.03038162
	Gruplar içi	7.870.640.523	261	30.155.711			
	Toplam	9.274.975.939	263				
Dış Ortam CO ₂	Gruplar arası	41.833.648	2	20.916.824	43.70	.000	3.03038162
	Gruplar içi	124.925.258	261	478.641			
	Toplam	166.758.905	263				
İç Ortam Sıcaklık	Gruplar arası	44.355	2	22.177	2.476	.086	3.03038162
	Gruplar içi	2.337.899	261	8.957			
	Toplam	2.382.253	263				
Dış Ortam Sıcaklık	Gruplar arası	156.065	2	78.032	6.590	.002	3.03038162
	Gruplar içi	3.090.334	261	11.840			
	Toplam	3.246.399	263				
İç Ortam Bağıl Nem	Gruplar arası	900.913	2	450.456	5.571	.004	3.03038162
	Gruplar içi	21.105.417	261	80.864			
	Toplam	22.006.330	263				
Dış Ortam Bağıl Nem	Gruplar arası	176.375	2	88.188	.833	.436	3.03038162
	Gruplar içi	27.645.621	261	105.922			
	Toplam	27.821.996	263				

Çizelge 4.6’de F değerlerinin F Çizelgesundan bakılarak %95 güvenirlilik için değerleri Çizelge içinde verilmiştir. Gün içi değişimlerde iç ortam CO₂ ve dış ortam CO₂ değerlerine bakıldığında değerlerin Çizelgedaki F değerinden büyük olduğu görülmektedir. Bu da bu değişkenlerin arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Gün içi değişen iç ortam sıcaklık değerinin F değerinden küçük olduğunu ve aralarında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir. Bu da iç ortamın bu yerler için iklimlendirme veya havalandırma sisteminin hep aynı sıcaklık yani oda sıcaklığına yakın derecelerde seyrettiğini göstermektedir. İç ortam sıcaklığının aksine dış ortam sıcaklığının F değerine bakıldığında anlamlı bir fark çıktığı görülmektedir. Dış ortam sıcaklığının mevsimsel veya yerel özellikler sebebiyle değişim göstermektedir. Gün içi değişim gösteren iç ortam bağıl nem değerlerinin ANOVA analizi sonucunda anlamlı çıktığı ve dış ortam bağıl nem değerlerinin ise anlamlı bir fark göstermediği görülmektedir. Bu sonuçlardan iç ortam bağıl nemin insan hareketi ve yoğunluğu gibi sebeplerle gün içinde değişim gösterdiği görülmektedir. Bunun aksine, dış bağıl nem değerlerinin Adana’nın Akdeniz Bölgesi’nde olmasından dolayı nemin gün içerisinde hep aynı seviyelerde olduğu görülmektedir.

4.4.2. Tüm ölçümlerde elde edilen bulguların istasyon bazında ANOVA analizi

Tüm İstasyonlara göre değişimlerin SPSS ANOVA analizinde bağımlı değişkenlerin incelenmesi aşağıdaki Çizelgede gösterilmektedir.

Çizelge 4.7. İstasyonlara göre değişimlerin SPSS ANOVA analizinde bağımlı değişkenlerin incelenmesi

Ölçülen Parametre		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Anlamlılık Oranı	F değeri (p=0.05 için)
İç Ortam CO ₂	Gruplar arası	3.058.128.030	3	1.019.376.010	42.632	.000	2.63932076
	Gruplar içi	6.216.847.909	260	23.910.953			
	Toplam	9.274.975.939	263				
Dış Ortam CO ₂	Gruplar arası	41.833.678	3	13.944.559	29.022	.000	2.63932076
	Gruplar içi	124.925.227	260	480.482			
	Toplam	166.758.905	263				
İç Ortam Sıcaklık	Gruplar arası	83.736	3	27.912	3.157	.025	2.63932076
	Gruplar içi	2.298.517	260	8.840			
	Toplam	2.382.253	263				
Dış Ortam Sıcaklık	Gruplar arası	225.013	3	75.004	6.454	.000	2.63932076
	Gruplar içi	3.021.386	260	11.621			
	Toplam	3.246.399	263				
İç Ortam Bağıl Nem	Gruplar arası	1.643.102	3	547.701	6.993	.000	2.63932076
	Gruplar içi	20.363.227	260	78.320			
	Toplam	22.006.330	263				
Dış Ortam Bağıl Nem	Gruplar arası	240.496	3	80.165	.756	.000	2.63932076
	Gruplar içi	27.581.500	260	106.083			
	Toplam	27.821.996	263				

Çizelge 4.7. incelendiğinde, iç ortam ve dış ortam CO₂ değerlerinin yere göre değişimden çok etkilenmediği ve kritik F değerinden büyük olduğu için anlamlı olduğu anlaşılmaktadır. Sıcaklık değerlerine bakıldığında yine iç ve dış ortam sıcaklık değerlerinin yere göre kritik F değerinden büyük çıkmasından dolayı anlamlı olduğu görülmektedir. Yere göre değişimden etkilenmeyen diğer değişken iç ortam bağıl nemdir. Bu değişkenin de kritik F değerinden büyük olduğu görülmektedir. Dış ortam bağıl nemin yere göre değişiminden etkilenen faktör olduğu kritik F değerinden büyük olmadığı sonuç olarak anlamsız çıkması ile gün içi dış bağıl nem ile paralellik gösterdiği görülmektedir. Bu durumun veri alınan dört istasyonun coğrafik konumundan ve Adana ilinin deniz kenarı bir il olmasından dolayı dış bağıl nem oranlarının değişken göstermediği görülmektedir.

4.4.3. Tüm ölçümlerin haftalar göre ANOVA analizi

Çizelge 4.8. Tüm Ölçümlerin haftalara göre ANOVA analizi

Ölçülen Parametre		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Anlamlılık Oranı	F değeri (p=0.05 için)
İç Ortam CO ₂	Gruplararası	1.781.478.773	21	84.832.323	2.740	.000	1.59974646
	Gruplararası	7.493.497.167	242	30.964.864			
	Toplam	9.274.975.939	263				
Dış Ortam CO ₂	Gruplararası	31.445.322	21	1.497.396	2.678	.000	1.59974646
	Gruplararası	135.313.583	242	559.147			
	Toplam	166.758.905	263				
İç Ortam Sıcaklık	Gruplararası	757.861	21	36.089	5.376	.000	1.59974646
	Gruplararası	1.624.393	242	6.712			
	Toplam	2.382.253	263				

Çizelge 4.9'in devamı

Dış Ortam Sıcaklık	Gruplar arası	1.144.057	21	54.479	6.271	.000	1.59974646
	Grupları içi	2.102.343	242	8.687			
	Toplam	3.246.399	263				
İç Ortam Bağıl Nem	Gruplar arası	8.145.246	21	387869		.000	1.59974646
	Grupları içi	13.861.083	242	57.277	6.772		
	Toplam	22.006.330	263				
Dış Ortam Bağıl Nem	Gruplar arası	13.187.580	21	627.980	10.385	.000	1.59974646
	Grupları içi	14.634.417	242	60.473			
	Toplam	27.821.996	263				

Çizelge 4.8. değerleri incelendiğinde tüm bağımlı değişkenlerin haftalara göre değişimlerde anlamlı sonuçlar verdiği f değerlerinden büyük çıktığı görülmektedir. Bu durumdan anlaşılabileceği üzere tüm ölçüm değerlerinin haftalara göre anlamlı bir değişim gösterdiği görülmektedir.

4.4.4. Tüm istasyonlarda elde edilen bulguların farklı saatlere göre Tukey HSD analizi

Çizelge 4.5'den de anlaşılabileceği üzere kullanacağımız testlerin Tukey HSD ve Hochberg's Post-Hoc testlerinin olduğu bilinmektedir. Bu testlerin analizleri gün içi değişimleri ve yere göre değişimleri için ayrı şekilde analizler yapılmış olup yorumlanmıştır.

Çizelge 4.10. SPSS ANOVA analizinde saatlere göre değişim bulgularının Tukey HSD analizi

Tukey HSD							
Bağımlı Değişkenler			Ortalama Fark	Standart Hata	Anlamlılık Oranı	%95 Güvenilir Aralık	
						Alt Sınır	Üst Sınır
İç Ortam CO ₂	1.00	2.00	-54,50758	26,17933	0,096	-116,2165	7,2014
		3.00	142.23485*	26,17933	0,000	80,5259	203,9438
	2.00	1.00	54,50758	26,17933	0,096	-7,2014	116,2165
		3.00	196.74242*	30,22928	0,000	125,4871	267,9978
	3.00	1.00	-142.23485*	26,17933	0,000	-203,9438	-80,5259
		2.00	-196.74242*	30,22928	0,000	-267,9978	-125,4871
Dış Ortam CO ₂	1.00	2.00	-19.92424*	3,29821	0,000	-27,6987	-12,1498
		3.00	15.54545*	3,29821	0,000	7,7710	23,3199
	2.00	1.00	19.92424*	3,29821	0,000	12,1498	27,6987
		3.00	35.46970*	3,80845	0,000	26,4926	44,4468
	3.00	1.00	-15.54545*	3,29821	0,000	-23,3199	-7,7710
		2.00	-35.46970*	3,80845	0,000	-44,4468	-26,4926
İç Ortam Sıcaklık	1.00	2.00	-1,00076	0,45120	0,070	-2,0643	0,0628
		3.00	-0,40985	0,45120	0,636	-1,4734	0,6537
	2.00	1.00	1,00076	0,45120	0,070	-0,0628	2,0643
		3.00	0,59091	0,52100	0,494	-0,6372	1,8190
	3.00	1.00	0,40985	0,45120	0,636	-0,6537	1,4734
		2.00	-0,59091	0,52100	0,494	-1,8190	0,6372
Dış Ortam Sıcaklık	1.00	2.00	-0,82879	0,51875	0,248	-2,0516	0,3940
		3.00	1.31818*	0,51875	0,031	0,0954	2,5410
	2.00	1.00	0,82879	0,51875	0,248	-0,3940	2,0516
		3.00	2.14697*	0,59900	0,001	0,7350	3,5589
	3.00	1.00	-1.31818*	0,51875	0,031	-2,5410	-0,0954
		2.00	-2.14697*	0,59900	0,001	-3,5589	-0,7350
İç Ortam Bağıl Nem	1.00	2.00	-1,18939	1,35566	0,655	-4,3849	2,0061
		3.00	3.71970*	1,35566	0,018	0,5242	6,9152
	2.00	1.00	1,18939	1,35566	0,655	-2,0061	4,3849
		3.00	4.90909*	1,56538	0,005	1,2192	8,5989
	3.00	1.00	-3.71970*	1,35566	0,018	-6,9152	-0,5242
		2.00	-4.90909*	1,56538	0,005	-8,5989	-1,2192
Dış Ortam Bağıl Nem	1.00	2.00	-1,53030	1,55155	0,586	-5,1876	2,1270
		3.00	-1,72727	1,55155	0,507	-5,3845	1,9300
	2.00	1.00	1,53030	1,55155	0,586	-2,1270	5,1876
		3.00	-0,19697	1,79158	0,993	-4,4200	4,0261
	3.00	1.00	1,72727	1,55155	0,507	-1,9300	5,3845
		2.00	0,19697	1,79158	0,993	-4,0261	4,4200

Tukey HSD testinde genel olarak gün içindeki değişimlerde anlamlı bir fark çıktığı gözükmemektedir.

4.4.5. Tüm ölçümlerde elde edilen bulguların farklı istasyonlara göre Tukey HSD analizi

Çizelge 4.11. SPSS Analizinde İstasyonlara göre Tukey HSD analizi

Tukey HSD							
Bağımlı Değişkenler			Ortalama Fark	Standart Hata	Anlam lılık Oranı	%95 Güvenilir Aralık	
						Alt Sınır	Üst Sınır
İç ortam CO ₂	A Noktası	B Noktası	-166.43939*	26,91792	0,000	-236,0417	-96,8371
		C Noktası	30,30303	26,91792	0,674	-39,2992	99,9053
		D Noktası	-223.86364*	26,91792	0,000	-293,4659	-154,2614
	B Noktası	A Noktası	166.43939*	26,91792	0,000	96,8371	236,0417
		C Noktası	196.74242*	26,91792	0,000	127,1401	266,3447
		D Noktası	-57,42424	26,91792	0,145	-127,0265	12,1780
	C Noktası	A Noktası	-30,30303	26,91792	0,674	-99,9053	39,2992
		B Noktası	-196.74242*	26,91792	0,000	-266,3447	-127,1401
		D Noktası	-254.16667*	26,91792	0,000	-323,7689	-184,5644
	D Noktası	A Noktası	223.86364*	26,91792	0,000	154,2614	293,4659
		B Noktası	57,42424	26,91792	0,145	-12,1780	127,0265
		C Noktası	254.16667*	26,91792	0,000	184,5644	323,7689
Dış ortam CO ₂	A Noktası	B Noktası	-19.93939*	3,81576	0,000	-29,8059	-10,0729
		C Noktası	15.53030*	3,81576	0,000	5,6638	25,3968
		D Noktası	-0,03030	3,81576	1,000	-9,8968	9,8362
	B Noktası	A Noktası	19.93939*	3,81576	0,000	10,0729	29,8059
		C Noktası	35.46970*	3,81576	0,000	25,6032	45,3362
		D Noktası	19.90909*	3,81576	0,000	10,0426	29,7756
	C Noktası	A Noktası	-15.53030*	3,81576	0,000	-25,3968	-5,6638
		B Noktası	-35.46970*	3,81576	0,000	-45,3362	-25,6032
		D Noktası	-15.56061*	3,81576	0,000	-25,4271	-5,6941
	D Noktası	A Noktası	0,03030	3,81576	1,000	-9,8362	9,8968
		B Noktası	-19.90909*	3,81576	0,000	-29,7756	-10,0426
		C Noktası	15.56061*	3,81576	0,000	5,6941	25,4271

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Nur Didem KEŞER

Çizelge 4.10'un devamı

İç ortam sıcaklık	A Noktası I	B Noktası	-0,45455	0,51758	0,816	-1,7929	0,8838
		C Noktası	0,13636	0,51758	0,994	-1,2020	1,4747
		D Noktası	1,09242	0,51758	0,152	-0,2459	2,4308
	B Noktası I	A Noktası	0,45455	0,51758	0,816	-0,8838	1,7929
		C Noktası	0,59091	0,51758	0,664	-0,7474	1,9292
		D Noktası	1,54697*	0,51758	0,016	0,2086	2,8853
	C Noktası I	A Noktası	-0,13636	0,51758	0,994	-1,4747	1,2020
		B Noktası	-0,59091	0,51758	0,664	-1,9292	0,7474
		D Noktası	0,95606	0,51758	0,254	-0,3823	2,2944
	D Noktası I	A Noktası	-1,09242	0,51758	0,152	-2,4308	0,2459
		B Noktası	-1,54697*	0,51758	0,016	-2,8853	-0,2086
		C Noktası	-0,95606	0,51758	0,254	-2,2944	0,3823
Dış ortam sıcaklık	A Noktası I	B Noktası	-0,10606	0,59342	0,998	-1,6405	1,4283
		C Noktası	2,04091*	0,59342	0,004	0,5065	3,5753
		D Noktası	1,44545	0,59342	0,073	-0,0890	2,9799
	B Noktası I	A Noktası	0,10606	0,59342	0,998	-1,4283	1,6405
		C Noktası	2,14697*	0,59342	0,002	0,6126	3,6814
		D Noktası	1,55152*	0,59342	0,046	0,0171	3,0859
	C Noktası I	A Noktası	-2,04091*	0,59342	0,004	-3,5753	-0,5065
		B Noktası	-2,14697*	0,59342	0,002	-3,6814	-0,6126
		D Noktası	-0,59545	0,59342	0,748	-2,1299	0,9390
	D Noktası I	A Noktası	-1,44545	0,59342	0,073	-2,9799	0,0890
		B Noktası	-1,55152*	0,59342	0,046	-3,0859	-0,0171
		C Noktası	0,59545	0,59342	0,748	-0,9390	2,1299
İç ortam bağıl nem	A Noktası I	B Noktası	-3,56061	1,54056	0,098	-7,5441	0,4229
		C Noktası	1,34848	1,54056	0,818	-2,6350	5,3320
		D Noktası	-4,74242*	1,54056	0,012	-8,7259	-0,7590
	B Noktası I	A Noktası	3,56061	1,54056	0,098	-0,4229	7,5441
		C Noktası	4,90909*	1,54056	0,009	0,9256	8,8926
		D Noktası	-1,18182	1,54056	0,869	-5,1653	2,8017
	C Noktası I	A Noktası	-1,34848	1,54056	0,818	-5,3320	2,6350
		B Noktası	-4,90909*	1,54056	0,009	-8,8926	-0,9256
		D Noktası	-6,09091*	1,54056	0,001	-10,0744	-2,1074
	D Noktası I	A Noktası	4,74242*	1,54056	0,012	0,7590	8,7259
		B Noktası	1,18182	1,54056	0,869	-2,8017	5,1653
		C Noktası	6,09091*	1,54056	0,001	2,1074	10,0744
Dış ortam bağıl nem	A Noktası I	B Noktası	-2,22727	1,79294	0,601	-6,8633	2,4088
		C Noktası	-2,42424	1,79294	0,531	-7,0603	2,2118
		D Noktası	-1,39394	1,79294	0,865	-6,0300	3,2421
	B Noktası I	A Noktası	2,22727	1,79294	0,601	-2,4088	6,8633
		C Noktası	-0,19697	1,79294	1,000	-4,8330	4,4391
		D Noktası	0,83333	1,79294	0,967	-3,8027	5,4694
	C Noktası I	A Noktası	2,42424	1,79294	0,531	-2,2118	7,0603
		B Noktası	0,19697	1,79294	1,000	-4,4391	4,8330
		D Noktası	1,03030	1,79294	0,940	-3,6057	5,6663
	D Noktası I	A Noktası	1,39394	1,79294	0,865	-3,2421	6,0300
		B Noktası	-0,83333	1,79294	0,967	-5,4694	3,8027
		C Noktası	-1,03030	1,79294	0,940	-5,6663	3,6057

İstasyonlara göre bazı yerlerde Tukey HSD testi anlamlı fark verirken, bazı yerlerde özellikle dış nemin yerlere göre anlamlı bir fark çıkmadığı anlaşılmıştır.

4.4.6. Tüm istasyonlarda elde edilen bulguların farklı saatlere göre Hochberg analizi

Çizelge 4.12. SPSS ANOVA analizinde saatlere göre değişimlerde Hochberg testinin incelenmesi

Hochberg							
Bağımlı Değişkenler		Ortalama Fark		Standart Hata	Anlamlılık Oranı	%95 Güvenilir Aralık	
						Alt Sınır	Üst Sınır
İç Ortam CO ₂	1.00	2.00	-54,50758	26,17933	0,110	-117,4067	8,3916
		3.00	142,23485*	26,17933	0,000	79,3357	205,1340
	2.00	1.00	54,50758	26,17933	0,110	-8,3916	117,4067
		3.00	196,74242*	30,22928	0,000	124,1128	269,3721
	3.00	1.00	-142,23485*	26,17933	0,000	-205,1340	-79,3357
		2.00	-196,74242*	30,22928	0,000	-269,3721	-124,1128
Dış Ortam CO ₂	1.00	2.00	-19,92424*	3,29821	0,000	-27,8486	-11,9999
		3.00	15,54545*	3,29821	0,000	7,6211	23,4698
	2.00	1.00	19,92424*	3,29821	0,000	11,9999	27,8486
		3.00	35,46970*	3,80845	0,000	26,3194	44,6200
	3.00	1.00	-15,54545*	3,29821	0,000	-23,4698	-7,6211
		2.00	-35,46970*	3,80845	0,000	-44,6200	-26,3194
İç Ortam Sıcaklık	1.00	2.00	-1,00076	0,45120	0,080	-2,0848	0,0833
		3.00	-0,40985	0,45120	0,743	-1,4939	0,6742
	2.00	1.00	1,00076	0,45120	0,080	-0,0833	2,0848
		3.00	0,59091	0,52100	0,590	-0,6609	1,8427
	3.00	1.00	0,40985	0,45120	0,743	-0,6742	1,4939
		2.00	-0,59091	0,52100	0,590	-1,8427	0,6609
Dış Ortam Sıcaklık	1.00	2.00	-0,82879	0,51875	0,298	-2,0751	0,4176
		3.00	1,31818*	0,51875	0,034	0,0718	2,5645
	2.00	1.00	0,82879	0,51875	0,298	-0,4176	2,0751
		3.00	2,14697*	0,59900	0,001	0,7078	3,5861
	3.00	1.00	-1,31818*	0,51875	0,034	-2,5645	-0,0718
		2.00	-2,14697*	0,59900	0,001	-3,5861	-0,7078
İç Ortam Bağıl Nem	1.00	2.00	-1,18939	1,35566	0,762	-4,4465	2,0677
		3.00	3,71970*	1,35566	0,019	0,4626	6,9768
	2.00	1.00	1,18939	1,35566	0,762	-2,0677	4,4465
		3.00	4,90909*	1,56538	0,006	1,1481	8,6701
	3.00	1.00	-3,71970*	1,35566	0,019	-6,9768	-0,4626
		2.00	-4,90909*	1,56538	0,006	-8,6701	-1,1481
Dış Ortam Bağıl Nem	1.00	2.00	-1,53030	1,55155	0,691	-5,2581	2,1975
		3.00	-1,72727	1,55155	0,605	-5,4551	2,0005
	2.00	1.00	1,53030	1,55155	0,691	-2,1975	5,2581
		3.00	-0,19697	1,79158	0,999	-4,5015	4,1075
	3.00	1.00	1,72727	1,55155	0,605	-2,0005	5,4551
		2.00	0,19697	1,79158	0,999	-4,1075	4,5015

Hockberg testinde yine dış nemin saatlere göre değişimlerde anlamlı bir fark vermediği anlaşılmaktadır. Özellikle günün öğlen ve sonrasında daha fazla anlamlı fark olduğu görülmektedir.

4.4.7. Tüm ölçümlerde elde edilen bulguların farklı istasyonlara göre Hochberg analizi

Çizelge 4.13. SPSS ANOVA analizinde istasyonlara göre Hochberg testinin incelenmesi

Hochberg							
Bağımlı Değişkenler			Ortalama Fark	Standart Hata	Anlamlılık Oranı	%95 Güvenilir Aralık	
						Alt Sınır	Üst Sınır
İç Ortam CO ₂	A Noktası	B Noktası	-166.43939'	26,91792	0,000	-237,7810	-95,0978
		C Noktası	30,30303	26,91792	0,836	-41,0385	101,6446
		D Noktası	-223.86364'	26,91792	0,000	-295,2052	-152,5221
	B Noktası	A Noktası	166.43939'	26,91792	0,000	95,0978	237,7810
		C Noktası	196.74242'	26,91792	0,000	125,4008	268,0840
		D Noktası	-57.42424	26,91792	0,186	-128,7658	13,9173
	C Noktası	A Noktası	-30,30303	26,91792	0,836	-101,6446	41,0385
		B Noktası	-196.74242'	26,91792	0,000	-268,0840	-125,4008
		D Noktası	-254.16667'	26,91792	0,000	-325,5082	-182,8251
	D Noktası	A Noktası	223.86364'	26,91792	0,000	152,5221	295,2052
		B Noktası	57.42424	26,91792	0,186	-13,9173	128,7658
		C Noktası	254.16667	26,91792	0,000	182,8251	325,5082
Dış Ortam CO ₂	A Noktası	B Noktası	-19.93939'	3,81576	0,000	-30,0525	-9,8263
		C Noktası	15.53030'	3,81576	0,000	5,4172	25,6434
		D Noktası	-0,03030	3,81576	1,000	-10,1434	10,0828
	B Noktası	A Noktası	19.93939'	3,81576	0,000	9,8263	30,0525
		C Noktası	35.46970'	3,81576	0,000	25,3566	45,5828
		D Noktası	19.90909'	3,81576	0,000	9,7960	30,0222
	C Noktası	A Noktası	-15.53030'	3,81576	0,000	-25,6434	-5,4172
		B Noktası	-35.46970'	3,81576	0,000	-45,5828	-25,3566
		D Noktası	-15.56061'	3,81576	0,000	-25,6737	-5,4475
	D Noktası	A Noktası	0,03030	3,81576	1,000	-10,0828	10,1434
		B Noktası	-19.90909'	3,81576	0,000	-30,0222	-9,7960
		C Noktası	15.56061'	3,81576	0,000	5,4475	25,6737
İç Ortamsıcılık	A Noktası	B Noktası	-0,45455	0,51758	0,943	-1,8263	0,9172
		C Noktası	0,13636	0,51758	1,000	-1,2354	1,5081
		D Noktası	1,09242	0,51758	0,195	-0,2793	2,4642
	B Noktası	A Noktası	0,45455	0,51758	0,943	-0,9172	1,8263
		C Noktası	0,59091	0,51758	0,827	-0,7809	1,9627
		D Noktası	1.54697'	0,51758	0,018	0,1752	2,9187
	C Noktası	A Noktası	-0,13636	0,51758	1,000	-1,5081	1,2354
		B Noktası	-0,59091	0,51758	0,827	-1,9627	0,7809
		D Noktası	0,95606	0,51758	0,334	-0,4157	2,3278
	Özal	A Noktası	-1,09242	0,51758	0,195	-2,4642	0,2793
		B Noktası	-1.54697'	0,51758	0,018	-2,9187	-0,1752
		C Noktası	-0,95606	0,51758	0,334	-2,3278	0,4157

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Nur Didem KEŞER

Çizelge 4.12'nin devamı

Dış Ortamsıc aklık	A Noktası	B Noktası	-0,10606	0,59342	1,000	-1,6788	1,4667
		C Noktası	2.04091'	0,59342	0,004	0,4682	3,6137
		D Noktası	1,44545	0,59342	0,089	-0,1273	3,0182
	B Noktası	A Noktası	0,10606	0,59342	1,000	-1,4667	1,6788
		C Noktası	2.14697'	0,59342	0,002	0,5742	3,7197
		D Noktası	1,55152	0,59342	0,055	-0,0212	3,1243
	C Noktası	A Noktası	-2.04091'	0,59342	0,004	-3,6137	-0,4682
		B Noktası	-2.14697'	0,59342	0,002	-3,7197	-0,5742
		D Noktası	-0,59545	0,59342	0,897	-2,1682	0,9773
	D Noktası	A Noktası	-1,44545	0,59342	0,089	-3,0182	0,1273
		B Noktası	-1,55152	0,59342	0,055	-3,1243	0,0212
		C Noktası	0,59545	0,59342	0,897	-0,9773	2,1682
İç Ortam Bağıl Nem	A Noktası	B Noktası	-3,56061	1,54056	0,122	-7,6436	0,5224
		C Noktası	1,34848	1,54056	0,943	-2,7345	5,4315
		D Noktası	-4.74242'	1,54056	0,014	-8,8254	-0,6594
	B Noktası	A Noktası	3,56061	1,54056	0,122	-0,5224	7,6436
		C Noktası	4.90909'	1,54056	0,010	0,8261	8,9921
		D Noktası	-1,18182	1,54056	0,970	-5,2648	2,9012
	C Noktası	A Noktası	-1,34848	1,54056	0,943	-5,4315	2,7345
		B Noktası	-4.90909'	1,54056	0,010	-8,9921	-0,8261
		D Noktası	-6.09091'	1,54056	0,001	-10,1739	-2,0079
	D Noktası	A Noktası	4.74242'	1,54056	0,014	0,6594	8,8254
		B Noktası	1,18182	1,54056	0,970	-2,9012	5,2648
		C Noktası	6.09091'	1,54056	0,001	2,0079	10,1739
Dış Ortam Bağıl Nem	A Noktası	B Noktası	-2.22727	1,79294	0,764	-6,9792	2,5246
		C Noktası	-2,42424	1,79294	0,688	-7,1761	2,3276
		D Noktası	-1,39394	1,79294	0,968	-6,1458	3,3580
	B Noktası	A Noktası	2,22727	1,79294	0,764	-2,5246	6,9792
		C Noktası	-0,19697	1,79294	1,000	-4,9489	4,5549
		D Noktası	0,83333	1,79294	0,998	-3,9186	5,5852
	C Noktası	A Noktası	2,42424	1,79294	0,688	-2,3276	7,1761
		B Noktası	0,19697	1,79294	1,000	-4,5549	4,9489
		D Noktası	1,03030	1,79294	0,993	-3,7216	5,7822
	D Noktası	A Noktası	1,39394	1,79294	0,968	-3,3580	6,1458
		B Noktası	-0,83333	1,79294	0,998	-5,5852	3,9186
		C Noktası	-1,03030	1,79294	0,993	-5,7822	3,7216

Sonuçlara bakıldığında anlamlı fark çıktığı ve çıkmadığı durumlar görülmektedir.



5. TARTIŞMA

Hava kalitesinin insan sağlığı ve insan yaşamı üzerindeki etkileri son zamanlarda en çok araştırılan konulardan biri olmuştur. Hava kalitesi ölçümünün çeşitli zamanlarda ve yerlerde iç ve dış ortam için yapılıp yorumlanması önemlidir. Bu çalışmada Adana ilinin dört farklı ilçesinde; her ilçede bir istasyon belirlenerek, iç ve dış ortamda, üç farklı saatte (10:00, 13:00, 16:00) karbondioksit, bağıl nem ve sıcaklık ölçümleri yapılarak bulgular ortaya koyulmuş ve karşılaştırılıp tartışılmıştır.

Literatürde bu konu ile yapılan çalışmalara baktığımızda, çalışmaların genellikle bir istasyonda iç ve dış ortam hava kontrollerini günde bir defa veya haftada bir sıklıkla yapıldığı görülmektedir. Bu da gün içinde insan hareketlerinin ve yaşam faaliyetlerinin hava kalitesi üzerinde etkilerini incelenmesi için yetersiz kalmaktadır. Çünkü iş yaşamında işe giriş çıkış saatleri ile öğle saatlerinde insan aktiviteleri birbirinden farklı olacağından iç ve dış hava kalitesinde değişimler olacaktır. Ayrıca yapılan çalışmalarda haftalık değişimlerin direk bulguları grafikler ve Çizelgeler halinde nadiren gösterilmekte olup genellikle sadece istatistiksel analiz sonuçlarının anlamlı olup olmadığı üzerinde durulduğu görülmektedir. Bu da haftalar içindeki hava kalitesi değişimlerinin genel olarak anlaşılmasını güç kılmaktadır. Literatürde son beş yılda yapılan güncel bazı çalışmalar Çizelge 5.1 de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Literatürde yapılan çalışmalar

YAZAR ADI	YAPILAN ÇALIŞMA	HKİ PARAMETRE	BULGU
Menteşe ve Çotuker (2021a)	Çanakkale ilinde 3 farklı ilçede 1 yıl boyunca hem iç ortam hem de dış ortamda ayda bir ölçüm yapılmıştır.	CO, CO ₂ , PM, sıcaklık ve bağıl nem ölçülmüştür.	CO ₂ 'nin havalandırma için belirteç olduğu, sıcaklık ve bağıl nemin mevsimlere göre ve ölçüm alınan evlerle benzerlik gösterdiği görülmüştür.
Özkan ve Tereci (2022)	Çalışmada bir üniversite kütüphanesi, iç hava kalitesi açısından incelenmiştir.	CO ₂ , PM _{2,5} ölçülmüştür.	Kütüphanede ölçülen CO ₂ değeri ile kişi sayısı arasında bir korelasyon olduğu gözlemlenmiş, kişi sayısı arttıkça CO ₂ değerinin de arttığı görülmüştür. Bağıl nemin sınır değerinin altında çıktığı bunun da insan sağlığını olumsuz etkileyeceği düşünülmektedir.
Hu ve ark., (2017)	Çin'in 6 farklı şehrinde, 9-12 yaş arası çocuk olan 60 hanede yapılan iç mekan kirliliğinin okul çocuklarına olan sağlık etkisi incelenmiştir.	İç ortamda CO ₂ , PM ve PM _{2,5} ölçümleri yapılmıştır.	Ölçülen CO ₂ verilerinin çoğu, farklı şehirlerde Çin sınır seviyesini (1000 ppm) aştığı görülmüş ve muhtemelen evlerdeki yetersiz havalandırmanın çocukların sağlığını doğrudan etkileyebileceği ortaya koyulmuştur.
Kang ve ark., (2022)	Şikago'da 40 farklı meskende mekanik havalandırmanın iç hava kalitesine olan etkisi incelenmiştir.	CO ₂ , NO ₂ ve PM ₁ , PM _{2.5} ve PM ₁₀ ölçümleri yapılmıştır.	Havalandırma öncesi ve sonrası alınan ölçümlerde sıcaklık ve bağıl nemin havalandırmada etkisi olmadığı, karbondioksit konsantrasyonunun da %10-12'lik azalma olduğu ayrıca sürekli havalandırmanın aralıklı havalandırmadan daha etkili olduğu görülmüştür.

Yapılan önceki çalışmalar ile Adana ili için yaptığımız bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar arasında bazı paralellik görülmesine rağmen bu çalışma önceki

çalışmalardan daha ayrıntılı sonuçlar içermektedir. Örneğin yapılan bir çalışmada Çanakkale ilinde (Menteşe ve Çotuker 2021a) hava sıcaklığının iç ortam hava kalitesini etkilediği görülmektedir. Bu çalışmada iç ve dış ortam kalitesi ölçümü bir yıl boyunca yapılmıştır. Yapılan çalışmada üç farklı ilçedeki hava kalitesi ölçümlerinin farklılık gösterdiği görülmektedir. Bizim çalışmamızda da bunlara paralel olarak 4 farklı ilçede ölçümler 6 ay boyunca gerçekleştirilerek ilçeler arasında hava kalitesi açısından farklılıklar olduğu ortaya koyulmuştur. Ayrıca bu çalışmadan farklı olarak günün 3 farklı saatinde ölçüm yapılarak gün içindeki hava kalitesi değişimlerinde analiz edilmiştir. Ayrıca kış aylarında ısı tasarrufu adına havalandırmanın az yapılmasının iç ortam CO₂ değişimleri üzerinde etkili olduğu söylenebilir. Bu çalışmada D Noktasında elde edilen yüksek iç ortam karbondioksit değerinin çıkması ortamdaki mekânın küçüklüğüne ve ortamdaki kişi sayısının fazlalığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çin’de yapılan çalışmada trafik yoğunluğuna yakın ve küçük olan evlerin karbondioksit değerlerinin yüksek çıktığı bu bağlamda değerlerin birbirini desteklediği anlaşılmaktadır (Hu ve ark, 2022). Bu çalışmada ise çevresel faktörlerin karbondioksit değerlerini etkilediği; C Noktası kampüsünde pandemi dolayısıyla uygulanan yasaklardan dolayı trafik yoğunluğunun olmaması ve ormanlık bir bölgede olması değerlerin daha düşük çıkmasına neden olmuştur. Bunun aksine, başta D Noktası ve diğer istasyonların trafik ve insan yoğunluğunun fazla olması hava kalitesi değerlerin kötü çıkmasına neden olduğu görülmektedir. Bu da insan ve trafik yoğunluğunun hava kalitesi üzerinde oldukça etkili olduğunu göstermektedir. Bir başka yapılan çalışmada Kang ve arkadaşlarının (2017) çalışmasında aralıklı havalandırmanın sürekli havalandırma sistemlerine göre daha düşük verimli olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmada ise dört farklı istasyonda yapılan incelemelerde sürekli havalandırmanın olduğu, A Noktası ve B Noktasında yapılan iç ortam hava kalite ölçümlerinin diğer aralıklı havalandırma yapılan C Noktası ve D Noktası’na nazaran daha kararlı ve yüksek kalitede olduğu

görülmektedir. Bu tezin hazırlandığı tarihler itibari ile ülkemizdeki ilgili yönetmeliklerde karbondioksitle ilgili bir standart değere rastlanmamıştır. Bu yüzden ölçüm alınan istasyonlardaki ilgili parametrelerin genel olarak ASRAE, Kanada, Almanya ve Hong Kong standartlarıyla karşılaştırması yapılmıştır (Çizelge 5.2.). Az da olsa bazı istasyon ve haftalarda özellikle iç ortam karbondioksit sınır değeri olan 1000 ppm'i aştığı görülmüş, bu istasyonlarda insan yoğunluğunun ve alışveriş hareketliliğinin artması ve havalandırmanın yetersiz olduğu düşünülmüştür.

Çizelge 5.2. İç ortam hava kalitesinin farklı standartlar ile kıyaslanması

STANDART	STANDARDA BAĞLI DEĞERLER			STANDARDA UYMAYAN ÖNEMLİ BAZI DEĞERLER			
	CO ₂	Bağıl Nem	Sıcaklık	Yer	Ölçüm Saati	Hafta	Değer
ABD ASHRAE	1000 ppm	%30-60	20-25,5 °C	D Noktası	10:00	11	1750 CO ₂
				B Noktası	13:00	17	1100 CO ₂
				D Noktası	16:00	12	1150 CO ₂
				A Noktası	16:00	15	15 °C Sıcaklık
				B Noktası	13:00	16	%70 Nem
Almanya	5000 ppm 9000 ppm (15 dakika)	%30-70	20-26 °C	Ölçüm sonuçlarında 5000 ppm değeri hiç görülmemiştir.			
				D Noktası	16:00	8	15 °C Sıcaklık
				B Noktası	13:00	16	%70 Nem
				D Noktası	10:00	1	31 °C Sıcaklık
Kanada	3500 ppm	%30-80 (yaz) %30-55 (kış)		Ölçüm sonuçlarında 3500 ppm değeri hiç görülmemiştir			
				D Noktası	13:00	6	%64 Nem(kış)
				C Noktası	16:00	7	%18 Nem(kış)

Çizelge 5.2'nin devamı							
Hong Kong	800 ppm (1.) 1000 ppm (2.)	%40-70	20-25,5 °C	B Noktası	10:00	16	900 CO ₂
				D Noktası	13:00	7	1250 CO ₂
				C Noktası	16:00	11	%30 Nem
				D Noktası	13:00	1	29 °C Sıcaklık
				A Noktası	16:00	9	850 CO ₂

Çizelge 5.2. incelendiğinde genel olarak ölçümlerin standartları aşmadığı görülmüş standarda uymayan belli değerler çizelgede belirtilmiştir. Çizelgede hava kirliliği için karbondioksit, sıcaklık ve bağıl nem için standartlarda olması gereken sınır değerler gösterilmiştir. Ashrae standardı için grafiklerde incelendiğinde saat 10:00'da 11. haftada D Noktasında ölçülen iç karbondioksit değeri standardı aşmış ve 1750 ppm ölçülmüştür. Bu durumda iç hava kalitesinin insan sağlığı üzerinde memnuniyetsizlik hissedilmesine ve özellikle astım gibi solunum yolu hastalıkları olan insanları öncelikli etkileyerek insan sağlığı için olumsuz etkileri olmaktadır. İç ortamda yüksek CO₂ çıkması aynı zamanda iç ortamda yetersiz havalandırma anlamına gelmektedir. Burada m²'si küçük bir alanda artan insan yoğunluğu sebebiyle yüksek CO₂ çıktığı düşünülmektedir. Diğer standartlara bakıldığında iç ortam hava kalitesi yüksek sıcaklık, nem ve kirlleticilerin varlığı ile bozulmakta olduğunu gösterilmektedir. İç mekan hava kirliliği erken ölüm için önde gelen bir risk faktörüdür. Bu nedenle iç ortam hava kalitesinde standartlara uyulması önemlidir.

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, günün hep aynı saatinde ya da rastgele seçilen saatlerde ölçümlerin yapıldığı gözlemlenmiş ve bununda insan hareketlerinin hava kalitesi üzerindeki etkilerini anlaşılmasında eksiklikler doğurduğu görülmektedir. Bu çalışma literatürden farklı olarak işe girişten 1 saat sonra, öğle yemek arası dönüşü ve iş çıkışı saatine 1 saat kala ölçümler yapılarak

iş yaşamının ve insan etkileşiminin hava kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Yapılan istatistikler incelendiğinde (Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12) ANOVA Tukey HSD testinde yüksek oranda anlamlı farklılık çıktığı bu da bize ölçüm saatleri ve yerleri arasında anlamlı ilişkiler olduğunu ortaya koymaktadır. İç ortam karbondioksit konsantrasyonunun saat 10:00 ile saat 13:00 arasında ($p<0.05$) anlamlı fark çıkmadığı görülmektedir. Bu durumda, sabah saat 10:00 ile öğle saat 13:00'de insan ve iş yoğunluğunun ve çevresel faktörlerin benzer olduğu düşünülebilir. Çizelge 4.12 ye bakıldığında ise iç ortam CO₂ konsantrasyonu bakımından A Noktası ile C Noktasının ve B Noktası ile D Noktası arasında anlamlı bir fark görülmediği görülmüştür. Ayrıca Şekil 4.1,4.7 ve 4.13 incelendiğinde A Noktası-C Noktası ve B Noktası- D Noktası arasında iç ortam CO₂ seviyelerinin birbirine yakın değerlerde seyrettiği görülmüştür. Ayrıca A Noktası- C Noktası iç ortam hava kalitesinin B Noktası- D Noktası hava kalitesinden daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Bu da A ve C Noktasında insan sayısına ve mekan büyüklüğüne göre havalandırmanın B Noktası- D Noktası'na göre daha iyi olduğunu göstermektedir. Hochberg analizler sonuçları incelendiğinde, Tukey HSD ile paralellik göstermekte ve her iki istatistik metodunun birbirlerini desteklediği görülmektedir. Tukey ve Hochberg testleri örneklem eşitliği ve varyans eşitliği için kullanılmasına rağmen Tukey HSD 1. Anlamlılık düzeyini (%0,05) daha etkin kılmaktadır. Hochberg ise karşılaştırmaları 1.anlamlılık düzeyinde çoklu karşılaştırma yaptığı için Tukey kadar etkili bir yöntem olarak görülmemektedir(Tukey, 1949; Hochberg, 1987).

6. SONUÇ

Hava kalitesinin iyi olması insan beden sağlığı, ruh sağlığı ve çalışma hayatını olumlu veya olumsuz şekilde etkilemesi açısından kritik öneme sahiptir. Bu nedenle hava kalitesinin insan çalışma ortamı olan iç ortamda ve otomobil, eşsoz duman v.b etkenlerden etkilenen dış ortam açısından değerdendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada da buna paralel olarak Adana ilinin 4 farklı ilçesindeki dört farklı istasyondan günün 3 farklı saatinde ölçümler alınarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda ölçüm yapılan istasyonun, saatin ve ortam özelliklerinin hava kalitesini etkilediğı görülmüştür.

Bu tezin hazırlandığı zaman itibariyle ölkemizdeki ilgili yönetmeliklerde karbondioksitle ilgili bir standart değere rastlanmamıştır. Dolayısıyla ölçüm alınan istasyonların genel olarak ASRAE, Kanada, Almanya ve Hong Kong standartlarına uyduğu görülmüş olup az da olsa bazı istasyon ve haftalarda özellikle iç ortam karbondioksit sınır değeri olan 1000 ppm'i aştığı görülmüştür. Bu istasyonlarda insan yoğunluğunun ve alışveriş hareketliliğinin artması ve havalandırmanın yetersiz olduğu düşünülmüştür.

Sonuç olarak insan hareketliliğinin, iş yaşamının, topografik ve çevresel faktörlerin iç ve dış ortam hava kalitesi üzerindeki etkilerinin olduğu görülmüştür. Bu çalışmada 6 aylık hava kalitesi ölçümü yapıldığından iki mevsimdeki sonuçlar incelenebilmiştir. Bu nedenle ileri çalışmalarda 12 aylık veya daha fazla ölçümlerin yapılmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir. Ayrıca burada aynı örneklem uzunluğu ve eşit varyans nedeniyle Tukey HSD ve Hochberg tetsleri kullanılmıştır. Bu istatistiksel değerdendirmenin yanında yapay zekâ ile sınıflandırma ve tahmin yöntemleri ile gelecekteki hava kalitesi değışimleri tahmin edilebilir.



KAYNAKLAR

- Akan DS., Morcalı MH., (2017). Kahramanmaraş Hava Kirliliği Kaynaklarının İzlenmesi ve Belirlenmesi. KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi, 20(2), 105 – 115.
- Akman Y., Ketenoğlu O., Kurt L., Düzenli S., Güney K., Kurt F. (2012). Çevre Kirliliği (Çevre Biyolojisi), Palme Yayıncılık, Ankara, 299 s.
- Al-Hemoud A., Al-Sudairawi M., Al-Rashidi M., Behbehani W., Al-Khayat A., (2019). Temperature inversion and mixing height: critical indicators for air pollution in hot arid climate, Natural Hazards, 97:139–155.
- Arıkan İ., Tekin ÖF., (2020), Partiküler Madde Ve Karbondioksit İçin İç Ortam Hava Kalitesi İndeksi (İhki) Hesaplaması: Okul Örneği, ESTÜDAM Halk Sağlığı Dergisi, 5(2):188-95.
- ASHRAE, (1989), Standard 62- 1989- Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality”, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta.
- ASHRAE, (2001), Standard 62- 2001- Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality”, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta.
- ASHRAE, (2004), Standard 62.1–2004, Ventilation For Acceptable Indoor Air Quality, Atlanta, GA, USA.
- ASHRAE, (2013), Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, Ashrae Standart-55.
- Ayaz, ME., (2003), Hacıali ve Karayün (Sivas) Çevresinin Jeolojisi ve Doğal Karbondioksit Potansiyeli, Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15(4), 523-538.
- Aytaç S., Tüfekçi U., (2018), Hasta Bina Sendromunun Azaltılmasında Ergonomik Önlemlerin Önemi, Journal of Engineering Sciences and Design, 6(ÖS: Ergonomi2017), 137–142.

- Baklanov A., Grimmond CSB., Carlson D., Terblanche D., Tang X., Bouchet V., Lee B., Langendijk G., Kolli RK., Hovsepyan A., (2018), From Urban Meteorology, Climate And Environment Research To Integrated City Services, Urban Climate 23, 330–341.
- Barlas N., (2013). Küresel Krizlerden Sürdürülebilir Topluma, Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi, İstanbul, 64-65 s.
- Baştürk E., Alver A., (2021), Nevşehir İli Hava Kalitesinin Markov Zinciri ile Tahmini, Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9 (2021) 1707-1723.
- Batur A, Aksu GA., Kasım (2021). Partikül Madde (PM10) Konsantrasyonunun Kentsel Yeşil Alan Sisteminin Değerlendirilmesinde Ekolojik İndikatör Olarak Kullanımı: İstanbul - Beşiktaş Örneği. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, Sayı 27, S. 125-134
- Bell H., Chintalapati S., Patel P., Halim A., Kithas A., Schmalzle S., (2021), *Legionella longbeachae* pneumonia: Case report and review of reported cases in non-endemic countries, IDCases 23, e01050.
- Bell ML., Davis DL., Fletcher T., January (2004). A retrospective assessment of mortality from the London smog episode of 1952: the role of influenza and pollution. Environmental Health Perspectives, 112(1):6-8.
- Bilen Z., Bozkurt F., (2021), Comparison of Different Machine and Deep Learning Techniques to Predict Air Quality Index: A Case of Kocaeli Province, 29th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), pp.1-4, İstanbul.
- Bouscasse H., Gabet S., Kerneis G., Provent A., Rieux C., et al., (2022), Designing local air pollution policies focusing on mobility and heating to avoid a targeted number of pollution-related deaths: Forward and backward approaches combining air pollution modeling, health impact assessment and cost-benefit analysis, Environment International 159, 107030.

- Bulut Karaca Ü., (2022), İlkokul Dersliklerinde İç Hava Kalitesinin İyileştirilmesi Üzerine Bir Araştırma, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (33), 60-67.
- BULUT, H., (2008), Isıtma sezonunda ofislerde iç hava kalitesinin araştırılması. Tesisat Mühendisliği Dergisi, 155, 3-5.
- Choe Y., Shin JS., Park J., Kim E., Oh N., Min K., Kim D., Sung K., Cho M., Yang W., (2022), Inadequacy Of Air Purifier For Indoor Air Quality Improvement In Classrooms Without External Ventilation, Building and Environment, Volume 207, 108450.
- Cunningham WP., Cunningham MA., Saigo BW., (2005). Environmental Science: A Global Concern, McGraw –Hill Publishing, 8th Edition, New York, 318-319 s.
- Curic M., Zavirovski O., Spridonov V., (2022), Air Quality and Health, In: Essentials of Medical Meteorology, Springer, Cham, http://doi.org/10.1007/978-3-030-80975-1_8 (Eişim Tarihi: 11.01.2022).
- Çiçek A., (2006), Çevre Sağlığı Kitabı, Anadolu Üniversitesi Yayın No:1695. 152s.
- ÇŞB, (2021), Hava İzleme Sistemi, Available at. <https://sim.csb.gov.tr/Home/HKI>
- Çukurova Kaymakamlığı Resmi Web Sitesi, <http://cukurova.gov.tr/genel-bilgiler> (Erişim Tarihi: 08.03.2022).
- Das SK., Thatte T., Uma KN., Krishna UVM., Saha SK., (2021). Characteristics of temperature inversion from radiosonde measurements in the Western Ghats region, Atmospheric Research, 250, 105391.
- De Nevers, N., (1995). Air Pollution Control Engineering, McGraw-Hill, Inc. , New York, USA
- Dehghani R., Poudeh HT., Izadi Z., (2022). The effect of climate change on groundwater level and its prediction using modern meta-heuristic model, Groundwater for Sustainable Development 16, 100702.
- Denhez F., (2007), Küresel Isınma Atlası, NTV yayınları, İstanbul, 82s.

- Duan RR., Hao K., Yang T., (2020), Air Pollution And Chronic Obstructive Pulmonary Disease, *Chronic Diseases And Translational Medicine*, 6(04), 260-269.
- Elsunousi AAM., Sevik H., Çetin M., Özel HB., Özel HU., (2021), Periodical and regional change of particulate matter and CO₂ concentration in Misurata, *Environ Monit Assess*, 8;193(11):707.
- Ertürk H., (2009). Çevre Bilimi, Ekin Yayınevi, Güncellenmiş Üçüncü Baskı, Bursa, 97-101 s.
- Ervural BÇ., (2020), Varyans Analizi (ANOVA) ve Kovaryans Analizi (ANCOVA) İle Deney Tasarımı: Bir Gıda İşletmesinin Tedarik Süresine Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesi, *BŞEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 7(2), 923-941.
- Faccini M., Russo AG., Bonini M., Tunesi S., Murtas R., Sandrini M., Senatore S., Lamberti A., Ciconali G., et al., (2020), Large Community-Acquired Legionnaires' Disease Outbreak Caused By Legionella Pneumophila Serogroup 1, Italy, July To August 2018, *Euro Surveill*, 25(20):1900523.
- Farinha S., Kong Cardoso B., Martins M., Campos L., Tomaz E., (2022), Impact of Air Pollution on Daily Asthma Symptoms, *Acta Med Port*, 35(2):119-126.
- Fu X., Norbäck D., Yuan Q., Li Y., Zhu X., Hashim JH., Hashim Z., Ali F., Hu Q., Deng Y., Sun Y., (2021), Association Between Indoor Microbiome Exposure And Sick Building Syndrome (SBS) In Junior High Schools Of Johor Bahru, Malaysia, *Science of The Total Environment*, Volume 753, 141904.
- Garipağaoğlu, N.,(2015). Türkiye Ortam Sorunları Coğrafyası, Yeditepe Yayınları, İstanbul, 472 s.
- Ghoma WEO., Sevik H., Isinkaralar K., (2022), Using Indoor Plants As Biomonitors For Detection Of Toxic Metals By Tobacco Smoke, Air

- Quality, Atmosphere & Health <https://doi.org/10.1007/s11869-021-01146-z>.
- Global Carbon Project, (2021). CO₂ Emissions, Our World in Data Based On The Global Carbon Project, <https://ourworldindata.org/co2-emissions> (Erişim Tarihi : 14.10.21).
- Goel S., Gupta R., (2021), Experimental Assessment Of Natural Ventilation As A Mitigation Measure For Indoor Air Pollution Problem, Recent Advancements İn Civil Engineering, Lecture Notes İn Civil Engineering, Vol 172, Springer, Singapore.
- Greenpeace, (2020), Türkiye’de Hava Kirliliği Algısı, <https://www.greenpeace.org/static/planet4-turkey-stateless/2020/03/80c72c24-turkiyede-hava-kirliligi-algisi-2020.pdf> (Erişim Tarihi: 5.9.21).
- Güler Ç., Vaizoglu SA., (2012).Çevre Sağlığı (Çevre ve Ekoloji Bağlantılarıyla), (Ç. Güler editör), Yazıt Yayıncılık, Birinci Cilt, Ankara, 799-819 s.
- Güney E., (2004). Çevre Sorunları, Nobel Yayın Dağıtım, Birinci Baskı, Ankara, 301 s.
- Güzel A, Hilali İ, Aktacir MA., (2021). Ekonomizersiz Bir Tav Fırın Bacasının Sayısal Olarak İncelenmesi. HRU Muh Der, 6(Özel Sayı): 33-39
- Hochberg Y.& Tamhane, A.C. (1987). Multiple comparison procedures. New York: John Wiley & Sons press.
- Hu J., Li N., Lv Y., Liu J., Xie J., Zhang H., (2017), Investigation on Indoor Air Pollution and Childhood Allergies in Households in Six Chinese Cities by Subjective Survey and Field Measurements. International Journal of Environmental Research and Public Health, 14(9):979.
- Hunter CM., Salandy SW., Smith JC., Edens C., Hubbard B., (2021), Racial Disparities in Incidence of Legionnaires’ Disease and Social Determinants

- of Health: A Narrative Review, Public Health Reports, Public Health Reports (Washington, D.C. : 1974), doi:10.1177/00333549211026781.
- Ilieva N., Predyov I., Sokolovski E., (2022), Air Quality Assessment Based On Limited Quantity Of Measured Data, Journal Of Chemical Technology And Metallurgy, 57, 1, 153-158.
- IPCC, (2022), IPCC Opens Meeting To Approve The Report Focusing On Impacts, Adaptation And Vulnerability To Climate Change, <https://www.ipcc.ch/2022/02/14/press-release-wgii-ar6-opening/> (Erişim Tarihi: 19.02.2022).
- Işınkaralar K., (2022), Kütahya Kent Merkezinde Hava Kalitesinin Zamansal ve Mekansal Değişimi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 10(1), 152-160.
- Jalili M., Ehrampoush MH., Zandi H., et al., (2021), Risk Assessment And Disease Burden Of Legionella Presence In Cooling Towers Of Iran's Central Hospitals, Environmental Science And Pollution Research, Volume 28, Pages 65945-65951.
- Ji H., Wang J., Meng B., Cao Z., Yang T., Zhi G., Chen S., Wang S., Zhang J., (2022), Research On Adaption To Air Pollution In Chinese Cities: Evidence From Social Media-Based Health Sensing, Environmental Research, 112762.
- Jones R., Macmillan A., Reid P., (2020), Climate Change Mitigation Policies and Co-Impacts on Indigenous Health: A Scoping Review, Int J Environ Res Public Health. 2020 Dec; 17(23): 9063.
- Jones, AP., (1999), Indoor Air Quality and Health, Atmospheric Environment 33, 4535 – 4564.
- Kang I., McCreery A., Azimi P., Gramigna A., Baca G., Abromitis K., Wang M., Zeng Y., Scheu R., Crowder T., Crowder A., Crowder B., (2022), Indoor Air Quality Impacts Of Residential Mechanical Ventilation System

- Retrofits İn Existing Homes İn Chicago, IL, Science of the Total Environment, 804, 150129.
- Karakuş C., Yıldız S., (2019), Hava Kalite İndeksi İle Meteorolojik Parametreler Arasındaki İlişkinin Çoklu Regresyon Yöntemi İle Belirlenmesi, Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 8, Sayı 2, 698-711.
- Karaoğlu, (2018), Ziraat Ve Meteoroloji Veya Ziraâmeteoroloji, Derleme makalesi/Review article Journal of Agriculture, 1(1), 49-54.
- Karpuzcu M., (2016). Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü, Kubbealtı Neşriyat Yayınevi, İstanbul, 381 s.
- İSKİD, (2021), İç Ortam Hava Kirleticileri, <https://iskid.org.tr/ichavakalitesi/ichava-kalitesi/ic-ortam-kirleticileri/> (Erişim tarihi: 20.02.2022).
- Kayri M., (2009), Araştırmalarda Gruplar Arası Farkın Belirlenmesine Yönelik Çoklu Karşılaştırma (Post-Hoc) Teknikleri, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt: 19, Sayı: 1, Sayfa: 51-64.
- Kışlalıoğlu M., Berkes F., (2012). Çevre ve ekoloji, Remzi kitabevi, onüçüncü basım, İstanbul, 167-172 s.
- Kocataş A. (2020). Ekoloji Çevre Biyolojisi, Dora Yayıncılık, Ondördüncü Baskı, Bursa, 445-458 s.
- Kumar A., Singh P., Raizada P., Hussain CM., (2022). Impact of COVID-19 on greenhouse gases emissions: A critical review, Science of the Total Environment 806, 150349.
- Kunutsor SK., Jae SY., Mäkilä TH., Laukkanen JA., (2022), Cardiorespiratory Fitness Does Not Offset The Increased Risk Of Chronic Obstructive Pulmonary Disease Attributed To Smoking: A Cohort Study, European Journal of Epidemiology, <https://doi.org/10.1007/s10654-021-00835-4>

- Lee J., Kim Tw., Lee C., Koo C., (2022), Integrated Approach To Evaluating The Effect Of Indoor CO₂ Concentration On Human Cognitive Performance And Neural Responses In Office Environment, *Journal of Management in Engineering*, 38(1).
- Li C., Managi S., (2022), Impact Of Air Pollution On Covid-19 Case Fatality Rate: A Global Analysis, *Environmental Science And Pollution Research*, <https://doi.org/10.1007/S11356-021-18442-X> (Erişim Tarihi: 15.01.2022).
- Li Y., Zhang J., Sailor DJ., and Ban-Weiss, GA., (2019), Effects Of Urbanization On Regional Meteorology And Air Quality In Southern California, *Atmos. Chem. Phys.*, 19, 4439–4457.
- Lin C-C., Chiu C-C., Lee P-Y., Chen K-J., He C-X., Hsu S-K., Cheng K-C., (2022), The Adverse Effects of Air Pollution on the Eye: A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3):1186.
- Lis A., (2021), Sick Building Syndrome As A Result Of Poor Indoor Air Quality In Educational And Residential Buildings, *Zeszyty Naukowe Politechniki Czestochowskiej seria Budownictwo*, 27(1):141–151.
- Maione M., Mocca E., Einfeld K., Kazepov Y., Fuzzi S., (2021), Public Perception Of Air Pollution Sources Across Europe, *Ambio*, 50:1150–1158.
- Menteşe S., otuker O., (2021a). Partikül Madde, Karbon Monoksit ve Karbondioksit Seviyelerinin İ ve Dış Ortamlarda Değişimi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 9(3), 723 – 734.
- Menteşe, S., Ateş, GÖ., Aydın, M., Otkun, MT., (2021b), Biyoaerosol Kompozisyonu ve Karbondioksit (CO₂) Düzeyinin Covid-19 Salgın Sürecinin Başlangıcında Bir Spor Salonunda Araştırılması, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, Sayı: 184, sf. 29-38.
- MGM, (2021), 2020 Yılı Meteorolojik Afetler Değerlendirmesi, Ankara.

- Millennium Ecosystem Assessment, (2005). Ecosystems and human well-being – Synthesis, Washington, DC: Island Press, 137 s.
- Miller GT., (2006). Environmental Science: Working with the Earth, Thomson Brooks/Cole Publishing, 11th Edition, USA, 367-378 s.
- Miller, GT., (1992). Living In The Environment, An Introduction To Environmental Science, Wadsworth Publishing Company, Seventh Edition, Belmont, California, 705 s.
- Miller, GT., Spoolman SE., (2015) Living In The Environment AP Edition National Geographic Textbook, Cengage learning publishing, 18th Edition, Usa, 703 s.
- Mitscherlich G., (1995), Die Welt in Der Wir Leben, Entstehung – Entwicklung, Heutige Stand Rombach Ökologie, Rombach Verlag, Freiburg.
- Muslu Y.,(2000). Ekoloji ve Çevre Sorunları, Aktif Yayınevi, İstanbul, 284 s.
- Müezzinoğlu, A., (1987). Hava Kirliliğinin ve Kontrolünün Esasları, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, İzmir, 292 s.
- Nassikas, NJ., Chan EAW., Nolte CG., Roman HA., Micklewhite N., Kinney PL., Carter EJ., Fann NL., (2022), Modeling Future Asthma Attributable To Fine Particulate Matter (PM_{2.5}) İn A Changing Climate: A Health İmpact Assessment, Air Qual Atmos Health, 15,311-319.
- Nazar W., Niedozytko M., (2022), Air Pollution in Poland: A 2022 Narrative Review with Focus on Respiratory Diseases, International Journal of Environmental Research and Public Health, 2022, 19(2), 895.
- NOAA, (2018), Another Climate Milestone On Mauna Loa, <https://research.noaa.gov/article/ArtMID/587/ArticleID/2362> (Erişim Tarihi: 11.02.2022).
- NOAA, (2020a), NOAA Research's Top 5 Stories From 2020, <https://research.noaa.gov/article/ArtMID/587/ArticleID/2696> (Erişim Tarihi: 07.02.2022).

- NOAA, (2020b), Rise Of Carbon Dioxide Unabated, <https://research.noaa.gov/article/ArtMID/587/ArticleID/2636> (Erişim Tarihi: 08.02.2022).
- NOAA, (2021a), NOAA Research's Top 5 Stories From 2021, <https://research.noaa.gov/News/ArtMID/451/ArticleID/2816/NOAA-Researchs-top-5-stories-from-2021> (Erişim Tarihi: 18.02.2022).
- NOAA, (2021b), Carbon Dioxide Peaks Near 420 Parts Per Million At Mauna Loa Observatory, <https://research.noaa.gov/article/ArtMID/587/ArticleID/2764/Coronavirus-response-barely-slows-rising-carbon-dioxide> (Erişim Tarihi: 19.02.2022).
- NOAA, (2022), Scientists Recommend A System Of Checkpoints To Help Guide Climate Engineering Research, <https://research.noaa.gov/article/ArtMID/587/ArticleID/2826> (Erişim Tarihi: 14.02.2022).
- Orru H, Ebi KL, Forsberg B., (2017). The interplay of climate change and air pollution on health. Current environmental health reports. 4(4):504-513.
- OWID, (2022), İndoor Air Pollution, <https://ourworldindata.org/indoor-air-pollution#citation> (Erişim Tarihi: 11.01.2022).
- Özal Y., (2021), Atmosferik Ozon ve Karbondioksitin Hayvan Sağlığı Üzerindeki Etkisi, <https://biyokimya.vet/atmosferik-ozon-ve-karbondioksitin-hayvan-sagligi-uzerindeki-etkisi/> (Erişim Tarihi: 12.01.2022).
- Özey R., (2009). Çevre Sorunları, Aktif Yayınevi, Üçüncü Baskı, İstanbul, 128-156 s.
- Özkan B., ve Tereci A., (2022), Covid-19 pandemi sürecinde üniversite kütüphanesinde iç hava kalitesi değerlendirmesi, GRID Mimarlık, Planlama ve Tasarım Dergisi, 5(1), 72-96.
- Pirge S., (2020), Atmosferde oksijenin birikmesi organik karbonun saklanmasıyla ilgili, <https://www.atlasdergisi.com/kesfet/karbondioksit-nedir->

karbondioksitin-kuresel-iklime-nasil-onemli-etkisi-olabilir.html (Erişim Tarihi: 14.09.2021).

- Ren J., He J., Kong X., Xu W., Kang Y., Yu Z., Li H., (2022), A field study of CO₂ and particulate matter characteristics during the transition season in the subway system in Tianjin, China, *Energy And Buildings*, Volume 254, 111620.
- Russo A., Gouveia CM., Soares PMM., Cardoso RM., Mendes MT., Trigo RM., (2018), The Unprecedented 2014 Legionnaires' Disease Outbreak In Portugal: Atmospheric Driving Mechanisms, *International Journal of Biometeorology*, 62:1167–1179.
- Sánka I., Földváry V., (2017), Indoor Air Quality Of Residential Building Before And After Renovation, *Slovak Journal of Civil Engineering*, 25(2):1-6.
- Sarıçam Belediyesi Resmi Web Sitesi, <http://www.saricam.bel.tr/kurumsal/cografi-konumumuz> (Erişim Tarihi: 08.03.2022).
- Seo J., Park DSR., Kim J. Y., Youn D., Lim YB., and Kim Y., (2018), Effects Of Meteorology And Emissions On Urban Air Quality: A Quantitative Statistical Approach To Long-Term Records (1999–2016) in Seoul, South Korea, *Atmos. Chem. Phys.*, 18, 16121–16137.
- Seyhan Belediyesi Resmi Web Sitesi, <https://www.seyhan.bel.tr/seyhan.asp?Id=3> (Erişim Tarihi: 03.03.2022).
- Shen L., Zhao T., Wang H., Liu J., Bai Y., Kong S., ... & Shu Z. (2021). Importance of meteorology in air pollution events during the city lockdown for COVID-19 in Hubei Province, Central China. *Science of the Total Environment*, 754, 142227.
- Shrestha M., Rijal HB., Kayo G., Shukuya M., (2022), An İntestigation On CO₂ Concentration Based On Field Survey And Simulation İn Naturally

- Ventilated Nepalese School Buildings During Summer, Building and Environment, Volume 207, Part A, 108405.
- Shum C., Alipouri Y., Zhong L., (2022), Examination Of Human İnteraction On İndoor Environmental Quality Variables: A Case Study Of Libraries At The University Of Alberta, Building and Environment, Volume 207, Part B, 108476.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2020). Osmanlı'da Çevre ve Şehircilik Anlayışı Belgelerle, İstanbul, 223-225 s.
- Temiz Hava Hakkı Platformu, Eylül (2021). Kara Rapor 2021 Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri, <https://www.temizhavahakki.com/wp-content/uploads/2021/09/KaraRapor2021.pdf> (Erişim Tarihi : 18.11.2021).
- Tennison I., Roschnik S., Ashby B., Boyd R., et al., (2021). Health care's response to climate change: a carbon footprint assessment of the NHS in England, Lancet Planet Health; 5(2): e84–e92.
- Tiotiu AI., Novakova P., Nedeva D., et al., (2020), Impact of Air Pollution on Asthma Outcomes, International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(17):6212.
- TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, (2019), Hava Kirliliği Raporu, <https://www.tmmob.org.tr/sites/default/files/2019.pdf> (Erişim Tarihi: 05.08.21).
- Toksoy S., Atalay A., (Mayıs 2021), Assessing The Impact Of Covid19 Pandemic On Urban Transportation And Air Quality In Istanbul, Ii. International Covid-19 & Current Issues Congress, s. 287, Online.
- Tukey, J. W. (1949). Comparing individual means in the analyses of variance. Biometrics, 5, 99- 114.
- Tursun N., Üremiş İ., Bozdoğan O., Doğan MN., (2018), Sıcaklık ve CO2 Artışlarına Bazı Önemli Yabancı Otların Verdikleri Tepkilerin

- Araştırılması, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt 34, Sayı 3.
- Uygur N., Özdeş H., (2019), Non-Dispersive Infrared Co2 Sensörü Kullanılarak İç Ortam Co2 Düzeylerinin Belirlenmesi: Şanlıurfa Örneği, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 22(4), 238-248.
- Üçgün H., Gömbeci F., Yüzgeç U., Yalçın N., (2020), IoT Tabanlı Platform ile Gerçek Zamanlı İç Ortam Hava Kalitesi İzleme Sistemi, BŞEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 7(1), 370-381.
- Vermeulen LC., Brandsema PS., Van De Kasstele J., et al., (2021), Atmospheric Dispersion And Transmission Of *Legionella* From Wastewater Treatment Plants: A 6-Year Case-Control Study, International Journal of Hygiene and Environmental Health, Volume 237, 113811.
- Wang J., Xu W., Tian X., Yang Y., Wang ST., Xu KF., (2022), Lung Function And Air Pollution Exposure In Adults With Asthma In Beijing: A 2-Year Longitudinal Panel Study, Front. Med., <https://doi.org/10.1007/s11684-021-0882-1>
- Wang P., Lin CK., Wang Y., Liu D., Song D., Wu T., (2021). Location-specific co-benefits of carbon emissions reduction from coal-fired power plants in China. Nature Communications, 12:6948.
- Wang Y., Sarkar A., Hasan AK., Tian Y., Wu Q., Hossain S., Wei F., (2022). The Evaluation of Temporal and Spatial Trends of Global Warming and Extreme Ocean Surface Temperatures: A Case Study of Canada, *SPRS Int. J. Geo-Inf.*, 11(1), 21.
- WHO, (2018), World Health Statistics 2018: Monitoring Health For The Sdgs, Sustainable Development Goals, World Health Organization.
- WHO, (2021a), Ambient (Outdoor) Air Pollution, [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (Erişim Tarihi: 25.10.21).

- WHO, (2021b), Household Air Pollution And Health, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health> (Erişim Tarihi: 15.01.2022).
- WHO, (2021c), Chronic obstructive pulmonary disease (COPD), [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-\(copd\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-(copd)) (Erişim Tarihi: 24.01.2022).
- WMO, (2020a), Funds Released Following Extreme Winter Forecast, <https://public.wmo.int/en/resources/meteoworld/funds-released-following-extreme-winter-forecast> (Erişim Tarihi: 21.01.2022).
- WMO, (2020b), WHO and WMO Strengthen Work on Health, Climate and Environment, <https://public.wmo.int/en/resources/meteoworld/who-and-wmo-strengthen-work-health-climate-and-environment> (Erişim Tarihi: 2.02.2022).
- Xiao Y., Gu X., Niu H., Meng X, Zhang L., Xu J., Yang L., et al., (2022), Associations Of Residential Greenness With Lung Function And Chronic Obstructive Pulmonary Disease İn China, Environmental Research, Volume 209, 112877.
- Yalılı Kılıç M, Dönmez T, Adalı S., (2021). Karayolu Ulaşımında Yakıt Tüketimine Bağlı Karbon Ayak İzi Değişimi: Çanakkale Örneği. GÜFBED/GUSTIJ, 11 (3): 943-955
- Yang JH., Strodl E., Wu CA., Yin XN., Wen GM., Sun DL., (2022), Association between prenatal exposure to indoor air pollution and autistic-like behaviors among preschool children, Indoor Air, 32(1):e12953.
- Yazar A, Karakoç DY., (2021). Hava Kirliliğine İlişkin Mahalli Çevre Kurulu Kararlarının Yansıttıkları: Kararsızlık Üretimine Karşı Savunuculuk Gereksinimi. Akdeniz İİBF Dergisi, 21 (2) 164-179.

- Yılmaz M., Emanet Beba H., Dinç U., Ünal ZF., Toros H., Öztürk Z., (2020), Dilovası Hava Kalitesinin Ulusal Mevzuata Göre Değerlendirilmesi, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (19), 703-714.
- Yılmaz M., Tellioglu M., (Ekim 2019), Hava Kalitesi Ölçümlerinde Üç Sorun: Uygun Yeri Seçimi, Yetersiz Parametre, Yetersiz Ölçüm, 3. Uluslararası 21. Ulusal Halk Sağlığı Kongresi'nde sunulan bildiri, Antalya.
- Yu Y., Wang B., You S., et al., (2022), The Effects Of Manual Airing Strategies And Architectural Factors On The Indoor Air Quality In College Classrooms: A Case Study, Air Qual Atmos Health, 15, 1-13.
- Yumuturuğ S. (1988). Halk Sağlığı Ders Kitabı, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları. Sayı: 64. 225 s.
- Yurdakul S., Ayyıldız N., Çelik VE., İçöz E., (2019), Süleyman Demirel Üniversitesi Seçili Dersliklerinin İç Çevre Kalitesi Açısından İncelenmesi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi 7(4), 811 – 818.
- Yüreğir Belediyesi Resmi Web Sitesi, https://www.yuregir.bel.tr/Sayfa/2/YUREgIR_HAKKINDA (Erişim Tarihi: 04.03.2022).
- Zencirci Sa., Işıklı B., (2017), Hava Kirliliği. Türk Dünyası Uygulama Ve Araştırma Merkezi Halk Sağlığı Dergisi, 2(2),24-36.
- Zhong L., Yuan J., Fleck B., (2019), Indoor Environmental Quality Evaluation of Lecture Classrooms in an Institutional Building in a Cold Climate, Sustainability, 11, 6591.
- Zhu J., Chen L., Liao H., (2022), Multi-pollutant air pollution and associated health risks in China from 2014 to 2020, Atmospheric Environment, 268, 118829.
- Zorlu K., Tıkansak Karadayı T., (2020), İç Mekan Hava Kalitesinde Yapı Malzemelerinin Rolü, Sinop Uni J Nat Sci 5 (2): 193-211.

ÖZGEÇMİŞ

Nur Didem KEŞER, 2019 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü'nde Lisans eğitimini tamamladı. Aynı yıl Çukurova Üniversitesi'nde Yüksek Lisans eğitimine başladı.





EKLER



Ek-1 Hava Kalitesi Ölçümleri

Hafta	Yer	Gün	İçco2	Dışco2	İçsıcak	Dışsıcak	İçnem	Dışnem
1,00	1,00	1,00	576,00	517,00	19,20	18,50	42,00	40,00
1,00	1,00	1,00	603,00	519,00	23,70	21,80	45,00	42,00
1,00	1,00	1,00	629,00	524,00	24,30	22,40	41,00	39,00
1,00	2,00	2,00	817,00	536,00	20,20	19,70	50,00	48,00
1,00	2,00	2,00	781,00	549,00	22,90	21,60	48,00	53,00
1,00	2,00	2,00	750,00	564,00	23,10	19,80	54,00	59,00
1,00	3,00	3,00	610,00	524,00	18,70	17,20	54,00	56,00
1,00	3,00	3,00	622,00	532,00	21,30	19,10	59,00	58,00
1,00	3,00	3,00	658,00	523,00	24,10	19,90	60,00	52,00
1,00	4,00	1,00	714,00	587,00	31,20	30,40	35,00	32,00
1,00	4,00	1,00	673,00	565,00	29,70	24,90	39,00	41,00
1,00	4,00	1,00	721,00	533,00	27,40	21,60	44,00	43,00
2,00	1,00	1,00	548,00	537,00	20,00	19,00	55,00	54,00
2,00	1,00	1,00	590,00	528,00	23,10	21,20	57,00	56,00
2,00	1,00	1,00	613,00	510,00	24,20	21,40	54,00	49,00
2,00	2,00	2,00	780,00	586,00	18,50	19,20	45,00	43,00
2,00	2,00	2,00	813,00	575,00	22,90	21,70	51,00	46,00
2,00	2,00	2,00	858,00	594,00	23,80	21,20	55,00	49,00
2,00	3,00	3,00	590,00	530,00	20,90	19,70	51,00	50,00
2,00	3,00	3,00	629,00	527,00	22,60	20,60	54,00	48,00
2,00	3,00	3,00	652,00	523,00	23,90	21,70	55,00	47,00
2,00	4,00	1,00	618,00	561,00	22,50	21,50	46,00	51,00
2,00	4,00	1,00	654,00	558,00	23,60	20,70	50,00	53,00
2,00	4,00	1,00	711,00	541,00	23,20	21,10	48,00	44,00
3,00	1,00	1,00	582,00	536,00	22,70	21,10	45,00	41,00
3,00	1,00	1,00	596,00	541,00	25,30	24,70	49,00	42,00
3,00	1,00	1,00	614,00	537,00	25,90	26,40	39,00	36,00
3,00	2,00	2,00	735,00	609,00	20,10	18,60	49,00	47,00
3,00	2,00	2,00	798,00	598,00	22,60	20,30	52,00	45,00
3,00	2,00	2,00	802,00	600,00	22,90	21,90	53,00	43,00
3,00	3,00	3,00	565,00	537,00	19,20	15,80	44,00	41,00
3,00	3,00	3,00	598,00	525,00	22,40	18,70	42,00	42,00
3,00	3,00	3,00	643,00	514,00	23,80	19,50	48,00	35,00

3,00	4,00	1,00	697,00	536,00	19,70	18,10	38,00	36,00
3,00	4,00	1,00	638,00	542,00	18,90	19,10	41,00	38,00
3,00	4,00	1,00	704,00	534,00	19,20	18,20	36,00	35,00
4,00	1,00	1,00	589,00	564,00	21,30	19,30	35,00	37,00
4,00	1,00	1,00	618,00	569,00	22,90	21,70	39,00	41,00
4,00	1,00	1,00	634,00	570,00	24,10	22,30	33,00	34,00
4,00	2,00	2,00	792,00	577,00	19,70	18,70	43,00	40,00
4,00	2,00	2,00	819,00	588,00	23,20	22,70	45,00	43,00
4,00	2,00	2,00	840,00	590,00	24,50	23,80	42,00	31,00
4,00	3,00	3,00	577,00	534,00	19,70	18,40	41,00	40,00
4,00	3,00	3,00	618,00	538,00	22,30	21,30	38,00	41,00
4,00	3,00	3,00	689,00	529,00	23,10	21,10	45,00	37,00
4,00	4,00	1,00	878,00	543,00	20,00	19,60	45,00	41,00
4,00	4,00	1,00	752,00	562,00	22,10	21,40	50,00	45,00
4,00	4,00	1,00	714,00	553,00	22,90	21,50	47,00	40,00
5,00	1,00	1,00	565,00	533,00	25,30	24,30	41,00	35,00
5,00	1,00	1,00	583,00	543,00	24,70	24,50	36,00	37,00
5,00	1,00	1,00	592,00	537,00	25,10	24,60	34,00	31,00
5,00	2,00	2,00	767,00	568,00	22,90	21,90	38,00	36,00
5,00	2,00	2,00	801,00	556,00	23,20	22,80	44,00	38,00
5,00	2,00	2,00	866,00	560,00	24,70	23,40	42,00	32,00
5,00	3,00	3,00	521,00	547,00	18,70	19,20	42,00	45,00
5,00	3,00	3,00	586,00	529,00	17,50	27,70	52,00	31,00
5,00	3,00	3,00	530,00	541,00	20,80	21,20	38,00	37,00
5,00	4,00	1,00	931,00	582,00	22,90	24,80	39,00	33,00
5,00	4,00	1,00	726,00	576,00	25,80	26,10	38,00	36,00
5,00	4,00	1,00	717,00	565,00	25,90	25,30	40,00	37,00
6,00	1,00	1,00	565,00	555,00	22,30	21,80	36,00	38,00
6,00	1,00	1,00	576,00	545,00	25,10	25,30	33,00	33,00
6,00	1,00	1,00	631,00	535,00	24,60	23,60	35,00	38,00
6,00	2,00	2,00	791,00	587,00	24,30	23,30	45,00	47,00
6,00	2,00	2,00	946,00	563,00	25,30	25,50	46,00	38,00
6,00	2,00	2,00	928,00	563,00	24,50	23,90	44,00	43,00
6,00	3,00	3,00	538,00	510,00	19,60	20,30	46,00	49,00
6,00	3,00	3,00	558,00	516,00	24,80	20,90	42,00	56,00

6,00	3,00	3,00	597,00	524,00	23,30	21,00	50,00	59,00
6,00	4,00	1,00	761,00	555,00	22,60	27,70	51,00	38,00
6,00	4,00	1,00	1005,00	545,00	19,10	16,20	63,00	64,00
6,00	4,00	1,00	891,00	539,00	21,40	16,40	56,00	65,00
7,00	1,00	1,00	588,00	578,00	18,70	16,90	38,00	35,00
7,00	1,00	1,00	637,00	542,00	21,80	20,60	34,00	31,00
7,00	1,00	1,00	638,00	540,00	18,80	18,50	40,00	37,00
7,00	2,00	2,00	750,00	570,00	19,40	18,90	35,00	33,00
7,00	2,00	2,00	630,00	552,00	22,00	18,40	32,00	28,00
7,00	2,00	2,00	789,00	554,00	23,30	19,90	35,00	34,00
7,00	3,00	3,00	576,00	553,00	17,10	10,30	33,00	26,00
7,00	3,00	3,00	528,00	507,00	18,70	14,90	22,00	20,00
7,00	3,00	3,00	512,00	497,00	28,10	16,80	18,00	21,00
7,00	4,00	1,00	1239,00	564,00	18,20	15,20	48,00	40,00
7,00	4,00	1,00	611,00	550,00	18,70	20,30	37,00	31,00
7,00	4,00	1,00	716,00	546,00	18,40	15,20	38,00	36,00
8,00	1,00	1,00	670,00	552,00	19,30	17,40	35,00	33,00
8,00	1,00	1,00	745,00	537,00	23,10	21,40	32,00	29,00
8,00	1,00	1,00	849,00	549,00	22,60	22,30	32,00	46,00
8,00	2,00	2,00	792,00	587,00	22,60	19,90	38,00	39,00
8,00	2,00	2,00	657,00	563,00	23,20	22,90	36,00	34,00
8,00	2,00	2,00	1107,00	568,00	22,10	21,10	45,00	37,00
8,00	3,00	3,00	566,00	574,00	18,10	18,10	43,00	44,00
8,00	3,00	3,00	727,00	541,00	17,80	17,90	47,00	47,00
8,00	3,00	3,00	747,00	531,00	19,10	18,90	44,00	34,00
8,00	4,00	1,00	1143,00	566,00	15,00	14,30	62,00	57,00
8,00	4,00	1,00	1164,00	540,00	16,90	15,50	56,00	44,00
8,00	4,00	1,00	1020,00	568,00	14,50	13,80	58,00	51,00
9,00	1,00	1,00	642,00	568,00	19,60	18,50	45,00	46,00
9,00	1,00	1,00	718,00	563,00	25,70	26,30	38,00	41,00
9,00	1,00	1,00	875,00	529,00	20,40	19,20	50,00	48,00
9,00	2,00	2,00	743,00	626,00	24,40	25,10	40,00	44,00
9,00	2,00	2,00	826,00	554,00	26,50	24,70	40,00	39,00
9,00	2,00	2,00	1589,00	584,00	26,20	25,00	52,00	47,00
9,00	3,00	3,00	562,00	526,00	20,60	18,30	42,00	48,00

9,00	3,00	3,00	818,00	541,00	27,10	20,20	36,00	42,00
9,00	3,00	3,00	715,00	532,00	26,30	21,70	37,00	41,00
9,00	4,00	1,00	1110,00	575,00	20,10	19,80	52,00	47,00
9,00	4,00	1,00	951,00	562,00	24,10	29,20	46,00	30,00
9,00	4,00	1,00	910,00	536,00	22,00	17,30	51,00	45,00
10,00	1,00	1,00	677,00	574,00	23,60	23,60	52,00	55,00
10,00	1,00	1,00	702,00	558,00	24,80	24,40	52,00	48,00
10,00	1,00	1,00	750,00	570,00	24,70	24,10	53,00	49,00
10,00	2,00	2,00	672,00	583,00	25,60	25,90	45,00	44,00
10,00	2,00	2,00	980,00	608,00	25,60	26,10	48,00	41,00
10,00	2,00	2,00	1226,00	573,00	26,90	26,40	50,00	40,00
10,00	3,00	3,00	558,00	539,00	23,70	26,30	59,00	40,00
10,00	3,00	3,00	943,00	556,00	25,90	21,30	44,00	49,00
10,00	3,00	3,00	837,00	543,00	24,80	22,30	45,00	47,00
10,00	4,00	1,00	961,00	578,00	20,00	19,40	61,00	58,00
10,00	4,00	1,00	740,00	535,00	24,00	24,20	57,00	57,00
10,00	4,00	1,00	1002,00	563,00	24,20	23,60	56,00	58,00
11,00	1,00	1,00	641,00	577,00	23,60	22,00	55,00	46,00
11,00	1,00	1,00	652,00	537,00	25,00	25,30	46,00	42,00
11,00	1,00	1,00	613,00	548,00	23,90	23,80	45,00	45,00
11,00	2,00	2,00	773,00	561,00	24,90	20,80	53,00	57,00
11,00	2,00	2,00	839,00	573,00	23,30	21,20	62,00	52,00
11,00	2,00	2,00	963,00	579,00	24,50	19,80	58,00	55,00
11,00	3,00	3,00	574,00	557,00	28,70	15,00	30,00	41,00
11,00	3,00	3,00	607,00	514,00	29,10	17,00	31,00	32,00
11,00	3,00	3,00	718,00	561,00	29,50	16,20	29,00	38,00
11,00	4,00	1,00	1750,00	554,00	23,10	27,00	41,00	17,00
11,00	4,00	1,00	1074,00	552,00	18,40	18,20	48,00	26,00
11,00	4,00	1,00	1093,00	560,00	24,20	21,70	45,00	30,00
12,00	1,00	1,00	641,00	577,00	23,60	22,00	55,00	46,00
12,00	1,00	1,00	652,00	537,00	25,00	25,30	46,00	42,00
12,00	1,00	1,00	613,00	548,00	23,90	23,80	45,00	45,00
12,00	2,00	2,00	773,00	561,00	24,90	20,80	53,00	57,00
12,00	2,00	2,00	839,00	573,00	23,30	21,20	62,00	52,00
12,00	2,00	2,00	963,00	579,00	24,50	19,80	58,00	55,00

12,00	3,00	3,00	574,00	557,00	28,70	15,00	30,00	41,00
12,00	3,00	3,00	607,00	514,00	29,10	17,00	31,00	32,00
12,00	3,00	3,00	718,00	561,00	29,50	16,20	29,00	38,00
12,00	4,00	1,00	1750,00	554,00	23,10	27,00	41,00	17,00
12,00	4,00	1,00	1074,00	552,00	18,40	18,20	48,00	26,00
12,00	4,00	1,00	1093,00	560,00	24,20	21,70	45,00	30,00
13,00	1,00	1,00	672,00	545,00	23,20	22,90	39,00	32,00
13,00	1,00	1,00	659,00	528,00	24,10	25,50	38,00	26,00
13,00	1,00	1,00	618,00	524,00	24,80	24,00	36,00	26,00
13,00	2,00	2,00	845,00	526,00	26,40	26,30	37,00	24,00
13,00	2,00	2,00	891,00	565,00	26,60	26,30	34,00	36,00
13,00	2,00	2,00	928,00	551,00	26,90	27,10	38,00	33,00
13,00	3,00	3,00	583,00	526,00	21,80	15,80	44,00	66,00
13,00	3,00	3,00	658,00	521,00	22,30	17,30	45,00	56,00
13,00	3,00	3,00	702,00	534,00	25,40	25,00	48,00	49,00
13,00	4,00	1,00	811,00	553,00	19,80	19,50	47,00	39,00
13,00	4,00	1,00	850,00	563,00	20,00	19,90	48,00	35,00
13,00	4,00	1,00	971,00	564,00	21,30	18,70	49,00	41,00
14,00	1,00	1,00	651,00	565,00	18,90	18,70	40,00	37,00
14,00	1,00	1,00	623,00	559,00	21,10	21,20	39,00	28,00
14,00	1,00	1,00	617,00	568,00	24,00	23,40	41,00	29,00
14,00	2,00	2,00	612,00	566,00	19,10	18,80	38,00	26,00
14,00	2,00	2,00	633,00	601,00	22,30	21,00	36,00	24,00
14,00	2,00	2,00	648,00	577,00	23,10	20,60	33,00	28,00
14,00	3,00	3,00	618,00	532,00	18,10	17,90	22,00	25,00
14,00	3,00	3,00	580,00	526,00	21,70	23,00	23,00	24,00
14,00	3,00	3,00	576,00	541,00	23,20	22,80	25,00	28,00
14,00	4,00	1,00	824,00	568,00	24,20	23,10	53,00	48,00
14,00	4,00	1,00	791,00	564,00	25,80	24,40	47,00	32,00
14,00	4,00	1,00	857,00	549,00	23,40	22,80	51,00	44,00
15,00	1,00	1,00	718,00	556,00	15,10	14,20	45,00	46,00
15,00	1,00	1,00	789,00	548,00	16,50	16,80	38,00	40,00
15,00	1,00	1,00	801,00	555,00	16,20	15,30	50,00	48,00
15,00	2,00	2,00	613,00	546,00	22,70	20,80	60,00	56,00
15,00	2,00	2,00	689,00	555,00	22,50	23,10	65,00	44,00

15,00	2,00	2,00	582,00	557,00	22,40	22,90	51,00	46,00
15,00	3,00	3,00	563,00	527,00	19,20	15,70	42,00	48,00
15,00	3,00	3,00	712,00	540,00	20,70	17,10	36,00	41,00
15,00	3,00	3,00	673,00	545,00	19,30	14,90	36,00	40,00
15,00	4,00	1,00	980,00	570,00	18,50	17,10	50,00	46,00
15,00	4,00	1,00	950,00	563,00	19,20	17,60	47,00	37,00
15,00	4,00	1,00	910,00	556,00	17,20	15,80	52,00	43,00
16,00	1,00	1,00	577,00	540,00	24,20	23,70	48,00	47,00
16,00	1,00	1,00	677,00	603,00	25,90	26,30	40,00	43,00
16,00	1,00	1,00	619,00	546,00	26,60	26,70	41,00	39,00
16,00	2,00	2,00	917,00	554,00	22,60	20,10	65,00	59,00
16,00	2,00	2,00	1093,00	559,00	21,80	21,80	69,00	63,00
16,00	2,00	2,00	1120,00	562,00	22,40	20,90	67,00	68,00
16,00	3,00	3,00	678,00	575,00	16,30	16,10	39,00	41,00
16,00	3,00	3,00	701,00	555,00	17,90	18,70	35,00	45,00
16,00	3,00	3,00	695,00	561,00	19,10	19,20	33,00	48,00
16,00	4,00	1,00	1086,00	541,00	19,00	18,20	50,00	36,00
16,00	4,00	1,00	1016,00	528,00	22,50	19,40	48,00	33,00
16,00	4,00	1,00	1023,00	535,00	21,40	18,70	51,00	37,00
17,00	1,00	1,00	678,00	567,00	25,60	26,30	41,00	36,00
17,00	1,00	1,00	701,00	554,00	25,10	25,70	44,00	41,00
17,00	1,00	1,00	682,00	568,00	25,30	24,30	45,00	38,00
17,00	2,00	2,00	1028,00	649,00	26,90	27,90	36,00	28,00
17,00	2,00	2,00	798,00	630,00	25,10	28,00	32,00	31,00
17,00	2,00	2,00	785,00	614,00	25,40	26,40	36,00	38,00
17,00	3,00	3,00	610,00	552,00	24,00	24,20	35,00	49,00
17,00	3,00	3,00	523,00	540,00	27,50	26,60	36,00	46,00
17,00	3,00	3,00	573,00	561,00	26,30	27,80	36,00	51,00
17,00	4,00	1,00	1126,00	546,00	19,70	19,20	57,00	49,00
17,00	4,00	1,00	1256,00	528,00	23,20	19,90	54,00	45,00
17,00	4,00	1,00	849,00	530,00	21,90	15,90	54,00	66,00
18,00	1,00	1,00	701,00	554,00	17,90	18,80	41,00	48,00
18,00	1,00	1,00	813,00	570,00	21,30	20,20	44,00	51,00
18,00	1,00	1,00	857,00	567,00	19,80	19,10	46,00	48,00
18,00	2,00	2,00	783,00	621,00	23,70	24,10	46,00	51,00

18,00	2,00	2,00	811,00	565,00	25,80	25,80	53,00	55,00
18,00	2,00	2,00	852,00	587,00	24,90	23,70	51,00	49,00
18,00	3,00	3,00	576,00	512,00	27,30	28,50	54,00	48,00
18,00	3,00	3,00	584,00	525,00	29,50	30,30	57,00	55,00
18,00	3,00	3,00	581,00	531,00	29,30	29,70	58,00	51,00
18,00	4,00	1,00	920,00	578,00	22,20	22,30	62,00	63,00
18,00	4,00	1,00	1130,00	532,00	23,80	24,80	61,00	53,00
18,00	4,00	1,00	877,00	567,00	24,10	23,50	60,00	57,00
19,00	1,00	1,00	692,00	667,00	18,50	18,70	51,00	53,00
19,00	1,00	1,00	713,00	648,00	19,90	20,00	57,00	54,00
19,00	1,00	1,00	749,00	655,00	20,70	21,30	55,00	50,00
19,00	2,00	2,00	813,00	568,00	19,50	19,30	52,00	51,00
19,00	2,00	2,00	828,00	574,00	20,90	21,00	57,00	56,00
19,00	2,00	2,00	796,00	557,00	21,70	20,80	56,00	55,00
19,00	3,00	3,00	567,00	554,00	19,80	21,70	49,00	57,00
19,00	3,00	3,00	579,00	573,00	22,10	22,30	54,00	55,00
19,00	3,00	3,00	584,00	569,00	20,50	20,30	51,00	48,00
19,00	4,00	1,00	674,00	562,00	21,00	21,10	44,00	52,00
19,00	4,00	1,00	703,00	574,00	23,10	21,80	48,00	54,00
19,00	4,00	1,00	719,00	561,00	22,60	20,70	54,00	53,00
20,00	1,00	1,00	620,00	581,00	26,40	26,80	54,00	50,00
20,00	1,00	1,00	647,00	573,00	27,60	28,30	58,00	54,00
20,00	1,00	1,00	651,00	567,00	27,90	27,10	57,00	51,00
20,00	2,00	2,00	816,00	577,00	19,60	19,70	54,00	56,00
20,00	2,00	2,00	819,00	584,00	21,80	20,90	57,00	58,00
20,00	2,00	2,00	797,00	564,00	21,90	21,20	59,00	61,00
20,00	3,00	3,00	612,00	567,00	19,70	20,00	51,00	54,00
20,00	3,00	3,00	657,00	573,00	21,30	21,10	49,00	58,00
20,00	3,00	3,00	678,00	568,00	22,70	19,30	55,00	57,00
20,00	4,00	1,00	617,00	565,00	19,10	18,70	48,00	50,00
20,00	4,00	1,00	643,00	543,00	20,70	19,80	53,00	51,00
20,00	4,00	1,00	637,00	557,00	21,50	21,20	54,00	53,00
21,00	1,00	1,00	581,00	556,00	23,80	22,60	46,00	51,00
21,00	1,00	1,00	600,00	518,00	25,70	24,20	45,00	43,00
21,00	1,00	1,00	567,00	545,00	26,20	26,80	47,00	48,00

21,00	2,00	2,00	617,00	561,00	24,20	23,90	41,00	38,00
21,00	2,00	2,00	718,00	579,00	24,70	25,10	47,00	49,00
21,00	2,00	2,00	745,00	582,00	25,90	26,80	50,00	42,00
21,00	3,00	3,00	573,00	568,00	24,70	23,80	45,00	39,00
21,00	3,00	3,00	591,00	564,00	25,30	25,00	48,00	50,00
21,00	3,00	3,00	603,00	552,00	25,50	25,60	51,00	46,00
21,00	4,00	1,00	619,00	572,00	23,50	23,90	49,00	54,00
21,00	4,00	1,00	624,00	565,00	24,20	24,80	51,00	52,00
21,00	4,00	1,00	612,00	558,00	24,90	25,70	55,00	58,00
22,00	1,00	1,00	583,00	554,00	23,50	23,70	64,00	63,00
22,00	1,00	1,00	605,00	568,00	24,90	24,60	55,00	58,00
22,00	1,00	1,00	598,00	571,00	25,50	25,30	56,00	56,00
22,00	2,00	2,00	597,00	581,00	24,70	24,80	54,00	52,00
22,00	2,00	2,00	624,00	602,00	24,90	25,30	57,00	60,00
22,00	2,00	2,00	658,00	595,00	25,20	26,50	59,00	62,00
22,00	3,00	3,00	578,00	561,00	23,20	22,90	61,00	69,00
22,00	3,00	3,00	602,00	565,00	22,70	23,30	62,00	64,00
22,00	3,00	3,00	588,00	554,00	24,10	24,50	63,00	68,00
22,00	4,00	1,00	652,00	574,00	23,80	23,10	53,00	54,00
22,00	4,00	1,00	614,00	566,00	24,10	23,40	58,00	56,00
22,00	4,00	1,00	594,00	582,00	24,70	25,20	52,00	50,00