



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**Konya İlinde Taş Ocaklarından Kaynaklanan
Atmosferik Çöken Tozun Toksik Etkisinin
Araştırılması**

Ali ÇANKAYA

YÜKSEK LİSANS

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Temmuz-2023
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Ali ÇANKAYA tarafından hazırlanan “Konya İlinde Taş Ocaklarından Kaynaklanan Atmosferik Çöken Tozun Toksik Etkisinin Araştırılması” adlı tez çalışması 11/07/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri:

Dr.Öğr.Üyesi Sevda OCAK
(Başkan)

Danışman

Doç.Dr. Gülnihal KARA

Üye

Doç.Dr. Süheyla TONGUR

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mevlüt UYAN
Enstitü Müdürü

Bu tez çalışması KTÜN-BAP tarafından 221001048 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Ali ÇANKAYA

Tarih:

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

KONYA İLİNDE TAŞ OCAKLARINDAN KAYNAKLANAN ATMOSFERİK ÇÖKEN TOZUN TOKSİK ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Ali ÇANKAYA

Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. Gülnihal KARA

2023, 105 Sayfa

Jüri

Dr.Öğr.Üyesi Sevda OCAK (Başkan)
Doç.Dr. Süheyla TONGUR

Taşocağı faaliyetlerinin toz/partikül kirliliği başta olmak üzere birçok çevresel etkilere neden olduğu düşünülmektedir. Bu araştırma Konya ilinde 75 tane faaliyet gösteren taşocaklarının 10 tanesinin bulunduğu çoklu taşocağı alanında gerçekleştirilmiştir. Partikül (Bulk-TSP) ve kar örnekleri çoklu taşocağı alanına yaklaşık 0.36 km mesafeden, rüzgâr faktörü ile kirlenmenin taşındığı ve kötü etkilediği mesken bölgesinden ve kentsel arka plan alanından eş anlı toplanmıştır. pH, iletkenlik, toplam ekstrakte edilebilir organik madde, katı madde fraksiyon, ağır metal ATR – FTIR ve GC-MS analizleri standart tekniklere göre gerçekleştirilmiştir. Toplam depolama sırasıyla taşocağı alanında, mesken ve arkaplanda 145.086, 58.159 ve 3.472 mg/m²-gün dür. Örneklem peryodu için taş ocağı alanında toplam depolanan toz arka plana göre 41.7 kat artmış 52.9 g/m²-yıl'a yükselmiştir. Mesken bölgesinde ise arka planda 14.67 kat yüksek toz depolandığı belirlenmiştir. Çalışma arka plan toplam depolama tozunun yüksek organik madde içeriğine (%40 suda çözünmeyen ve %33 suda çözünen) taş ocağı alanının ise yüksek inorganik içeriğe (% 88,05 suda çözünmeyen ve %7,463 suda çözünen) sahip olduğunu göstermiştir. Mesken bölgesinde ise toplam depolama tozu %33,68 suda çözünmeyen, %16 suda çözünür organik madde içermektedir.

Taşocağı ve arka plan alanında toplam solunabilir partikül madde (TSP) sırasıyla 599,964 ve 31,890 µg/m³ olarak belirlenmiştir. Taş ocağı alanı bulk örneğinin pH'ı arka plan bulk örneğinden daha yüksek (taş ocağı 8.17, arka plan 7.39) zayıf alkali karakterdedir. Taş ocağı ve arka plan bulk örneklerinin iletkenlik değerleri sırasıyla 348 ve 202,5 uS/cm dir. Bulk örneklerinin çözünmeyen fraksiyonunda makro elementler sırasıyla taş ocağı alanında (ug/g) Ca²⁺> Na⁺> Mg²⁺> K⁺> P⁺> Mn iken arka plan da Ca²⁺> Mg²⁺> P⁺> Na⁺> K⁺> Mn ve Mesken bölgesinde Ca²⁺> Na⁺>K⁺> P>Mg²⁺> Mn şeklindedir. P ve Na bulk ve TSP örneğinde farklı sıralamaya sahipti (Mesken bölgesi TSP- Ca²⁺>P>Na⁺>K⁺>Mg²⁺> Mn). Toksik elementler bulk örneğinin çözünmeyen fraksiyonunda ve TSP'de benzer eğilimler sergilemiştir (Mesken TSP ve Bulk -As> Pb> Ni> Co> Cd). Pb ve As arka plan bulk ve taşocağı bulk/TSP örneklerinden farklı sıralamaya sahipti (Arka plan bulk- Pb> As> Ni> Co> Cd). Bulk örneklerinin çözünmeyen fraksiyonunda Mikro elementler ise sırasıyla taş ocağı alanında Zn, Cu, Ba, Mn, Cr,Se, Mo, Al iken arka plan da Zn, Ba, Cu, Mn, Se, Al, Cr, Mo mesken bölgesinde Zn> Ba> Mn> Cu> Cr>Mo>Se>Al şeklindedir. Se ve Mo bulk ve TSP örneğinde farklı sıralamaya sahipti (mesken bölgesi TSP- Zn, Ba, Mn, Cu, Cr, Se, Al, Mo). Zn tüm örneklerde en yüksek belirlenen mikro element olmuştur.

Çalışma da taş ocağı tozunun ve arka plan (Kampüs) tozunun infrared (FTIR) spektrumunda farklı 2 gerilme belirlenmiş olsa da benzer spektrum verdiği gözlenmiştir. ATR – FTIR spektrumları incelendiğinde amin (1625 cm⁻¹), konjuge karbonil (1630 cm⁻¹), karbonil (1720 cm⁻¹), konjuge metil (2920 cm⁻¹), arka planda fenol ve karboksil gruplarının (3400 cm⁻¹) asbest, kaolinit gibi silikatların (Si-O, 800 cm⁻¹), kalsit (709, 871 ve 1400 cm⁻¹), kuvars (1033, Si-O-Si) ve siloksanların (1033 cm⁻¹ Si-O-Si, 1265 (Si-(CH₃)₂)), aldehitlerin (1710

cm^{-1} ve 2720 cm^{-1}), sülfonik asitlerin ($\text{S}=\text{O}$ $1200\text{-}1300 \text{ cm}^{-1}$ ve 3600 cm^{-1}), esterlerin (1710 cm^{-1}), alkanların ($2920\text{-}2850 \text{ cm}^{-1}$) ve arka planda karboksilik asitlerin ($3500 - 2500 \text{ cm}^{-1}$) varlığını göstermiştir. GC-MS analiz sonuçları incelendiğinde arka plan-TSP örneği dışındaki örnekler benzer bir moleküler parmak izi göstermiştir. Mesken bölgesi toz örneğinde oldukça büyük pik alanları gözlenmiştir. En yüksek sinyaller silane hidrokarbon grubu sınıfında (8 bileşik) belirlenmiştir. Alkan gurubunda (2 bileşik) eicosane, heneicosane phthalate grubunda Bis(2-ethylhexyl) phthalate ve Dibutyl phthalate (2 bileşik), fenol grubunda phenol, 2,4-bis(1-phenylethyl) -(1 bileşik), karboksilik asit grubunda (1,2-benzenedicarboxylic acid ve hexadecanoic acid (2 bileşik) belirlenmiştir. Karboksilik asit ve phthalate grubu sadece arka plan-toz örneğinde belirlenmiştir. Çöken toz ve partikül örneklerinin toksikliğini değerlendirme de *Lepidium Sativum*'un kullanıldığı fitotoksisite testleri kullanılmıştır. Köyiçi inorganik, taş ocağı çözünmüş inorganik ekstraktlarında ve arka plan TSP organik, Köyiçi toz organik, arka plan toz organik ekstraktlarında büyümeyi engelleyici etki olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağır Metaller, Atmosferik Çöken Toz, Çevre Kirliliği, Akut Toksisite, hava kirliliği, TSP.



ABSTRACT**MS THESIS****INVESTIGATION OF THE TOXIC EFFECT OF ATMOSPHERIC SETTLED DUST ORIGINATING FROM STONE QUARRIES IN KONYA PROVINCE****Ali ÇANKAYA**

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Environmental Engineering**

Advisor: Assoc.Prof.Dr. Gülnihal KARA**2023, 105 Pages****Jury****Assist. Prof. Dr. Sevda OCAK****Assoc.Prof.Dr. Süheyla TONGUR**

The research suggests that quarrying activities lead to various environmental impacts, primarily including dust/particulate pollution. This study was conducted in a region with multiple quarry sites, where 10 out of the 75 operating quarries in Konya province are located. Particle (Bulk-TSP) and snow samples were collected simultaneously from an approximate 0.36 km distance to the multiple quarry site, where the influence of wind-borne contamination was transported and negatively affected the residential area, as well as the urban background area. pH, conductivity, total extractable organic matter, solid matter fraction, heavy metal ATR – FTIR, and GC-MS analyses were conducted according to standard techniques. The total depositions are 145.086, 58.159, and 3.472 mg/m²-day in the quarry area, residential area, and background area, respectively. During the sampling period, the total deposited dust in the quarry area increased by 41.7 times compared to the background, reaching 52.9 g/m²-year. In the residential area, it was determined that there is a 14.67-fold increase in deposited dust compared to the background. The study indicated that the background total deposited dust has a high organic content (40% insoluble in water and 33% soluble in water), whereas the quarry area has a high inorganic content (88.05% insoluble in water and 7.463% soluble in water). In the residential area, the total deposited dust contains 33.68% insoluble in water and 16% water-soluble organic matter.

The total respirable particulate matter (TSP) in the quarry area and background area were determined to be 599.964 µg/m³ and 31.890 µg/m³, respectively. The pH of the quarry area bulk sample is higher than that of the background bulk sample (quarry: 8.17, background: 7.39), indicating a weakly alkaline nature. The conductivity values of the quarry and background bulk samples are 348 µS/cm and 202.5 µS/cm, respectively. In the insoluble fraction of the bulk samples, the macroelements in the quarry area are as follows (µg/g): Ca²⁺ > Na⁺ > Mg²⁺ > K⁺ > P > Mn. In the background area, the sequence is Ca²⁺ > Mg²⁺ > P > Na⁺ > K⁺ > Mn. In the residential area, the order is Ca²⁺ > Na⁺ > K⁺ > P > Mg²⁺ > Mn. In the residential area, the order for the TSP samples is Ca²⁺ > P > Na⁺ > K⁺ > Mg²⁺ > Mn, which is different from the bulk samples' sequence. Toxic elements exhibited similar trends in both the insoluble fraction of the bulk samples and the TSP samples in the residential area (residential TSP and bulk - As > Pb > Ni > Co > Cd). For the background bulk samples, the order is Pb > As > Ni > Co > Cd, which differs from the sequence in the quarry bulk/TSP samples. In the insoluble fraction of the bulk samples, the order of microelements in the quarry area is: Zn, Cu, Ba, Mn, Cr, Se, Mo and Al. In the background area, the sequence is Zn, Ba, Cu, Mn, Se, Al, Cr and Mo. In the residential area, the order is Zn > Ba > Mn > Cu > Cr > Mo > Se > Al. In the residential area, the sequence for TSP samples is Zn, Ba, Mn, Cu, Cr, Se, Al, Mo. Zn has been identified as the highest detected microelement in all samples.

In the study, although two distinct vibrations were identified in the infrared (FTIR) spectrum of the quarry dust and background dust, it was observed that they exhibited similar spectra. Upon examining the ATR – FTIR spectra, the presence of various functional groups was identified: amine (1625 cm⁻¹), conjugated carbonyl (1630 cm⁻¹), carbonyl (1720 cm⁻¹), conjugated methyl (2920 cm⁻¹), phenol and carboxyl groups in the background (3400 cm⁻¹), silicates like asbestos and kaolinite (Si-O, 800 cm⁻¹), calcite (709, 871, and 1400 cm⁻¹).

¹), quartz (1033, Si-O-Si), siloxanes (1033 cm⁻¹ Si-O-Si, 1265 (Si-(CH₃)₂)), aldehydes (1710 cm⁻¹ and 2720 cm⁻¹), sulfonic acids (S=O 1200-1300 cm⁻¹ and 3600 cm⁻¹), esters (1710 cm⁻¹), alkanes (2920-2850 cm⁻¹), and carboxylic acids in the background (3500 - 2500 cm⁻¹). Upon analyzing the GC-MS results, it was observed that the samples, except for the background-TSP sample, exhibited a similar molecular fingerprint. Significantly large peak areas were observed in the residential area dust sample. The highest signals were identified in the silane hydrocarbon group (8 compounds) in the residential area dust sample. In the alkane group (2 compounds), eicosane and heneicosane were detected. In the phthalate group, Bis(2-ethylhexyl) phthalate and Dibutyl phthalate (2 compounds) were found. Phenol was identified in the phenol group, and 2,4-bis(1-phenylethyl) was detected as well (1 compound). In the carboxylic acid group, 1,2-benzenedicarboxylic acid and hexadecanoic acid (2 compounds) were identified. Carboxylic acid and phthalate groups were identified only in the background-dust sample. Phytotoxicity tests using *Lepidium sativum* (garden cress) were employed to assess the toxicity of settled dust and particulate samples. In the rural inorganic, quarry dissolved inorganic extract, and background TSP organic samples, as well as rural dust organic and background dust organic extracts, inhibitory effects on growth were observed.

Keywords: Heavy metals, atmospheric settled dust, environmental pollution, acute toxicity, air pollution, TSP.



ÖNSÖZ

Bu tez çalışması Konya Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans programında hazırlanmıştır.

Tez çalışmamda beni yönlendirerek yardımını eksik etmeyen danışmanım Doç.Dr. Gülnihal KARA'ya, maddi ve manevi desteğini hiç esirgemeyen, anneme, babama ve ablalarımın teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Ali ÇANKAYA
KONYA-2023



İÇİNDEKİLER

ÖZET	1
ABSTRACT.....	3
ÖNSÖZ	5
İÇİNDEKİLER	5
SİMGELER VE KISALTMALAR	8
1. GİRİŞ	10
1.1. Atmosferik Tozun Özellikleri.....	11
1.1.1. Partikül Madde Boyutu	12
1.1.2. Partikül Madde Boyut Dağılımı.....	14
1.1.3. Partikül Maddenin Çökelme Hızı	16
1.2. Çöken Tozun Kimyasal İçeriği	21
1.3. Çöken Tozdaki Kirleticiler.....	23
1.3.1. Çöken Tozdaki Kirleticiler	24
1.4. Çöken Tozun Çevresel Etkisi.....	25
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	27
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	37
3.1. Çöken Toz Örnekleyiciler.....	37
3.1.1. TSE 2341 Çöken Toz Örnekleyiciler.....	37
3.1.2. TSE 2342 Çöken Toz Örnekleyiciler.....	38
3.1.3. Modifiye TS 2341 Çöken Toz Örnekleyiciler	39
3.2. Çöken Toz Örnekleyicilerin Performans Testleri	39
3.3. Çalışma Bölgesi ve Örneklem.....	40
3.3.1. Filtrelerin Hazırlanması	44
3.3.2. Fiziksel-Kimyasal Analizler	46
3.3.3. Organik Bileşiklerin Ekstraksiyonu	47
3.3.4. İnorganik Bileşiklerin Ekstraksiyonu	48
3.3.5. <i>Lepidium sativum</i> Akut Toksisite Testi	48
3.3.6. Gaz Kromatografik Analiz.....	50
3.3.7. ATR-FTIR Analizi.....	51
3.3.7. ICP-OES Analizi.....	51
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	54
4.1. Çöken Toz Örnekleyicilerin Performans Test Sonuçları	54
4.2. <i>Lepidium sativum</i> Akut Toksisite Testi Referans Test Sonuçları.....	56
4.3. Hava ve Kar örneklerinin Fiziksel –Kimyasal ve Akut Toksisite Test Sonuçları	57
4.4. ATR-FTIR Analiz Sonuçları	63
4.5. ICP-OES Analiz Sonuçları	69
4.6 Öneriler	73

KAYNAKLAR	77
Ek-1 Meteorolojik Veriler	83
Ek-2 Fitotoksisite Tesit Verileri.....	88



SİMGELER VE KISALTMALAR**Simgeler**

Al	: Alüminyum
As	: Arsenik
Au	: Altın
Cd	: Kadminyum
Cr	: Krom
Co	: Kobalt
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
Hg	: Cıva
K	: Potasyum
Mg	: Magnezyum
N	: Normal
Na	: Sodyum
Ni	: Nikel
Pb	: Kurşun
Sc	: Skandiyum
Se	: Selenyum
Sn	: Kalay
Th	: Toryum
Ti	: Titanyum
Zn	: Çinko
ml	: Mililitre
kg	: Kilogram
mg	: Miligram
g	: Gram
µg	: Mikrogram
L	: Litre
cm	: Santimetre
mm	: Milimetre
m	: Metre
V	: Hacim
µL	: Mikrolitre
km	: Kilometre
°C	: Derece santigrat.

Kısaltmalar

AB	: Avrupa Birliği
ICP-MS	: Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometer (İndüktif eşleşmiş plazma – kütle spektrometre)
ICP-OES	: Inductively coupled plasma optical emission spectrometry (İndüktif eşleşmiş plazma- Optik Emisyon Spektroskopisi)
ISCST3	: Industrial Source Complex- Short Term Version 3
TS	: Türk Standartları
TAKM	: Toplam Askıda Katı Madde
USEPA	: Amerika Çevre Koruma Ajansı
TÇKM	: Toplam Çözünmüş Katı Madde
UÇKM	: Uçucu Çözünmüş Katı Madde
SÇKM	: Sabit Çözünmüş Katı Madde
UAKM	: Uçucu askıda Katı Madde
SAKM	: Sabit Askıda Katı Madde
EOM	: Çözünür Organik Fraksiyon
DMSO	: Dimetil Sülfoksit

1. GİRİŞ

Çevre, tüm canlıların yaşamında önemli bir rol oynar. Nüfusun artmasıyla birlikte, kentleşme ve sanayileşme gibi etkenler çevre kirliliğinin artmasına önemli katkılarda bulunur. Çevre kirlenmesi kavramı oldukça geniş bir kapsama sahiptir. Çevre değişiklikleri, insanlar ve tüm canlıların sağlığına kısa veya uzun vadede olumsuz etkiler yaparak ekolojik dengeyi bozabilir. Kirleticiler, etkiledikleri çevre türüne bağlı olarak biyolojik, kimyasal ve fiziksel olarak sınıflandırılabilir (Andaç, 2013).

Hava kirliliği, is, duman, toz, gaz, buhar ve aerosol gibi kirleticilerin havanın doğal bileşimini ve yapısını değiştirerek ortaya çıkar. Bu kirleticilerin atmosferde bulunması, doğal olaylar ve sosyal-ekonomik etkinliklerin sonucudur. Hava kirliliği, insanlar, diğer canlılar ve ekolojik denge için olumsuz etkiler yaratan bu kirleticilerin oranı, yoğunluğu ve süresiyle karakterizedir. Hava kirliliği, insan nüfusunun artması ve yaşam standartlarının değişmesiyle birlikte artış göstermiştir (Orhun, 2013).

Yer kabuğuna yakın atmosfer katında, doğal veya yapay fiziksel, kimyasal ve biyolojik reaksiyonlar sonucu oluşan nem ve karbondioksit dışında, kükürt oksitler, karbon monoksit, azot oksit, ozon, hidrokarbon buharları gibi insan etkinlikleriyle daha çok ilişkili olan kirleticiler bulunur (Kara, 2020). Ayrıca, sıvı ve katı taneciklerin gaz ortamda askıda kalmasıyla oluşan partiküller de mevcuttur ve bu partiküller "tozluluk" olarak adlandırılır. Bu kirleticiler atmosferde varlığını sürdürmektedir. Bu kirleticilerin varlığı, çevrenin kalitesini olumsuz yönde etkileyerek insan sağlığına ve ekosistemlere zarar verebilir (Müezzinoğlu, 1987).

Atmosfere salınan kirleticilerin, insanlar, hayvanlar, bitkiler ve eşyalara etki etmesi için atmosfer içinde taşınması gerekmektedir. Su kirliliği durumunda, kirleticiler su akıntılarıyla taşınırken, hava kirliliği durumunda ise rüzgâr, kirleticilerin taşıyıcısıdır (Vesilind et al., 2011). Rüzgârın etkisiyle kirleticiler atmosfer boyunca yayılabilir ve uzak mesafelere taşınabilir. Bu nedenle, hava kirliliği çevresel etkilerin yayılmasında geniş bir alanı etkileyebilir ve farklı bölgeler arasında da etkileşime neden olabilir.

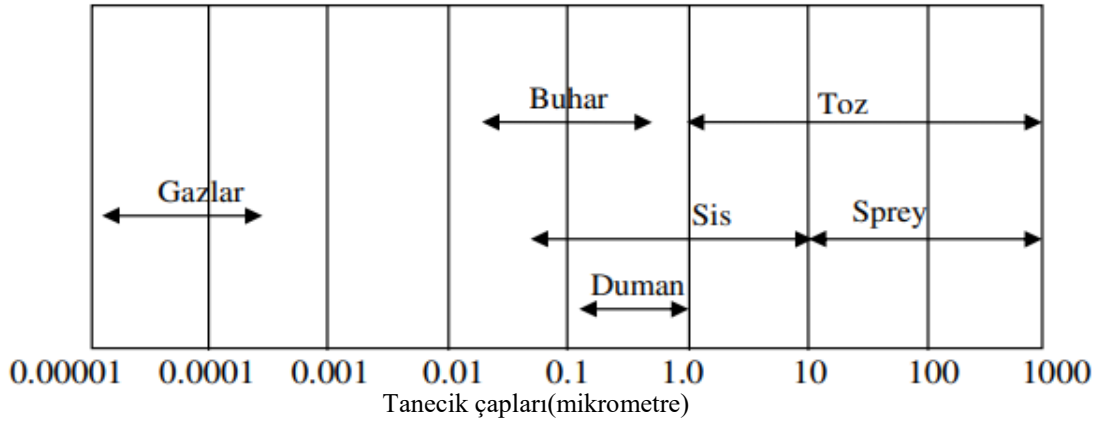
Atmosferik kirleticiler arasında, özellikle çöken tozun insan sağlığı ve çevre üzerinde olumsuz etkileri iyi bilinmektedir. Bu olumsuz etkiler, büyük ölçüde tozun parçacık boyutuna, toksik bileşiklerle etkileşimine ve bu kirleticilerin farklı fraksiyonlardaki çözünürlüklerine bağlıdır. Örneğin, daha küçük parçacıklar solunum yoluyla daha derinlere

nüfuz edebilir ve solunum sistemi üzerinde ciddi sorunlara yol açabilir. Ayrıca, bazı kirleticiler çevredeki su kaynaklarına ulaşabilir ve su ekosistemlerinde zararlı etkilere neden olabilir. Bu nedenle, çöken tozun bileşimi ve karakteristikleri, insan sağlığı ve çevre üzerindeki etkileri açısından önemli bir faktördür.

Bu çalışmanın amacı, atmosferdeki çöken tozun kaynaklarının ve analiz yöntemlerinin araştırılmasıyla birlikte, oluştuğu kaynağa bağlı olarak içerdiği kirleticilerin incelenmesi ve sonuç olarak, bu kaynakların çevre kirliliğine olan katkısının ve canlı yaşamı üzerinde olası etkilerinin tartışılmasıdır. Bu çalışma, çöken tozun oluşum sürecini ve bileşimini anlamak için çeşitli araştırma yöntemlerini kullanarak, kirleticilerin kaynaklarını belirlemeyi hedeflemektedir. Ayrıca, bu kirleticilerin çevre kirlenmesi üzerindeki etkilerini değerlendirmek ve canlı organizmalar üzerindeki potansiyel etkilerini incelemek, çevre koruma ve insan sağlığı açısından önemli sonuçlar sunacaktır.

1.1. Atmosferik Tozun Özellikleri

Hava ortamında asılı durumda bulunan partikül halindeki maddeler, boyutlarına ve yoğunluklarına oranla belirli bir süre boyunca bu halde kalabilirler. Sonrasında, yer çekimi etkisiyle atmosferden uzaklaşarak yere çökelirler. Kimyasal yapıları ve iriliklerine bağlı olarak, toz, buhar, sis, duman, sprey gibi farklı isimlerle adlandırılan çeşitli partikül maddeler bulunmaktadır. Genellikle katı maddeler olan tozlar, endüstriyel veya ısınma tesislerinin atık gazlarıyla birlikte havaya salınan “kül, kömür, çimento tozları, kum, talaş, toprak” gibi çeşitli maddeleri içerirler. Buharlar ise kimyasal veya fiziksel reaksiyonlar sonucu havaya salınan metal veya organik madde buharlarıyla, ayrıca süblimleşmeyle oluşan çok ince aerosollerdir. Sis, buharların yoğunlaşmasıyla meydana gelen ince sıvı damlacıklarından oluşur ve su buharının etkisiyle doğal sis oluşurken, diğer buharların etkisiyle smog olarak adlandırılır. Duman, karbonlu maddelerin tam olarak yanmaması sonucu havaya salınan katı taneciklerle zenginleşmiş atık gazların adıdır. Sprey ise bir sıvının basınçlı bir taşıyıcı gazla püskürtülmesiyle oluşan atomize sıvı taneciklerinden meydana gelir. Bu çeşitli aerosoller, tane iriliklerine göre farklı sınıflara ayrılır ve atmosferdeki partikül kirliliğinin karmaşıklığını yansıtır (Mavruk, 2005). Şekil 1.1'de, bu aerosollerin tane iriliklerine ilişkin bilgiler bulunmaktadır. Bu çalışma, atmosferdeki çeşitli partikül tiplerinin kaynaklarını ve karakteristiklerini araştırarak, hava kalitesi ve insan sağlığı üzerindeki olası etkilerini anlamayı amaçlamaktadır.



Şekil 1.1. Aerosollerin tane iriliğine göre sınıflandırılması (Müezzinoğlu, 1987)

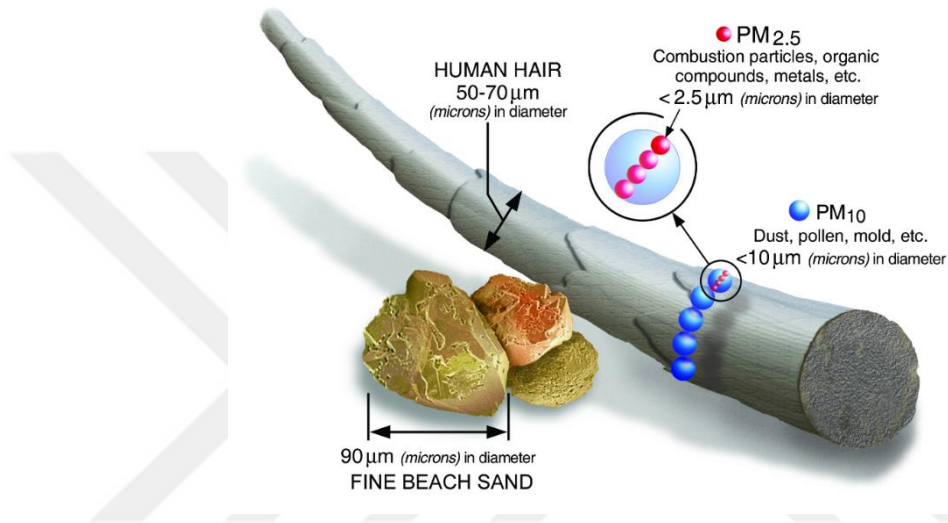
1.1.1. Partikül Madde Boyutu

Partikül maddenin özellikleri arasında en önemlisi partikül boyutudur ve bu boyut, diğer tüm özelliklerini belirleyen temel bir faktördür. Gaz moleküllerinin ortalama büyüklüğü 0,0002-0,0003 µm çaptan daha büyük olup, 100 µm çaptan küçük olan katı veya sıvı tanecikler havada bir miktar askıda kalabilirler. Bu taneciklere partikül madde (PM) adı verilir. Partikül maddelerin şekli, boyutu ve yoğunluğu, çökme hızları ve solunum sistemine olan etkileşim yetenekleri açısından önem taşır. Partikül maddelerin boyutları, aerodinamik çaplarına göre belirli bir standart parametre altında sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırma, partikül maddelerin kaynaklarını ve çevresel etkilerini anlamak için önemli bir araçtır (Beşir, 2015);(Kahramantekin, 2006).

US EPA (Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı)'nın sınıflandırmasına göre, partikül maddeler aerodinamik çaplarına bağlı olarak farklı kategorilere ayrılır. Bu sınıflandırmaya göre, aerodinamik çapı 0,1 µm'den küçük olan partikül maddeler "çok ince", 0,1 µm ile 2,5 µm arasındaki partikül maddeler (2,5 µm dahil) "ince", 2,5 µm ile 10 µm arasındaki partikül maddeler "kaba" ve 10 µm'den büyük olan partikül maddeler ise "çok kaba" partikül madde olarak adlandırılır. Şekil 1.2, partikül madde boyutlarını daha kolay anlamamızı sağlamak amacıyla örnek bir gösterim sunmaktadır. Bu sınıflandırma, partikül maddelerin farklı boyut aralıklarının sağlık ve çevre üzerindeki potansiyel etkilerini anlamamıza yardımcı olur. Araştırma, partikül maddelerin bu sınıflara göre dağılımını incelemek ve bu dağılımın insan sağlığına ve çevreye olan etkilerini değerlendirmek amacını taşımaktadır.

Partikül maddenin boyutları küçüldükçe, partikül maddelerin solunum sistemi içerisine girmesi kolaylaşır. Nefes alma sırasında burun yoluyla solunan havada bulunan

tüyler ve mukus, 10 μm 'den büyük boyuta sahip partikül maddeleri filtreleyerek hızlı bir şekilde çökeltir. Bu çökelen partikül maddeler daha sonra soluk borusuna geçer, bronşlara ilerler ve yerleşme eğilimi gösterir. Ancak insan sağlığı göz önünde bulundurulduğunda, daha ince olan 10 μm 'den daha küçük partikül maddeler, solunum sisteminde daha derinlere ilerleyebilme potansiyeline sahiptir. Bu partikül maddeler genizden geçerek alveollere kadar ulaşabilirler. Bu durum, sağlık açısından büyük ölçüde risk oluşturan partikül maddelerin solunum sistemi üzerindeki etkilerini vurgular (Beşir, 2015).



Şekil 1.2. Partikül Boyutları

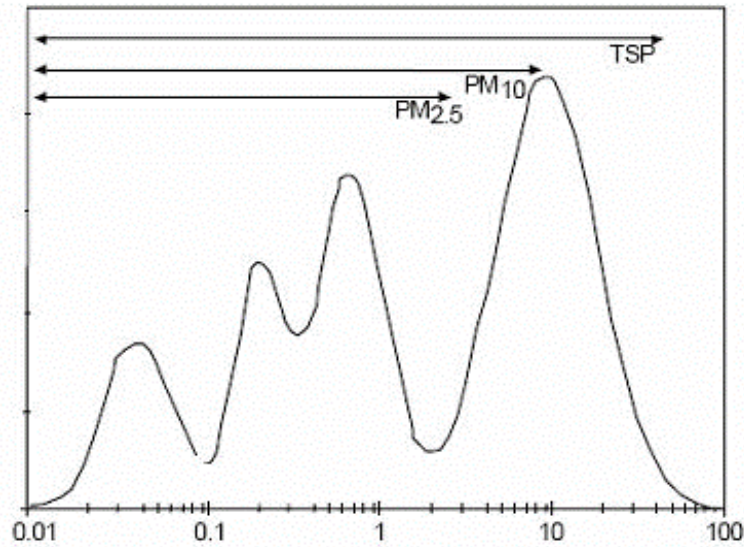
Partikül maddeler, geniş bir özellik ve kimyasal yapı yelpazesine sahiptir. Hem inorganik hem de organik yapıda olabilirler. Hava kirliliği açısından, kurşun, vanadyum, sülfat, çinko, mangan, demir ve nitrat gibi inorganik bileşenler önemli bir rol oynar. Organik bileşenler ise çeşitli hidrokarbonlar, organik asitler, fenoller ve alkoller gibi maddeleri içerir. Ayrıca, partikül maddelerin bir kısmı mikroorganizmalar gibi biyolojik kaynaklardan da oluşabilir. Bu çeşitlilik, partikül maddelerin kaynaklarını ve bileşenlerini anlamak için detaylı bir analiz gerektirir (Kunt, 2007).

Partikül maddelerin solunabilir boyuttaki yapıları, elektron veya optik mikroskoplar kullanılarak incelendiğinde, genellikle düzensiz bir yapıya sahip oldukları görülür. Özellikle katı toz partikül maddeler şekilsiz ve kırık bir yapıya sahip olduğu gözlemlenir. Mineral tozlar, çoğu zaman kristal yapıları ve bölünme özellikleri gibi özelliklerine bağlı olarak tanımlanabilir. Asbest parçacıkları, tipik olarak iğne şeklinde görünürler ve uzunlukları çaplarından birkaç kat daha fazla olabilir. Bu yapılar, partikül maddelerin özelliklerini ve

kaynaklarını belirlemek için önemli bir göstergedir ve çevresel etkilerinin anlaşılmasına yardımcı olur (Scherbakova, 2010).

1.1.2. Partikül Madde Boyut Dağılımı

Atmosferik partikül maddeler genellikle modlu boyut dağılımına sahiptir, yani birçok noktada partikülün etrafında toplanma eğilimindedir. Modlu boyut dağılımı, hem sürekli partikül oluşumunu sağlayan süreçlerin etkisiyle hem de atmosferden partikül giderimine neden olan süreçlerin sonucu olarak ortaya çıkar. Başlangıçta oluşan partikül maddelerin boyutu ve bileşimi, buharlaşma, yoğunlaşma, diğer partikül maddelerle koagülasyon veya kimyasal reaksiyonlar gibi faktörlere bağlı olarak değişebilir. Bu nedenle, partiküler maddelerin boyutlanmasındaki modların sayısı, aerosolün oluşum şekline, yaşına ve çevrede farklı boyutlarda partikül oluşturan aktif kaynakların varlığına bağlı olarak çeşitlilik gösterir. Ayrıca, ince ve kaba moddaki partikül dağılımlarının bağıl nem, hava sıcaklığı ve rüzgâr hızı gibi meteorolojik şartlara güçlü bir şekilde bağlı olduğu belirtilmektedir. Kaba ve ince partikül tanımı, çift-modlu boyut dağılımının temelini oluşturur (Dorjsuren, 2012). Şekil 1.3'te, atmosferdeki partikül boyutunun olası kütle dağılımı gösterilmektedir.



Şekil 1.3. Atmosferdeki partikül boyutunun olası kütle dağılımı

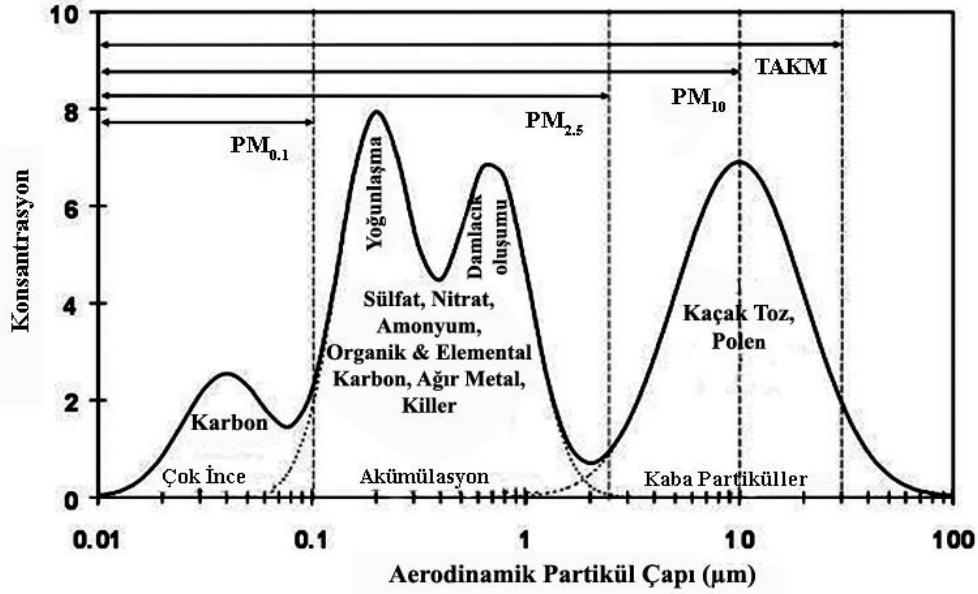
Şekil 1.3 incelendiğinde, ilk moda çekirdek modu denir ve bu modda çok ince maddeler sınıflandırılır. Bu bölümdeki partikül maddelerinin çapları genellikle 0.08 μm 'den küçüktür. Çekirdek modundaki partikül maddelerin ömrü genellikle 1 saatten daha kısadır.

Büyük partikül maddeler hızla birleşme eğilimindedir veya sis zerreleri ve bulutlar için çekirdek görevi yapabilirler.

Yığılma modunda, partikül maddelerin çapları genellikle yaklaşık olarak 0.08-2 μm arasında yer almaktadır. Bu moddaki partikül maddeler, çeşitli kaynaklardan kaynaklanan kirleticilerin yanması, uçucu maddelerin gaz fazından partikül fazına dönüşümü ve ince toprak partiküllerinin havada asılı kalması gibi faktörlerle oluşurlar. Ayrıca, bu moda ait partikül maddeler, atmosferdeki koşulların etkisiyle birleşerek daha büyük partikül maddeler oluşturabilirler.

Çekirdek ve yığılma modu birlikte, ince partikül maddelerin oluşumuna katkıda bulunurlar. Bu modlarda, çapı 2-3 μm 'den küçük olan partikül maddeler bulunur, örneğin amonyum nitrat, amonyum sülfat, sülfürik asit, organik ve elementel karbon gibi bileşenler. Bunun yanı sıra, aerodinamik çapı 2-3 μm 'den büyük olan partikül maddeler, kaba partikül grubunu oluşturur. Bu partikül maddelerin genellikle öğütme faaliyetlerinden kaynaklanır ve jeolojik kökenli maddeler yoğun bir şekilde bulunurken, polen ve sporlar da bu kaba partikül maddeler arasında yer alır (Süren, 2007).

Şekil 1.3 incelendiğinde, buhar ve gazlardan başlayarak irileşerek partikül madde haline geçen taneciklerin, büyük tozlar şeklinde havaya yayıldıktan sonra parçalandığı ve küçülerek ince toz grubuna dönüştüğü görülmektedir. Zamanla, kirlenmenin etkisiyle orta noktadaki zirvede (mod) birikim gerçekleşir. Bu durum, doğal nedenlerle meydana gelen tozlanma olaylarının uzun bir süre sonra sadece orta modda kalacağını gösterir. Bu durumda, uzun bir süre sonra tek modlu ve simetrik, yani Gauss tipi bir dağılım oluşur. İnsan etkisi olmayan bölgelerde toz irilik dağılımı Gauss tipindedir. Ancak, insan etkisinin olduğu bölgelerde, yollar üzerinde, toz emisyonu olan fabrikaların çevresinde ve benzeri yerlerde, çoğunlukla zirveye sahip (multi-modal) toz irilik dağılımları gözlenmektedir (Kaygaldurak, 2010).



Şekil 1.4. Tipik Partikül Boyut Dağılımı

Tipik partikül boyut dağılımı Şekil 1.4'te görülmektedir. $PM_{2.5}$, PM_{10} ve toplam askıda katı madde (TAKM) parametreleri belirlenmiş ve birçok ülke tarafından kabul edilen hava kalitesi standartlarında kullanılan bu veriler yer almaktadır. Partikül boyut dağılımında, konsantrasyonun en yüksek olduğu partikül boyutu PM_{10} olarak belirlenmiştir. Kaba partikül madde modunun pik noktası, çöken toz ölçüm yerine bağlı olarak ~6 ile ~25 μm arasında değişebilir. TAKM ölçümü için kullanılan yüksek hacimli örnekleme sistemleri, 10 μm boyutunun altındaki partikül maddeleri %100 civarında tutabilirken, boyutu 100 μm 'ye ulaşan partikül maddelerin tamamını tutamayabilir. Bu nedenle, yüksek hacimli örnekleme cihazları partikül boyutunda kesin bir veri sağlamamaktadır (Beşir, 2015).

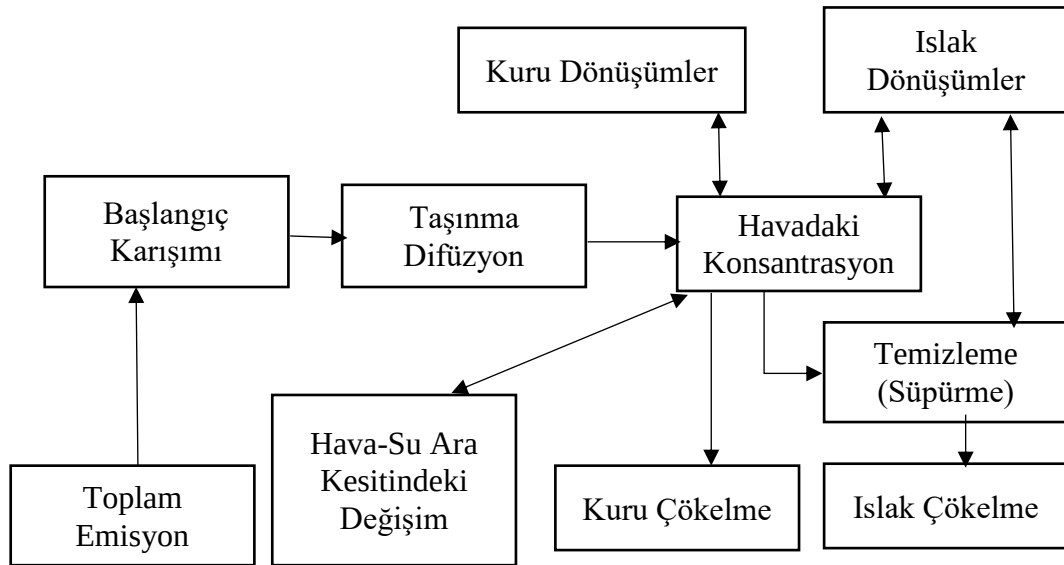
1.1.3. Partikül Maddenin Çökelme Hızı

Havadaki PM, atmosferde bulunan katı veya sıvı haldeki ince maddelerden oluşur. Hava ortamında süzülerek asılı kalan partikül maddeler, boyutları ve yoğunluklarına bağlı olarak belirli bir süre boyunca havada kalabilirler. Bu sürenin sonunda ise yer çekimi etkisiyle yere çökerek atmosferden uzaklaşırlar. Bu çökme süreci, partikül maddelerin hava hareketleri ve atmosfer koşullarıyla da etkilenebilir (Mavruk, 2005).

Partikül maddelerin taşınması ve yer değiştirmesi, partikül boyutuyla doğrudan ilişkilidir. Çok ince partikül maddeler, örneğin 0,1 μm 'den daha küçük olanlar, molekül gibi davranır ve rasgele hareketler yaparlar. Gaz ortamında kinetik enerjinin etkisiyle birbirleriyle çarpışarak aglomerasyon oluşturabilirler ve büyüyebilirler. 0,1-1 μm arasındaki

partikül maddelerin çökmesinde rüzgâr hızı önemli bir rol oynar. 20 μm 'den daha büyük çaplı tozlar ise yüksek çökme hızlarına sahip olduklarından dolayı durgun hava ortamında asılı kalma süreleri çok düşüktür (Dorjduren, 2012).

Atmosferdeki kirleticilerin atmosferden uzaklaşması ve çökme mekanizmaları farklı şekillerde gerçekleşir. Kuru çökme, kirleticilerin sadece yerçekimi kuvveti etkisiyle atmosferden ayrılması anlamına gelir. Bu durumda, kirleticiler hava hareketleri ve rüzgarlarla taşınarak yüzeylere düşerler. Islak çökme ise kar, yağmur, sis gibi doğal olaylar aracılığıyla kirleticilerin atmosferden uzaklaştırılmasıdır. Kar çökmesi sırasında kirleticiler, su buharı kristalleri üzerinde yoğunlaşarak kar taneciklerine dönüşür ve yüzeye düşer. Yağmur çökmesi ise kirleticilerin yağmur damlacıklarıyla birlikte atmosferden uzaklaştırılması anlamına gelir. Sis ise kirleticilerin su damlacıkları tarafından yakalanarak havadan uzaklaştırılması sürecidir (Bayraktar & Turalıoğlu, 2004). Bu çökme mekanizmaları, atmosferdeki kirleticilerin temizlenmesinde önemli rol oynar. Şekil 1.5. de bu mekanizmaların nasıl gerçekleştiğini daha detaylı bir şekilde açıklamaktadır.



Şekil 1.5. Çökme Mekanizmasının Şematik Gösterimi (Taşdemir, 1997)

Atmosferdeki partikül maddelerin taşınım potansiyeli, bir dizi faktöre bağlıdır. Bu faktörler arasında kaynak yüksekliği, çökme hızı, partikül çapı ve rüzgâr hızı yer almaktadır. Partikül maddelerin taşınım uzaklığı, bu faktörlerin bir kombinasyonu olarak hesaplanır. US EPA tarafından yapılan teorik hesaplamalarda, ortalama rüzgâr hızının 16 km/saat olduğu varsayılmıştır. Bu hesaplamalara göre, 100 μm 'den büyük partikül

maddelerin emisyon kaynağından 6 ila 9 metre uzaklığa kadar taşınma potansiyeli bulunmaktadır. Aerodinamik çapları 30 ila 100 μm civarında olan partikül maddeler ise en az 30 metre ilerisine kadar taşınabilir ve çökme olasılıkları yüksektir. Bu hesaplamalar, partikül madde taşınımının belirli bir hız ve boyut aralığında nasıl gerçekleşebileceğini göstermektedir. Rüzgâr hızı, partikülün taşınım hızını etkileyen önemli bir faktördür. Partikül çapı da taşınım mesafesini etkileyen bir diğer önemli faktördür. Bu bilgiler, atmosferdeki partikül maddelerin yayılımını ve dağılımını anlamak için kullanılan teorik yaklaşımları temsil etmektedir. Gerçek atmosfer koşullarında, taşınım süreçleri karmaşık bir şekilde etkileşebilir ve daha fazla değişkenlik gösterebilir (Beşir, 2015).

Partikül çapı açısından toz taneciklerinin atmosferdeki hareketleri, Newton, Stokes ve Brownian hareketi olmak üzere üç sınıfta incelenmektedir.

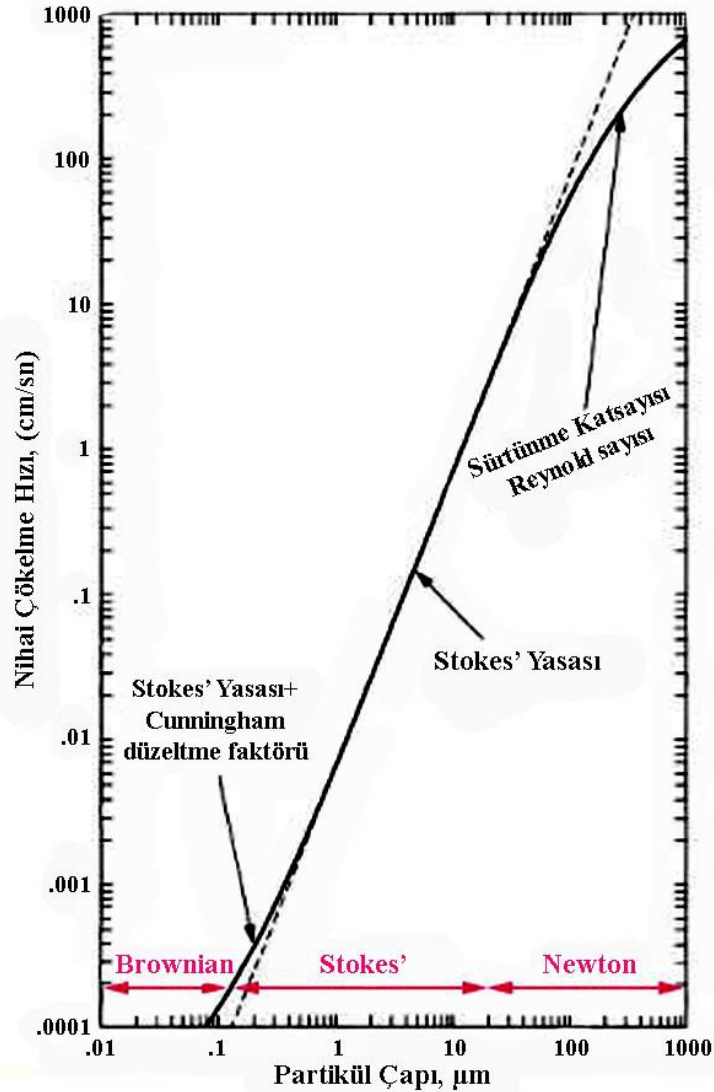
Partikülün ağırlığından kaynaklanan yer çekimi kuvvetinin baskın olduğu harekete Newton hareketi denir. Özellikle yüksek özgül ağırlığa sahip olan partikül maddeler, diğer partikül maddelere göre daha hızlı bir şekilde çökerler.

Küresel şekle sahip olan partikül maddelerin, yerçekimi kuvveti etkisi ile sürtünme ve kaldırma kuvvetine eşitlendiği durumda, meteorolojik koşullar göz önünde bulundurulmadan sabit hızla çökmesine Stokes hareketi denir. Stokes hareketi, partikülün çökme hızının belirli bir değerde dengelendiği durumu ifade eder. Bu durumda, yerçekimi kuvveti partikülü aşağı doğru çekerken, sürtünme ve kaldırma kuvvetleri partikülü yukarı doğru itmeye çalışır. Eğer bu kuvvetler birbirine eşit olduğunda, partikül sabit bir hızla çökler. Stokes hareketi, özellikle atmosferdeki hava direncinin belirli bir değere sahip olduğu durumlarda gözlemlenir ve partikülün boyutuna ve yoğunluğuna bağlı olarak değişebilir.

Atmosferdeki moleküller ve atomlar arasındaki çarpışmaların sonucunda, asılı haldeki partikül maddelerin rastgele ve zikzaklı hareketler sergilemesine Brownian hareketi denir. Bu hareket, partikül maddelerin sürekli olarak çevredeki moleküler etkileşimlerle etkileşime girmeleri ve momentum transferi yaşamaları sonucunda ortaya çıkar. Atmosferdeki partikül maddeler, Brownian hareketi nedeniyle sürekli olarak yer değiştirir ve hava akımları tarafından taşınabilir. Bu hareket, partikül maddelerin dağılımı, yayılması ve karışması gibi atmosferik olayları etkiler. Brownian hareketi, partikül davranışını anlamak ve çevresel etkilerini değerlendirmek için önemli bir kavramdır (Beşir, 2015).

Özgül ağırlığı 2 gr/cm^3 olan bir parçacık için, partikül maddenin çapına göre etkili olduğu aralıklar, Stokes' Yasası temel alınarak Şekil 1.6'da gösterilmektedir. Bu şekilde, partikül çapının artmasıyla birlikte hareketin hangi sınıfa ait olduğu ve hangi etkilerin ön

plana çıktığı daha açık bir şekilde görülebilir. Örneğin, küçük çaplı partikül maddelerde Brownian hareketi baskınken, büyük çaplı partikül maddelerde yerçekimi etkisinin daha belirgin olduğu gözlemlenebilir. Bu bilgi, atmosferdeki partikül davranışını ve taşınmasını anlamak için önemli bir rehber sağlar. Şekil 1.6, partikülün çapına bağlı olarak hareketin niteliğini ve etkilerini görsel olarak açıklamaktadır.



Şekil 1.6. Normal Hava Şartlarında Partikül Maddelerin Çapına Göre Nihai Çökelme Hızları

Partikül maddelerin doğal arıtma süreçleriyle atmosferden uzaklaşmasında çökelme karakteri önemli bir rol oynar. Partikül maddelerin havada süspansiyonda kalma süreleri, genellikle büyüklükleriyle ters orantılıdır. Bu nedenle, havadaki partikül maddelerin boyutu, hareketlerini, yayılımlarını ve etkilerini belirlemede önemli bir faktördür. Özellikle 0,1 µm'den daha küçük partikül maddeler, Brownian hareketi nedeniyle uzun süre havada asılı

kalabilirler. Çökelme hızı, partikül maddenin yoğunluğu ve cinsi tarafından etkilenir, ancak boyutunun önemi daha büyüktür. 20 µm'ye kadar olan partikül maddeler, çökelme potansiyeline sahip maddeler olarak sınıflandırılır. Atmosferik çökelmeyi etkileyen ana faktörler, Çizelge 1.1'de gösterilmiştir. 0,1-100 µm arasındaki partikül maddeler ve durgun havada (Re<1) Stokes' Kanunu kullanılarak çökelme hızları hesaplanabilir. Bu kanun, partikül boyutu ve yoğunluğunun çökme hızına olan etkisini açıklar (Mavruk, 2005).

$$V_1 = \frac{g(P_p - P_a)d_p^2}{18\mu} \quad \text{Eşitlik..... (1)}$$

V_1 = Çökme hızı, m/s

g = Yerçekimi ivmesi, m/s²

P_p = Partikül yoğunluğu, kg/m³

P_a = Havanın yoğunluğu, kg/m³ (1,2 kg/m³ deniz seviyesinde)

d_p = Partikül Çapı, m

μ = Havanın viskozitesi, N.s/m² (27°C' de 1,85x10⁻⁵)

Çizelge 1.1. Atmosferik Çökelmede Etkili Olan Başlıca Etmenler (Taşdemir, 2000)

Atmosferik Özellikler	Yüzey Özellikleri	Kirletici Özellikleri
Akım ayrımı,	Satın yapısı,	Difüzivite,
Yüzeyle mikro meteorolojik etkileşimler,	Reaktivite,	Kimyasal reaktivite,
Sürtünme hızı,	Elektrostatik özellikler,	Dengedeki kısmi basınç,
Engebe yüksekliği,	Yüzeyin pürüzlülüğü,	Difüzivite,
Nem,	pH etkisi,	Kimyasal reaktivite,
Güneş Radyasyonu,	Sathin penetrasyon özelliği,	Yoğunluk,
Stabilite sınıfı,	Önceki çökelme yükü,	Çap,
Sıcaklık,	Elektrostatik özellikler,	Nem,
Türbülans şiddeti,	Termal özellikler,	Moment,
Rüzgâr hızı.	Islaklık.	Şekil-boyut,
		Çözünürlük,
		Termal özellikler.

Havadaki partikül madde konsantrasyonu ile çökelme miktarı arasındaki ilişkiyi formülleştirmek için çalışmalar yapılmıştır.

Çeşitli içeriklere sahip partikül maddelerin çökelme hızları, Çizelge 1.2'de ayrıntılı olarak gösterilmektedir

Çizelge 1.2. Partikül Maddelerin Çökelme Hızları (Taşdemir, 1997)

Çökelen Partikül Türü	Çökelme Hızı (cm/s)
Polen	20
Rodamin	<0,6-19
Potasyum	0,6-13
Doğal Aerosol	0,8-7,6
Kaba Partiküldeki PCB	4,8-7,3

Avrupa Hava Kirleticileri İzleme Programı (EMEP), çökelme hızlarının birçok parametrenin etkisinde olduğu göz önüne alınarak, Avrupa'nın farklı bölgelerinden elde ettiği verilerle ortalama çökelme hızlarını belirlemiştir (Çizelge 1.3).

Çizelge 1.3. Farklı bileşen içeren tozlar için tahmini çökelme hızları (EMEP, 2001)

Bileşen	Çökelme Hızı(cm/s)
Ozon	0,5
SO ₂	0,8
NO ₂	0,2
HNO ₃	4
H ₂ O ₂	0,8
Partiküler Sülfat	0,1
Partiküler Nitrat	0,1
HCHO	0,3
RCHO	0,3
ROOH	0,5
Ketonlar	0,3
PAN/MPAN	0,2

Çizelge 1.3.'e baktığımızda en yüksek çökelme hızına sahip tozlar HNO₃ içerenler iken en düşük çökelme hızına sahip tozlar partiküler sülfat ve nitrat olarak belirlenmiştir. Çökelme hızlarına bağlı olarak atmosferde kalma süresi HNO₃ içeren tozlarda daha kısadır.

1.2. Çöken Tozun Kimyasal İçeriği

Çöken tozda bulunan kimyasal elementler genellikle üç gruba ayrılabilir: "kentsel" elementler "(Ba, Cd, Co, Cu, Mg, Pb, Sb, Ti, Zn)", "doğal" elementler "(Al, Ga, La, Mn, Na, Sr, Th, Y)" ve jeokimyasal değişikliklere uğramış elementler "(Ca, Cs, Fe, Mo, Ni, Rb,

Sr, U)” (Miguel et al., 1997). Bu gruplar, tozun kaynağına, çevresel etkilere ve jeokimyasal süreçlere bağlı olarak belirlenmiştir. Her bir grup, farklı elementlerin çökme sürecindeki rolünü ve dağılımını temsil eder. Bu sınıflandırma, çöken toz örneklerindeki element kompozisyonunu anlamak ve çevresel etkileri değerlendirmek için kullanışlı bir araç sağlar.

Partikül maddeler, kimyasal yapıları ve özellikleri açısından büyük bir değişkenlik gösterebilir. Hem inorganik hem de organik yapıda türleri bulundurabilirler. Hava kirliliğinde etkili olan toz emisyonlar genellikle sülfat, demir, kurşun, nitrat, mangan, vanadyum ve çinko gibi inorganik bileşikler içerir. Organik bileşikler arasında ise fenoller, hidrokarbonlar, alkoller ve organik asitler bulunur. Partikül kirliliği, atmosferde bulunan veya belirli bir kaynaktan salınan metal ve metal olmayan elementlerin çeşitli kombinasyonlarının kimyasal olarak karmaşık bir yapı oluşturduğu atmosferik bir sorundur. Çizelge 1.4 de şehir çöplerinin yakıldığı bir tesisten kaynaklanan tipik partikül emisyonlarında bulunan kimyasal maddeler sunulmuştur. Bu tabloda, çeşitli çap ve boyutlarda birçok kimyasal bileşik ve parçacığın bir yerleşim bölgesi atmosferinde bulunabileceği anlaşılmaktadır. Bu bilgi, atmosferdeki kirleticilerin çeşitliliğini ve potansiyel etkilerini anlamak için önemlidir (Karpuzcu, 2004).

Çizelge.1.4. Bir Çöp Yakma Tesisinde Ortaya Çıkan Emisyonlardaki Kimyasal Elementler
(Karpuzcu, 2004)

Element	Ağırlıkça %
Ca	10
Si	5
Na	1-10
Ni	1-10
Al	1-10
Zn	1-10
Mg	1-10
Ti	0,5-5
Fe	0,5-5
Ba	0,1-1

Kirlilik ve toksisite oluşturan metaller olarak adlandırılan ağır metaller, atom numarası 20'den büyük ve yoğunluğu 5 g/cm³'ten yüksek olan metallerdir. Bu gruba “kadmiyum (Cd), nikel (Ni), krom (López-Miranda et al.), demir (Fe), çinko (Zn), civa (Hg), kurşun (Pb), bakır (Cu) ve kobalt (Co)” gibi metaller dahildir. Ağır metaller, insan

aktiviteleri sonucunda ortaya çıkar ve diğer toksik elementlerden farklı olarak kolayca ortadan kaldırılamazlar. Atmosfere farklı kaynaklardan salınan ağır metaller, yağ ve kuru çökeltme yoluyla toprağa, yüzey sularına ve ardından yeraltı sularına karışarak ekolojik dengeye zarar verebilir. Bu kirleticiler, farklı sektörler tarafından atmosfere salınmaktadır. Bu bilgiler Çizelge 1.5’te detaylı bir şekilde verilmiştir (Seven et al., 2018). Ağır metallerin çevresel etkilerini anlamak ve bu kirleticilerin kontrol altına alınmasına yönelik önlemler almak, çevre koruması açısından önemlidir.

Çizelge 1.5. Ağır metallerin sektörel kaynakları (Seven et al., 2018)

Endüstri	Kadmiyum	Krom	Bakır	Civa	Kurşun	Nikel	Kalay	Çinko
Gübre Sanayi	+	+	+	+	+	+	-	+
Klor-alkali Üretimi	+	+	-	+	+	-	+	+
Petrokimya	+	+	-	+	+	-	+	+
Kâğıt Endüstrisi	-	+	+	+	+	+	-	-
Enerji Üretim (Termik)	+	+	+	+	+	+	+	+
Demir-Çelik Sanayi	+	+	+	+	+	+	+	+

Çizelge 1.5’ye baktığımızda ağır metallerin, demir-çelik sanayi ve enerji üretiminde diğer sektörlerle oranda daha fazla çeşitte olduğu ve çizelgede derlenen sektörlerde Cr, Hg, Pb’un ortak kirletici olduğu görülmektedir.

1.3. Çöken Tozdaki Kirleticiler

Çöken tozlardaki metal içeriğiyle ilgili olarak Sinha ve Banerjee tarafından gerçekleştirilen çalışmada, yol kenarındaki farklı üç noktada 1 aylık periyotta 24 saat toz örnekleme yapılmıştır. Yapılan metal analizleri sonucunda, Çizelge 1.6’da görüldüğü gibi yüksek miktarda demir içeriği tespit edilmiştir. Ayrıca, mangan ve kadmiyum konsantrasyonunun da çöken tozun kaynağına bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Galvanizlenmiş araç malzemelerinden kaynaklanabileceği düşünülen çinkonun, lastik tekerleklerinden kaynaklanan çinko konsantrasyonu ile birlikte dikkate alındığı belirtilmiştir. Yapılan araştırmalar, kurşunun egzoz gazıyla, bakır ve nikel elementlerinin ise metal parçaların korozyonuyla ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (Beşir, 2015).

Çizelge 1.6. Noamundi Demir Cevheri Maden’inde Taşınması Sırasında Oluşan Tozun Metal İçeriği ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Element	Minimum	Maksimum	Ortalama
Çinko (Zn)	13,92	19,34	15,13
Bakır (Cu)	0,06	0,09	0,08
Kurşun (Pb)	0,71	0,079	0,75
Mangan (Mn)	0,14	0,15	0,15
Kobalt (Co)	0,09	0,11	0,09
Nikel (Ni)	0,16	0,17	0,16
Kadmiyum (Cd)	0,003	0,004	0,003
Demir (Fe)	390	401,2	395,6

1.3.1. Çöken Tozdaki Kirleticiler

Hava kirleticiler sadece yerel veya bölgesel zararlara sebep olmazlar, oluştukları bölgelerden yayılarak küresel ölçekte de zarara sebep olurlar.

Kirleticiler genellikle kaynaklarına göre doğal kaynaklar ve antropojenik (insan kaynaklı) kaynaklar olarak sınıflandırılmaktadır. Doğal kaynaklar, atmosfere doğal süreçlerle salınan maddeleri içermektedir. Doğal kaynaklar arasında deniz aerosolleri ve tuzları, rüzgarlarla taşınan toprak parçacıkları, volkanik aktiviteler, yangınlar, çöl kumları, organik bileşikler ve mikroorganizmalar bulunurken, antropojenik kaynaklar ise insan faaliyetlerinden kaynaklanan kirleticileri ifade eder. Bu kaynaklar çimento fabrikaları, termik santraller, metal endüstrileri ve inşaat faaliyetleri, madencilik faaliyetleri, taşıtlardan kaynaklanan tozlar, kömür ve petrol türevlerinin yanması sonucu oluşan uçucu küller, tarımsal aktivitelerle atmosfere yayılan partikül maddeler gibi çeşitli kaynaklar içermektedir. Bu sınıflandırma, kirleticilerin kaynaklarını ve doğal veya insan kaynaklı olduklarını anlamak ve çevresel etkilerini belirlemek açısından önemlidir. Kirleticilerin kaynaklarına göre sınıflandırılması, hava kirliliğini anlamak, kontrol etmek ve azaltmak için etkili stratejilerin geliştirilmesine yardımcı olur.

Havadaki tozların başlıca 5 oluşum yolu vardır: Isı etkisiyle buharlaşan maddelerin yeniden yoğunlaşarak ince tozları oluşturması (daha çok $0.10 \mu\text{m}$), yanma prosesi sırasında meydana gelen yeni moleküllerin kendi aralarında dengesiz bazı zerrelere oluşturması ($0.1 \mu\text{m}$ ’den küçük), kül veya yakıt zerrelere ($1 \mu\text{m}$ veya daha iri), yanma tesislerinde çok ince zerrelere kaçması, yakıtların tam yanmaması nedeniyle oluşan is (Müezzinoğlu, 1987).

1.4. Çöken Tozun Çevresel Etkisi

Çeşitli antropojenik kaynaklarından salınan atmosferdeki 2-100 µm arasındaki partikül maddeler toksik veya kanserojen yapıda türler içerebilir. Antropojenik kaynakları ise çimento fabrikaları, termik santraller, metal endüstrileri ve inşaat faaliyetleri, madencilik, taşıtlardan kaynaklanan tozlar, kömür ve petrol türevlerinin yanması sonucu oluşan uçucu küller, tarımsal aktivitelerle atmosfere karışan partikül maddelerdir (Dorjduren, 2012).

Atmosferik kirleticiler içinde özellikle çöken tozların insan sağlığı ve çevre üzerine pek çok olumsuz etkisi bulunmaktadır. Havada oluşan (airborn) maddeler solunum yolu ile canlı bünyesine girerek toksik etki gösterebilir. Solunum yolu ile maruz kalınan kirleticiler arasında partikül maddeler absorbladığı toksik gazlar ve elementler nedeniyle ayrı bir yere sahiptir. Partikül maddelere solunum yoluyla maruziyet insan sağlığı için tehdit oluşturmaktadır.

Atmosferdeki partikül madde kirliliği, sadece estetik bir sorun olmanın ötesinde, insan sağlığını olumsuz etkileyen önemli bir faktördür. Partikül maddeler, uzun mesafeler taşınabilen ve solunum yoluyla insan vücuduna girebilen maddelerdir. Bu nedenle, solunum yollarını etkileme potansiyelleri daha yüksektir. Partikül maddelerin etkileri, şekilleri, yoğunlukları, büyüklükleri ve reaktiflikleri gibi özelliklerine bağlıdır. Özellikle insan akciğerlerine ulaşabilen partikül maddeler, genellikle 10 mikrometreden daha küçük olan partikül maddelerdir. Bu boyuttaki partikül maddeler, solunum yollarında derinlere kadar ilerleyebilir ve akciğer dokusuna nüfuz edebilir.

Partikül maddelerin insan sağlığı üzerindeki etkileri çeşitlilik gösterir. Küçük boyuttaki partikül maddeler, solunum yollarında tahrişe neden olabilir, solunum fonksiyonlarını etkileyebilir ve solunum yolu hastalıklarına katkıda bulunabilir. Ayrıca, bazı partikül maddelerin kimyasal bileşimi zararlı olabilir ve toksik etkiler gösterebilir. Özellikle ince partikül maddeler, kardiyovasküler sağlık sorunlarına da katkıda bulunabilir. Bu nedenle, partikül madde kirliliği ile mücadele, hava kalitesini korumak ve insan sağlığını korumak için büyük önem taşır. Partikül madde kirliliğinin azaltılması, hava kalitesi standartlarının ve düzenlemelerinin uygulanması, temiz enerji kaynaklarının tercih edilmesi, endüstriyel emisyon kontrolü ve trafik yönetimi gibi önlemleri içeren kapsamlı stratejiler gerektirir.

Kaba partikül maddeler, genellikle üst solunum sistemini etkilerken, ince ve ultra ince partikül maddeler daha derinlere, akciğerlere ve alveollere kadar ulaşabilirler. Partikül maddelerin alveollere ulaşması, canlı sağlığı üzerinde birçok olumsuz etkiye neden olabilir. Partikül maddelerin neden olduğu olumsuz etkiler sonucunda astım, kronik bronşit gibi

rahatsızlıklarda artış, genetik mutasyonlar, solunum yollarının epitelyum dokusunun kalınlaşması ve kanserojen etkiler gibi sağlık sorunları ortaya çıkabilir (Scherbakova, 2010).

İnsan solunum sistemi, üst solunum yolları (burun, larinks, boğaz ve nefes borusu) ile alt solunum sistemi (akciğerler) olmak üzere iki ayrı bölümden oluşmaktadır. Nefes borusu, bronşlara ayrılarak daha küçük bronşiolle dönüşür ve sonunda alveol adı verilen hava keseciklerine ulaşır. Solunan havayla birlikte alınan partikül maddeler, nemli ve sıcak akciğer alveollerinde kimyasal değişikliklere uğrayarak kana karışabilirler. Bu şekilde dolaşım sistemi aracılığıyla taşınan çeşitli zararlı maddeler, diğer organlara etki edebilirler (Müezzinoğlu, 1987).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından yayınladığı bir raporda, ülkelerin hava kalitesinin korunması için gerekli tedbirleri almaları halinde dünya üzerinde başta zatürre, akciğer kanseri astım ve diğer solunum hastalıklarının belirli oranda önlenebileceğini duyurmuştur. Partikül maddeler soluma yolu ile insanları ve karasal canlıları kuru/ıslak çökelme mekanizmaları ile su ortamına taşınarak su ortamı ve onu kullanan su canlılarını, kara ortamına taşınarak çökelediği ortamdaki bitkileri ve dolaylı olarak insanları ve hayvanları etkilemektedir.

Çevresel etkileri arasında görüş mesafesinin azalması ve buna bağlı olarak ulaşım güvenliğinin olumsuz etkilenmesi bulunur. Partikül maddeler, radyasyonu saçma ve toplama özelliği gösterir. Ayrıca bulutların yansıtma özelliğini ve kalınlığını etkiler. Bu nedenle güneş ışınlarını tutma ve saçma süreçlerine katkıda bulunarak dünya iklimini etkiler. Partikül maddeler, diğer kirleticileri (örneğin asitler) de içine hapsederek havadaki asit oluşumunu artırabilirler.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Kumar ve ark. 20-22 Mart 2012 tarihlerinde Yeni Delhi’de meydana gelen toz fırtınası sonrasında aerosol örnekleme yapmışlardır. Gündüz (7.00-19.00) ve gece (19.00-7.00) örnekleme 20 Mart akşamından 22 Mart 2012 akşamına kadar örnekleme yapmışlardır ve bu örnekleme toz fırtınası aerosolü olarak kabul etmişlerdir. 22 Mart akşamından 24 Mart’a ve sonra 2 Nisan akşamından 4 Nisan akşamına kadar örnekleme yapılmıştır ve bahar aerosol numunesi olarak kabul edilmiştir. Aralık 2011’de yaptıkları örnekleme ise kış aerosol numunesi olarak kabul edilmiştir. Örneklerde ağır metaller “(As (arsenik), Cd (kadmiyum), Cr (krom), Cu (bakır), Fe (demir), Ni (nikel), Pb (kurşun), Sb (antimon), Se (selenyum), Sn (kalay), Sr (stronsiyum), V (vanadyum) ve Zn (çinko))” İndüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometresi (ICP-MS, iyonlaştırma için indüksiyonla birleşmiş plazma kullanarak numuneyi analiz eden bir kütle spektrometresi türüdür.), Perkin Elmer, NexION™ 300X) kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuç olarak kış aerosol numunesine oranla bahar aerosol numunesinde TSPM (toplam asılı partikül madde) kütle konsantrasyonunda yaklaşık 2-3 kat artış gözlenmiştir. Ni ve V konsantrasyonları toz fırtınası esnasında toplanan numunede yaklaşık 3 kat artışı gözlenmiştir. Bu artışın sebebi olarak Orta Doğu bölgesindeki ham petrol kaynakların olduğu düşünülmektedir. Kentsel aerosoller ile tozdan etkilenen kentsel aerosoller arasında Pb izotop bileşiminde net bir ayrım olduğunu anlaşılmıştır (Kumar et al., 2016).

Kelepertzis ve ark. 2014 yılı içerisinde kentsel toprakların ve ev tozlarının kurşun konsantrasyonları ve olası kontaminasyon kaynaklarını belirlemek için Atina şehrinde rasgele seçilen 45 konuttan ev tozu örnekleri toplanmıştır. Numuneler Eylül–Kasım 2014 tarihleri arasında sekiz haftalık bir süre içerisinde ortak bir protokol kullanarak hane sakinleri tarafından sert zemin yüzeyden vakumlama yoluyla toplanmıştır. Diğer örnekler ise Lagoumitzi Caddesi’ndeki araç tüneline tavan tozu örneği, Atina dışındaki bir pil geri dönüşüm sanayi biriminden kaynaklanan bir çamur örneği ve doğal Pb (kurşun) kaynaklarını temsil eden yerel kaya örnekleridir. Metal konsantrasyonları (Pb, Zn (çinko), Cu (bakır), As (arsenik), Ni (nikel), Cr (krom), Mn (mangan), Fe (demir)) ICP-OES (Agilent 730) ile belirlenmiştir. Pb, Cu, Cr ve Mn gibi bazı metaller için azalan partikül boyutu ile konsantrasyon seviyelerinde kademeli bir artış gözlenmiştir. Antropojenik Pb’nun toplam toprak Pb’una katkısı %36 ile %95 arasında tespit edilmiştir. Atina kentsel ortamından gelen ev tozundaki antropojenik Pb’nun, başlıca kaynağının otomobil emisyonlarından (önceki kurşunlu benzin kullanımı) ve Pb içeren toprak tozlarından kaynaklandığı rapor edilmiştir (Kelepertzis et al., 2016).

Gogoi ve ark. Temmuz 2014'te Brahmaputra Nehri'nde mambadan mansaba doğru 10 su örneği toplanmıştır. Ağır metal türleri MINTEQA2 model hesaplamalarının kombinasyonu ile belirlenmiştir. Mambadan mansaba doğru metal türleşme varyasyonunda belirli bir eğiliminin olmadığı belirlenmiştir. Çözünmüş/partikül fraksiyon oranı genel olarak Zn ve ardından Pb ve Cu için en yüksek olduğu gözlenmiştir (Gogoi et al., 2016).

Deocampo ve ark. Mayıs 2011'de Atlanta'nın merkezine yakın iki mahallede cadde tozu örnekleme yapılmıştır. Biri ticari merkez diğeri yerleşim yeri özelliği taşımaktadır. 72 cadde tozu örneği 1 m x 1 m karelik bir alandan süpürülerek plastik torbalarda toplanmıştır. Cadde tozundaki medyan Pb konsantrasyonları yaklaşık 85 mg/kg ve 278 mg/kg Pb aralığında belirlemiştir. Bu durum Pb'lu benzinin yasaklanmasından on yıl sonra dahi önemli miktarda Pb'nun cadde tozunda kaldığını göstermektedir (Deocampo et al., 2012).

Li ve ark. tarafından Ekim 2012-Ağustos 2013 tarihleri arasında Çin'in Hangzhou kentinde iki aylık periyodlarla cadde tozu örnekleme yapılmıştır. Numuneler şehir parklarında 2m x 2m kare, yerleşim yerlerinde 1m yarıçaplı daireler veya yol kenarından 1 m uzaklıkta 20 m uzunluğundan oluşana 20 cm genişliğinde çizgilerden alınmıştır. Numunelerdeki toplam Pb, Cd, Fe ve Mn konsantrasyonları alevli atomik absorpsiyon spektrofotometrisi (FAAS) / grafit fırın-AAS (GF-AAS) (AA800, Perkin Elmer, ABD) ile belirlenmiştir. Kurşun izotopik bileşim analizi, konut tozlarındaki Pb için genellikle ana kaynağın kömür yanması, cadde tozları için ise otomobil egzoz emisyonunun ana kaynak olduğunu göstermiştir (Li et al., 2018).

Miguel ve ark. tarafından 1990 ve 1994 yılları arasında Madrid (İspanya) ve Oslo (Norveç) şehirlerinde bir dizi çalışma ile sokak tozunun kaynağı ve doğasındaki ortak özellikler ve farklılıklar araştırılmıştır. Oslo'nun sokak tozundaki ortalama kurşun konsantrasyonunun Madrid'dekine oranı (1:10), Norveç'in başkentinde yakılan benzinin ortalama kurşun içeriğinin İspanya'da yakılan benzine oranıyla hemen hemen aynıdır. Bu bulgu, kurşunlu benzinden kurşunsuz benzine kademeli geçişin, kentsel ortamlarda 100 µm'nin altındaki toz partiküllerindeki kurşun konsantrasyonunda önemli bir azalmaya yol açtığına dair fikri desteklemektedir (Miguel et al., 1997).

Duru, 2008 yılında yapılan bir araştırmada, Sakarya ili Adapazarı ilçesinde trafiğin yoğun olduğu caddelerde Nisan-Ekim ayları arasında bir aylık periyotlarla kaldırım ve yol gibi yüzeylerden toz örnekleri toplanmıştır. Toplanan bu numuneler AAS (Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi) cihazı kullanılarak ağır metaller (Pb, Fe, Zn, Cr, Cu, Mn) açısından incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, ağır metal değerlerinin en yüksek olduğu

bölgeler, trafiğin en yoğun olduğu alanlar olan trafik lambaları ve kavşaklar olarak tespit edilmiştir (Duru, 2010).

Gökaltun, Ocak 1995-Nisan 1996 tarihleri arasında gerçekleştirdiği çalışmada, atmosferik kirleticilerin etkilerini ve bu etkilerin farklı ortam ve konumlarda bulunan kireçtaşları üzerinde meydana getirdiği parlaklık değişimlerini araştırmıştır. Çalışma kapsamında, ıslak ve kuru çökelme mekanizmalarının karşılaştırılması için kireçtaşları, yağmurun etkisinden korunacak veya yağmur altında kalacak şekilde yerleştirilmiştir. Araştırma, farklı özelliklere sahip iki bölge ve dört farklı kireç taşı türüyle 250 adet örnekle 16 ay boyunca devam etmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, kireçtaşlarının parlaklık değişiminin meteorolojik faktörlere, hava kirliliği seviyesine, yağmur veya kar suyunun pH değerine, kireçtaşı örneklerinin yerleştirildiği alanın yapısına ve durumuna, kireçtaşı örneklerinin konumuna, kireçtaşlarının karakteristik özelliklerine ve kimyasal yapısına, reaksiyon süresine bağlı olduğu belirlenmiştir (Gökaltun, 1999).

Dorjsuren İstanbul Üniversitesi, Avcılar Yerleşkesinde yaptığı çalışmada solunabilir partikül maddenin boyut dağılımını ve metal içeriğini belirlemek amacıyla 2 farklı PM (partikül madde) örnekleme periyodu ile Ekim 2010- Aralık 2011 döneminde partikül madde ölçümü yapmış, yapılan örnekleme sonucunda partikül madde boyutlarının “0-0,4 μm , 0,4-0,7 μm , 0,7-1,1 μm , 1,1-2,1 μm , 2,1-3,3 μm , 3,3-4,7 μm , 4,7-5,8 μm , 5,8-9 μm ve $>9 \mu\text{m}$ ” şeklinde dağılım gösterdiği belirlenmiştir. ICP-MS cihazı kullanılarak partikül maddede 15 “(V (vanadyum), Cr (krom), Mn (mangan), Fe (demir), Co (kobalt), Ni (nikel), Cu (bakır), Zn (çinko), As (arsenik), Se (selenyum), Mo (molibden), Cd (kadmiyum), Sn (kalay), Ba (baryum), Pb (kurşun))” toksik metal içeriği araştırılmıştır. Yapılan analizde, suda çözünen toplam 15 elementin, PM₁₀ kütlelerinin ortalama %0,79'unu oluşturduğu belirlenmiştir. Bu 15 elementin yüzdesel dağılımı %0,02 ile %6 arasında değişmektedir. En yüksek oranda Zn (%52,1) ve Ba (%29,3) bulunurken, en düşük oranda Cd ve Co tespit edilmiştir (Dorjduren, 2012).

Andaç, Ağustos 2009-Eylül 2010 tarihleri arasında kirleticilerin hava kalitesi üzerine etkisini tespit etmek amacıyla Payas Sanayi Bölgesi'nin hava kalitesi modellemesini yapmıştır. Thermo Anderson marka toz ölçme cihazı kullanılarak, 55 farklı noktada havada askıda kalan tozların ölçümü yapılmıştır. Ayrıca çöken toz ölçümleri için 4 adet çökelti ölçme cihazı kullanılmış ve 1 yıllık periyotta toplam 36 ölçüm noktasında gerçekleştirilmiştir. Hava kalitesi dağılım modellemesi için ISCST3 modeli kullanılmıştır. Temel olarak, sabit Gaussian dağılımı modeli, farklı emisyon kaynaklarını (nokta, alan, çizgi ve hacim) ayrı ayrı ve aynı anda modellenebilme yeteneğine sahiptir. Bu model, emisyon

kaynağının geometrisine ve yayılma özelliklerine bağlı olarak çeşitli şekiller alabilir. Örneğin, nokta kaynaklar tek bir nokta olarak modellenenebilirken, alan kaynakları yayılan bir alana dönüştürülebilir. Aynı şekilde, çizgi kaynaklar ve hacim kaynakları da bu modele uyumlu şekilde modellenenebilir. Çöken toz örneklerinin kimyasal bileşimlerinde ana elementlerin Fe (demir), Ca (kalsiyum), Si (silisyum) ve Al (alüminyum) olduğu belirlenmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda PM₁₀ kirlilik seviyesinin sınır değerleri aştığı belirlenmiştir (Andaç, 2013).

Orhun, Türkiye'nin 7 coğrafi bölgesini temsil eden 27 ilin seçildiği ve bu illerde bulunan 63 hava kalitesi izleme istasyonunun kullanıldığı bir çalışma gerçekleştirmiştir. İllerin seçimi, hava kirliliği kaynak yapısını yansıtan farklı karakteristiklere sahip şehirlerin seçilmesi amacıyla yapılmıştır. Seçilen şehirlerdeki ölçüm istasyonlarından elde edilen 24 saatlik PM₁₀ verileri, temsil edicilik kriterlerine göre seçilmiştir (ayda en az 15 veri ve yılda minimum 7 aylık veri). İncelenen dönem en az 2 yıl ve en fazla 5 yıllık bir periyodu kapsamaktadır. Ülke genelinde seçilen istasyonlar aracılığıyla PM₁₀ kirleticisinin 2005-2012 yılları arasındaki değişim eğilimleri incelenmiştir. Bu analiz sonucunda ülkenin %50'sinde PM₁₀ standartlarının karşılanamadığı belirlenmiştir (Orhun, 2013). Bu bulgu, hava kirliliği açısından endişe verici bir durumu ortaya koymaktadır ve hava kalitesi yönetimi konusunda önemli bir sorunu işaret etmektedir.

Karakaş tarafından yürütülen çalışmada, Etlik Zübeyde Hanım Kadın Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi ile Hacettepe Hastanesi Kadın Hastalıkları ve Doğum Bölümlerinde, gönüllü olarak yer alan hamile kadınlara yönelik anketler yapılmıştır. Toplamda 250 hamile kadın, projeye olumlu yanıt vermiştir. Örneklemeye çalışmaları, farklı mevsimsel dönemlerde gerçekleştirilmiştir. Evlerin iç ve dış ortamlarında partikül madde konsantrasyonu ölçümleri yapılmış ve bu ölçümler tüm örneklemeye dönemi boyunca ve ilkbahar/yaz (I. ve III. Dönem) ile sonbahar/kış (II. ve IV. Dönem) dönemleri arasındaki mevsimsel farklılıkları değerlendirmek için kullanılmıştır. İç ortam PM ölçümleri, Ankara'nın farklı semtlerinde bulunan evlerin oturma ve bebek odalarında dört farklı dönemde gerçekleştirilmiştir. Birinci örneklemeye döneminde 120 ev, ikinci örneklemeye döneminde 94 ev, üçüncü örneklemeye döneminde 82 ev ve dördüncü örneklemeye döneminde ise 67 ev incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, genel olarak iç ortamda ölçülen PM seviyeleri, ortak kullanılan odalarda oturma ve bebek odalarına kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, bebek odalarında yapılan ölçümlerin oturma odalarına göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, hamile kadınlar ve bebekler için iç mekân hava kalitesinin önemli bir faktör olduğunu vurgulamaktadır (Karakaş, 2015).

Yıldırım yaptığı çalışmada 36 adet cadde tozu örneğini, Kayseri Organize Sanayi Bölgesi'nde, ana caddelerin üzerinden ve yolların karşılıklı kenarlarından yaklaşık 100-150 metre aralıklarla süpürülme yöntemiyle toplama işlemi yapılmıştır. Bu bölgede, örnekler HNO_3 ile temizlenmiş kilitli poşetlerde güvenli bir şekilde muhafaza edilmektedir. Toplamda, çeşitli endüstriyel alanlarda 818 adet iş yeri bulunmaktadır. Modifiye BCR (Avrupa Birliği Referans) ardışık ekstraksiyon işlemi, çalışma alanının cadde tozlarında “(Cd (kadmiyum), Co (kobalt), Cr (krom), Cu (bakır), Fe (demir), Mn (mangan), Ni (nikel), Pb (kurşun) ve Zn (çinko))” eser elementlerinin hareketliliğini ve biyoalınabilirliği değerlendirmek için uygulanmıştır. 36 cadde tozu örneğindeki metal hareketliliği üzerine farklı tanecik boyutunun ($<38 \mu\text{m}$, $38-53 \mu\text{m}$ ve $53-75 \mu\text{m}$) etkisi de BCR işlemi kullanılarak araştırılmıştır. İlk 3 fazın toplamı üzerine kurulan hareketlilik sırası ($<74 \mu\text{m}$ tanecik boyutu için): “Cd (71,3) > Cu (48,9) > Pb (42,8) > Cr (42,1) > Ni (41,4) > Zn (40,9) > Co (36,6) > Mn (36,3) > Fe (3,1)”. Üç farklı tanecik boyutu için metal dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir (Yıldırım, 2015).

Can tarafından yürütülen çalışma, Kütahya ili genelinde partikül madde kirletici kaynaklarını belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında, Kütahya'da kentsel ve kırsal olmak üzere iki ayrı örnekleme istasyonu kullanılmıştır. Örnekleme noktalarının belirlenmesinde, kirlilik haritalarıyla oluşturulan modelleme yöntemi kullanılmıştır. Partikül madde örnekleme işlemi için Stack Filtre Ünitesi (SFU) örnekleyicisi kullanılmış ve polikarbonat (Nucleopore) filtre üzerinde kaba ($\text{PM}_{2.5-10}$) ve ince ($\text{PM}_{2.5}$) olmak üzere iki farklı boyutta günlük örnekler toplanmıştır. Analizler, Agilent 8800 ICP-QQQ markalı cihazla gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında, ince ve kaba fraksiyonlardaki konsantrasyonlar için aşağıdaki elementlerin “(Li, B, Na, Mg, Al, K, Ca, Sc, Ti, S, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Rb, Sr, Zr, Nb, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Te, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Ho, Lu, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Th, U)” konsantrasyonları belirlenmiştir. Kentsel istasyonda belirlenen faktörler ve $\text{PM}_{2.5}$ kütlesine katkıları şu şekilde tespit edilmiştir: “evsel ısınma (%70), termik santral (%19), endüstri (%5), petrol yanması (%2), toprak (%2), trafik (%1), cadde tozu (%0,5) ve Zn (%0,5). Kırsal istasyonda ise kaynaklar şu şekildedir: evsel ısınma (%57), termik santral 1 (%17), toprak 2 (%9), endüstri (%9), toprak 1 (%6), Zn (%2), trafik (%0,7) ve termik santral 2 (%0,2)”. Bu bulgular, Kütahya'da partikül madde kirleticilerinin kaynaklarını ve konsantrasyonlarını anlamamıza yardımcı olmaktadır (Can, 2016).

He ve ark. tarafından Çin'in Şanghay kentinde Jinan bölgesindeki Gonghe yolu ve Guangzhong yolu boyunca seçilen bir trafik kavşağında PM (partikül madde) kirliliği

araştırılmıştır. Hava şartlarının etkisini belirlemek için güneşli (1 Aralık 2018) ve bulutlu (23 Ekim 2018) günde partikül madde ölçümü, Fluke 985 Parçacık Sayacı kullanılarak yapıldı. Kentsel kavşaklarda, yayalar yoldan karşıya geçmek için beklerken ve karşıya geçerken yüksek PM konsantrasyonuna maruz kalmaktadırlar. Yol kenarında, sabit alan ölçümleri yapılmıştır ve PM_1 , PM_2 ve PM_{10} dahil olmak üzere çeşitli boyutlardaki parçacıkların tümü, trafik sinyal döngüsü ile ilgili periyodik değişiklikler sergilenmiştir. Yaya geçidinde, altı kalkış zamanında mobil ölçümler yapılmıştır. İlk üç sürede PM maruz kalma seviyelerinin, son üç süreden daha yüksek olduğu görülmüştür. Yaya geçidindeki mikron altı partikül maddelere maruz kalan yayaların maruziyeti yol kenarındakilerden biraz daha yüksekken, kaba partikül maddelere maruz kalanlar tam tersi bir model göstermiştir (He & Gao, 2021).

Sadeghdoust ve ark. Dezfül'deki zehirli metal konsantrasyonunu araştırmak için, Mayıs 2016'da kurak mevsimde şehrin sıcak noktalarından (meydanlardan, ana caddelerinden, alışveriş merkezlerinden, yerleşim alanlarından, kaldırımlardan) 30 sokak tozu örneği toplanmıştır. Yüzey toz numuneleri fırça yardımıyla alınmış ve herhangi bir metal alet müdahalesi olmadan amber camlara yerleştirilmiştir. "Ni, Pb, Cu, Zn, Cd, Cr, Co, As ve V" metalleri atomik absorpsiyon spektroskopisi yöntemi (AAS, Xplora ve GBC modelleri) kullanılarak ölçülmüştür. As, V ve Co hariç tüm ağır metallerin ortalama konsantrasyonunun, kirlilik kaynağının antropojenik kaynaklarla ilişkili olabileceğini gösteren arka plan konsantrasyonlarından birkaç kat daha yüksek olduğunu göstermiştir. Sokak tozu örnekleri için düşünülen ağır metal maruziyet yollarının sırası şu şekildedir: yutma> deri teması> solunum. Dezfül sokak tozu örneklerindeki potansiyel olarak ağır metallerin tehlike oranları, yetişkinlere kıyasla çocuklar için daha yüksektir (Sadeghdoust et al., 2020).

Di ve ark. farklı mevsimlerden kaynaklanan ince partiküllü maddenin ($PM_{2.5}$) insan sağlığı üzerindeki toksisitesini araştırmak için, Çin'in Nanjing kentinde Mart 2016'dan Şubat 2017'ye kadar üç ayda bir $PM_{2.5}$ numuneleri topladı. Yaz aylarında toplanan numunelerde yüksek oranda suda çözünür organik karbon (WSOC), SO_4^{2-} , Ca^{+2} ve Mg^{+2} bulunurken; ilkbahar ve kış numunelerinde yüksek oranlarda NO_3^- , NH_4^+ ve ağır metaller belirlenmiştir. $PM_{2.5}$ maruziyeti, A549 hücrelerinin nispi ROS üretimini ve apoptoz oranlarını artırmıştır ve $PM_{2.5}$ bileşenlerindeki değişikliklerle açıklanabilecek belirgin mevsimsel değişiklikler göstermiştir. Bazı ağır metaller ve suda çözünür türlerdeki (örn., NO_3^- ve NH_4^+) mevsimsel değişikliklerle tutarlı olarak, ilkbahar ve kış örneklerinde daha yüksek ROS üretimi bulunmuştur (Di et al., 2020).

Kariper ve ark. Konya ilinde yol kenarlarından toplanan toz numunelerini analiz etmiştir. Çalışmada 2014 yılı Eylül ayında Konya ilinden belediye araçları ile 4 farklı zamanda katı toz numuneleri toplanmıştır. Toplam 21 farklı bölgeden toplanan örnekler analiz edilmiştir. Hazırlanan numunelerdeki elementler, polarize enerji dağılımlı X-ışını floresan (PEDXRF) spektrometrisi ile belirlenmiştir. “Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Rb, Sr, Zr, Ba, La, Ce” gibi elementler ve Pb, PEDXRF ile belirlendi. Toksik elementlerin ana yol üzerinde veya sanayi bölgesi yakınında diğer bölgelere göre çok daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Yol kenarlarında yüksek miktarda kurşun bulunmasının nedeni, beklendiği gibi otomobil egzozlarından çıkan artıklar kaynaklanmaktadır (Kariper et al., 2019).

Weerasundara ve ark. tarafından 2017 yılında yapılan çalışmada Sri Lanka'nın ikinci büyük şehri olan Kandy City’de atmosferik çökeltme örnekleri haftalık olarak toplanmıştır. Kandy, ortalama deniz seviyesinden yaklaşık 500 m yükseklikte yer almaktadır. Örneklem alanları Kandy ve çevresine yayılmıştır. Farklı trafik özellikleri dikkate alınarak dokuz örneklem alanı (Çocuk Parkı İstasyonu (C), Dodanwela sitesi (D), İtfaiye İstasyonu (F), Ulusal Temel Araştırmalar Enstitüsü (I), Lewalla (L), Polis Karakolu (P), Tren İstasyonu (R), Trinity kolej sitesi (TC) ve Çay Araştırma Enstitüsü (Mandal et al.)) seçilmiştir. C, F, P, R ve TC siteleri yüksek trafik hacimli alanlardayken, D ve I siteleri düşük trafik hacimli alanlarda. L ve TRI bölgeleri, bu iki bölge arter yollarından uzakta yer aldığı ve nispeten düşük taşıt ve diğer antropojenik aktivitelere sahip olduğu için kontrol bölgeleri olarak seçilmiştir. Hem jeojenik hem de antropojenik kaynaklardan elde edilen Al ve Fe’in, araştırılan diğer yedi metale kıyasla atmosferik çökeltmede önemli ölçüde daha yüksek konsantrasyonlarda olduğu belirlenmiştir. Araştırılan diğer tüm metaller (Cr, Mn, Ni, Cu, Pb ve Cd) çalışma alanındaki atmosferik çökeltmede daha düşük konsantrasyonlarda olduğu rapor edilmiştir (Weerasundara et al., 2018).

Farid ve ark. 2017 yılında Pakistan’ın Karaçi şehrinin 29 farklı belirlenmiş bölgesinde yol kenarındaki tozda kurşun konsantrasyonları araştırmış ve bunları Karaçi’den elde edilen daha önceki çalışmalarla karşılaştırmıştır. Sonuçlar, Karaçi’nin farklı bölgelerinden gelen tozdaki kurşun konsantrasyonlarının önemli ölçüde farklı olduğunu göstermektedir. Çalışma, şehrin tozundaki kurşun konsantrasyonlarının $73.47 \pm 3,79$ mg/kg ile $998.66 \pm 11,09$ mg/kg arasında değiştiğini ortaya koymaktadır. Karaçi’de yaygın olarak yetişen dört farklı bitki türünün yapraklarındaki kurşun konsantrasyonları da araştırıldı. İstatistiksel olarak, dört farklı türün yapraklarındaki kurşun konsantrasyonları arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Farklı bölgelerin yaprak ve tozundaki kurşun

konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır (Farid et al., 2017).

Miazgowicz ve ark. cadde tozu örneklerini 11 ve 12 Nisan 2017 tarihlerinde Polonya'nın Krakow kentinin farklı bölgelerinde toplanmıştır. Numuneler, vakumlu sokak süpürme araçlarının tahliyesinden almıştır. Sokak süpürme aracından her saha için yaklaşık 10 dm^3 hacimde cadde tozu toplanmıştır. Laboratuvarında materyal 110°C 'de 24 saat kurutuldu. Kombine bir eleme ve hava sınıflandırma prosedüründe, 2 mm'den küçük cadde tozu örnekleri yedi boyut fraksiyonuna (F1–F7) sınıflandırılırken, > 2 mm'lik fraksiyon atıldı. Kimyasal analiz için, toz numuneleri standart bir aqua regia sindirimi ile çözülmüştür. “Al, As, Ba, Co, Cu, Fe, Mn, Pb, Sb, Sr, V ve Zn” metallerinin konsantrasyonları, Thermo Scientific iCAP7200 Duo sistemi ile endüktif olarak eşleştirilmiş plazma atomik emisyon spektroskopisi (ICP AES) ile ölçülmüştür. Tüm metallerin konsantrasyonu, en küçük boyutlu fraksiyonlardan daha kaba boyutlu fraksiyonlara doğru azalmıştır. Minimum konsantrasyonlar tipik olarak F5'te bulunurken, F6 ve F7'de konsantrasyonlar biraz daha yüksek olduğu belirlendi. Kaba partikül maddelerin aksine, küçük partikül maddeler daha uzun mesafelere taşınabilir ve bu nedenle trafikten kaynaklanan emisyonlar daha uzak alanlarda da birikebilir. Bu nedenle, trafikten kaynaklanan metal emisyonlarındaki azalma, geniş bir alanlarda metal konsantrasyonlarının azalmasını sağlayacağı rapor edilmiştir (Miazgowicz et al., 2020).

Lanzerstorfer, cadde tozu örnekleme ile ilgili yapılan çalışmaları incelemiştir. Cadde tozu (RDS) genellikle yüksek konsantrasyonlarda kirleticiler, özellikle metaller içerir. Son yirmi yılda cadde tozundaki Cu, Pb ve Zn gibi metallerin konsantrasyonlarını araştıran çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu değerlendirmeye, son yirmi yılda RDS yığın numunelerinin metal içeriğini araştıran 177 çalışma ve boyut-fraksiyonu RDS numunelerini araştıran 49 çalışma dahil edilmiştir. RDS toplu numune incelemelerinin çoğu Asya'da (%67) ve Çin'de (%36) gerçekleştirilmiştir. Buna karşılık, boyut-fraksiyon araştıran çalışmalar esas olarak Avrupa'da (%29) ve Çin'de (%27) gerçekleştirilmiştir. Literatürde, RDS numunelerinin toplanması için iki ana yöntem tarif edilmektedir, fırça veya süpürge ile süpürme ve numuneyi bir faraş ile toplama ve diğer yandan cadde yüzeyini vakumlama. Küçük alanlardan RDS numunesi almak için kuru veya ıslak elektrikli süpürgeler kullanılırken, sokak süpürme araçlarından yapılan deşarj geniş bir alan için ortalama bir numune verir. Çalışmaların yaklaşık %90'ında RDS örnek toplama yöntemi tanımlanmıştır. RDS toplu çalışmalarında çoğunlukla fırça ve faraş yöntemi (%88) kullanılırken, %9'unda küçük ölçekli vakumlu örnekleme ve %3'ünde sokak süpürme araçlarıyla toplanan örnekler

kullanılmıştır. Metal kirliliği ile ilgili endişeler nedeniyle tüm dünyada RDS çalışmaları yapılmıştır. Çalışmaların çoğunda yalnızca RDS yığın numuneleri analiz edilirken, bazı çalışmalarda RDS numuneleri bir dizi boyut fraksiyonuna bölünmüştür. Birçok çalışmada gösterildiği gibi, metal konsantrasyonları, en ince boyut fraksiyonlarında önemli ölçüde daha yüksek ve kaba boyut fraksiyonlarında daha düşüktür (Lanzerstorfer, 2020).

Logiewa ve ark. 2018 yılında cadde tozu örneklerini, Güney Polonya'da bulunan üç sanayi ve maden kasabasında toplamışlardır. Bunlar Krakow, Katowice ve Olkusz'dır. Krakow, yaklaşık 760.000 nüfusu ile Polonya'nın ikinci büyük şehridir. Kasaba, Küçük Polonya bölgesindeki Vistula Nehri üzerinde yer almaktadır. Cadde tozu örneği, yıllık yaklaşık 1,5 milyon ton çelik üretimi ile Polonya'nın en büyük ikinci entegre çelik tesisi olan ArcelorMittal Poland SA'nın bulunduğu Krakow'un en doğusundaki Nowa Huta'da toplanmıştır. Katowice, 300.000'den fazla nüfusu ile yukarı Silezya sanayi bölgesinin ana merkezlerinden biridir. Halen faaliyette olan üç taşkömürü madeninin bulunduğu eski bir maden alanıdır. Şu anda Katowice'de dört çelik fabrikası bulunmaktadır. Olkusz, Küçük Polonya bölgesinde yer alan ve yaklaşık 36.000 nüfuslu bir kasabadır. Kasaba, Polonya'daki en önemli çinko ve kurşun cevheri madenciliği ve işleme merkezlerinden biridir. Hem modern endüstriyel tesisler hem de geçmişte Zn, Pb, Cd, Ag, Tl, Ge ve Ga metallerinin işlendiği ve cevherlerin kullanıldığı çok sayıda saha vardır. Krakow, Katowice ve Olkusz'dan gelen cadde tozu örneklerinde, numunenin alındığı yere göre As, Cd, Pb ve Zn konsantrasyonları değişiklik göstermiştir. Pb ve Zn maden kasabası Olkusz'dan gelen cadde tozunda aşırı konsantrasyonlar bulunmuştur. Kaba boyut fraksiyonlarındaki yüksek Pb ve Zn konsantrasyonları, madencilik ve cevher taşıma faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. En ince boyut fraksiyonlarındaki aşırı konsantrasyonlar metalürjik faaliyetlerden oluşan dumanlardan kaynaklanmaktadır. (Logiewa et al., 2020).

Coşkun, 2012 yılında Kayseri İli, İncesu İlçesinde faaliyet gösteren bir taş ocağı kırma eleme tesisi için toz dağılımı ve miktarı ile ilgili iki farklı yöntem kullanılarak çalışma yapılmıştır. Birinci metot (Fiziki Ölçümler) saha içi çöken toz ölçümleri 16.10.2012-15.12.2012 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. PM₁₀ ölçümleri 16.10.2012 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Saha içinde çöken toz ölçümleri sonucunda ortalama 290-330 mg/m². d (miligram/metrekaare/gün) civarında toz miktarı belirlenmiştir. İkinci Metot (Matematiksel Hesaplamalar ve Modellenme), Kullanılan Model: ISCST3 (ISC modellerinden alansal kaynak model sürümü) açık ocaklarda toz dağılımının hesaplaması için matematiksel yöntemler kullanılmış ve bu hesaplamalar bilgisayar ortamında modellenerek işletme

alanındaki toz miktarı 293 mg/m². d olarak bulunmuştur. İşletme alanındaki toz miktarları ve dağılımları ile ilgili sağlıklı bilgiler verebilmekte olduğunu göstermiştir (Coşkun, 2016).

Demircioğlu, 2021 yılında Sakarya İlinde faaliyet gösteren bir taş ocağında partikül madde ve çöken toz örnekleme yapılmıştır. Bu çalışmada AERMOD dağılım modeli kullanılarak emisyon dağılımı belirlenmiştir. Modellenen çalışmalarda, en yüksek hava kirliliği değerlerinin üretim faaliyetlerinden kaynaklanan çöken toz nedeniyle dağıldığı, en düşük değerlerin ise patlatma faaliyetlerinden kaynaklanan PM₁₀ sebebiyle gözlemlendiği tespit edilmiştir. Taş ocağının çevresel etkileri ve hava kalitesi üzerindeki etkisinin anlaşılmasına yardımcı olmuştur. Üretim ve patlatma gibi faaliyetlerin hava kirliliği üzerindeki farklı etkileri belirlenmiş ve en yüksek kirlilik düzeylerinin çöken toz kaynaklı olduğu, en düşük kirlilik düzeylerinin ise patlatma nedeni PM₁₀ ile ilişkili olduğu ortaya çıkmıştır (Demircioğlu, 2021).

Babalık, 2022 yılında gerçekleştirdiği çalışmada, doğal agrega ile üretilen normal beton ile geri dönüştürülmüş agregalı betonun çevresel etkilerini değerlendirmek amacıyla yaşam döngüsü analizi yapmıştır. Çalışmanın amacı, bir inşaat molozundan elde edilen geri dönüştürülmüş agreganın beton üretiminde kullanılmasının potansiyel çevresel etkilerini araştırmak ve normal beton üretimi ile karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir. Çalışmanın ilk aşamasında, araştırma amacı ve kapsamı belirlenmiştir. Ardından, envanter analizinde çalışma sistemindeki enerji, su ve hammadde kullanımı gibi girdi ve çıktılar hesaplanmıştır. Üçüncü aşamada, çevresel etki değerlendirme için etki kategorileri seçilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, geri dönüştürülmüş agrega betonunun normal beton üretimine göre daha az çevresel etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu, geri dönüştürülmüş agreganın beton üretiminde çevresel açıdan daha sürdürülebilir bir seçenek olduğunu göstermektedir. Son olarak, maliyet analizi yapılmış ve 1 m³ normal beton ile geri dönüştürülmüş agregalı betonun maliyetleri karşılaştırılmıştır. Buna göre, 1 m³ normal betonun maliyeti 462,74 TL iken, geri dönüştürülmüş agregalı betonun maliyeti 474,427 TL olarak hesaplanmıştır. Bu durumda, geri dönüştürülmüş agreganın betonun üretiminde 11,68 TL daha maliyetli olduğu belirlenmiştir (Babalık, 2022).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez çalışması kapsamında 3 farklı çöken toz örnekleyici kullanılması planlanmış ve kullanılacak çöken toz örnekleyicilerin performans değerlendirme çalışmaları 3 periyotta gerçekleştirilmiştir.

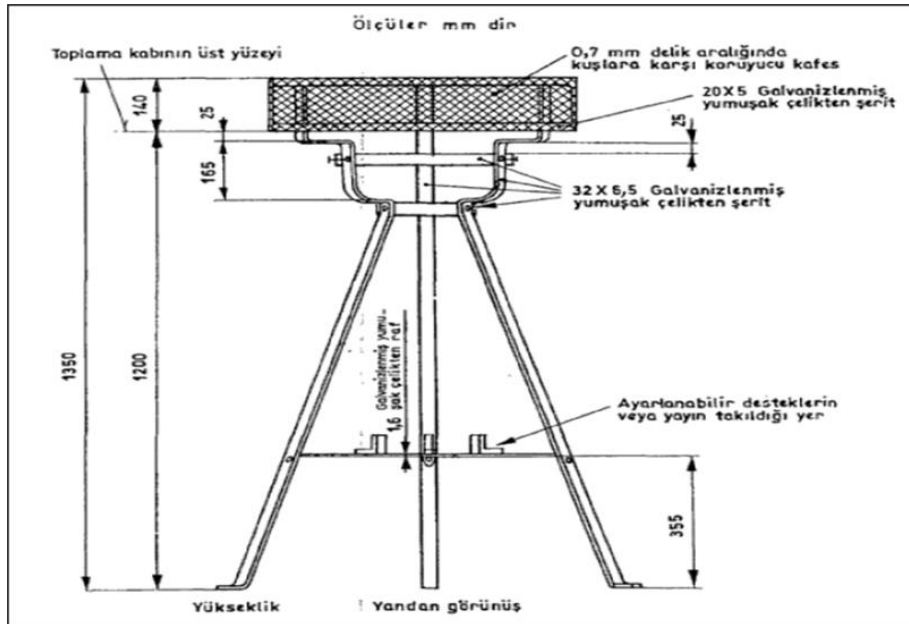
3.1. Çöken Toz Örnekleyiciler

Bu tez çalışması kapsamında, ticari olarak satılan TS 2341, TS 2342 ve laboratuarda kendi yaptığımız modifiye TS 2341 çöken toz örnekleyiciler kullanılmıştır.

3.1.1. TSE 2341 Çöken Toz Örnekleyiciler

Bu örnekleyici toplama kabı, toplama şişesi, huni ve destek ayaklarından oluşan şekil 3.1’de gösterilen düzendir. TS-2341’e göre örnekleyicinin toplama kabı kimyasal maddelere dayanıklı, statik elektrikle karşı direnci bulunan cam veya uygun bir plastik malzemeden olması gerekir. Her örnek toplama kabına seri numara verilmeli ve her kap için bir dönüştürme faktörü (F) bulunmalıdır, dönüşüm faktörü Eşitlik 2’te gösterilmiştir. Örnekleyicide toplanan örneğin ağırlığı (miligram olarak) F faktörle çarpılması ile sonuç metrekarede miligram olarak (mg/m^2) bulunur.

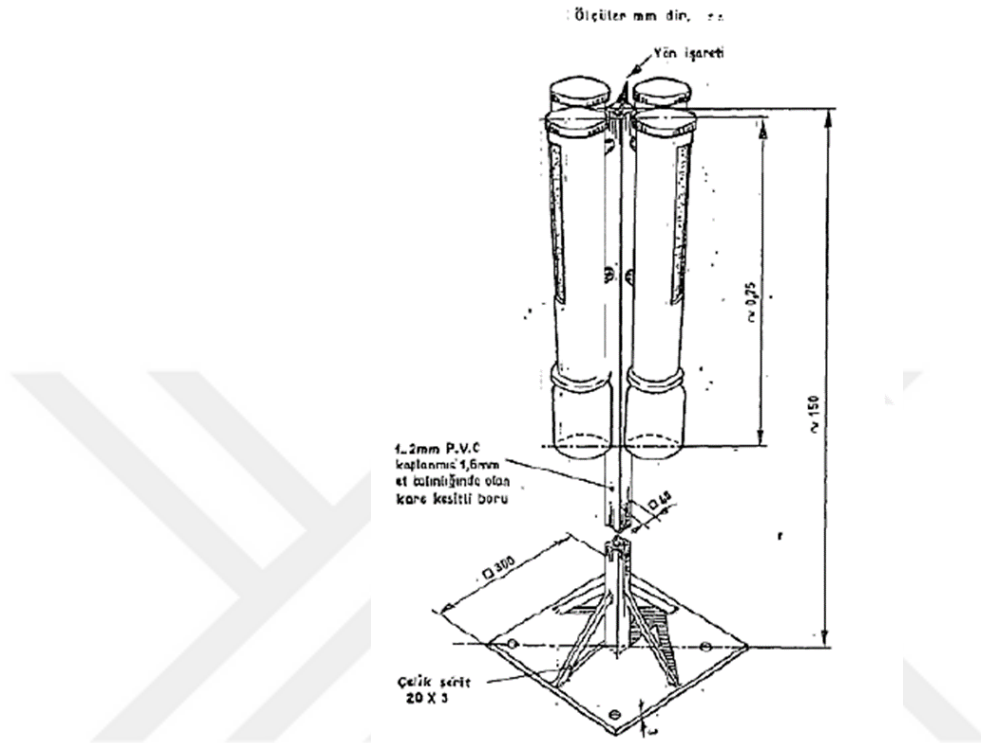
$$F = \frac{127,3 \times 10^4}{D^2} \quad \text{Eşitlik..... (2)}$$



Şekil 3.1. TS 2341 örnekleyici ve parçaları

3.1.2. TSE 2342 Çöken Toz Örnekleyiciler

Bu örnekleyici toplama başlığı, toplama kapları ve destek ayağından oluşan şekil 3.2’de gösterilen ve ölçüleri çizelge 3.1’de verilen düzenektir.



Şekil 3.2. TS 2342 örnekleyici ve parçaları

Çizelge 3.1. TSE 2342 standardına göre çöken örnekleyicinin sağlaması gereken asgari şartlar

Donanım	TS 2342
	Değer
Toplama başlığı destek yüksekliği(m)	1,5±0,1
Toplama başlığının birbirine mesafesi	90°
Toplama başlığının kesit yüksekliği, mm	340±5
Toplama başlığının kesit genişliği, mm	45±1
Toplama başlığının iç çapı, mm	75
Toplama şişesi ve başlığının bitiş mesafesi ,mm	min. 330
Toplama şişesi hacmi(L)	min. 1

Standarda göre toplama mekanizmasını taşıyacak olan destek ayaklar, metal ya da ahşaptan yapılmış bir çubuk olmalıdır. Bu destek yerden yüksekliği $1,5 \pm 0,1$ m olacak şekilde ya toprağa çakılmalı ya da üzerinde durduğu yere gömülme olanağı olmayan üç veya

dört bacaklı bir sehpaye tutturulmalıdır. Çalışma da kullanılan örnekleyicinin toplama başlığı destek yüksekliği 1.5 m, toplama başlığının iç çapı 75 mm, kesit genişliği 45 mm ve kesit yüksekliği 340 mm'dir.

3.1.3. Modifiye TS 2341 Çöken Toz Örnekleyiciler

Bu örnekleyici toplama kabı, toplama şişesi, huni ve destek ayağından oluşan şekil 3.3'te gösterilen düzendir. Örnekleyicinin boyun çapı dış 62 mm, iç 24 mm ve toplama şişesinin hacmi 20 litredir. Huni, polietilendir.



Şekil 3.3. Modifiye TS 2341 örnekleyici ve parçaları

3.2. Çöken Toz Örnekleyicilerin Performans Testleri

Örnekleyiciler TS 2341 ve TS 2342 standardına uygun şekilde üç örnekleyici 3 örnekleme periyodunda (birinci periyod 14 Eylül 2022- 26 Eylül 2022, ikinci periyod 10 Ekim 2022- 24 Kasım 2022, üçüncü periyod ise 24 Kasım 2022- 25 Aralık 2022 tarihleri arasında gerçekleştirildi.) Konya Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi çatı katına yerleştirilmiş (Şekil 3.4.) toz ve yağış toplama performansları belirlenmiştir. Mevcut olanaklar ile seçilen örnekleme noktalarında eş anlı ölçüm gerçekleştirilemeyeceği için örnekleme sürecinde elde edilecek verilerin daha doğru bir şekilde değerlendirilmesi amacıyla Konya'da faaliyet gösteren ticari firmaya ait TS 2341 örnekleyici, çalışma için

satın alınan TS 2342 örnekleyici ve mevcut modifiye TS 2341 örnekleyicinin toz/bulk toplama performanslarının belirlenmiştir.



Şekil 3.4. Çöken Toz Örnekleyicinin Performans Ölçümleri

3.3. Çalışma Bölgesi ve Örnekleme

Konya, Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan Enlem: 37.8714° Kuzey Boylam: 32.4846° Doğu koordinatlarında, batıda Ankara, kuzeybatıda Aksaray, kuzeyde Nevşehir, kuzeydoğuda Niğde, doğuda Mersin, güneyde Karaman ve batıda Eskişehir illeriyle komşudur. Nüfus açısından Konya, Türkiye'nin en kalabalık onuncu ili konumundadır. 2021 yılı itibarıyla Konya'nın nüfusu yaklaşık 2,4 milyon kişidir. Konya, geniş bir yüzölçümüne sahip olmasına rağmen, nüfus yoğunluğu diğer büyük şehirlere kıyasla daha düşüktür. Konya, tarım potansiyeli, tarihi ve kültürel zenginlikleri ile ön plana çıkan bir şehirdir. Her yıl birçok turist, Mevlâna Müzesi'ni ziyaret etmek ve şehrin tarihi dokusunu keşfetmek için Konya'yı tercih etmektedir. Ayrıca, Konya'da düzenlenen ulusal ve uluslararası etkinlikler, fuarlar ve festivaller de şehrin turizm açısından önemini artırmaktadır. Konya'nın coğrafi konumu, tarım ve sanayi sektörleriyle birlikte ekonomik

faaliyetlerini etkilemektedir. Tarım, özellikle tahıl üretimi ve tarım ürünleri işleme sektörü, Konya ekonomisinin önemli bir bileşenidir. Sanayi sektöründe ise makine imalatı, otomotiv, gıda işleme ve tekstil gibi sektörler öne çıkmaktadır.

Konya, sisli ve puslu hava koşullarının daha sık görüldüğü bir şehirdir. Özellikle kış mevsiminde, düşük rüzgâr hızıyla birlikte sisli ve puslu günler yaşanmaktadır. Bu hava koşullarında, havadaki kirlilik parametreleri hemen dağılmayabilir ve atmosferde asılı kalarak etkili olabilir.

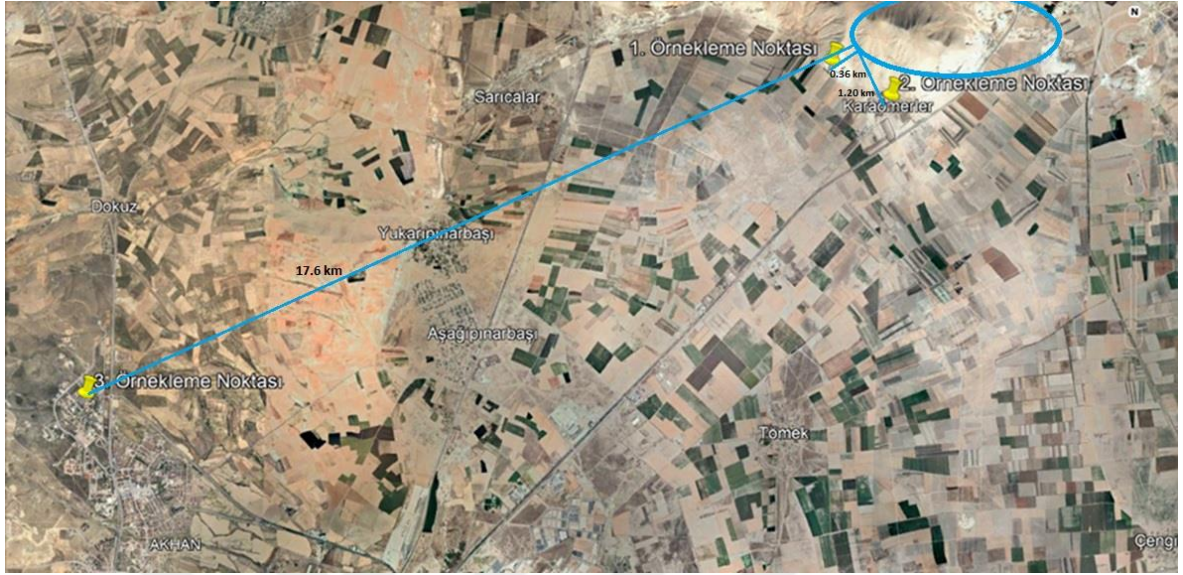
Son yıllarda Konya, hava kirliliği konusunda önemli bir gündem maddesi olmuştur. Ne yazık ki, bu durum olumsuz bir yönde gerçekleşmektedir. Çevre, Şehircilik ve İklim Bakanlığı Hava Kalitesi İzleme İstasyonları tarafından elde edilen verilere göre, Konya Türkiye'de en fazla parçacık madde içeren iller arasında yer almaktadır. Konya, havası en kirli olan illerden biridir. Bu durumda, Meram ilçesi en yüksek kirlilik seviyesine sahipken, Karatay ilçesi de benzer bir durumu takip etmektedir. Konya'daki hava kirliliği sorununun ciddiyetini ve etkilerini vurgulamaktadır. Yüksek parçacık madde yoğunluğu, solunum yolu hastalıkları, kalp-damar rahatsızlıkları, astım ve diğer sağlık sorunlarına neden olabilir. Bu nedenle, Konya'da hava kirliliğiyle mücadele etmek ve hava kalitesini iyileştirmek önemli bir hedef haline gelmiştir.

Konya ilinde çimento, şeker, makine, kimya, tekstil, gıda, ambalaj malzemesi, elektronik eşya ve kâğıt üretimi gibi çeşitli sanayi faaliyetleri bulunmaktadır. Konya Sanayi Odası sanayilerin genellikle şehrin kuzey bölgesinde organize sanayi bölgelerinde yer aldığını bildirmiştir. 705 adet emisyon lisanslı firma, il merkezinde de yüksek kirletici vasfına sahip 167 sanayi kuruluşu bulunmaktadır. Kentteki yüksek hava kirliliği seviyeleri, sadece emisyonlara değil, aynı zamanda topografya ve meteorolojiye de bağlıdır (Tayanç et al., 2022).

Konya ilinde 75 tane faaliyet gösteren taşocaklarının 10 tanesi Karaömerler mahallesindedir.

Çalışma alanı olarak Konya İli Selçuklu İlçesindeki Karaömerler mahallesi, arka plan alanı olarak Konya Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi (Kampüs) seçilmiştir. Çalışma alanında 10 tane taşocağı mevcuttur. Hâkim rüzgâr yönü de dikkate alınarak bölgedeki taş ocaklarının Konya ortam havasına ve yakın çevresindeki yerleşim bölgelerine olan potansiyel etkilerini temsil edecek 2 örnekleme noktası seçilmiştir. Bu örnekleme noktalarından biri taşocağı alanına yaklaşık 0,36 km mesafede, diğeri ise taşocağı alanına yakın yerleşim noktasına içerisinde seçilmiştir (Şekil 3.5). Arka plan örnekleme noktası (3.Örnekleme Noktası) ise Konya iline komşu illerden taşınan kirliliği temsil eden

ve izleme istasyonu verilerine göre hava kirliliğinin en düşük olduğu alanda Konya il merkezine yaklaşık 20 km mesafededir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Örnekleme Noktaları Uydu Görüntüsü

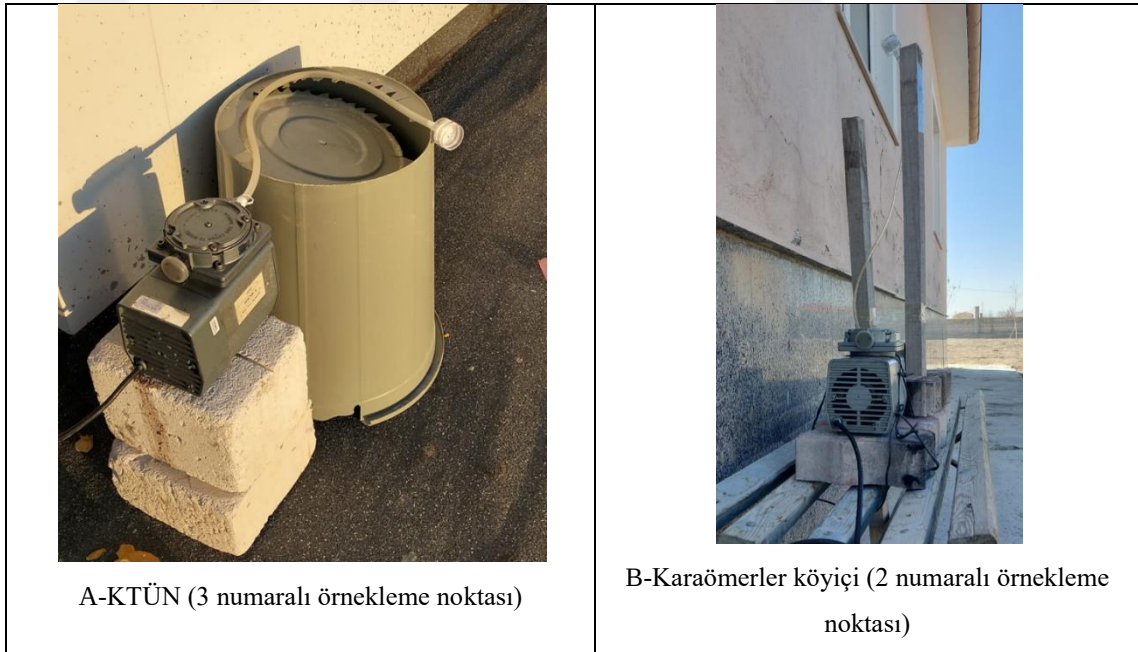
Bu tez çalışmasın da kentin kuzey bölgesinde taşocağı alanında (2) ve arka plan-background (Kampüs) alanında toplam solunabilir partikül madde (19.01.2023-20.01.2023), çöken toz örnekleri (22.12.2022-20.01.2023) ve ayrıca kente ilk kar yağışının olduğu tarihte (31.01.2023) kar örnekleri toplanmıştır. Taşocaklarından mesken bölgesine ve Konya iline potansiyel taşınımı belirlemek için Meteoroloji 8. Bölge Müdürlüğü'nün 17245 numaralı istasyonundan örnekleme süresince kaydedilen saatlik toprak sıcaklığı, saatlik atmosfer basıncı, saatlik maksimum sıcaklık, saatlik nispi nem, saatlik rüzgâr yönü ve hızı, saatlik toplam yağış verileri temin edilmiş, EK-1'de sunulmuştur. Veriler, istasyonun koordinatları olan $37^{\circ}52'07.3''N$ $32^{\circ}28'16.7''E$ noktasından elde edilmiştir. Bu meteorolojik veriler hâkim rüzgâr yönünün belirlenmesi amacıyla rüzgâr diyagramının hazırlanmasında kullanılmıştır.

Arka plan örnekleme noktasında örnekleyciler, Konya Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi'nin çatı katına ($38^{\circ} 1'33.20''K$, $32^{\circ}30'34.76''D$), Karaömerler mahalle misafirhanesi ($38^{\circ} 5'14.82''K$, $32^{\circ}42'8.53''D$), mahalle dışında taşocakları ($38^{\circ} 5'37.56''K$, $32^{\circ}41'15.74''D$) mevkiinde sert düz zemine (Şekil 3.6) yerleştirilmiştir. Örnekleme noktalarının yakınında duvar, bina gibi engeller bulunmamaktadır.



Şekil 3.6. Çöken Toz Örnekleyicilerinin Yerleşimi (1- TS 2341 Karaömerler Mahallesi Taş Ocağı, 2- TS 2342 Karaömerler Mahalleri Köyiçi, 3- Modifiye TS 2341 KTÜN Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi)

Örnekleme noktalarında TSP örneklemesinde Gast DOA-V112-BN marka orta hacimli örnekleyici ile debi kalibrasyonu yapıldıktan sonra 0,0538 (19.01.2023-20.01.2023) m^3 /dak hava debisiyle 24 saatlik örnekler alınmıştır (Şekil 3.7).



A-KTÜN (3 numaralı örnekleme noktası)

B-Karaömerler köyiçi (2 numaralı örnekleme noktası)

Şekil 3.7. TSP örnekleri

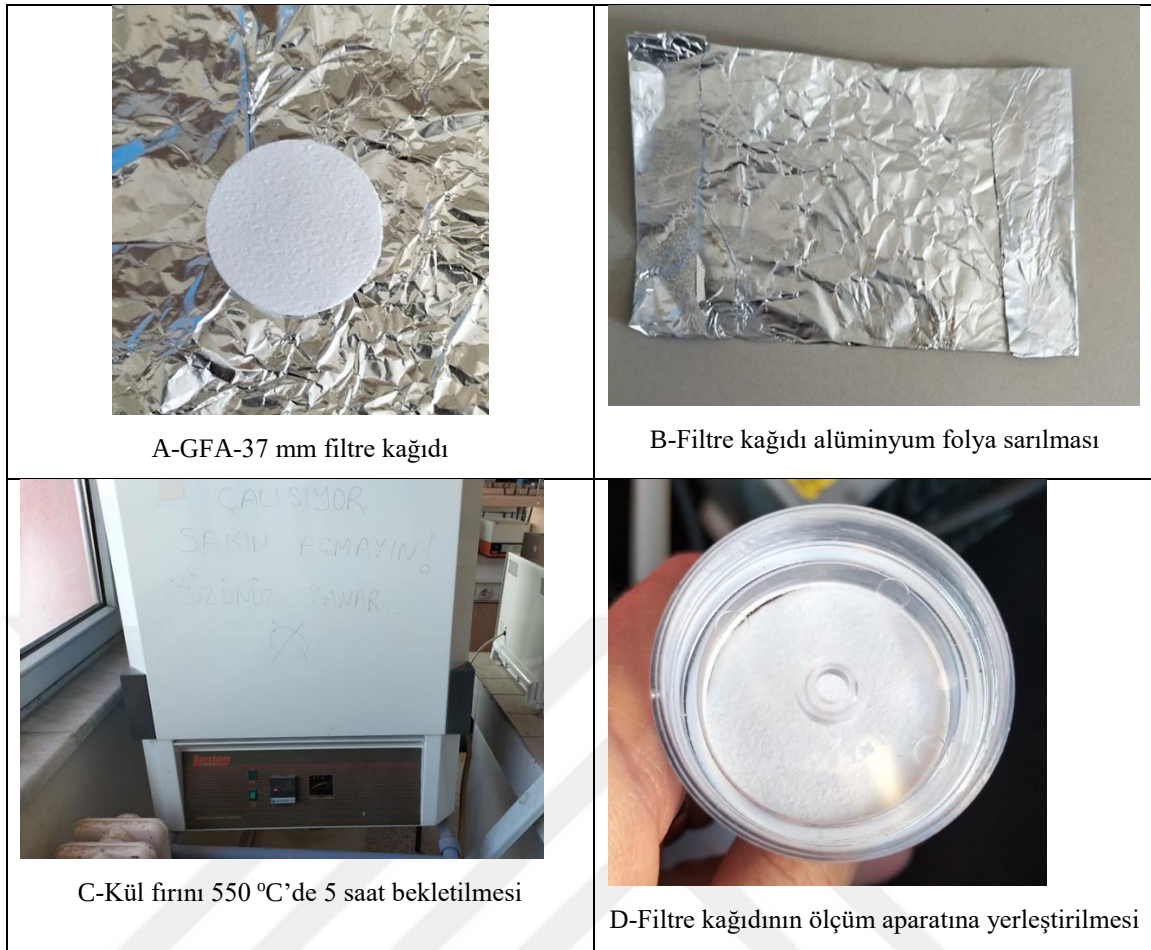
Kar örnekleri 31.01.2023 tarihinde 30*40 cm boyutlarında tepsiler kullanılarak toplanmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Kar örnekleri

3.3.1. Filtrelerin Hazırlanması

TSP örnekleme için kullanımdan önce 37 mm Whatman GF/A filtre kağıtları 550 °C’de yaklaşık 5 saat kül fırınında alüminyum folyo ile üzeri hafifçe sarılı bekletilmiştir. (Şekil 3.9). Çöken toz örneklerinin kimyasal analizinde kullanılacak 90 mm filtreler içinde aynı temizleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Örnekleme/analize kadar desikatörde bekletilmiştir. Örneklerdeki TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) gravimetrik olarak tartılan filtredeki kütlenin miktarının toplam örneklenen hava miktarına oranlanmasıyla belirlenmiştir.



Şekil 3.9. GFA filtrelerin ön hazırlama işlemi

Çöken toz örneklerinin analizinde kullanılan selüloz filtreler (Macherey-Nagel MN 640), 150 ml saf sudan geçirildikten sonra $(105 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ' de etüvde 1 saat kurutularak temizlenmiş örnekleme kadar desikatörde bekletilmiştir.

Toksisite analizinde kullanılacak yerli filtreler metrelik olarak temin edilmiş 90 mm boyutunda makasla (saf su ile temizlenmiş) kesilmiş yaklaşık 300 mL ultra saf su bulunan beher içerisinde 20 dk ultrasonik ekstraksiyon ile temizleme işlemine tabi tutulmuştur. Beherlerdeki saf su boşaltılarak işlem 3 kez tekrarlanmıştır. Filtreler düşük ısıda ($70 ^\circ\text{C}$) etüvde kurutulmuş analize kadar desikatörde muhafaza edilmiştir.

İnorganik bileşiklerin ekstraksiyonu için $\frac{1}{4}$ kesit alınan GFA filtreler (TSP, kar ve bulk örneklerine ait filtreler) bir beher içerisinde küçük eşit parçalara bölünmüş ve üzerine 50 mL ultrasaf su ilave edilerek 30 dk ultrasonik ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur. Elde edilen inorganik eksrakt biotest analizine kadar $+4 ^\circ\text{C}$ 'de buzdolabında muhafaza edilmiştir.

3.3.2. Fiziksel-Kimyasal Analizler

Bulk örneklerinin ve oda sıcaklığında sıvı hale getirilen kar örneklerinin pH'ı ve iletkenliği Hach multi HQ40d ile Standart Metotlara uygun olarak ölçülmüştür.

Kar örneklerinin ve bulk örneklerinin hacimleri mezür ile ölçüldükten sonra hızlı karıştırıcıda 1 dakika manyetik balık ile karıştırılmış, %50'si ağır metal ve biyotest analizlerinde kullanılmak üzere ön temizleme işlemi uygulanmış ve darası alınmış Whatman GFA filtreden, %50'si çöken toz analizlerinde kullanılmak üzere ön temizleme işlemi uygulanmış ve darası alınmış Macherey-Nagel MN 640 külsüz selüloz filtreden geçirilmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Bulk ve kar örneklerine uygulanan süzme işlemi

Ayırma işleminin doğruluğu GFA ve Selüloz filtre ile elde edilen toplam katı madde miktarı (TKM) ile kontrol edilmiştir. GFA filtre ile elde edilen AKM (askıda katı madde) miktarı selüloz filtreye göre düşük ÇKM (çözülmüş katı miktarı) yüksek, ancak TKM miktarı eşittir.

Dikey örnekleyicide 4 farklı yönde toz toplayan 4 toplama kabı bulunmaktadır. Toplama kabındaki toplanan bulk örneklerinin % 75'i selüloz filtreden kalan %25'i GFA

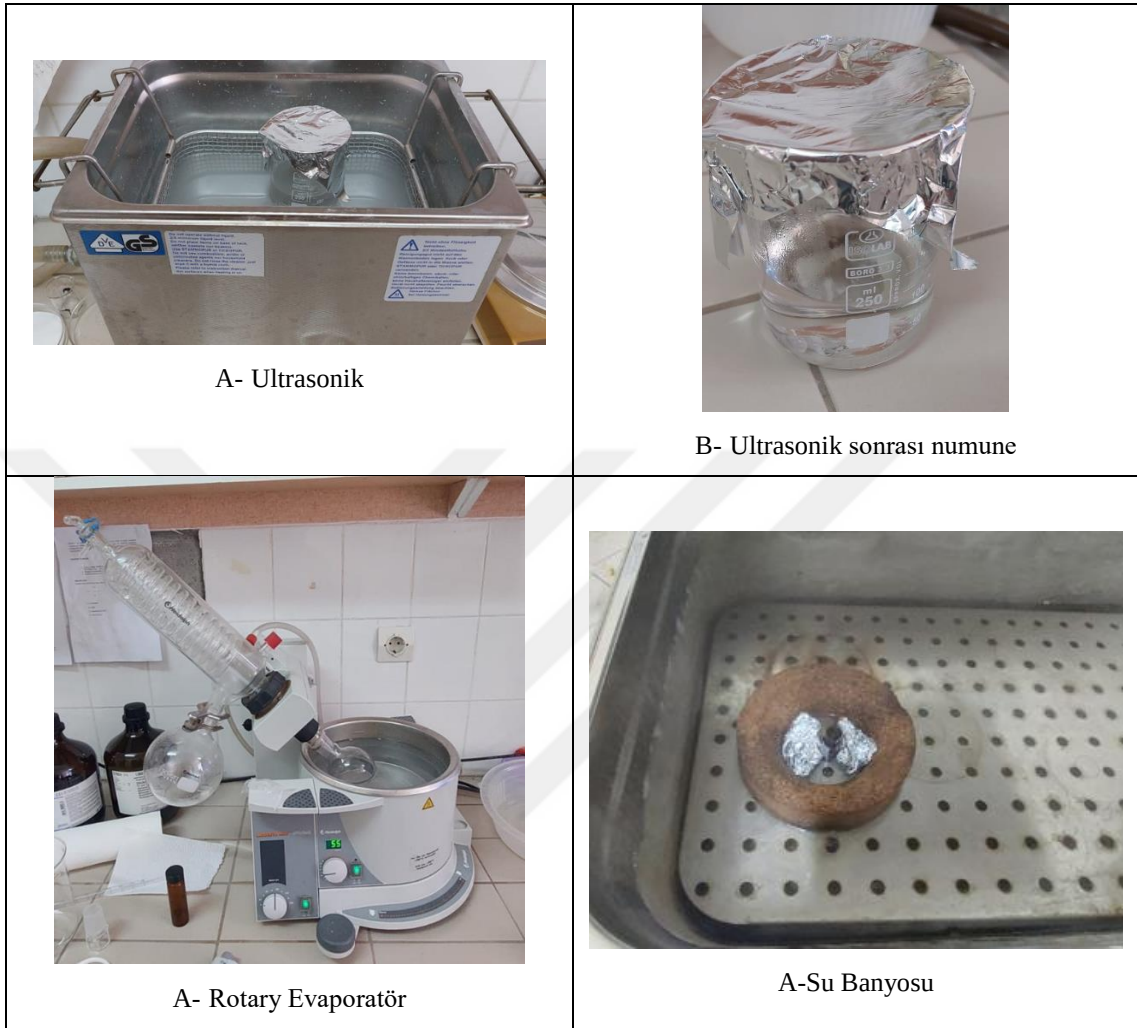
(90 mm ϕ ve 0.6 μ m gözenek ϕ) filtreden geçirilmiştir. TS 2342 metoduna göre 4 farklı yön için ayrı ayrı çöken göre toz ölçümleri, kimyasal analiz için tek GFA filtresi hazırlanmıştır (her bir toplama başlığındaki bulk örneklerinin %25'i tek filtre kağıdından geçirilmiştir). GFA filtreler düşük ısıda (70 °C) etüvde kurutulmuş ve desikatörde 24 h sabit tartıma gelene kadar bekletildikten sonra Scaltec SBC 21 hassas terazi ile gravimetrik olarak tartılmıştır. GFA filtrelerden 4 eşit kesit alınmış, ¼'ü organik bileşiklerin, ¼'ü inorganik bileşiklerin ½'si ağır metal analizleri için kullanılmak üzere analize kadar parafilm ile sarılmış cam petri kaplarında buzdolabında (-18 °C) muhafaza edilmiştir.

Darası alınmış porselen krozelere selüloz filtreden geçen süzüntü konulmuş önce 103-105 °C'de etüvde kurutularak TÇKM (toplam çözünmüş katı madde), 550 °C'de yakma işlemi gerçekleştirilerek UÇKM (uçucu çözünmüş katı madde) ve SÇKM (sabit çözünmüş katı madde) analizleri gerçekleştirilmiştir. Aynı işlem selüloz filtrelerde uygulanarak TAKM (toplam askıda katı madde), 550 °C'de yakma işlemi gerçekleştirilerek UAKM (uçucu askıda katı madde) ve SAKM (sabit askıda katı madde) analizleri gerçekleştirilmiştir. Selüloz filtre üzerindeki tozdan 0,001 g infrared analizi için 37 mm'lik cam petri kaplarına örnek alınmış, örnekler analize kadar buzdolabında (-18 °C) muhafaza edilmiştir. Toplam katı madde miktarı ise TÇKM ve TAKM'nin toplanması ile elde edilmiştir. Çöken toz miktarı (mg/m²-gün) gravimetrik olarak tartılan filtredeki ve krozedeki kütlenin örnekleyici toplama alanına oranlanmasıyla belirlenmiştir.

3.3.3. Organik Bileşiklerin Ekstraksiyonu

Organik bileşiklerin ekstraksiyonu için ¼ kesit alınan GFA filtreler (TSP, kar ve bulk örneklerine ait filtreler) bir beher içerisinde küçük eşit parçalara bölünmüş ve üzerine 150 ml diklorometan ilave edilerek 30 dk ultrasonik ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur. Ekstraksiyon sonrası Rotary Evaporatör kullanılarak yaklaşık 1 mL'ye konsantre edilmiştir. Önceden darası alınmış GC vialine konan ekstrakt su banyosunda tamamen buharlaşana kadar bekletilmiş sabit tartıma gelene kadar desikatörde bekletilmiştir. Partiküle/çöken toza bağlı çözünür organik fraksiyon (EOM) gravimetrik olarak vialdeki tartılan kütle ile belirlenmiştir. Vialdeki kuru ekstrakt 1 mL diklorometan ile tekrar çözündürülmüş 500 uL'lik diklorometan ekstraktı GC-MS kalitatif analizi için başka bir vialde aktarılmış analize kadar -18 °C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir. Kalan 500 uL'lik diklorometan ekstraktı tekrar su banyosunda buharlaştırılmış, bio testte kullanılmak üzere DMSO (dimetil sülfoksit) ile çözündürülerek solvent değişimi işlemi gerçekleştirilmiştir. DMSO ekstraktı biotest

analizine kadar -18 °C’de buzdolabında muhafaza edilmiştir. Ekstraksiyon aşamaları Şekil 3.11’de görülmektedir.



Şekil 3.11. Organik bileşiklerin ekstraksiyonu

3.3.4. İnorganik Bileşiklerin Ekstraksiyonu

İnorganik bileşiklerin ekstraksiyonu için ¼ kesit alınan GFA filtreler (TSP, kar ve bulk örneklerine ait filtreler) bir beher içerisinde küçük eşit parçalara bölünmüş ve üzerine 50 mL ultrasaf su ilave edilerek 30 dk ultrasonik ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur. Elde edilen inorganik eksrakt biotest analizine kadar +4 °C’de buzdolabında muhafaza edilmiştir.

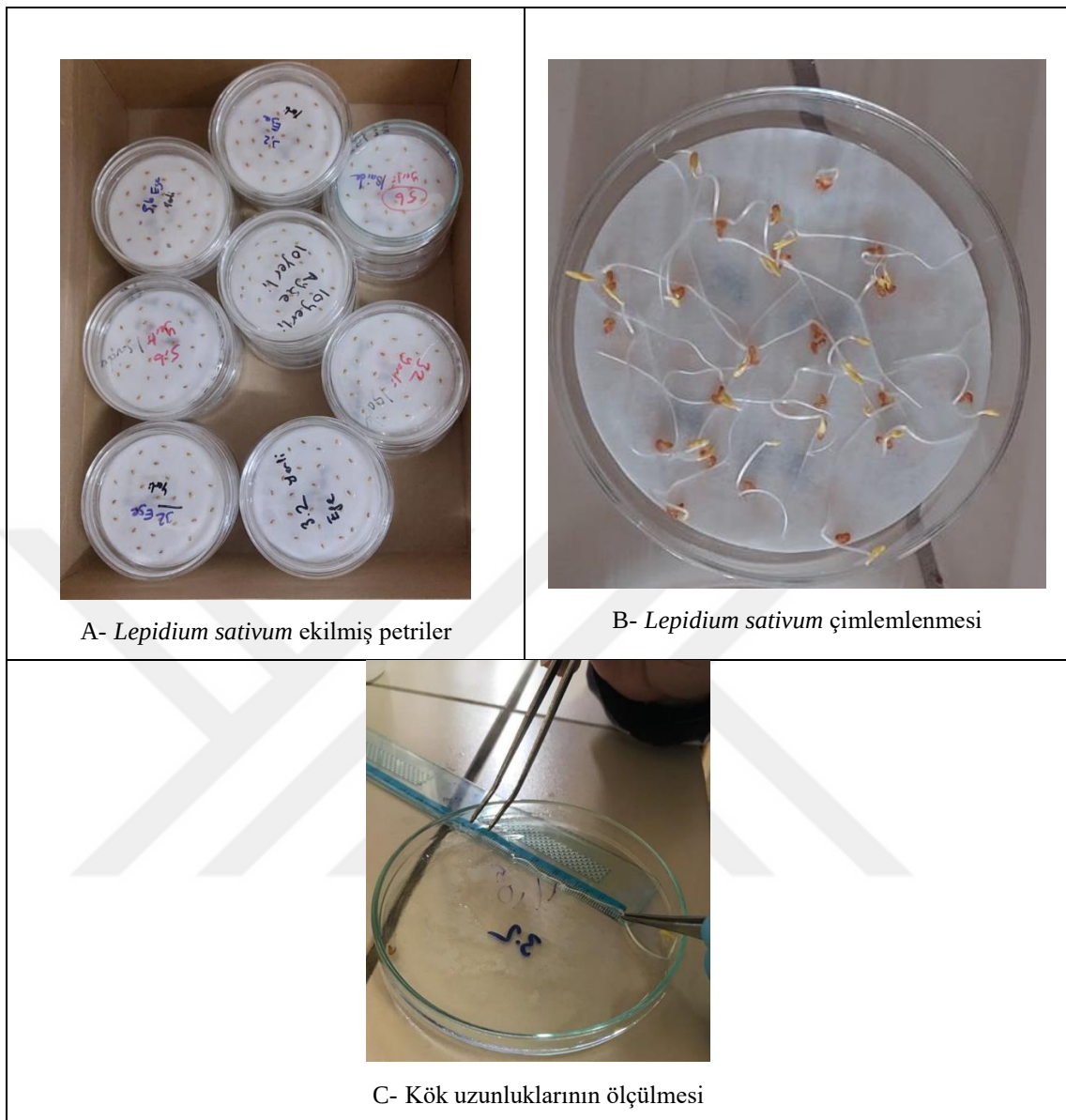
3.3.5. *Lepidium sativum* Akut Toksisite Testi

Lepidium sativum Akut Toksisite Testi pek çok farklı türde atıksuyun endüstriyel ((Atmaca, 2021; Aydın et al., 2010 (AYDIN, 2006 #98)), (Aydın & Gülnihal, 2006), evsel atıksu (Aydın & Kara, 2004),(Atmaca, 2021), deponi sızıntı sularının (Aydın et al., 2015),

pestisit, hayvansal antibiyotikler, farmasötiklerin ve ilaç grubu kimyasalların (Tongur & Kara, 2019; Tongur & Yildirim, 2015; Tongur & Yıldız, 2021) ve (Aydın et al., 2007; Tongur & Ozcan, 2020; Tongur et al., 2017; Yıldırım, 2015; Yıldırım et al., 2019), toz örneklerinin (Tongur & Kara, 2014) toksikliğinin belirlenmesinde ve giderim çalışmalarında (TONGUR et al., 2014) uygulanmıştır.

Bu testin standart test prosedüründe whatman 597 (90 mm çap) ithal filtre kağıtlarının kullanılması önerilmektedir (Devare & Bahadır, 1994). Ancak tez çalışması kapsamında toplam 10 adet örnek için test yapılması planlanmış ve test maliyetlerini düşürmek için yerli temizleme işlemi uygulanmış kaba filtre ile (90 mm çap) testin geçerliliğini kontrol etmede test prosedüründe önerilen $K_2Cr_2O_7$ referans testi (Devare & Bahadır, 1994). İle benzer sonuçlar verip vermeyeceği kontrol edilmiştir. Yerli filtre kâğıdı ve ithal whatman 90 filtre kâğıdı 6 farklı $K_2Cr_2O_7$ konsantrasyon serileri ve ultra saf su ile hazırlanan 6 kontrol için aynı anda test edilmiştir. Başlangıçta test prosedüründe önerilen 2 filtre kâğıdı ve 5 mL örnek hacmi, sonrasında 3 filtre kâğıdı ve 8 mL örnek hacmi için deney setleri oluşturulmuştur.

Lepidium sativum toksisite testi 6 adet kontrol ve 3'er adet %6.25, %12.5, %25, %50, %100'lük seyrelme serileri hazırlanan kar, çöken toz ve TSP örnekleri için gerçekleştirilmiştir. Seyrelme serileri organik ekstraktlarda %1.5 DMSO ile inorganik ekstraktlarda ultrasaf su ile hazırlanmıştır. 8 ml numune, 9 cm çapındaki cam petri kabı içerisine 3 adet yerli filtre filtre kâğıdı üzerine pipetle konulmuş ve filtre kağıtları altında hava kalmayacak şekilde yerleştirilmiştir. Filtre kâğıdı üzerine eşit aralıklarla 25 adet *Lepidium sativum* tohumu yerleştirilmiş, ekim yapılan petri kapları 72 saat karanlıkta 25 °C'de inkübe edildikten sonra ekilen 25 adet tohumdan en iyi büyüyen 20 adet çimlenmiş tohumun kök uzunlukları ve gövde yükseklikleri ölçülmüştür. Şekil 3.12 de testin aşamaları görülmektedir.



Şekil 3.12. *Lepidium sativum* toksisite testi

Ölçülen değerler (EK-2)'de verilen hesap cetveline aktarılarak kontrole göre % inhibisyon değerleri hesaplanmıştır.

3.3.6. Gaz Kromatografik Analiz

Konsantre edilmiş 500 μ L'lik diklorometan ekstraktları HP-5 kolon (30 m $\times$ 0.25 mm, 0.25 μ m) ve split/splitless injector ile donatılmış Agilent Technologies 5977 A-MSD gaz kromatografisi ile analiz edilmiştir.

Enjektör ve dedektör sıcaklığı sırasıyla 300 ve 325 °C'dir. Kolon sıcaklık programı ise 50 °C (5 dakika)- 10 °C/dakika-180°C (3 dakika)- 6°C/dakika 230°C (5 dakika) -(3 °C, 310 °C (3 dakika) dır. Helyum taşıyıcı gaz akışı 1.8 mL/dakika, injeksiyon hacmi 1 µL dir.

3.3.7. ATR-FTIR Analizi

IR spektroskopisinde, bir IR ışını maddenin üzerinden geçerken, maddenin moleküler yapısı tarafından belirli frekanslardaki ışınının absorbe edilmesi veya yayılması gerçekleşir. Her molekül, kendine özgü bir IR spektrum üretir, çünkü moleküldeki atomların kütlesi ve bağlar arasındaki kuvvetler farklıdır. Spektrum, grafiksel olarak dalga sayısı (cm^{-1}) veya dalga boyları (μ) eksenine karşı absorbans veya transmittans (transmittans, ışığın maddeden geçme oranını belirtir) eksenine çizilir. IR spektrumunda, dalga sayısı veya dalga boylarının belirli değerlerinde zirveler veya tepe noktaları görülür. Bu tepe noktaları, moleküldeki belirli bağların titreşim frekanslarına karşılık gelir.

Proteinler, karbonhidratlar, yağ asitleri, nükleik asitler ve polisakkaridler gibi birçok kompleks kimyasal bileşiklerin belirlenmesinde kullanılan yöntemlerden biri olan Fourier Vertex 70 Infrared Spektroskopisi (FT-IR) ile çöken toza bağlı kimyasal türlerin varlığı araştırılmıştır. Parmak izi bölgesi olarak bilinen bölgesi de dahil olmak üzere $1.700\text{-}600\text{ cm}^{-1}$ aralığından faydalanılmıştır.

Infrared (FTIR) analizleri İL TEK-Selçuk Üniversitesi'nde gerçekleştirilmiştir. Shimadzu IR Prestige-21 FTIR kullanılarak Infrared Spektroskopisi (FT-IR) ile çöken toza bağlı kimyasal bileşikler araştırılmıştır. Cihaz standart polistiren film spektrumları kullanılarak kalibre edilmektedir. Homojenize çöken toz örneklerinden yaklaşık 0,01 g ATR krsitali üzerine yerleştirildi. Her numune, 4 cm^{-1} çözünürlükte $4000\text{ ila }450\text{ cm}^{-1}$ arasında değişen dalga sayısına sahip 24 taramaya tabi tutulmuştur.

İki örnekleme noktasına ait spektrum karşılaştırılmış örnekler arasındaki benzerlik ve farklılıkların tespiti amacıyla kümelenme analizi yapılmıştır. Her bir örnek sonrasında kristal, kontaminasyonu önlemek izopropil alkol ile temizlendi. Numune spektrumundan önce baseline düzeltilmesi yapıldı.

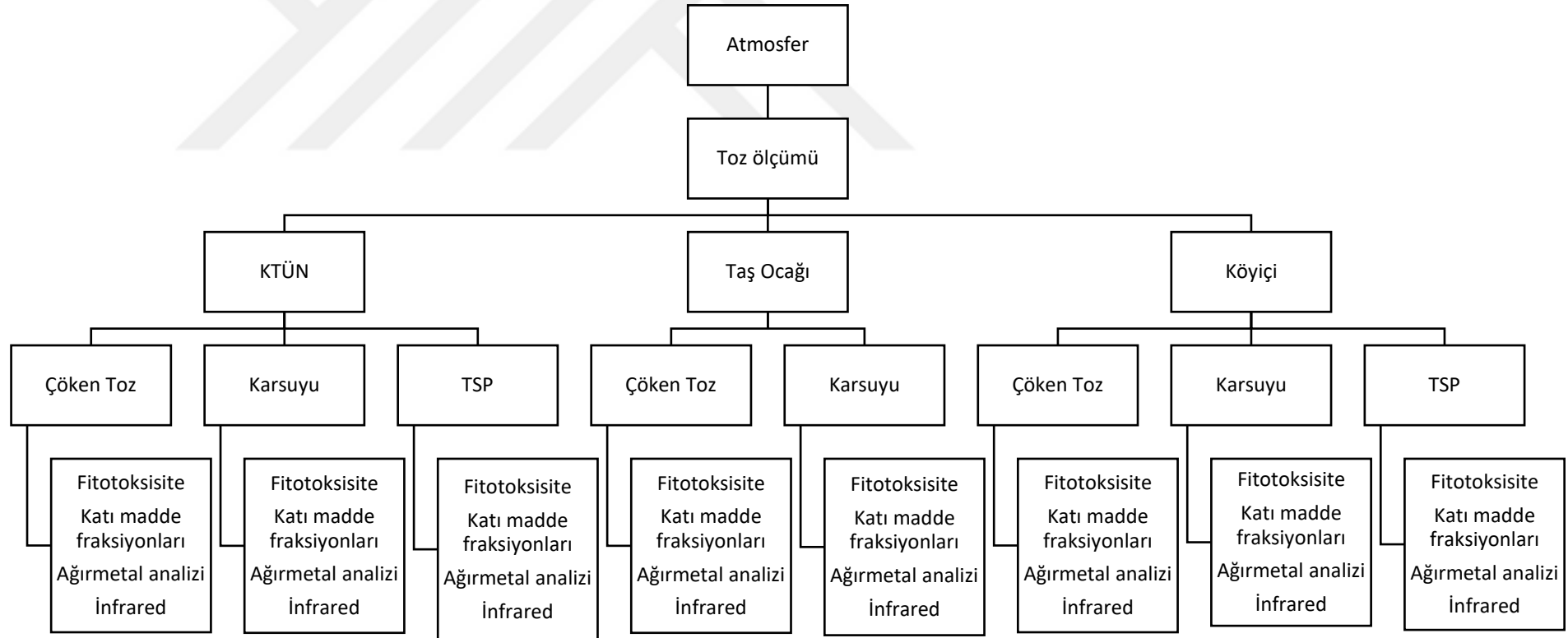
3.3.7. ICP-OES Analizi

ICP-OES analizleri İL TEK-Selçuk Üniversitesi'nde gerçekleştirilmiştir. Kuvars filtrelerden ağır metallerin ve eser elementlerin asit ekstraksiyonu, ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA, 1999) tarafından önerilen mikrodalga yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Küçük parçalara bölünmüş filtreler HNO_3 ile kapalı PFA kabında çözündürüldü ve hacim 20 mL'ye ayarlandı. Aynı işlem blank filtre içinde tekrarlandı. ICP-OES cihazı kullanılarak hava ve

kar örneklerinde makro element ve ağır metal içeriği ppm olarak ICP-OES (analiz öncesi 0.5, 10, 25, 50 ve 150 µg/L referans standartlar ile kalibre edilmiştir) ile belirlenmiştir.

Şekil 3.13'te tez çalışmasında yapılan tüm deneysel çalışmalar daha anlaşılır olması için en son şemalaştırılarak özetlenmiştir.





Şekil 3.13. Çalışmanın Genel Akım Şeması

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Çöken Toz Örnekleyicilerin Performans Test Sonuçları

Çöken toz örnekleyicilerin performans testleri ilk peryot 14 Eylül 2022- 26 Eylül 2022, ikinci peryot 10 Ekim 2022- 24 Kasım 2022, üçüncü peryot ise 24 Kasım 2022-25 Aralık 2022 tarihleri arasında olmak üzere üç farklı peryotta gerçekleştirildi. Çöken toz sonuçlarının hesaplaması eşitlik 3'e göre yapılmış, elde edilen sonuçlar çizelge 4.1'de sunulmuştur.

$$\text{ÇT} \left(\frac{\text{mg}}{\text{m}^2} \cdot \text{gün} \right) = \frac{(W_1 - W_2) \cdot 10^3}{t \cdot A} \quad \text{Eşitlik..... (3)}$$

ÇT: Çöken toz (mg/m².gün)

W₁: (Filtre kâğıdı son ağırlığı- Filtre kâğıdı ilk ağırlığı) (gram)

W₂: Bakır sülfattan gelen ağırlık (10 ml için 0,0178 g). (Toplama kaplarına bakır sülfat eklenmiş ise hesaplamada filtre ağırlığından çıkarılır.)

t: Çöken toz örnekleyicinin sahada kalma süresi (gün)

A_{TS-2341}: Kesit Alanı = (Nozul Yarıçapı)² * π = (0,31/2)² * π = 0,075477 m²

A_{TS-2341(modifiye)}: Kesit Alanı = (Nozul Yarıçapı)² * π = (0,62/2)² * π = 0,3019 m²

A_{TS-2342}: Kesit Alanı = Nozul En * Nozul Yükseklik = 0,045 * 0,340 = 0,0153 m²

İlk peryotta yüzey alanı daha geniş olan modifiye TS 2341(KTÜN örnekleyici) 647 ml ile en fazla su numunesi toplamıştır. İkinci ve üçüncü peryotta TS 2341(Enviro örnekleyici) 387 ml ve 540 ml ile bu peryotlarda en fazla su numunesi toplamıştır. Yağış toplama performansı dikey örnekleyiciye göre TS 2341 ve modifiye TS 2341 in daha yüksektir. Bir günlük µg ölçeğinde toplanan toz performansına göre sıralama modifiye TS-2341, dikey örnekleyici ve TS-2341 şeklindedir.

Çizelge 4.1. Çöken toz örnekleyicinin performans test sonuçları

Örnekleyici	pH			İletkenlik (µS/cm)			Toplanan Su Numunesi (mL)			Çöken Toz (µg/gün)			Çöken Toz (mg/m ² -gün)		
	26.09.2022	25.11.2022	25.12.2022	26.09.2022	25.11.2022	25.12.2022	26.09.2022	25.11.2022	25.12.2022	26.09.2022	25.11.2022	25.12.2022	26.09.2022	25.11.2022	25.12.2022
Kampüs-Dikey A(B1)	6,38	7,26	6,56	94,4	-	-	100	80	30	1358,33	124,33	484,44	88,78	8,13	31,66
Kampüs-Dikey B(G2)	6,7	7,26	6,6	145,6	-	-	32	67	20	752,5	53,33	303,33	49,18	3,49	19,83
Kampüs-Dikey C(K3)	6,61	-	6,6	107,4	-	-	65	45	35	919,17	170,33	398,52	60,08	11,13	26,05
Kampüs-Dikey D(D4)	6,34	-	6,36	132,2	-	-	0	51	20	499,17	40,33	678,89	32,63	2,64	44,37
Kampüs-KTÜN Örnekleyici	7,33	7,17	7,33	92,2	150,9	143,3	647	229	320	9600	731,67	2204,44	31,8	2,42	7,07
Kampüs-Enviro Örnekleyici	7,46	7,38	8,5	93,3	180	154,5	580	387	540	3380,83	208,67	1182,22	44,79	2,76	15,66

4.2. *Lepidium sativum* Akut Toksisite Testi Referans Test Sonuçları

3,2, 5,6, 10, 18, 32, 56 mg/L $K_2Cr_2O_7$ konsantrasyon serileri için ithal filtre ve yerli filtre kâğıdı kullanımı ile elde edilen sonuçlar Çizelge 4.2 ve 4.3'te sunulmuştur. Çizelge 4.2'de 2 farklı filtre için referans test ile elde edilen kontrole göre % inhibisyon değerleri görülmektedir. Test proderündeki 5 mL numune hacminin yerli filtrede uygulanması ile ithal filtreye göre çok farklı inhibisyon sonuçları elde edildiği, ancak numune hacminin 8 mL ve filtre sayısının 3'e çıkarılması ile ithal filtre ile benzer sonuçlar elde edildiği Çizelge 4.3'te görülmektedir.

Çizelge 4.2. Yerli ve İthal Filtre kullanımı ile elde edilen Referans Test Sonuçları (% inhibisyon)

Konsantrasyon mg/L	% inh- Whatman 597 (ithal)	% inh-Yerli filtre 5 mL	% inh-Yerli filtre 8 mL
3,2	16,48	3,29	15,79
5,6	30,87	6,85	26,17
10	51,62	29,22	48,85
18	64,86	40,37	67,89
32	77,31	55,19	79,34
56	88,76	66,30	86,13

Çizelge 4.3. Yerli ve İthal Filtre kullanımı ile elde edilen Referans Test Sonuçları (ortalama kök uzunlukları)

Konsantrasyon mg/L	Ortalama kök uzunluğu-ithal filtre	Ortalama kök uzunluğu-yerli filtre 5 mL	Ortalama kök uzunluğu-yerli filtre 8 mL
Kontrol	5,49	4,63	5,45
3,2	4,58	4,48	4,59
5,6	3,79	4,32	4,02
10	2,66	3,28	2,79
18	1,93	2,76	1,75
32	1,25	2,08	1,13
56	0,62	1,56	0,76

Çizelge 4.3 incelendiğinde 5 mL örnek+2 yerli filtre kullanılan deney setinde standart test prosedürüne göre (5 mL örnek+2 ithal filtre) göre kontrolde ve 3,2, 5,6, 10, 18, 32, 56 mg/L $K_2Cr_2O_7$ konsantrasyon serilerinde ortalama kök uzunluklarının daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durum ithal filtrenin gözenek boyutunun daha küçük bu nedenle sıvı tutulumunun daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmüş, filtre sayısı arttırılarak (3 filtre+5 mL örnek) sadece kontrollerde denemeler yapılmıştır. Denemelerde örnek hacmi yetersiz olduğu için yeterli büyüme gözlenmemiştir. Sonrasında örnek hacmi 8 mL'ye arttırılarak yeni bir deney seti oluşturulmuş ve bu deney setinde Çizelge 4.3'te görüldüğü

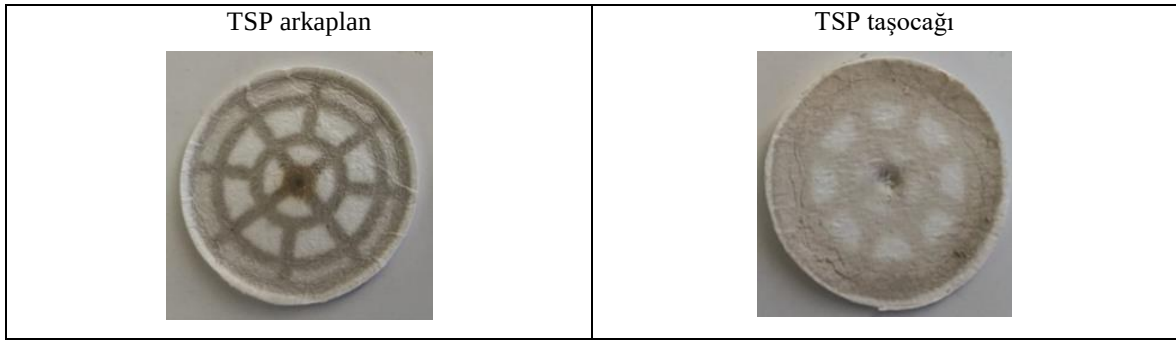
gibi standart deney prosedüründeki ortalama kök uzunluklarına benzer değerler elde edilmiştir.

4.3. Hava ve Kar örneklerinin Fiziksel –Kimyasal ve Akut Toksisite Test Sonuçları

Çalışma da kar ve bulk örneklerinin pH ve iletkenlikleri hem kar hem de çöken toz örneklerinin toplam katı madde (TKM) değerleri, TSP ve çöken toz örneklerinin organik ekstrakttaki çözünebilir organik fraksiyon (EOM) değerleri, inorganik ve organik bileşiklerin neden olduğu maksimum inhibisyon yüzdeleri belirlenmiş ve Çizelge 4.4'te sunulmuştur. Şekil 4.1'de TSP filtrenin arkaplan ve taşocağı alanında örnekleme sonrası görseli sunulmuştur. Akut toksisite testlerinin tamamında *Lepidyum Sativum* tohumlarının %50'sinin büyümesini engelleyen (EC₅₀) konsantrasyonu belirlenememiştir. En yüksek belirlenen inhibisyon yüzdesi Köyiçi Çöken Toz-Organik örneğinde % 21,15 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4. Maksimum inhibisyon yüzdeleri

Örnekleme Noktası	Arkaplan	Taş Ocağı	Köyiçi
pH (Çöken Toz)	7,39	8,17	-
pH (Kar)	5,73	5,62	5,6
İletkenlik (mS/cm) (Çöken Toz)	202,50	348	-
İletkenlik (uS/cm) (Kar)	41,70	28,9	73,8
TSP (ug/m ³)	32,78	-	600
Çöken Toz (mg/m ² -gün)	3,47	145	58,12
Toplam Katı Madde (Kar) mg/L	31,72		
Çöken Toz-İnorganik Maksimum Inhibisyon (%)	-15,33	2,55	10
Çöken Toz-Organik Maksimum Inhibisyon (%)	17,52	12,00	21,15
TSP-İnorganik Maksimum Inhibisyon (%)	13,87	-	5,73
TSP-Organik Maksimum Inhibisyon (%)	8,37	-	4,10
Ekstrakte Edilebilir Organik Madde-TSP (mg)	2,11		
Ekstrakte Edilebilir Organik Madde-Çöken toz (mg)	1,90		



Şekil 4.1. Örnekleme Sonrası TSP filtreler

Çizelge 4.4 incelendiğinde Bulk (toz-yağış) örneklerinin pH değeri taşocağı alanında arkaplandan yüksek belirlenirken, kar örneklerinin pH değeri benzerdir. Toz örneklerinin pH'nın absorbe ettikleri çözünür iyonlarla arttığı görülmüştür. İletkenlik değeri ise kar suyunda 2-42 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aralığında beklenir, taşocağı alanında kar örneklerinin iletkenlik değeri değişkenlik göstermiştir. Taşocaklarına yakın köyiçi örnekleme noktasında taş ocağı örneğinden 3 kat yüksek arkaplandan 1.76 kat yüksektir. Bu durumun kar yağışının olduğu dönemde taş ocaklarının tam kapasite çalışmamasından ayrıca ısınma amaçlı kömür kullanımının çözünür sülfat tuzlarına neden olduğu ve iletkenliğin bu nedenle arttığı düşünülmüştür. Bulk (toz-yağış) örneklerinin iletkenliğinin kar örneklerine göre çözünür iyonlarla arkaplanda yaklaşık 5 kat, taş ocağı alanında 7 kat arttığı görülmüştür.

Taşocağı alanında çöken tozun arkaplandan 41 kat, toplam solunabilir partikül madde (TSP)'nin yaklaşık 18 kat fazla olduğu görülmüştür. Bu durum örnekleme alanında küçük partikül maddelerden daha fazla kaba partikül kaynakların varlığını göstermektedir. Arkaplanda toz emisyonunu arttıran çevreyoluna (dizel araçlar) yakın olması, yeşil dokusunun fazla olması (biyogenik emisyonlar) vb. kaynak olmasına rağmen beklenildiği gibi taş ocağı alanında toz emisyonları yüksektir.

Çizelge 4.4'deki akut toksisite sonuçları incelendiğinde arka plan TSP örneğinin organik içeriğinin kontrole göre %8 büyümeyi engellediği görülmüştür. Arkaplandaki çöken toz ve TSP örneklerinin organik içeriğinin toksiklik özelliği kıyaslandığında çöken toz örneklerinde büyümeyi engelleme 2 kat arttığı görülmüştür. Bu durum kaba partikül maddelerin (yüzey alanı büyüdükçe adsorbsiyon artmaktadır) daha fazla toksik organik kirleticiyi absorbladığını göstermektedir.

Taşocağı ve arka plan çöken toz örneklerinin organik içeriğinin kontrollere göre sırasıyla %21,14 ve 17,52 büyümeyi engellediği görülmüştür. Bu durumda atmosferden kuru çökme (kendiliğinden yerçekimi ile çökme) ve ıslak çökme (kar, yağmur) ile

atmosferden giderilen organik kirleticilerin yeraltı suyunun ve toprağın kirlenmesine neden olabileceğini göstermektedir. Bazı organik maddeler (hümik asit vb) ürün gelişimini arttırırken bazılarının (benzo a pyren vb) toksik etki gösterdiği bilinen bir gerçektir. Çalışma kaba partikül maddelerin atmosferdeki toksik türleri absorbladığını göstermiştir.

Sanayiden Kaynaklanan Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde doldurma, ayırma, eleme, taşıma, kırma ve öğütme işlemleri; sabit tesislerde ve açık alanlarda gerçekleştiriliyorsa, çöken toz miktarı aylık ortalama değer olarak 450 mg/m^2 -gün sınır değer olarak belirlenmiştir. Sanayiden Kaynaklanan Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği çöken toz verisi için uzun ve kısa vadeli sınır değerleri senelik bazda ve hedeflenen değerler çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Sanayiden Kaynaklanan Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği-Çöken toz sınır değerleri

Parametre		Süre	Birimi	YIL						2024 ve sonrası
				2014	2015	2016	2017	2018	2019-2023	
Çöken toz		KVS *	$\text{mg/m}^2\text{gün}$	390	390	390	390	390	390	390
		UVS * *		210	210	210	210	210	210	210
Çöken tozda	Kurşun	UVS	$\text{mg/m}^2\text{gün}$	250	250	250	250	250	250	250
	Kadmiyum	UVS		3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75
	Talyum	UVS		5	5	5	5	5	5	5

* KVS aşılmaması gereken maksimum aylık ortalama değerlerdir.

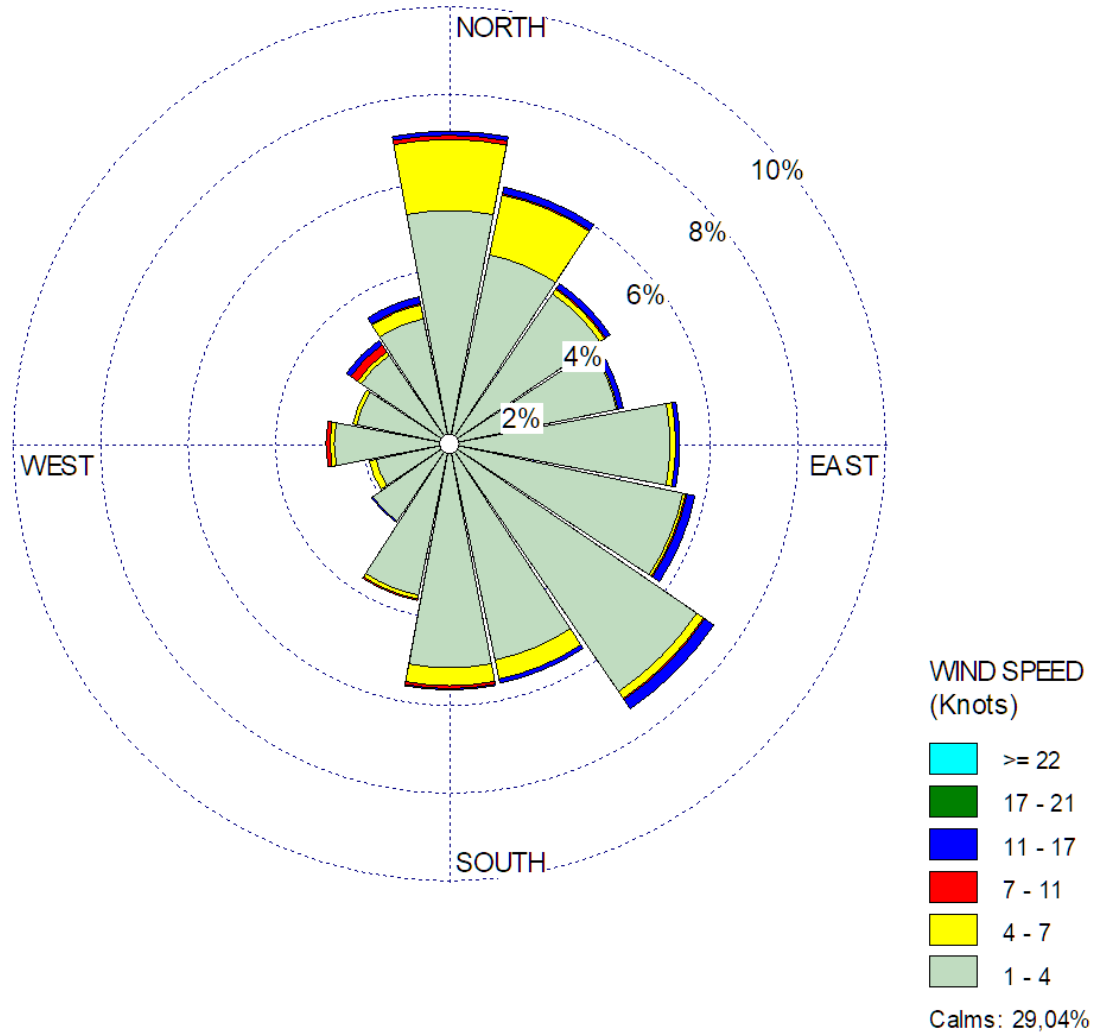
* * UVS aşılmaması gereken ve tüm ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalaması olan değerlerdir.

Çalışma da taşocağı örnekleme alanında elde edilen çöken toz değerlerinin sınır değerlerin altında olduğu gözlenmiştir. Çöken toz sonuçları ve sınır değerlerle karşılaştırılması çizelge 4.6’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Çöken toz sınır değerleri

Emisyon Yönleri	Ortalama Değer ($\text{mg/m}^2\text{-gün}$)	SKHKKY EK-1 Sınır Değer ($\text{mg/m}^2\text{-gün}$)	KVS Sınır Değer ($\text{mg/m}^2\text{-gün}$)
1 Numaralı Örnekleme Noktası	145,07	450	390
2 Numaralı Örnekleme Noktası Batı	8,54		
2 Numaralı Örnekleme Noktası Güney	12,09		
2 Numaralı Örnekleme Noktası Kuzey	16,3		
2 Numaralı Örnekleme Noktası Doğu	21,2		
Dikey Örnekleme Toplam	58,13		
3 Numaralı Örnekleme Noktası	3,47		

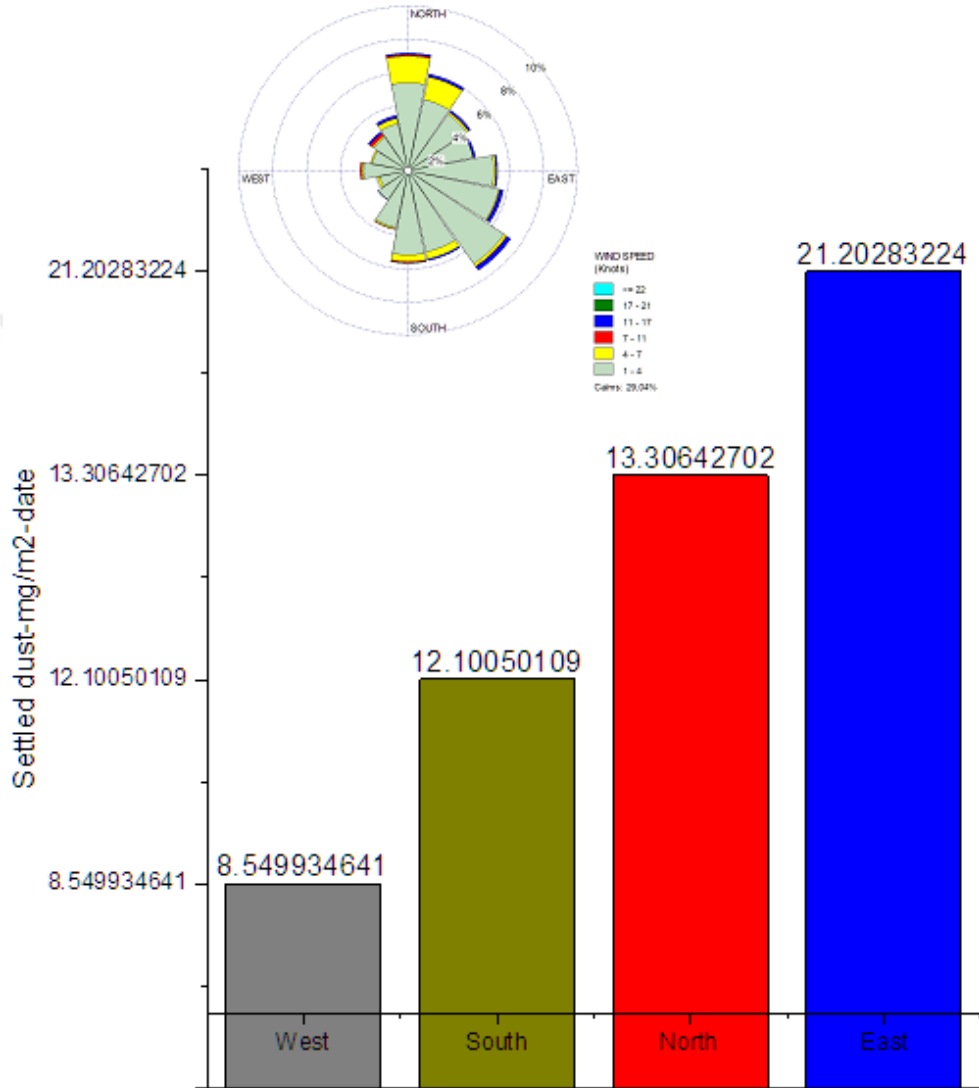
Örnekleme alanına yerleştirilen TS-2342 çöken toz örnekleyicinin toplama bölmelerinin koordinatları Google Earth telefon programı ile belirlenmiştir. Örnekleme alanında belirlenen tozun kaynağının taş ocaklarından rüzgarla taşınan toz olduğunun göstergesi olarak hâkim rüzgâr yönü belirlemesi amaçlanmıştır. Bu amaçla örnekleme periyodundaki rüzgâr hızı ve yönü verileri kullanılarak şekil 4.2'deki rüzgâr diyagramı oluşturulmuştur.



Şekil 4.2. Örnekleme periyoduna ait rüzgâr diyagramı

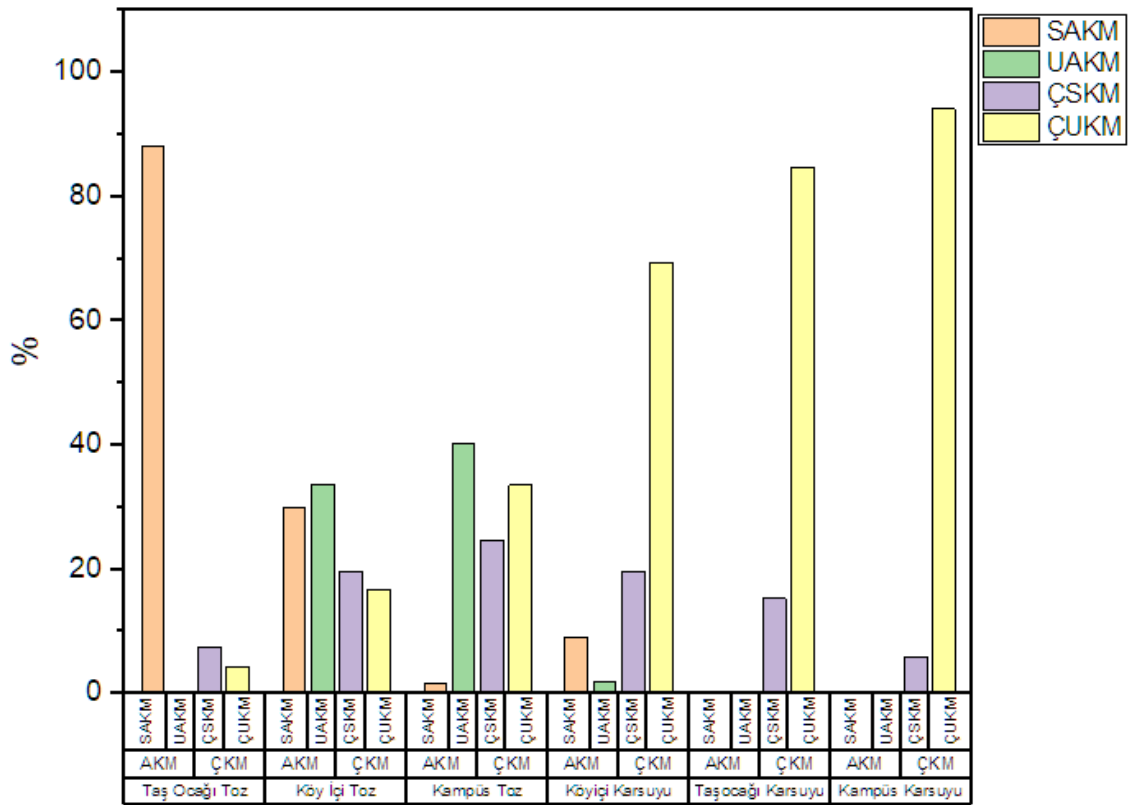
Şekil 4.3 incelendiğinde örnekleme periyodunda rüzgâr yönünün çok değişkenlik gösterdiği ancak şiddetli rüzgarların şekilde mavi renk ile gösterilen doğu ve kuzey yönünde

olduğu görülmektedir. TS-2342 çöken toz örnekleyicinin doğu ve sonrasında kuzey nozulünde en yüksek çöken toz miktarları belirlenmiştir. Bu durum TS 2342 örnekleyicisinin sadece çöken toz konsantrasyonu değil hâkim rüzgar yönü ile gelen kirletici taşınımları ile ilgili de bilgi verdiğini göstermiştir.



Şekil 4.3. Çöken tozun yönler göre dağılımı

Ayrıca tez çalışmasında çöken toz ve kar örneklerinin TKM'sine uçucu, çözünmüş ve inert türlerin katkısı şekil 4.4'te görüldüğü gibi araştırılmıştır.



Şekil 4.4. Arka Plan ve Taşocağı çöken toz ve kar örneklerinin % olarak TKM Fraksiyonları (UAKM, SAKM, ÇSKM ve ÇUKM)

Şekil 4.4 incelendiğinde arkaplan çöken toz örneklerinin katı madde içeriğine uçucu askıda ve uçucu çözünmüş katı maddenin katkısının sabit maddeye göre fazla olduğu, arkaplan kar örneğinde ise çözünmüş uçucu katı madde katkısının fazla olduğu görülmektedir. Arkaplan tozunda uçucu türlerin önemli katkı sağladığı düşünülmüştür. Kampüs içerisindeki daha küçük boyuttaki (askıda) biyogenik emisyonların arkaplan tozunda önemli kaynak olduğu düşünülmektedir. Arkaplan katı madde de suda çözünmüş inorganik veya dağılmış (filtreden geçen) organik kirleticilerin etkisi incelendiğinde çözünmüş uçucu organik maddenin yüksek olması ince partikül maddelere adsorblanmış gazların inorganik türlerden miktar olarak daha fazla olduğu ancak asbest, silisyum gibi inert türlerinde azımsanmayacak miktarda olduğu düşünülmüştür. Arkaplan kar örneklerindeki toplam katı madde miktarına suda çözünmüş/dağılmış organik türlerin önemli katkı sağladığı belirlenmiştir.

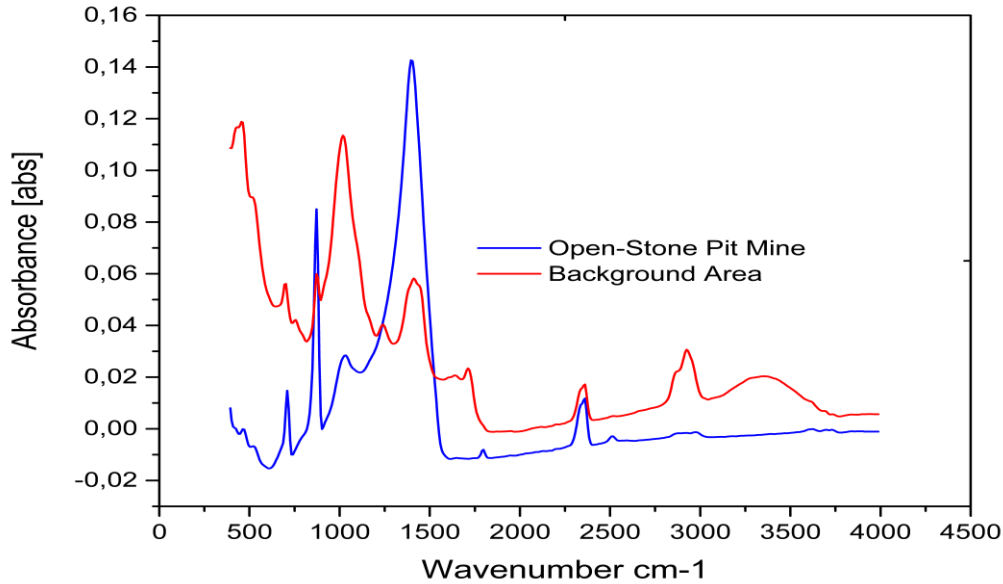
Taşocağı çöken toz örneklerinin katı madde içeriğine sabit askıda katıların etkisinin önemli boyutta olduğu, çözünmüş katı maddede de inert tozların etkisinin uçuculardan fazla

olduğu görülmektedir. Köy içi toz örneğinde ise taşocağında olduğu gibi sabit askıda katıların etkisinin önemli boyutta olduğu ancak çözünmüş katı maddede de taşocağı alanı toz örneğine göre inert tozların etkisinin uçuculardan düşük olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar kendiliğinden çökemeyen askıda inert tozların köy içine taşındığını düşündürmüştür. Taşocağı kar örneğinde çözünmüş sabit katı madde katkısının arka plandan yüksek olduğu görülmektedir. Çalışma da uzun bir kuru sezon sonrası yağın karın atmosferdeki özellikle organik kirleticileri önemli ölçüde de inorganik kirleticileri ıslak çökme mekanizması ile giderdiği görülmüştür.

4.4. ATR-FTIR Analiz Sonuçları

FTIR aerosollerdeki organik fonksiyonel grupların kantifikasyonunda pek çok araştırmacı tarafından kullanılmaktadır (Xia et al., 2022).

Çalışma da taş ocağı tozunun (2514 cm^{-1}) ve arka plan (Kampüs) tozunun (3386 cm^{-1}) infrared (FTIR) spektrumunda farklı 2 gerilme belirlenmiş olsa da benzer spektrum verdiği Şekil 4.5'te görülmektedir.



Şekil 4.5. Çöken toz örneklerine FTIR spektrumları

$1000\text{--}1800\text{ cm}^{-1}$ de $\text{C}=\text{O}$, $2500\text{--}3000\text{ cm}^{-1}$ de $\text{C}-\text{O}$ ve alifatik karbon ($\text{C}-\text{H}$) fonksiyonel grupları zayıf absorpsiyon bandı verirken, alkoller (OH) $3400\text{--}3700\text{ cm}^{-1}$ de güçlü

absorbsiyon bandı vermektedir. Çalışma da Infrared Spektroskopisi (FTIR) ile elde edilen spektrumdaki gerilmelerde karbonat kaynaklı $1000-1800\text{ cm}^{-1}$ absorpsiyon bandında beklenenin üstünde güçlü absorpsiyon bandı gözlenmiştir. Bu durumun siloksan gibi bazı türlerin karbonat ile etkileşiminden kaynaklandığı düşünülmüştür. Taş ocağı alanı toz örneğinde tepe noktaları $709, 871, 1033, 1411, 1688, 1797, 2360$ ve 2514 cm^{-1} olmak üzere 8 şiddetli pik belirlenirken, arkaplanda $702, 871, 1033, 1292, 1411, 1688, 2360, 2923$ ve 3386 cm^{-1} olmak üzere 9 şiddetli pik, çok sayıda zayıf absorpsiyon bantları belirlenmiştir. Çalışma da türlerin kantifikasyonunda $1.033, 2306$ ve 3363 cm^{-1} 'deki piklerin güvenilir bir tepe ölçümü sağlamak için çok geniş olduğu gözlenmiştir.

FTIR spektrumları dikkate alınarak arkaplan tozunda karboksilik asitlerin, fenol/alkollerin, ftalatların, nitrosaminlerin ve siloksanların, taşocağı alanında ise kireç taşı ve kireçtaşı bileşiminde bulunan kuvars/kristal silika/siloksanların ve uzun zincirli doymuş hidrokarbonların etkili olduğu düşünülmüştür.

ATR – FTIR spektrumları detaylı incelendiğinde amin (1625 cm^{-1})(Xia et al., 2022), konjuge karbonil (1630 cm^{-1}), karbonil (1720 cm^{-1}), konjuge metil (2920 cm^{-1}), arkaplanda fenol ve karboksil gruplarının (3400 cm^{-1} (Duarte et al., 2015)) asbest($960-1070\text{ cm}^{-1}$, (Staroń et al., 2020)), kaolinit gibi silikatların (Si-O, 800 cm^{-1}), kalsit ($709, 871$ ve 1400 cm^{-1}), kuvars ($1033, \text{Si-O-Si}$) ve siloksanların (1033 cm^{-1} Si-O-Si, 1265 cm^{-1} (Si-(CH₃)₂)), aldehitlerin (1710 cm^{-1} ve 2720 cm^{-1} ((Duarte et al., 2015)), sülfonik asitlerin (S=O $1200-1300\text{ cm}^{-1}$ (Misiewicz et al., 2020)ve 3600 cm^{-1}), esterlerin (1710 cm^{-1}), alkanların ($2920-2850\text{ cm}^{-1}$) ve arka planda karboksilik asitlerin ($3500 - 2500\text{ cm}^{-1}$) varlığını göstermiştir. 1085 ve 800 cm^{-1} 'de bulunan silis bantları, taşocağı örneğinde daha şiddetli belirlenmiştir.

Çalışma da siloksanlar, aldehitler ve esterlerin kireç taşının ana bileşeni olan kalsitteki CO_3^{2-} iyonu ile reaksiyona girerek karakteristik CO_3^{2-} ($709, 871$ ve 1400 cm^{-1}) piklerinin şiddetinin artmasına neden olduğu gözlenmiştir. Karakteristik CO_3^{2-} pikleri iki örnekleme noktasında da mevcuttur ancak karbonattan kaynaklanan 709 cm^{-1} 'de güçlü absorpsiyon pikinin 624 cm^{-1} 'e kadar uzanan geniş kuyruğu $695-700\text{ cm}^{-1}$ 'deki kuvars absorpsiyon piki ile çakışmaktadır.

Kuvarsın ana karakteristik absorpsiyon bantları ise $1085, 795-800$ (Si-O), $780, 695-700$ (Si-O, (Sankar, 2023)), 514 ve 462 cm^{-1} 'de, kristal silikanın ise $795-800$ (Si-O), $780, 695-700$ (Si-O), 514 ve 462 cm^{-1} 'de meydana gelir. 462 cm^{-1} 'de arka planda daha şiddetli absorpsiyon bandı gözlenmiş, ancak iki örnekleme noktasında da bu pikin geniş kuyruğunun 514 cm^{-1} 'deki pik ile birleştiği gözlenmiştir. 800 ve 780 cm^{-1} de gözlenen kuvars, silika, silane grubu hidrokarbonların ve silikatların absorbans bölgesindeki 780 cm^{-1} 'deki pik, arka

plan ve taşocağında eşit büyüklükte tespit edilmiştir. Ancak kalsitten kaynaklanan 871 cm^{-1} 'deki güçlü absorpsiyon pikinin 732 cm^{-1} 'e kadar uzanan geniş kuyruğu a-kuars ($800\text{ ve }780\text{ cm}^{-1}$) (Ichikawa et al., 2021) silika/silikat ($800\text{-}1200\text{ cm}^{-1}$) ve silane grubu hidrokarbonların/siloksanlar (Si-C, 814 cm^{-1}) absorpsiyon pikleri ile çakışmaktadır. Nitrosaminler gibi nitro grubu türler (1052 cm^{-1}), kaolinit, mulit, muskovit, pirofilit, montmorillonit ve amorf silika gibi silikatlar ($800\text{-}1200\text{ cm}^{-1}$) ve silane grubu hidrokarbonlar (814 cm^{-1}) kuvars/kristal silikanın kantifikasyonunda girişim yapabilir. Si-O-Si ve O-Si-O eğilme titreşimleri $462\text{ ve }514\text{ cm}^{-1}$ 'de bantlarında oluşur ve bu bantlar birçok silikat minarelinde de bulunur. Bu nedenle taşocağı toz emisyonunda işçi sağlığını tehdit eden kristal silika analizinde 800 cm^{-1} absorpsiyon bandı daha güvenilir sonuçlar vermektedir. Ancak 800 cm^{-1} 'e yakın bandda pik veren kaolinit, mulit, muskovit, pirofilit, montmorillonit ve amorf silika gibi silikanın polimorfları mevcuttur. Bu yüzden silikat ve karbonatlardan kaynaklanan girişiminin neden olduğu analitik hataları elimine etmek için spektrum düzeltilmesi, absorpsiyon oranı yöntemi gibi yöntemler kullanılmalıdır (Ichikawa et al., 2021). 695 cm^{-1} 'de Si-O grubunun simetrik eğilme titreşimleri malzemenin kristal mi yoksa amorf mu olduğunu belirlemede daha etkilidir. Amorf silika da 695 cm^{-1} absorpsiyon bandı mevcut değildir. Çalışma da arka planda simetrik 702 cm^{-1} de gözlenen absorpsiyon bandı kuvars/silika mineralinin kristal yapıda, 709 'daki asimetrik gerilme taşocağında ise amorf yapıda olduğunu düşündürmektedir.

Taşocağı alandaki çöken toz toz örneğinde 871 cm^{-1} 'deki gerilme arka plandan yaklaşık 1.5 kat yüksek belirlenmiştir. Bu gerilmenin kireçtaşındaki kalsit ($710\text{-}870\text{ cm}^{-1}$, $875\text{-}880\text{ cm}^{-1}$ (Sankar, 2023)), kireçtaşındaki kuvars, silikatlar ($800\text{-}1200\text{ cm}^{-1}$), silika (780 , 800 cm^{-1}) ve silane grubu hidrokarbonlardan (Si-C, 814 cm^{-1}) kaynaklandığı düşünülmüştür.

Tepe noktası 1033 cm^{-1} ve 900 cm^{-1} 'e kadar uzanan geniş kuyruklu arka planda güçlü bant ise kuvars/kristal silika (Si-O-Si, $1019\text{-}1095\text{ cm}^{-1}$) varlığını doğrulamaktadır. Her iki toz örneğinde de mevcut arka planda daha şiddetli 1033 cm^{-1} 'deki gerilme Si-O-Si/Si-O bağından kaynaklanmaktadır ve kuvars/asbest/silika/siloksan grubunun varlığına işaret etmektedir. Ancak nitro grubunun ana karakteristik absorpsiyon bandı 1052 cm^{-1} 'de (N-N, $1118\text{-}1020\text{ cm}^{-1}$), meydana gelir ve asimetrik 1033 cm^{-1} 'deki piki ile çakışmaktadır. N-N gerilmesinin ve karbonatların ($1000\text{-}1800\text{ cm}^{-1}$) arka plandaki tepe noktası 1033 cm^{-1} pikin şiddetli olmasında katkı sağladığı kuvars/kristal silika kantifikasyonunda girişim yapabileceği düşünülmüştür. $1033\text{ ve }702$ 'de görülen şiddetli gerilmelerin taş ocağı alanındaki asbest (lifli morfolojiye sahip silikat mineraller) ve silane grubu hidrokarbon

kaynaklı olabileceği ve arka plana da taş/kum ocaklarından taşındığı veya arka planda oluşan ikincil aerosollerden kaynaklandığı düşünülmüştür.

1292'de görülen gerilme C-O gerilmesini göstermektedir. 1688'de görülen gerilme C=O bağı göstermektedir. 2923'te görülen gerilme O-H bağının göstergesidir. Arka planda biyogenik kaynaklı karboksilik asitlerin bu gerilmelerin kaynağı olduğu düşünülmüştür. 2360'ta taşocağı alanında görülen CO₂'e ait gerilme arka planın yaklaşık 2 katıdır. Taşocaklarının faaliyetlerinin CO₂ emisyonunu arttırdığı düşünülmüştür.

Merdiven tipi siklosiloksan polimerleri 1135 ± 20 ve 1040 ± 10 cm⁻¹'de iki absorpsiyon bandı verir (Sato et al., 2022). Tepe noktası 1033 cm⁻¹ ve 900 cm⁻¹'e kadar uzanan geniş kuyruklu arka planda güçlü bant sadece kuvars değil siklosiloksan polimerlerinin de (Si-O-Si) varlığını doğrulamaktadır. Si-O-Si bağı ve fonksiyonel grupların titreşimleri siloksanlar için önemli bantlardır. Siklosiloksan polimerlerinin karakteristik 1135 ± 20 cm⁻¹'deki piki 1033 cm⁻¹'deki pik ile çakışmaktadır. Tepe noktası 1401 cm⁻¹ ve 1118 cm⁻¹'e kadar uzanan geniş kuyruklu asimetric kalsit piki siklosiloksanların 1200-1500 cm⁻¹ (C-H) piki ile çakışmaktadır. Arka planda ise tepe noktası 1292 cm⁻¹ olan pikin siloksanların C-H bağı ile ilişkili olduğu düşünülmüştür. 2923 deki pik (2920 çoklu metil grupları (Xia et al., 2022) merdiven tipi sikloksanların metil grubu içerdiğini düşündürmüştür.

Taşocağı alanında 1401 cm⁻¹ ve arka planda ise 1410 cm⁻¹'deki şiddetli gerilmenin arka plan örneğine göre yaklaşık 2.8 katı olduğu ve nitrosaminlerden (N=O, 1450-1470, N-O, (1550 cm⁻¹-1500 cm⁻¹)), karbonatlardan (1000-1800 cm⁻¹), sülfat (S=O, (1415-1380)), fenollerden (aromatik halkanın C-C bağı-1450 cm⁻¹, alkan grubuna bağlı metil ve metilen ve/veya fenil grubu içeren organik yağlardan (metil/metilen C-H, 1450 cm⁻¹), aromatik halkanın C-C bağı-1450 cm⁻¹), arka planda karboksilik asitlerden (1440 cm⁻¹-1395 cm⁻¹) kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Nitrosaminlerin tamamı 1486-1408 cm⁻¹ ve 1448 cm⁻¹ iki absorpsiyon bandı ile tanımlanır. 1346-1265 ve 1321-1292 cm⁻¹ de orta şiddetli çok sayıda pik (N=O), 1106 ve 1052 cm⁻¹'de şiddetli pik (N-N) verir. Tarte (8) nitrosaminlerin N=O bağ titreşimleri ile 1317'deki pikin ilişkisinin güçlü olduğunu belirtmiştir. Tepe noktası 1401 cm⁻¹ ve 1118 cm⁻¹'e kadar uzanan geniş kuyruklu asimetric kalsit piki taşocağı toz örneğinde güçlü bant vermiştir. Ancak bu oldukça geniş pik sülfat (S=O, (1415-1380)), karboksilik asit (1440 cm⁻¹-1395 cm⁻¹), nitrosamin (N=O, 1450-1470, N-O, (1550 cm⁻¹-1500 cm⁻¹)), fenol ve aromatik bileşikler (aromatik halkanın C-C bağı-1450 cm⁻¹, alkan grubuna bağlı metil ve metilen (C-H, 1450 cm⁻¹) gruplarının pikleri ile çakışmaktadır. Nitrosaminlerin ana karakteristik

absorpsiyon bantları 1401 cm^{-1} 'deki kalsit ve 1033 cm^{-1} 'deki Si-O-Si bağ gerilmesi piki ile çakışmaktadır. Ancak 1688 cm^{-1} 'de C-O, 1033 cm^{-1} 'de N-H, 1292 cm^{-1} 'de C-N (1342 cm^{-1}), 1411 cm^{-1} 'de N=O ($1450\text{-}1470$) ve N-O ($1550\text{-}1500\text{ cm}^{-1}$) ve 3363 cm^{-1} 'de N-H piki arka plan tozunda daha yoğun nitrosaminlerin varlığını doğrulamaktadır. Arka plan kalsit (CO_3^{2-}) piklerinin şiddetli olmasında da nitrosaminlerin katkısının olduğu düşünülmüştür.

1640 ve 1563 cm^{-1} 'deki bantlar sırasıyla C=O ve N-H titreşimlerine karşılık gelir. Sadece arka plan toz örneğindeki tepe noktaları 1627 ve 1697 cm^{-1} ve 1828 cm^{-1} 'e kadar uzanan geniş kuyruklu asimetrik ikili pik (konjuge karbonil (1630 cm^{-1}), amine (1625 cm^{-1}), karbonil (1720 cm^{-1} C=O), aldehit (1700 cm^{-1} C=O) ester ve karboksilik asitlerin (1710 cm^{-1} C=O) varlığını göstermektedir. Taşocağı toz örneğinde arka plan da 1627 ve 1697 cm^{-1} ikili piki ile çakışan 1797 cm^{-1} 'deki pikin şiddeti düşüktür. Bu absorpsiyon bantları arka planda daha yoğun, taşocağı alanında daha zayıf karbonil/aldehit/ester/ karboksilik asitlerin veya aminlerin varlığına işaret eder.

Arka planda orta taşocağında ise çok zayıf banttaki 2923 ve 2852 cm^{-1} ve 3031 cm^{-1} 'e kadar uzanan geniş kuyruklu asimetrik ikili pik (2920 cm^{-1} , C-H) alifatik zincirdeki çoklu metil gruplarının C-H (Xia et al., 2022), alkanları (2920 ve 2850 cm^{-1}), organik karbon ($2922\text{-}2925\text{ cm}^{-1}$ (Sankar, 2023)) asimetrik, metil ve metilenin in simetrik gerilmesi ile veya NH gruplarındaki karakteristik C-H gerilmesi ile oluştuğu düşünülmüştür. (Xia et al., 2022) 2920 ve 2850 cm^{-1} karakteristik piklerinin alkan gruplarının varlığını gösterdiğini bildirmiştir. 2920 ve 2850 cm^{-1} alifatik trigliserit gruplarının varlığı, 1797 cm^{-1} esterlerin C-O gerilmesi, 1401 cm^{-1} piki alkenil grubunun C-H bağı, 719 cm^{-1} metilen grubunun C-H gerilmesi, 3010 cm^{-1} deki cis C=H gerilmesi karışımlardaki atık yağ göstergesi olarak kabul edilebilir (Staroń et al., 2020) 2923 deki pik (2920 çoklu metil grupları (Xia et al., 2022) merdiven tipi metil grubu içeren sikloksanların varlığına işaret etmektedir. Bu absorpsiyon bantları iki örnekleme noktasında da sikloksanların varlığına işaret etmektedir.

Yine sadece arka planda tepe noktası 3363 cm^{-1} ve 3780 cm^{-1} 'e kadar uzanan geniş kuyruklu simetrik pikin, alkol/fenol ($3350\text{-}3200\text{ cm}^{-1}$) ve karboksil gruplarındaki OH ($3290\text{-}3350\text{ cm}^{-1}$), silanol türlerindeki OH ($3750\text{-}3200\text{ cm}^{-1}$ (Sato et al., 2022)) ve/veya amonyum/amin (N-H, $3300\text{-}3500\text{ cm}^{-1}$) gruplarından meydana geldiği düşünülmüştür.

Bu bantların, siloksanların alkil, karboksilik asitlerin OH veya nitrosaminlerdeki amin veya amonyumdaki N-H bağı ((Xia et al., 2022)'e göre fosil yakıt yanması ile oluşan amonyum $3050\text{-}3200\text{ cm}^{-1}$ de güçlü absorpsiyon bandı verir) ile ilişkili olduğu düşünülmüştür.

Arka plandaki simetrik 1292'de görülen gerilme C-O gerilmesini aromatik halkada C'nun yerini alan C-O bağı göstermektedir. 1710'de görülen gerilme C=O bağı göstermektedir. 3363'te görülen gerilme O-H bağına göstergesidir. Arka planda karboksilik asitlerin bu gerilmelerin kaynağı olduğu düşünülmüştür. Yine arka planda ve taşocağı alanında tepe noktası 1401 cm^{-1} ve 1118 cm^{-1} 'e kadar uzanan geniş kuyruklu asimetric pik aromatik halkadaki C-C bağı, arka planda 1292'de taşocağında tepe noktası 1401 cm^{-1} pik ile çakışan gerilme aromatik halkada C'nun yerini alan C-O bağı, 2923 ve 2852 cm^{-1} ve 3031 cm^{-1} 'e kadar uzanan geniş kuyruklu asimetric ikili pik (2920 cm^{-1} , C-H) alifatik zincirdeki çoklu metil gruplarındaki C-H bağına göstergesidir. Arka planda ve taşocağında ftalatların bu gerilmelerin kaynağı olabileceği düşünülmüştür. Ftalatlar FTIR analizinde aromatik halkada C ile yer değiştiren orto bağlanan phthalate yüzünden 743 cm^{-1} de güçlü absorpsiyon verir (Andjelković et al., 2021; Huang et al., 2021). Arka planda tepe noktası 732 cm^{-1} , taş ocağında 800 cm^{-1} pik ile çakışmaktadır. Ayrıca ftalatlar aromatik halkanın quadrant gerilmesi ile oluşan 1579 ve 1599 cm^{-1} ikili pik ile karakterize edilir (Andjelković et al., 2021). Bu pikler taşocağı alanında yoktur, arka planda ise tepe noktası 1627 cm^{-1} olan pik ile çakışmaktadır. Ftalatlar için diğer karakteristik FTIR absorpsiyon bantları 2960 cm^{-1} (C-H), 1718 cm^{-1} (ftalat ester), 1450 cm^{-1} (-metil ve metilen), 1278 cm^{-1} (metilen), ve 1073 cm^{-1} (metil) dir. 2923 cm^{-1} deki pik (C-H) arka plan toz örneğindeki tepe noktaları 1627 ve 1697 cm^{-1} ve 1828 cm^{-1} 'e kadar uzanan geniş kuyruklu asimetric ikili pik, taşocağı toz örneğinde 1797 de düşük absorpsiyona sahip pik (ftalat esteri veya 1790 cm^{-1} 'deki absorpsiyon bandı aminlerin simetrik titreşimi ile ilişkilendirilir bu bant önceden oluşmuş aminlerin başka bir karbonil grubu ile olası etkileşimi ile de ilgili olabilir), tepe noktası 1401 cm^{-1} ve 1118 cm^{-1} 'e kadar uzanan geniş kuyruklu asimetric pik (metilen) ve tepe noktası 1033 cm^{-1} ve 900 cm^{-1} 'e kadar uzanan geniş kuyruklu pik (metil) güçlü bant arka planda ftalatların varlığını doğrulamaktadır. Ftalat ve karboksilik asit, fenol ve alkollerin biyogenik kaynaklı olduğu bitkilerden (lignin, çiçek vb.) kaynaklandığı düşünülmüştür. Ftalik asit esterleri lipofilik kimyasal sınıftadır ve plastikleştirici veya mekanik esneklik ve elastikiyeti arttırmada ilave katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Huang et al., 2021). Ftalik asitlerin aromatik ve kresol (yağ) uçucu organik bileşiklerin fotooksidasyonu ile oluştuğu ve ikincil organik aerosollerin varlığının belirlenmesinde izleyici madde olarak kullanıldığı bildirilmiştir (Al-Naiema et al., 2020). Taş ocağı alanındaki ekipmanlardan da kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Isınma döneminde biyokütle yanması ile oluşan ligninin bozunmasında metoksifenollerin oluştuğu bilinmektedir (Duarte et al., 2015).

Tarımsal aktivitelerde çeşitli bitki ve sebzelerde fungusit olarak büyük miktarlarda ditiokarbamatlar (DTC'ler) kullanılmaktadır. Dimetilditiokarbamat (DMDTC) en yaygın fungusittir ve genellikle Zn (DMDTC)₂ formunda uygulanır. DTC'ler hidroliz veya oksidantlarla reaksiyonlar ile ikincil aminleri oluşturduğu için nitrosamin öncüleri olarak kabul edilmiştir (Choub et al., 2022; Padhye et al., 2013) Ülkemizde ve çalışma alanında Best Forte 80 WP ticari adıyla bilinen (%80 Thiram) ditiokarbamatlı fungusit yaygın kullanılmaktadır. Fungisit uygulamasının ikincil aminleri oluşturarak nitrosamin oluşumuna katkı sağladığı düşünülmüştür. Taşocaklarında en yaygın kullanılan patlayıcı Anfoex'in bileşiminin %94'ü amonyum nitrattır. Solunması son derece riskli atmosferik amonyak(Kara, 2020) amonyumun indirgenmesi veya kırsal mesken alanındaki hayvan barınaklarından atmosfere karışarak nitrosaminlerin oluşumuna katkı sağlayabilir. Diğer bir patlayıcı da emülsiyon patlayıcı olarak bilinen Dynex'tir. Emülsiyon patlayıcılar da performansı arttırmak için Al, Mn gibi çeşitli metal tozları kullanılmaktadır (Mishra et al., 2019; Yao et al., 2022).

4.5. ICP-OES Analiz Sonuçları

Toz ve kar örneklerinin metal/makroelement Agilent 5110 ICP-OES'de gerçekleştirilmiş ve şekil 4.6'te sunulmuştur.

Sonuçlar incelendiğinde taş ocağı kar örneğinde, TSP ve toz örneğinde yüksek seviyelerde Ca ve Na belirlenmiştir. Arka plan kar, taş ocağı kar, TSP ve toz örneğinde belirlenen baryumun taş ocaklarında kullanılan dumansız barut (baryum nitrat) dan kaynaklandığı düşünülmüştür. Arka plandaki inorganik toksisitenin yüksek olmasının da baryum nitrat ve asbest kaynaklı olduğu düşünülmüştür. Arka plan kar ve toz örneklerinde ve taşocağı kar ve toz örneklerindeki yüksek Zn seviyelerinin Zn içerikli gübre/herbisit kullanımından veya toprağın kendisinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Kampüs içerisinde ve kampüse yakın (Sızma Köyü) alanlarda ve taş ocağının yakınındaki köylerde kullanılan gübrelerin veya toprağın kendisinin Zn konsantrasyonunun artmasına neden olduğu düşünülmüştür. Taşocaklarının ve arka planın bulunduğu Sızma bölgesi kurşun, çinko yatakları ve geçmişte işletilen civa sahaları mevcuttur(Arık & Öztürk, 2011).

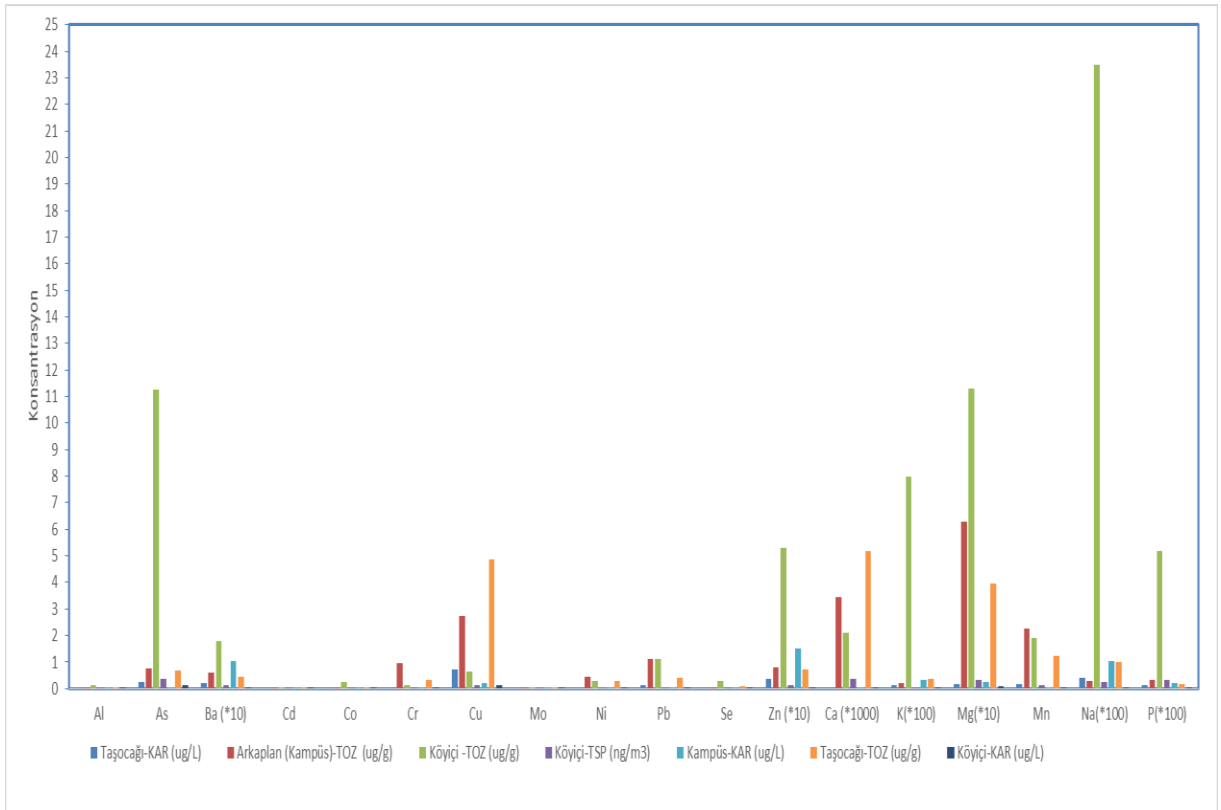
Ekerbiçer, (2011) tarafından gerçekleştirilen YL tez çalışmasında Sızma bölgesinde civa yatakları civarında yetişen doğal bitkilerde ve yetiştikleri topraklarda Hg, Pb, Cd, Fe, Zn, Mn, Ni ve Mg analizleri ICP-MS cihazı ile yapılmış, bitkilerin toprak altı kısmında daha fazla metal içeriği belirlenmiştir. Maksimum Mg, Mn, Zn, Hg, Pb, Ni bitkilerin alt kısımlarında sırasıyla 6464.80, 1048.80, 245.70, 56.61, 15.22 ve 28.75 mg/kg iken toprakta

25035.90, 3533.20, 358.40, 661.74, 91.70 ve 77.08 mg/kg olarak belirlenmiştir. Elementlerin bitkilerde ve topraktaki büyüklük sıralaması kurşun ve civa dışında benzer, toprakta yüksek seviyelerdedir. Çalışma alanı toprağının Mg, Mn, Zn ve Hg bakımından oldukça zengin olduğu çalışma da ortaya konmuştur (Ekerbiçer, 2011).

Ancak, çalışma alanının ekonomisi ve doğrudan çevresi tarım ve hayvancılığa dayanmaktadır (Ceran, 1998), ve As içeren pestisitler, herbisitler ve silisitlerin kullanımı (Adriano & Adriano, 2001), yerel olarak As kirliliği/birikimi için bir nokta/yerel faktör olmuştur. Geniş bir alanda gözlemlenen ofiyolitik kayalarla Ni (en yüksek 2209 ppm), Cr (en yüksek-1.18%), Mn (en yüksek 885 ppm) ve Hg (en yüksek -1 ppm) oluşumları, volkanik kayalarla ilişkilendirilmiştir.

Arka planda ve taşocağı TSP'deki K'un yüksek seviyeleri biyokütle yanmasının (tezek, odun vb.) etkili olduğunu göstermektedir. Cr, Pb ve Cu'un dizel egzozlarından ve yağ yanmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Cr, Pb ve Cu'ın taşocaklarındaki iş makinelerinin bakım faaliyetlerinden kaynaklandığı düşünülmüştür (López-Miranda et al., 2018). Cr'un en önemli kaynağı kömür yanmasıdır. Taşocağı alanındaki Cu ve Mn'nın taşocaklarında kullanılan emülsiyon patlayıcılardan kaynaklandığı düşünülmüştür.

Arka plandaki yüksek kurşun seviyelerinin çevreyolundaki seyir halindeki araçlardan kaynaklandığı düşünülmüştür.

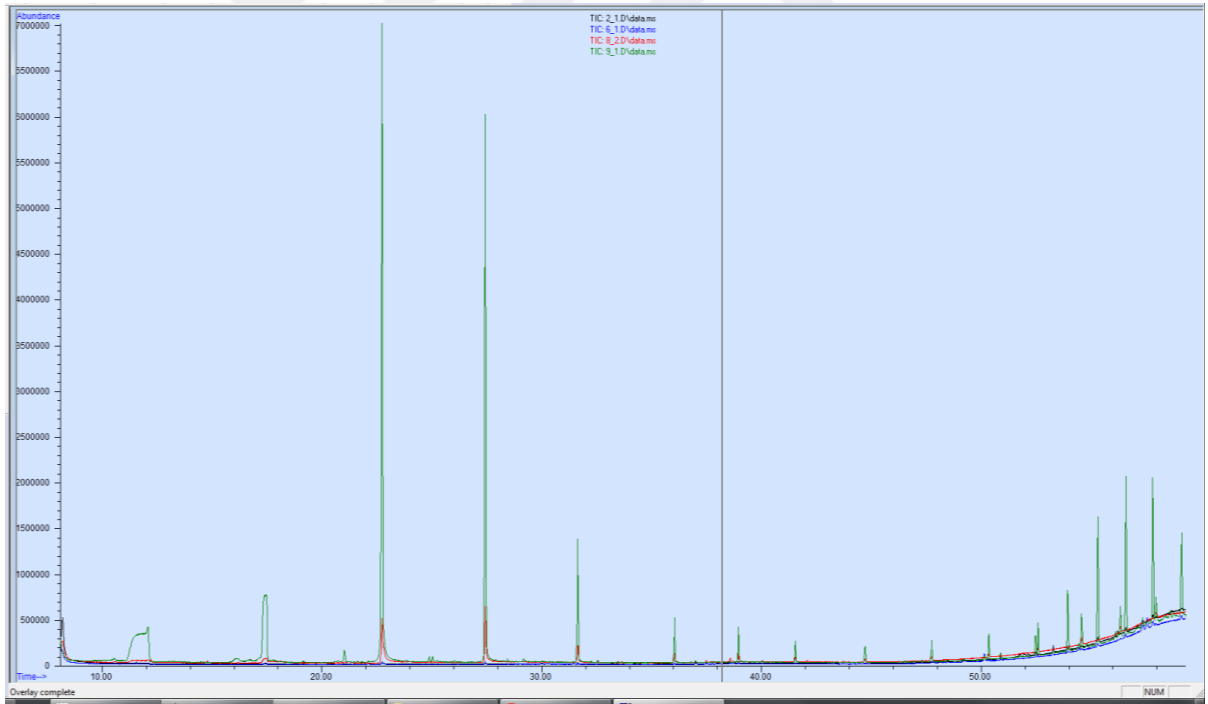


Şekil 4.6. Çöken toz örneklerine ait ağır metal ve element sonuçları

Konya ilinin kuzey bölgesinde akarsu sedimentlerinde yüksek seviyelerde Ni (2650 ppm), Ba (396 ppm), Zn (252 ppm), Co (117 ppm), Cu (109 ppm), As (75.3 ppm) ve Pb (41.3 ppm), düşük seviyelerde Cd (0.10 ppm) ve Mo (3,4 ppm) belirlenmiştir (Coskun et al., 2021). Çalışma da aynı elementlerin kaya örneklerinde büyüklük sıralamasının Ba>Ni>As>Co>Cu>Zn>Pb>Cd>Mo>Hg değiştiği gözlenmiştir. SiO₂ diğer türlere göre hem sedimentte (%73,6) hem de kayalarda (%96,3) yüksek oranda belirlenmiştir. Kayalarda CaO % 50.3 ile ikinci sırada iken sedimentlerde %36.1 ile MgO ikinci sıradadır. Çalışma da akarsu sedimentlerinde Ni, Cr, Mn, Hg ve As'in biriktiği, Ni, Cr ve Mn birikiminde jeojenik kaynakların Hg ve As birikiminde tarımsal faaliyetlerin ve bölgedeki mevcut madencilik faaliyetlerinin, özellikle Hg birikiminde geçmişteki madencilik faaliyetlerinin etkili olduğu bildirilmiştir (Coskun et al., 2021).

(Blondet et al., 2019) İspanya da Cartagena-La Unión maden alanında atmosferik çöken toz örneklerinde Fe, Zn, Pb, As, Cu, Cr, Sb, Cd, Ni, Sn ve Co elementlerinin seviyelerini araştırmış ve Zn (15,484 ± 198 mg/kg), As (416 ± 0.9 mg/kg), Cd (43 ± 0.5 mg/kg), Sb (59 ± 0.9) ve Pb (7742 ± 265 mg/kg)'nın yer kabuğu ve yerel jeokimyasal arkaplana göre biriktiğini ve atmosferik birikim eşik değerlerinin maden alanında Zn, Pb, As ve Cd için maden alanına yakın kentsel alanda Zn, Pb ve As için aşıldığı belirtilmiştir.

Bu çalışma da taş ocağı alanında sırasıyla büyüklük sıralamasına göre iz elementler Zn, Cu, Ba, Mn, Cr, Se, Mo 7.075,4.885,4.329, 1.767, 0.327,0.071,0.007 mg/kg, toksik elementler As,Pb, Ni, Co, Cd 0.675, 0.412, 0.287, 0.018, 0.011 mg/kg, makro elementler Ca, Na, Mg, K, P, 5172.878, 98.183, 39.745, 38.499, 17.313 mg/kg olarak belirlenmiştir. Taş ocağına yakın kırsal mesken alanında ise sırasıyla iz elementler Zn, Cu, Ba, Mn, Cr, Se, Mo 52.902, 0.630, 17.707, 0.179, 0.118, 0.298, 0.007 mg/kg, toksik elementler As, Pb, Ni, Co, Cd 11.268, 1.125, 0.269, 0.234, 0.014 mg/kg makro elementler Ca, Na, Mg, K, 2094.052, 2351.093, 112.855, 799.257, 517.279 mg/kg olarak belirlenmiştir. Arkaplanda ise iz elementler Zn, Cu, Ba, Mn, Cr, Se, Mo 7.923, 2.723, 6.033, 2.957,0.977, 0.027, 0.034 mg/kg toksik elementler As, Pb, Ni, Co, Cd 0.765, 1.109, 0.431, 0.045, 0.019 mg/kg Ca, Na, Mg, K, 3441.835, 29.290, 62.765, 21.731, 31.562 mg/kg olarak belirlenmiştir. Taş ocağı alanındaki tespit edilen Zn, Pb, Cd ve As seviyeleri Brezilya maden sahasından (Blondet et al., 2019), Konya akarsu sedimentlerindeki Ba, Ni, As, Co, Cu, Zn, Pb, Cd, Mo, Hg (Coskun et al., 2021) düşüktür.



Şekil 4.7. Toz/TSP numunelerinin farklı bileşiklerin görüldüğü toplam iyon kromatogramlarının karşılaştırılması (GC-MS) (2-Arkaplan-toz, 6-Taş ocağı toz 8-Arkaplan-TSP, 9-Köyüçi toz)

Hedef bileşiklerin araştırılmadığı (non-target analiz), örneklerdeki kirleticilerin varlığını tespit etmede kütle spektroskopisi analizinde yaygın olarak uygulanan bir yöntemdir.

Bileşiklerin tanımlanması pozitif (ESI+) ve negatif modda (ESI-) elektro iyonizasyonu ile elde edilen kütle/yük verileri ile gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem standartlar olmadan sadece kalitatif analiz ile tespit edilen bileşiklerin varlığını doğrulamada kullanılmaktadır. Başlangıçta hem pozitif hem de negatif iyonizasyon modunda GC saflığında diklorometan (ekstraksiyon solvent blank) için 40 ila 650 molekül kütle aralığında tarama analizi gerçekleştirilmiş, örneklerin analizinde de aynı yöntem uygulanmıştır. Solvent blank ve örneklerde görülen pikler, bilinmeyen bileşiklerin piklerini belirlemek için elimine edilmiştir. Çalışma da toz ve TSP örneklerindeki organik kirleticilerin tespiti Agilent GC-MS ile gerçekleştirilmiştir.

Şekil 4.7’de görüldüğü gibi 17.447, 22.791, 27.431, 31.642, 36.04 ve 38.954, 41.545 ve 44.723, 50.34, 52.597 ve 53.940 alıkonma sürelerindeki pikler arka planda dahil olmak üzere örnekleme noktalarının tamamında belirlenmiştir. Arka plan-TSP örneği dışındaki örnekler benzer bir moleküler parmak izi göstermiştir. Köyiçi toz örneğinde pik alanlarının oldukça büyük olduğu şekil 4.7 de görülmektedir. En yüksek sinyaller silane hidrokarbon grubu sınıfında (8 bileşik) belirlenmiştir. Alkan grubunda (2 bileşik) eicosane, heneicosane phthalate grubunda Bis(2-ethylhexyl) phthalate ve Dibutyl phthalate (2 bileşik), fenol grubunda phenol, 2,4-bis(1-phenylethyl) -(1 bileşik), karboksilik asit grubunda (1,2-benzenedicarboxylic acid ve hexadecanoic acid (2 bileşik) belirlenmiştir. Karboksilik asit ve phthalate grubu sadece arkaplan-toz örneğinde belirlenmiştir. Köyiçi ve taşocağı-toz örneklerinde Si-O bağı içeren silane hidrokarbon grubu bileşiklerin sinyal yoğunlukları oldukça fazladır. Alkan grubunda belirlenen 2 bileşiğin kömür/fosil yakıt yanması, taşocağı alanında ise kömür/fosil yakıt yanması ile araç bakım yağlarından kaynaklandığı düşünülmüştür. Bu bileşikler, As, Cd, Cr, Pb, Ni, Cu, Zn ve C9-C28 hidrokarbon grubu bileşikler taşocağı faaliyetlerinde kullanılan büyük araçların yıkama sularında belirlenmiştir (López-Miranda et al., 2018). Ayrıca taşocağı toprağında bu çalışma da belirlenen alkan grubu ve silane grubu hidrokarbonlar (C9 ve üzeri) tespit edilmiştir (Guerin, 2002). FTIR sonuçları da toz örneklerinde karboksilik asitlerin ve Si-O bağına sahip organik bileşiklerin varlığını desteklemektedir. Taşocaklarında bolca bulunan silikat minerallerinin silane grubu hidrokarbonların oluşumunda etkili olduğu düşünülmüştür.

4.6 Öneriler

Taş ocağı çevresinde yapılan çöken toz miktar olarak sınır değerin altında kaldığı gözlenmiştir. Çöken toz sınır değerin altında olsa da kimyasal yapısı ve toksik etkisi sebebiyle insan ve çevre sağlığı açısından yayılımı tehlikeli olmaktadır. İfrared

spektrumunda görüldüğü gibi taşocağı çöken tozunda şiddetli Si-O-Si gerilmesi mevcuttur. Bu durum tozun içeriğinde kristal silika, asbest veya silane grubu hidrokarbonlar gibi Si-O-Si bağı içeren silis türlerinin varlığını göstermektedir. Uluslararası Kanseri Araştırma Örgütü (IARC)'ye göre kristal silika, asbesti insanda karsinogenik etkisi olduğu kesin olarak bilinen maddeler içindedir. Birçok ülke kristal silika için mesleki maruziyet sınır değerleri belirlemiştir. Ülkemizde yasal bir sınır değeri bulunmamaktadır. Silika maruziyeti başta silikozis olmak üzere çeşitli hastalıklara neden olmaktadır. Madencilik, seramik, taş ocağı işçiliği, çömlek, tuğla, cam yapımı ve dökümcülük gibi sektörlerde çalışanların kanser riski üzerine yapılan araştırmalar, son yıllarda dikkat çeken bulgular ortaya koymaktadır. Özellikle kristal silika maruziyeti ile ilişkili olarak, çeşitli kanser türlerine neden olabileceği iddiaları ortaya çıkmıştır. Bu sektörlerde risk değerlendirme çalışmalarının yapılması ve gerekli önlemlerin alınması oldukça önemlidir (Ulutaş, 2019). Bu sektörlerdeki işçilerin maruz kaldığı kristal silika, mide kanseri, nazofaringeal kanser (burun ve boğaz arasındaki bölge), tükürük bezi kanseri, akciğer kanseri, kemik kanseri ve beyin kanseri gibi farklı kanser türlerinin gelişimine katkıda bulunabilir (Anlar et al., 2019).

Taş ocaklarından kaynaklanan çöken tozun engellenmesi amacıyla üretim teknolojilerinde gelişmeler takip edilerek toz oluşuma sebep olan ünitelerde iyileştirmeler yapılmalı. Su spreyi sistemleri ve toz duvarları gibi toz kontrolü sağlayacak ekipmanlar kullanılabilir. Bu ekipmanlar sayesinde sulama yapılarak toz oluşumu engellenebilirken toz duvarları oluşturularak yayılımı engellenebilir. Taş ocakları çevresinde yeşil kuşak oluşturmak, çöken tozun yayılmasını engellemek ve bitki örtüsünün toz partiküllerini tutmasına yardımcı olabilir. Bitkiler, çöken tozun bir kısmını yakalayarak atmosferdeki toz miktarını azaltabilir ve çevredeki hava kalitesini iyileştirebilir.

Eğitim ve farkındalık oluşturmak, taş ocağı çalışan ve yöneticileri başta olmak üzere bölge halkı, çöken tozun etkileri ve korunma yöntemleri konularında eğitimler ve bilgilendirme çalışmaları yapılmalıdır. İşletmeler farkındalık oluşturmak amacıyla doğru uygulamaları benimsemelerini teşvik etmek, taş ocaklarından kaynaklı çöken tozun azaltılmasına ve çevresel etkilerin kontrol alınmasına yardımcı olabilir.

Ağır metaller, çevresel kirlilik kaynaklarından kaynaklanan ve insan sağlığı üzerinde potansiyel zararlı etkilere sahip olan elementlerdir. Konya gibi yerlerdeki çevresel faktörler ve endüstriyel faaliyetler, ağır metallerin yayılmasına ve birikmesine katkıda bulunabilir. Bu ağır metaller arasında kurşun, civa, arsenik, kadmiyum, nikel ve krom gibi elementler bulunur.

Ağır metaller, organizmaya insan vücuduna girmesi genellikle solunum yoluyla, yiyecek ve içecekler aracılığıyla veya cilt temasıyla alınabilen maddelerdir. Bu metaller, vücuda girdikten sonra metabolizma tarafından yavaş bir şekilde atıldıkları için zamanla birikerek tehlikeli seviyelere ulaşabilirler. Ağır metallerin alındıkları yol, birikim gösterdikleri dokunun türünü etkilerken, aynı zamanda toksik etkilerinin yarattığı etkileri de belirler. Bu nedenle, ağır metallerin sağlık üzerindeki etkileri, alındıkları yol ve birikim gösterdikleri dokuya bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Özbolat & Tuli, 2016).

Ağır metaller, normal düzeylerde bulunduklarında bazı biyolojik işlevlerde rol alabilir. Ancak, ağır metallerin yüksek konsantrasyonlarda veya uzun süreli maruziyet durumunda toksik etkileri ortaya çıkabilir. Canlı organizmaların vücutlarında bazı ağır metaller, “Co (kobalt), Fe (demir), Cu (bakır), Mn (manganez), Mo (molibden), V (vanadyum), Se (selenyum) ve Zn (çinko)” gibi eser miktarda bulunur. Ancak, “krom, kurşun, kadmiyum, civa, arsenik” gibi bazı ağır metallerin canlıların yapılarında bulunmamasının nedeni, bu metallerin canlı organizmaların normal fizyolojik fonksiyonları için gereksinim duyulmamasıdır. Bu toksik etkiler arasında nörolojik bozukluklar, kanser, böbrek hasarı, karaciğer hasarı, solunum sistemi rahatsızlıkları ve bağışıklık sistemi bozuklukları gibi sağlık sorunları yer alabilir. Bu nedenle, ağır metallerin çevresel kirlilik kaynaklarının kontrol altına alınması, insanların maruz kaldığı ağır metal düzeylerinin izlenmesi ve önlenmesi önemlidir. Sağlıklı bir yaşam için, dengeli bir beslenme, temiz su kaynaklarına erişim ve sağlıklı çevre koşullarının sağlanması da büyük önem taşır (Kara & Kara, 2018).

Nörolojik etkiler: Kurşun, civa ve kadmiyum gibi ağır metaller, sinir sistemi üzerinde toksik etkilere neden olabilir. Bunun sonucunda zihinsel işlevlerde bozukluklar, bellek problemleri, sinir sistemi hastalıkları ve davranışsal değişiklikler ortaya çıkabilir.

Kardiyovasküler etkiler: Bazı ağır metaller, özellikle kurşun, kalp sağlığı üzerinde olumsuz etkilere sahip olabilir. Yüksek kurşun düzeyleri, yüksek tansiyon, kalp ritmi bozuklukları ve kalp damar hastalıkları riskini artırabilir.

Solunum sistemi etkileri: Ağır metallerin solunum yoluyla alınması, akciğerlerde tahrişe, solunum yollarının hasarına ve solunum fonksiyonlarının bozulmasına yol açabilir. Bu durum, astım, bronşit ve diğer solunum yolu hastalıklarının gelişimine katkıda bulunabilir.

Karaciğer ve böbrek hasarı: Ağır metaller, karaciğer ve böbreklerde birikerek bu organlara zarar verebilir. Böbrek fonksiyonlarında bozulma, böbrek yetmezliği ve karaciğer fonksiyon bozuklukları gibi sorunlara yol açabilir.

Kanser riski: Bazı ağır metaller, özellikle arsenik, kadmiyum ve nikel, uzun süreli maruziyet durumunda kanser riskini artırabilir. Bu metallerin kanserojen etkileri özellikle akciğer, böbrek, karaciğer ve deri kanserleriyle ilişkilendirilmiştir.

Bu etkilerin ortaya çıkması için uzun süreli ve yüksek düzeyde ağır metal maruziyeti gerekmektedir. Ancak, ağır metallerin sağlık üzerindeki olumsuz etkilerinden korunmak için çevresel kirliliğin azaltılması, temiz hava ve su kaynaklarının sağlanması, ağır metal içeriği yüksek yiyecek ve içeceklerden kaçınılması gibi önlemler alınmalıdır. Ayrıca, sağlık yetkililerinin düzenli olarak hava ve su kirliliği gibi çevresel faktörleri izlemesi ve önlem alması önemlidir.



KAYNAKLAR

- Adriano, D. C., & Adriano, D. C. (2001). Bioavailability of trace metals. *Trace Elements in Terrestrial Environments: Biogeochemistry, Bioavailability, and Risks of Metals*, 61-89.
- Al-Naiema, I. M., Offenbergl, J. H., Madler, C. J., Lewandowski, M., Kettler, J., Fang, T., & Stone, E. A. (2020). Secondary organic aerosols from aromatic hydrocarbons and their contribution to fine particulate matter in Atlanta, Georgia. *Atmospheric Environment*, 223, 117227. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.117227>
- Anda, İ. (2013). *Payas Organize Sanayi Bölgesindeki endüstri tesislerinden kaynaklanan PM10 ve Çöken Partikül Madde ölçümlerinin ISCST3 modeliyle karşılaştırılması Çukurova Üniversitesi*.
- Andjelković, T., Bogdanović, D., Kostić, I., Kocić, G., Nikolić, G., & Pavlović, R. (2021). Phthalates leaching from plastic food and pharmaceutical contact materials by FTIR and GC-MS. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(24), 31380-31390. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12724-0>
- Anlar, H. G., Bacanlı, M., & Başaran, N. (2019). Silikanın Kullanım Alanları ve Silika Maruziyetine Bağlı Olası Toksik Etkiler. *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy*, 39, 17-29.
- Arık, F., & Öztürk, A. (2011). Konya'nın Yeraltı Kaynakları ve Potansiyeli. *I. Konya Kent Sempozyumu*
- Atmaca, H. (2021). *Konya kentsel atıksu arıtma tesisi ve organize sanayi bölgesi atıksularının toksikolojik etkilerinin belirlenmesi Konya Teknik Üniversitesi*.
- Aydin, M., Aydin, S., Bahadır, M., Kolb, M., Tongur, S., & Kara, G. (2015). Toxicity assessment of landfill leachates with a battery of bioassays. *Fresenius Environmental Bulletin*, 24, 3584-3589.
- Aydin, M., & Kara, G. (2004). An investigation on the toxicity of sewage. *Fresenius Environmental Bulletin*, 13, 1444-1448.
- Aydın, M. E., & Gülnihal, K. (2006). Organize Sanayi Atıksularının Zehirliliği. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 21(3-4), 13-20.
- Aydın, M. E., Tongur, S., & Özcan, S. (2010). DETERMINATION OF ACUTE TOXICITY OF WASTES AND WASTEWATERS. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM*, 2, 455.
- Aydın, M. E., Yıldız, S., Özcan, S., & KARA, G. (2007). Atıksuların Toksisitesinin Belirlenmesinde Farklı Biotest Yöntemlerinin Uygulanması. *7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, Ekim 24-27*, 683-700.
- Babalık, Ö. (2022). *Geri dönüştürülmüş agrega kullanımının çevresel etkilerinin yaşam döngüsü değerlendirme (YDD) yöntemi ile değerlendirmesi İstanbul Teknik Üniversitesi*. İstanbul.
- Bayraktar, H., & Turalıoğlu, F. S. (2004). Atmosferik Çökelme Tayin Yöntemleri. *Journal Of Engineering Sciences*, 10, 9-17.
- Beşir, A. Ç. (2015). *Yerüstü Madencilğinde Kullanılan Partikül Madde Emisyon Faktörlerinin Türkiye ve Uluslararası Uygulamalarla Değerlendirilmesi Hacettepe Üniversitesi*. Ankara.
- Blondet, I., Schreck, E., Viers, J., Casas, S., Jubany, I., Bahí, N., Zouiten, C., Dufréhou, G., Freydier, R., Galy-Lacaux, C., Martínez-Martínez, S., Faz, A., Soriano-Disla, M., Acosta, J. A., & Darrozes, J. (2019). Atmospheric dust characterisation in the mining district of Cartagena-La Unión, Spain: Air quality and health risks assessment.

- Science of The Total Environment*, 693, 133496. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.302>
- Can, E. (2016). *Kütahya İli Geneline Partikül Madde Kirletici Kaynaklarının Belirlenmesi* Anadolu Üniversitesi]. Eskişehir.
- Ceran, A. Ş. (1998). *Tarihi ve sosyo-kültürel yönden Konya Altınekin, Yeni Yayla*. A. Ş. Ceran. <https://books.google.com.tr/books?id=30pIAAAAMAAJ>
- Choub, V., Won, S.-J., Ajuna, H. B., Moon, J.-H., Choi, S.-I., Lim, H.-I., & Ahn, Y. S. (2022). Antifungal Activity of Volatile Organic Compounds from *Bacillus velezensis* CE 100 against *Colletotrichum gloeosporioides*. *Horticulturae*, 8(6), 557. <https://www.mdpi.com/2311-7524/8/6/557>
- Coskun, A., Horasan, B. Y., & Ozturk, A. (2021). Heavy metal distribution in stream sediments and potential ecological risk assessment in Konya Northeast region. *Environmental Earth Sciences*, 80(5), 181. <https://doi.org/10.1007/s12665-021-09495-9>
- Coşkun, S. (2016). *Taş Ocağı Toz Ölçümlerinde Alan Çalışması ve Toz Model Karşılaştırması-İncesu Örneği* Niğde Üniversitesi]. Niğde.
- Demircioğlu, E. (2021). *Sakarya'da taş ocaklarından kaynaklanan partikül madde emisyonları ve etkileri* Sakarya Üniversitesi]. Sakarya.
- Deocampo, D., Reed, J., & Kalenuik, A. (2012). Road dust lead (Pb) in two neighborhoods of Urban Atlanta, (GA, USA). *International journal of environmental research and public health*, 9, 2020-2030. <https://doi.org/10.3390/ijerph9062020>
- Devare, M., & Bahadir, M. (1994). Biological Monitoring of Landfill Leachate Using Plants and Luminescent Bacteria. *Chemosphere*, 28, 261-271. [https://doi.org/10.1016/0045-6535\(94\)90123-6](https://doi.org/10.1016/0045-6535(94)90123-6)
- Di, A., Wu, Y., Chen, M., Nie, D., & ge, X. (2020). Chemical Characterization of Seasonal PM_{2.5} Samples and Their Cytotoxicity in Human Lung Epithelial Cells (A549). *International journal of environmental research and public health*, 17, 4599. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124599>
- Dorjduren, U. (2012). *İstanbul Üniversitesi Avcılar Yerleşkesinde Solunabilir Partikül Maddenin Boyut Dağılımının ve Element İçeriğinin İncelenmesi* İstanbul Üniversitesi]. İstanbul.
- Dorjsuren, U. (2012). *İstanbul Üniversitesi Avcılar Yerleşkesinde Solunabilir Partikül Maddenin Boyut Dağılımının ve Element İçeriğinin İncelenmesi* İstanbul Üniversitesi]. İstanbul.
- Duarte, R. M. B. O., Freire, S. M. S. C., & Duarte, A. C. (2015). Investigating the water-soluble organic functionality of urban aerosols using two-dimensional correlation of solid-state ¹³C NMR and FTIR spectral data. *Atmospheric Environment*, 116, 245-252. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.06.043>
- Duru, Ü. (2010). *Ardışık Ekstraksiyon Tekniği ile Adapazarı'nda Çöken Tozların Ağır Metal Analizi* Sakarya Üniversitesi]. Sakarya.
- Ekerbiçer, Ü. (2011). *Konya ili Sızma Kasabası civa yatakları çevresindeki doğal bitkilerin toprak üstü ve toprak altı kısımları ile yetiştikleri toprağın civa ve diğer metal element içeriklerinin belirlenmesi* Selçuk Üniversitesi]. Konya.
- EMEP. (2001). European Air Pollution Monitoring Program.
- Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part F, Supplemental Guidance for Inhalation Risk Assessment), (1999).
- Farid, H., Shams, Z. I., & Khan, F. A. (2017). Lead Concentration In Urban Dust And In Leaves Of Street Plants. *Kuwait Journal of Science* 44, 129-135.
- Gogoi, A., Chaminda G.G, T., An, A., Snow, D., Li, Y., & Kumar, M. (2016). Influence of ligands on metal speciation, transport and toxicity in a tropical river during wet

- (monsoon) period. *Chemosphere*, 163, 322-333.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.07.105>
- Gökaltun, E. (1999). Atmosferik Kirleticilerin Kuru ve ıslak Çökelme Mekanizmalarının Kireçtaşlarındaki Parlaklık Kaybına Etkisi *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 1 (1)*, 134-156.
- Guerin, T. F. (2002). Heavy equipment maintenance wastes and environmental management in the mining industry. *Journal of Environmental Management*, 66(2), 185-199.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1006/jema.2002.0583>
- He, H.-d., & Gao, H. O. (2021). Particulate matter exposure at a densely populated urban traffic intersection and crosswalk. *Environmental Pollution*, 268, 115931.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115931>
- Huang, L., Zhu, X., Zhou, S., Cheng, Z., Shi, K., Zhang, C., & Shao, H. (2021). Phthalic Acid Esters: Natural Sources and Biological Activities. *Toxins*, 13(7), 495.
<https://www.mdpi.com/2072-6651/13/7/495>
- Ichikawa, A., Volpato, J., O'Donnell, G. E., & Mazereeuw, M. (2021). Comparison of the Analysis of Respirable Crystalline Silica in Workplace Air by Direct-on-Filter Methods using X-ray Diffraction and Fourier Transform Infrared Spectroscopy. *Annals of Work Exposures and Health*, 66(5), 632-643.
<https://doi.org/10.1093/annweb/wxab094>
- Kahramantekin, T. A. (2006). *Atmosferik Partiküllerde İyon Analizi ve İstatistiksel Değerlendirme* Anadolu Üniversitesi]. Eskişehir.
- Kara, E. E., & Kara, E. (2018). Toprakta Ağır Metal Kirliliğinin İnsan Sağlığına Etkileri ve Çözüm Önerileri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 11 (1), 56-62.
- Kara, G. (2020). Determination of atmospheric ammonia concentrations at a wastewater treatment plant using a laboratory-built passive sampler. *Fresenius Environmental Bulletin*.
- Karakaş, B. (2015). *İç ve Dış Hava Ortamlarında Partiküler Madde (PM10, PM2.5 Ve PM1) Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi* Hacettepe Üniversitesi]. Ankara.
- Kariper, İ. A., Üstündağ, İ., Deniz, K., Mülazımoğlu, İ. E., Erdoğan, M. S., & Kadioğlu, Y. K. (2019). Elemental monitoring of street dusts in Konya in Turkey. *Microchemical Journal*, 148, 338-345. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.04.084>
- Karpuzcu, M. (2004). *Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü* (Vol. 7. Baskı). Kubbealtı Neşriyatı 28.
- Kaygaldurak, S. (2010). *Adapazarı Atmosferi Partikül Maddelerinde (PM1 Ve PM10) Bulunan Fe, Pb,Cr, Zn Ve Cd İçeriklerinin Tayin Edilmesi* Sakarya Üniversitesi]. Sakarya.
- Kelepertzis, E., Komárek, M., Argyraki, A., & Šillerová, H. (2016). Metal(loid) distribution and Pb isotopic signatures in the urban environment of Athens, Greece. *Environmental Pollution*, 213, 420-431.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.02.049>
- Kumar, S., Aggarwal, S. G., Malherbe, J., Barre, J. P. G., Beraïl, S., Gupta, P. K., & Donard, O. F. X. (2016). Tracing dust transport from Middle-East over Delhi in March 2012 using metal and lead isotope composition. *Atmospheric Environment*, 132, 179-187.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.03.002>
- Kunt, F. (2007). *Hava Kirliliğinin Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Modellenmesi ve Tahmini* Selçuk Üniversitesi]. Konya.
- Lanzerstorfer, C. (2020). Toward More Intercomparable Road Dust Studies. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 51, 826-855.
<https://doi.org/10.1080/10643389.2020.1737472>

- Li, F., Jinxu, Y., Shao, L., Zhang, G., Wang, J., & Jin, Z. (2018). Delineating the origin of Pb and Cd in the urban dust through elemental and stable isotopic ratio: A study from Hangzhou City, China. *Chemosphere*, 211, 674-683. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.07.199>
- Logiewa, A., Miazgowicz, A., Krennhuber, K., & Lanzerstorfer, C. (2020). Variation in the Concentration of Metals in Road Dust Size Fractions Between 2 μ m and 2 mm: Results from Three Metallurgical Centres in Poland. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 78(1), 46-59. <https://doi.org/10.1007/s00244-019-00686-x>
- López-Miranda, J., Cisneros-de la Cueva, S., Páez-Lerma, J. B., Rojas-Contreras, J. A., & Soto-Cruz, N. O. (2018). Changes in Hydrocarbon Composition and Autochthonous Microorganism Growth of Contaminated Mining Soil During Bioremediation. *Water, Air, & Soil Pollution*, 229(5), 165. <https://doi.org/10.1007/s11270-018-3798-x>
- Mandal, K., Kumar, A., Tripathi, N., Singh, R. S., Chaulya, S. K., Mishra, P. K., Bandyopadhyay, L. K., Council of, S., & Industrial, R. (2012). Characterization of different road dusts in opencast coal mining areas of India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 184(6), 3427-3441. <https://doi.org/10.1007/s10661-011-2197-1>
- Mavruk, A. (2005). *Yüreğir ve Seyhan (Adana) İlçelerinde Ana Arterlerdeki Toz ve Gürültü Dağılım Haritalarının Hazırlanması* Çukurova Üniversitesi]. Adana.
- Miazgowicz, A., Krennhuber, K., & Lanzerstorfer, C. (2020). Metals concentrations in road dust from high traffic and low traffic area: a size dependent comparison. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 17(7), 3365-3372. <https://doi.org/10.1007/s13762-020-02667-3>
- Miguel, E. d., Llamas, J. F., Chacón, E., Berg, T., Larssen, S., Røyset, O., & Vadset, M. (1997). Origin and patterns of distribution of trace elements in street dust: Unleaded petrol and urban lead. *Atmospheric Environment*, 31(17), 2733-2740. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(97\)00101-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1352-2310(97)00101-5)
- Mishra, S., Bharagava, R. N., More, N., Yadav, A., Zainith, S., Mani, S., & Chowdhary, P. (2019). Heavy metal contamination: an alarming threat to environment and human health. *Environmental biotechnology: For sustainable future*, 103-125.
- Misiewicz, J., Moore, K., Franke, P., Morgan, W., Turney, J., Douberly, G., & Schaefer, H. (2020). Sulfurous and sulfonic acids: Predicting the infrared spectrum and setting the surface straight. *The Journal of Chemical Physics*, 152, 024302. <https://doi.org/10.1063/1.5133954>
- Müezzinoğlu, A. (1987). *Hava Kirliliği ve Kontrolünün Esasları*. İzmir.
- Orhun, Z. (2013). *Türkiye Coğrafi Bölgelerinde Örnek Şehirlerde Ölçülen PM10 Değerlerinin Değişiminin İncelenmesi* İstanbul Teknik Üniversitesi]. İstanbul.
- Özbolet, G., & Tuli, A. (2016). Ağır Metal Toksisitesinin İnsan Sağlığına Etkileri. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi* 503-517.
- Padhye, L. P., Kim, J.-H., & Huang, C.-H. (2013). Oxidation of dithiocarbamates to yield N-nitrosamines by water disinfection oxidants. *Water Research*, 47(2), 725-736. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.10.043>
- Sadeghdoust, F., Ghanavati, N., Nazarpour, A., Babaenejad, T., & Watts, M. J. (2020). Hazard, ecological, and human health risk assessment of heavy metals in street dust in Dezful, Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 13(17), 881. <https://doi.org/10.1007/s12517-020-05915-5>

- Sankar, R. (2023). The Use of Spectroscopy Techniques to Determine the Mineral Content of Soils in the Tiruvannamalai District of Tamil Nadu, India. *Journal of Radiation and Nuclear Applications*, 8, 17-22. <https://doi.org/10.18576/jrna/080103>
- Sato, Y., Hayami, R., & Gunji, T. (2022). Characterization of NMR, IR, and Raman spectra for siloxanes and silsesquioxanes: a mini review. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 104(1), 36-52. <https://doi.org/10.1007/s10971-022-05920-y>
- Scherbakova, K. (2010). *İstanbul'daki Solunabilir Partikül Maddenin Boyut Dağılımının İstatistiksel Analizi* [İstanbul Üniversitesi]. İstanbul.
- Seven, T., Can, B., Darende, B. N., & Ocak, S. (2018). Hava ve Toprakta Ağır Metal Kirliliği. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(2), 91-103.
- Staroń, A., Kijania-Kontak, M., Kozak, A., & Banach, M. (2020). Obtaining of oil blocks as a way to manage hazardous asbestos. *Waste Management*, 105, 180-189. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.02.009>
- Süren, P. (2007). *Zonguldak Kent Merkezi Atmosferik Partikül Madde Kirliliğinin; PM2.5 ve PM10 Boyut Dağılımı, Kaynak ve Metalik Kompozisyon Temelinde İncelenmesi* [Balıkesir Üniversitesi]. Balıkesir.
- Taşdemir, Y. (1997). *Modification and Evulation of A Water Surface Sampler to Investigate the Dry Deposition and Air* [Doktora Tezi Chicago].
- Taşdemir, Y. (2000). *Kirleticilerin Atmosferik Kuru Çökelmeleri: Mevcut Metotlar* [İstanbul].
- Tayanç, M., Sezen, İ., ÜNAL, A., Flores, R. M., & KaranfİL, S. (2022). A holistic approach to the air quality of Konya City, Turkey. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 15(6), 951-965. <https://doi.org/10.1007/s11869-022-01200-4>
- Tongur, S., & Kara, G. (2014). The Investigation Of Toxicity Caused By Air Pollution In The Children Parks. *Journal of Selcuk University Natural and Applied Science*, 494-503.
- Tongur, S., & Kara, G. (2019). The Investigation Of Toxicity Caused By Air Pollution In The Children Parks.
- Tongur, S., & Ozcan, Z. (2020). Evaluation of the levels of pesticide residues in wheat and soil. *Fresenius Environ. Bull*, 29(12), 10528-10535.
- TONGUR, S., ÖZDEMİR, C., & ÖDEN, M. K. (2014). DETERMINATION OF ACUTE TOXICITY OF SYNTHETIC TEXTILE WASTEWATER FENTON PROCESSES. *Journal of Selcuk University Natural and Applied Science*, 946-954.
- Tongur, S., & Yildirim, R. (2015). Acute Toxicity Assessment of Antibiotics in Water by Luminiscence Bacteria and Lepidium Sativum. *Procedia Earth and Planetary Science*, 15, 468-473. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.proeps.2015.08.046>
- Tongur, S., Yıldırım, R., & Yıldız, S. (2017). Streptomisin ve Neomisin Etken Maddelerine Sahip İki Hayvansal Antibiyotiğin Toksikite Deneyleri Yardımıyla Değerlendirmesi. *International Refereed Journal Of Engineering And Sciences*, 5-5. <https://doi.org/10.17366/uhmfd.2017.3.5>
- Tongur, S., & Yıldız, S. (2021). Desalination and Water Treatment Toxicity tests using flurbiprofen, naproxen, propranolol, and carbamazepine on Lepidium sativum, Daphnia magna, and Aliivibrio fischeri. *Desalination and Water Treatment*, 221, 359-366. <https://doi.org/10.5004/dwt.2021.27038>
- Ulutaş, Ö. (2019). *Konya ili atıksu arıtma tesisi risk değerlendirmesi* [Konya Teknik Üniversitesi].
- Vesilind, P. A., Morgan, S. M., & Heine, L. G. (2011). *Çevre Mühendisliğine Giriş/ Introduction To Environmental Engineering*.

- Weerasundara, L., Magana-Arachchi, D. N., Ziyath, A. M., Goonetilleke, A., & Vithanage, M. (2018). Health risk assessment of heavy metals in atmospheric deposition in a congested city environment in a developing country: Kandy City, Sri Lanka. *Journal of Environmental Management*, 220, 198-206. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.04.036>
- Xia, K., Mei, S.-S., Liu, C.-C., Liu, H., Yuan, R., & Liu, S. (2022). Characterization of the organic functional group composition and sources of summertime aerosols in an eastern city of China. *Atmospheric Environment*, 277, 119078. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2022.119078>
- Yao, Y.-L., Cheng, Y.-F., Zhang, Q.-W., Xia, Y., Hu, F.-F., Wang, Q., & Chen, Y. (2022). Explosion temperature mapping of emulsion explosives containing TiH₂ powders with the two-color pyrometer technique. *Defence Technology*, 18(10), 1834-1841. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.dt.2021.09.020>
- Yıldırım, G. (2015). *BCR Ardışık Ekstraksiyon Yöntemi Kullanarak Kayseri Organize Sanayi Bölgesi Cadde Tozlarının Farklı Tanecik Boyutlarında Ağır Metal Türlemesi* Erciyes Üniversitesi]. Kayseri.
- Yıldırım, R., Tongur, S., & Yıldız, S. (2019). Bazı İlaç Gruplarının Su Ortamına Olan Etkilerinin Akut Toksisite Testleri ile Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23, 71-75. <https://doi.org/10.19113/sdufenbed.435089>

Gün	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
14	NNW	NNW	ENE	NNW	NE	SW	S	ESE	E	ENE1	NE	NE	E	ESE	ESE1	NE	NE	NE	NNE0	NNW	SSW0	SSW	WS	W	
	1.1	0.9	0.6	0.6	0.5	0.8	1.1	1.2	1.3	.5	1.4	1.2	1.4	1.4	.5	1.2	1.1	0.9	.5	0.6	.4	0.6	WS	0.3	
15	WSW	WN	WN	WN	NW	N	NW	ENE	ESE1	SSE1	SE	SE	SE	SE	ESE1	E	ESE	SW	NW	WSW	NNW	W	SW	WS	
	0.7	W0.7	W0.5	W0.6	0.6	0.5	0.6	0.8	.1	.4	1.4	1.5	1.4	1.4	.2	1.2	1.1	0.3	0.5	0.5	0.7	0.3	0.4	W0.3	
16	WSW	WSW	NNW	N	SE	SSE	SE	SSE	ESE1	SE	ESE	SE	E	E	SE	ESE1	SSE	WN	WNW	WNW	NNW	NW	NW	WN	
	0.4	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.7	1.1	.0	1.1	1.1	1.4	1.3	1.3	1.3	.1	1.0	W0.5	0.5	0.4	0.8	0.9	0.8	W0.6	
17	NW	WN	E	N	NE	SE	E	ESE	ESE1	ESE1	SE	SSE1	SE	SE	SSE1	SE	SW	SSW	SSW	WSW	NNW	SW	NW	NNW	
	0.5	W0.5	0.8	0.2	0.7	0.6	0.7	1.0	.0	.3	1.4	.6	1.7	1.8	.8	1.3	0.9	0.7	0.9	0.9	1.2	1.3	1.5	1.5	
18	NNW	SE	ENE	SE	SSW	E	NE	NE	ENE	E	ENE	SE	SE	S	SSW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	N	N	NNE	
	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	2.8	6.2	6.1	6.2	6.4	6.3	6.7	6.8	6.7	4.6	3.8	4.2	4.7	6.5	6.9	6.9	4.4	3.5	3.5	
19	N	S	SSE2	N	W	NE	ENE6	NNE	NE	NNE6	NE	ENE6	ESE	ESE	ESE	E	ESE	E	N	NNW	N	W	W	W	
	3.3	2.8	.5	3.0	2.8	3.8	.1	6.5	7.0	.9	6.7	.4	6.6	6.6	6.6	6.5	6.1	6.0	6.2	5.7	N	5.0	5.8	5.5	
20	NW	W	WS	WN	ESE2	S	S	SSE	SSE6	ESE6	SE	ESE6	SE	SE	ESE6	NE	NNE	N	NNW	N	NNW	WN	NNW	NNW	
	5.6	4.6	W3.3	W2.4	.3	4.6	5.6	6.5	.5	.6	6.6	.6	6.7	6.5	.4	6.7	6.4	3.6	2.9	3.2	3.2	W2.4	2.5	2.5	
21	N	NW	NW	NW	WN	SSW	WSW	SSE	ESE1	E	E	ENE1	NE	NE	NE	NNE	N	NNW	NNW	NNW	NNW	N	NNW	NNW	
	2.4	2.3	2.3	2.2	W2.2	2.1	3.1	2.2	.7	E	1.4	.8	1.8	1.8	2.0	4.8	6.6	6.5	6.7	6.8	6.0	6.0	3.2	3.3	
22	NNW	NNE	NW	NW	NNW	SW	SE	SE	SSE6	E	SE	ESE1	NE	N	NNE	NNE	NNE	N	N	N	N	NNE	E	ENE	
	3.0	6.1	5.0	5.6	4.4	6.1	6.1	6.3	.4	E	1.6	.2	1.2	2.0	2.1	2.2	1.7	2.0	1.5	N	0.7	0.8	0.7	0.6	
23	ESE1	E	ENE	NNE	ENE	NE	NE	SE	E	S	ESE	ESE1	ESE	SE	SE	SE	ESE	SE	ESE0	ESE0	E	NNW	N		
	1	1.3	1.3	1.4	1.1	1.1	1.3	1.1	1.0	S	1.3	.6	1.6	1.5	1.3	1.1	1.1	0.8	0.8	.6	7	0.6	0.6	0.7	
24	W	SW	NNE	WN	NW	W0.3	NW	W0.2	SSW	SE	E	ENE1	ENE	E	NE	NE	ENE	ENE1	NE	NNW	NNW	W	WS	WS	
	0.6	0.4	0.5	W0.6	0.7	W0.3	0.8	W0.2	.3	1.1	1.5	.4	1.6	1.7	1.3	0.9	1.2	.2	0.5	0.3	0.2	0.3	W0.4	W0.3	
25	WNW	WSW	NW	WN	N	ENE	SE	NNE	ESE1	SSE1	S	SSE1	S	ESE	SE	ESE1	SE	ESE0	W	WSW	NW	WS	NW	NNW	
	0.3	0.4	0.3	W0.5	0.5	0.4	0.6	0.7	.0	.3	1.3	.3	1.4	1.4	1.2	.1	0.8	.3	0.3	0.3	0.2	W0.2	0.3	0.2	
26	NW	SW	NW	NW	NNW	SE	ESE0	SE	SE	SE	SSE	ESE1	SE	SE	ESE1	ESE1	ESE	NNW	WSW	WNW	NNW	NW	W	W	
	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.3	.6	0.7	1.2	1.4	1.2	.3	1.5	1.4	.5	.3	0.6	0.2	0.3	0.4	0.2	0.2	0.5	0.3	
27	WSW	WN	W	SSE0	NNW	NNE	NE	E	E	ESE1	SE	SE	SSE	WS	W	WSW	WS	WSW	WNW	S	1.1	W	SW	SSW	
	0.3	W0.2	0.2	.3	0.1	0.1	0.5	0.7	1.0	.2	1.4	1.4	1.3	W1.2	1.6	1.5	W1.0	1.1	1.3	1.1	1.1	1.1	0.6	0.6	
28	SE	SE	ESE0	E	S	SSE	ENE0	ENE	E	NE	W	WSW	WS	WS	WS	W	WS	WS	WS	W	W	W	NNW	NW	NW
	0.7	1.0	.7	0.6	0.6	0.6	.9	1.3	1.1	1.2	2.0	1.9	W2.3	W2.4	W1.8	1.7	W1.1	.5	W	0.6	0.6	0.5	0.8	0.9	
29	NW	SSW	E	ENE	SSW	SSW	SE	ESE	ENE	N	W	W	W	WS	W	WN	WS	W	W	WSW	NW	WN	W	W	
	0.8	0.7	0.5	0.3	0.3	0.5	0.5	1.1	1.2	1.2	1.7	2.1	2.3	W2.2	1.6	W1.4	W1.5	0.6	0.7	0.3	0.3	W0.4	0.4	0.3	
30	NW	N	N	WS	W	E	NE	E	ESE0	SE	SSE	WN	W	WN	NW	WN	W	NNW	WNW	WNW	WNW	W	WS	WS	
	0.1	0.2	0.1	W0.4	0.3	0.4	0.8	0.9		1.5	1.8	W1.7	1.6	W1.5	1.3	W1.4	0.5	0.2		0.2			W0.5	W0.5	
31																									



T.C.
ÇEVRE,ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI
Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Yıl/Ay: 2022/10 İstasyon Adı/No: KONYA BÖLGE/17245

Saatlik Rüzgar Yönü ve Hızı (m+sn)																								
Gün	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	NW 0.3	S 0.4	NNW 0.3	NE 0.2	SSW 0.5	W 0.3	E .6	ENE 0.7	ESE1 .2	E 1.3	E 1.9	NNE 1.4	NE 1.9	NE 1.8	N 1.5	NW 1.7	NNW W0.9	NNW 1.1	NNW 0.6	WSW 0.3	SW 0.6	WS W0.5	NNW 0.6	NW 0.6
2	SSW0.5	SSW 0.8	W 0.5	N 0.3	NW 0.3	E 0.3	ESE0.6	SE 0.8	SE 1.1	E 1.0	ENE 0.9	W 1.5	SW 1.6	SW 1.9	SSW 2.0	SW 2.0	WS W1.6	WSW 1.0	NNW 1.6	NNW 1.5	NW 1.0	WS 1.5	WN W1.1	WN W1.1
3	SW 0.9	NE 0.6	SSW 0.6	NNW 0.6	N 0.9	N 1.5	NW 0.9	NNE 1.5	NE 1.9	NE 1.8	NE 1.6	NE 1.7	NE 1.6	E 1.3	E 1.3	E 1.2	E 1.0	ENE0.7	N 0.9	N 1.1	NNW 0.6	NNW 0.4	NE 0.3	N 0.2
4	NW 0.2	NW 0.3	WS W0.5	WS 0.5	SSW 0.7	SSE 1.4	S 1.7	S 1.7	SSE1.3	NE .3	NE 1.5	NE 1.4	ESE 1.4	ENE 1.3	ENE 1.3	E 1.6	N 1.1	NW 0.8	NNW 1.1	NNW 0.9	NW 1.0	NW W0.9	WS W0.8	WS W0.8
5	WNW 0.8	NW 0.6	SW 0.5	W 0.5	NW 0.5	WNW0.5	NW 0.6	ENE 0.9	NNE 1.6	0 2.0	NE 2.1	NE 2.1	NE 2.1	NNE 2.0	NNE 2.0	N 2.0	NN 1.7	N 1.6	N 1.8	N 1.8	NNW 1.3	NNW 1.2	N 2.3	N 2.1
6	N 2.4	N 2.6	N 2.3	NNE 2.0	N 2.1	N 1.6	N 1.7	NNE 2.2	NNE 2.2	NNE2.0	NNE 2.4	NNE 2.1	NNE 2.0	NE 1.8	N 2.2	N 2.3	NN W1.8	N 2.2	N 2.6	N 2.7	N 2.8	N 2.4	NNE 2.2	NNE 2.1
7	N 2.5	N 2.6	N 1.9	NNE 1.9	NNE 1.9	NNE 1.8	NNE 2.1	N 1.4	N 1.0	NW 1.0	NN W0.8	NE 1.7	NE 2.1	NE 1.9	NNE 2.0	NNE 1.6	N 1.5	WN W0.8	NNW 0.9	NNW 0.7	SW 0.7	ENE 0.8	N 0.5	N 0.5
8	SSE0.7	S 0.7	SSE0.5	S 0.4	SW 1.0	S 0.4	SSW 0.9	SW 1.1	SSW 1.3	SSE1.3	SSE 1.6	SSE1.4	SE 1.0	NNE 1.3	N 1.3	SW 1.0	SSW 0.9	NW 0.4	N 0.3	N 0.3	NW W0.3	WN W0.3	SSE0.6	SE 0.5
9	S 0.6	S 0.5	SW 0.5	SW 0.5	SE 0.6	SE 0.7	SSW 1.0	SSE 1.3	SE 1.2	SE 1.3	ESE 1.0	ESE .3	ESE 1.1	ESE 0.9	E 0.8	NNW 1.1	NNW 1.8	NNW 1.1	NNW 0.5	SSW0.7	SSW0.6	S 0.5	W 0.3	W0.3
10	N 0.2	SSW 0.2	SSE0.4	N 0.2	NNW 0.2	ENE 0.2	NNW 0.3	SSW 0.9	SSE1.1	ESE1.3	SSE 1.0	E 1.0	NE 1.2	NE 1.3	NE 1.2	NN 1.4	NNE 1.1	N 1.0	NNW 0.5	NNW 0.3	SW 0.4	SW 0.3	NW 0.3	NW 0.1
11	NNW 0.1	NNW 0.1	NNW 0.1	NW 0.1	WN W0.2	NW 0.1	WN W0.3	ENE 0.6	SE 1.0	ESE1.2	SE 2.1	SE 1.1	ESE 1.2	SE 1.1	ESE1.2	E 1.0	E 0.4	WN W0.3	W 0.2	NNW 0.3	NW 0.3	NNW 0.2	NW 0.2	WN W0.4
12	W 0.2	W 0.2	WN W0.2	NW 0.1	NNE 0.1	NE 0.1	SE 0.5	ENE 0.6	ESE0.6	E .9	S 1.1	SE 1.0	NE 1.0	NE 1.1	NE 0.9	N 1.1	N 0.9	NNW 0.9	NNW 1.1	NNW 0.9	NW 1.0	NNW 0.7	NNW 0.5	NNW 0.6
13	NNW 0.4	W 0.2	WS W0.3	SSW 0.3	N 0.1	NNE 0.1	S 0.5	ENE 1.0	NE 1.5	1.3	NNE 1.2	NE 1.8	NE 1.6	NE 1.5	NE 1.3	NE 1.3	NE 0.8	NNW 0.6	NNW 0.5	NNW 0.1	SW 0.2	NNW 0.1	WN W0.3	WN 0.1
14	W 0.3	WSW 0.1	NW 0.2	NNE 0.2	NNW 0.1	WS W0.3	W 0.3	SW 0.5	ESE0.9	ESE1.0	SSE 1.0	SE 1.4	ESE 1.2	ESE 0.8	ENE 0.6	E 0.4	W1.0	N 2.0	N 1.6	N 1.8	N 1.6	N 1.7	NNE 1.0	N 1.1
15	N 0.6	W 0.2	WS W0.3	C 0.0	NNW 0.1	WS W0.3	WSW0.2	S 0.6	SE 0.8	SE 1.1	SSE1.1	SE 1.0	SE 1.3	SE 1.0	SE 1.0	E 1.0	ENE 0.5	E 0.9	S 1.3	SSW1.0	S 0.5	NNW 0.4	NE 0.4	ENE 0.5
16	NNW 0.4	ENE0.7	ESE0.6	NNE 0.4	NNE 0.4	NNE 0.3	E 0.6	S 1.1	SSE0.9	SSE0.8	ESE 1.0	ESE1.6	ESE 1.7	ESE 1.4	SE 1.0	NNE 0.6	NNE 0.8	NE 1.0	N 0.9	N 1.0	N 0.8	NNE 0.7	NNE 1.3	NNE 1.3
17	N 1.1	N 0.8	N 0.7	N 0.6	N 0.9	N 1.6	N 1.8	N 1.9	N 2.3	N 1.9	N 1.8	N 2.0	N 2.4	N 2.3	N 2.0	N 2.0	N 2.0	N 2.3	N 2.7	N 2.6	N 2.0	N 2.4	N 2.0	N 1.8
18	N 1.4	NNE 1.3	N 2.0	N 2.3	N 2.3	N 1.8	N 2.4	N 2.6	N 2.1	N 2.6	NN W2.8	N 2.5	N 2.5	N 2.1	N 1.7	NNW 1.5	NW 0.9	NW 0.8	NW 0.7	NNW 0.7	NNW 0.9	N 0.9	N 0.7	N 0.6
19	SSE0.7	S 0.6	SSE0.7	NNW 0.4	N 0.5	SSW 0.6	SSW 0.6	S 1.0	SSE1.3	SSE1.0	ESE 1.1	SSE0.9	SE 1.4	SE 1.3	SE 1.1	S 1.2	SE 0.4	ENE0.2	SSE0.4	W 0.3	S 0.4	N 0.1	N 0.3	N 0.1
20	NNW 0.2	E 0.5	NNE 0.2	N 0.1	N 0.2	N 0.5	ENE0.5	ESE 0.8	SE 1.1	SE 1.4	ENE 1.8	NE 2.0	NE 1.3	NE 1.3	NE 1.5	NNE 1.3	NE 0.7	N 0.9	N 0.7	WSW0.4	W 0.4	WN W0.5	N 0.5	N 0.5

</



T.C.
ÇEVRE,ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI
Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Yıl/Ay: 2022/11 İstasyon Adı/No: KONYA BÖLGE/17245

Saatlik Rüzgar Yönü ve Hızı (m+sın)																								
Gü	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	NNW 0.3	WSW 0.2	N 0.1	WN W0.3	N 0.1	SSE0 .4	NE 0.4	SE 0.7	ESE1 .1	ENE1 .3	ENE 1.5	NE 1.6	NE 1.9	ENE 2.0	NE 1.6	NE 1.4	NE 1.0	N 0.8	NNW 0.4	WNW 0.3	SE 0.3	NNW 0.2	WS W0.4	WS W0.4
2	W 0.5	WSW 0.3	NNW 0.4	NNW 0.1	NNW 0.2	NW 0.3	SE 0.5	SE 1.0	SE 0.8	E 1.1	ESE 1.1	N 1.0	NE 1.1	ENE 1.2	NE 1.2	ENE1 .0	ENE 0.8	NNE 0.4	NW 0.4	W 0.4	WSW 0.6	WN W0.4	W 0.3	NW 0.1
3	SW 0.4	SW 0.4	NNW 0.2	NNE 0.1	NNE 0.1	SSE0 .4	SSE0 .4	SSE0 .7	ESE1 1.1	ENE1 1	E 1.0	ESE1 .0	ENE 1.0	E 1.0	S 0.7	SW 0.5	NN W0.4	NW 0.4	NW 0.3	WNW 0.2	WNW 0.3	NNW 0.3	N 0.2	C 0.0
4	NW 0.2	SSW 0.2	WN W0.2	SW 0.4	SW 0.2	N 0.1	ESE0 .3	E 0.7	E 0.8	E 0.9	ESE 1.1	E 1.1	ENE 1.0	SSE 0.8	SSE0 .7	SW 0.3	NW 0.2	NW 0.2	W 0.3	C 0.0	NNW 0.1	SE 0.2	N 0.3	N 0.1
5	NNE0 .2	SSE0 .3	SSE0 .5	NNE 0.1	NNE 0.1	N 0.1	E 0.5	E 0.7	E 0.8	E 0.9	ENE 1.1	E 1.0	SE 1.3	ESE 1.2	E 1.1	E 0.8	NNE 0.2	NW 0.3	NW 0.2	WNW 0.2	WNW 0.2	NW 0.1	S 0.3	S 0.2
6	NNW 0.2	SW 0.1	N 0.1	E 0.2	WS W0.2	NNW 0.1	NNE 0.4	ESE0 .7	ESE0 .7	SSE0 .8	SE 1.2	SE 1.4	SE 1.5	ESE 1.3	ENE 0.8	NNE 0.7	NE 0.4	NNE 0.4	ENE0 .5	S 0.5	NW 0.5	ESE0 .5	S 1.5	S 1.6
7	W 0.6	ENE0 .6	NW 0.3	NNW 0.1	SW 0.4	SSW 0.6	S 0.9	SSE0 .6	SSE1 .0	SE 1.1	ESE 0.9	SE 1.0	SE 0.9	N 0.7	NE 0.5	N 0.5	N 0.4	NW 0.8	NNW 0.8	NNW 0.7	NNW 0.8	W 0.4	NW 0.3	
8	W 0.7	WN W0.9	WN W0.5	NNW 0.8	N 0.9	NW 0.6	NW 0.5	N 1.6	N 1.9	NNE2 .0	N 2.1	NNE 2.2	NNE 2.0	NNE 1.6	NNE 1.6	NNE 1.8	NNE 2.0	N 1.8	N 1.0	N 0.8	N 0.7	NNE 1.0	NNE 0.9	
9	NNE1 .0	N 1.0	N 1.0	N 0.8	N 0.8	N 1.2	NNE 1.8	NNE 1.5	N 1.7	NNE1 .9	N 2.1	N 1.9	NNE 1.3	NNE 1.4	N 1.8	N 1.9	NN W1.3	NNW 1.1	NNW 0.5	NNW 1.0	NNW 0.6	WN W0.5	WN W0.6	NW 0.6
10	W 0.5	WN W0.3	NW 0.3	W 0.5	W 0.4	N 0.2	N 0.2	SE 0.6	E 1.2	ENE1 .9	NE 2.0	NE 1.6	NE 1.7	NE 1.7	NNE 1.5	NNE 1.3	NE 0.8	N 0.4	NW 0.3	WSW 0.3	WNW 0.3	WN W0.5	W 0.5	W 0.4
11	W 0.3	SW 0.2	C 0.0	W 0.2	NW 0.2	N 0.1	S 0.4	SSE0 .7	SE 0.8	SE 1.0	NW 0.9	ENE1 .0	E 1.3	ESE 1.2	E 1.3	ENE0 .9	NE 0.3	NNW 0.2	NNW 0.1	WSW 0.3	W 0.3	NNW 0.1	W 0.6	W 0.6
12	WNW 0.3	WN W0.4	SE 0.3	NNW 0.2	NNW 0.1	NNW 0.1	NNE 0.2	NNE 0.7	ENE 0.8	ESE1 .0	ENE 1.0	E 1.1	E 1.3	E 1.2	ENE 1.0	ENE0 .8	NNE 0.2	N 0.6	WNW 0.3	WNW 0.3	W 0.5	WS W0.4	WN 0.5	WN W0.6
13	N 0.4	NW 0.3	NNW 0.2	NNW 0.3	NNW 0.3	WN W0.3	SSE0 .5	SE 0.7	NE 1.0	NE 1.3	NE 1.6	ENE1 .8	NE 1.6	NNE 1.5	NNE 1.2	NNE 0.8	N 0.4	NNE 0.3	W 0.3	NW 0.2	W 0.4	W 0.6	WN W0.5	WN W0.5
14	W 0.4	SW 0.5	WS W0.4	W 0.4	WN W0.3	NNW 0.2	W 0.3	N 0.5	SE 1.0	ENE1 .3	NE 1.5	NE 1.7	NE 1.7	NE 1.8	NE 1.5	ENE1 .2	ENE1 0.7	SW 0.3	NNW 0.2	WNW 0.2	WSW 0.4	W 0.5	WN W0.4	WN W0.3
15	W 0.5	W 0.2	WN W0.4	NW 0.2	NW 0.2	NNW 0.1	SE 0.3	ESE0 .6	E 0.8	ESE1 .0	ESE 1.1	E 1.2	E 1.2	SE 1.2	SE 1.3	SE 0.6	N 0.1	NNW 0.2	NNW 0.2	W 0.2	NW 0.2	NNW 0.3	W 0.4	WN W0.3
16	NW 0.2	SE 0.4	S 0.3	NW 0.3	W 0.2	N 0.1	NNE 0.6	ENE 0.9	ESE0 .8	ESE1 .0	ESE 1.3	SE 1.4	SSE 1.3	SE 1.1	NW 0.6	NW 0.3	W 0.3	WN W0.3	SSE0 .4	SW 0.6	E 0.4	SW 0.8	SSW 0.5	S 0.5
17	SW 0.6	NNE 0.4	ESE0 .7	SSE0 .4	E 0.6	ESE0 .6	NNE 0.4	SE 0.7	ESE1 .8	ESE1 .1	E 1.2	ESE1 .2	SW 1.8	WS W1.6	WS W1.7	WSW 1.2	SSW 0.7	SSW 1.5	S 1.6	SSW 1.3	NNE0 .5	S 0.8	S 1.1	SSE1 .0
18	S 1.2	S 1.0	SE 0.7	NE 0.4	N 0.2	E 0.5	NE 0.5	SSW 0.7	W 0.5	SE 0.6	S 0.6	SSW 1.6	SSW 2.3	S 2.5	S 2.2	SSE1 .6	S 2.0	S 2.0	S 1.8	SSW 1.8	SE 1.1	SSE2 .2	WS W0.6	SW 0.8
19	SSW0 .4	S 1.7	S 1.4	SW 0.8	SE 0.6	SSE0 .6	ESE0 .5	NNE 0.8	SSE1 .6	SSE2 .0	SSE 1.8	SSW 1.2	SSE 1.4	SSE 1.3	SSE 0.9	SSW 0.9	WS W0.4	W 0.3	SW 0.4	S 0.5	WSW 0.4	SE 0.5	SSW 0.7	SSW 0.6
20	SW 0.6	ESE0 .5	ENE 0.8	ESE0 .7	ESE0 .6	ESE0 .6	NE 0.5	E 0.7	ENE 0.7	SE 1.0	SE 1.1	SE 1.4	SE 1.6	SE 1.6	ESE0 .9	NNW 0.9	NN W0.5	WN W0.6	NW 0.4	SSW 0.6	WSW 0.3	SSW 0.4	S 0.5	S 0.5
21	S 0.4	S 0.5	ESE0 .3	W 0.6	NNE 0.5	ENE0 .5	NE 0.4	S 0.6	SE 0.8	ENE0 .8	NE 0.5	S 1.3	SSE 1.6	SSE 1.2	SSE 0.3	N 0.4	S 0.5	ESE0 .7	S 2.2	SSE1 .4	SSW 0.8	NE 0.4	NE 0.5	NE 0.3
22	SSE0 .5	S 0.4	SSW 1.1	SW 0.6	W 0.6	SE 0.9	ENE0 .6	WS W1.4	SW 1.3	S 1.7	S 1.8	SSW 1.9	WN W1.4	WS W1.2	WS W0.9	NW 0.6	NW 0.5	WN W0.3	WSW 0.5	ESE0 .5	WSW 0.4	SW 0.4	SSW 0.4	SSW 0.4
23	S 0.5	SSW 0.2	N 0.1	SSE0 .4	SSW 0.4	SW 0.5	SE 0.9	S 0.5	SSE2 .5	SSE2 .2	S 2.9	SSE2 .9	SSE 2.9	S 2.5	SSE3 .0	S 1.8	S 1.2	SSE1 .3	SSE1 .1	E 0.5	ESE0 .8	ENE 0.6	ENE 0.6	
24	NNW 0.4	SE 1.0	S 1.0	SSW 0.7	SSW 0.6	SSE1 .1	SSW 0.9	SSW 0.8	SW 0.6	SSW 1.0	SW 0.7	S 1.2	N 1.7	SSW 1.4	SW 1.6	SSW 0.9	SW 0.9	SSW 0.8	SW 0.5	SSW 0.6	S 0.5	WN W0.5	W 0.8	W 0.8
25	W 0.5	NW 0.7	N 0.7	N 0.3	NNW 0.1	S 0.5	SE 0.5	E 0.8	ESE0 .8	S 0.9	NN W1.3	NN 1.1	NN W1.1	NW 1.1	N 1.1	N 2.1	NNE 2.2	N 1.9	NW 2.0	NNW 2.0	NNW 1.8	NNW 1.4	NNW 1.4	NNW 1.6
26	NW 1.2	NNW 1.5	NNW 1.3	NW 0.8	NW 1.4	NW 1.2	NNW 1.3	NNE 1.2	NE 1.3	ENE1 .2	NE 1.3	SSE1 .2	N 1.0	SE 1.1	SE 1.2	NNE 1.6	NNE 0.7	NNE 0.6	NW 0.5	NW 0.4	NW 0.2	NW 0.3	N 0.5	W 0.5
27	WNW 0.3	WSW 0.2	W 0.3	WN W0.2	WN W0.3	WN W0.3	WN W0.4	WN W0.6	NNW 0.6	SW 1.1	SSE 1.1	SE 1.1	S 1.1	E 1.1	SE 1.3	N 0.6	SSW 1.4	WN W0.2	C 0.0	NW 0.2	NNW 0.2	WN W0.1	W 0.5	W 0.4
28	WNW 0.3	NW 0.1	WN W0.3	SE 0.3	SE 0.7	SSW .3	SSW 0.3	SW 0.6	SE .9	SE 1.3	SE 1.2	SE .5	SE 1.1	SE 1.2	ESE0 .8	SSE0 .8	S 1.0	SSW 0.6	SSW 0.9	SSW 0.6	SE 0.5	SW 0.6	S 0.5	SE 0.5
29	S 0.5	SE 0.4	S 0.4	NNW 0.2	E 0.4	N 0.2	SSW 0.4	S 0.6	SE 0.7	ENE0 .7	NNE 0.8	SSE1 .0	SE 1.0	E 1.1	SE 1.1	ESE0 .6	WN W0.3	NNW 0.1	NW 0.3	NNW 0.2	NW 0.2	NW 0.1	SW 0.4	W 0.2
30	N 0.2	N 0.3	W 0.2	WS W0.2	S 0.3	NNW 0.1	NE 0.3	NNE 0.9	NNE 1.0	NE 1.0	E 1.0	SSE0 .9	SSE 0.7	ESE 0.9	E 1.0	E 0.6	NW 0.2	WSW 0.3	WNW 0.2	N 0.1	NNW 0.1	N 0.1	N 0.3	N 0.1
31																								



T.C.
ÇEVRE,ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI
Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Yıl/Ay: 2022/12 İstasyon Adı/No: KONYA BÖLGE/17245

Saatlik Rüzgar Yönü ve Hızı (m+sn)

Gü	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	W 0.2	SSE0 .3	S 0.3	ESE0 .4	E 0.6	WSW 0.5	WN W0.2	E 0.4	SSE0 .6	SE 0.8	SE 1.3	SE 1.6	SSE 1.3	SE 1.4	SE 1.1	WN W0.6	WS W0.9	E 0.4	SSW 0.5	SE 0.5	WNW 0.4	E 0.4	NNE 0.8	NNE 0.7
2	W 0.7	N 0.6	N 0.3	SW 0.5	E 0.5	SSE0 .4	SW 0.4	S 0.6	SW 0.8	S 0.9	SE 1.4	S 1.4	S 1.2	SSW 1.2	SSW 0.9	NW 0.7	N 0.5	NNW 0.1	WNW 0.5	WNW 0.4	WNW 0.4	SSE0 .5	WN W0.6	WN W0.7
3	NW 0.2	WSW 0.3	W 0.5	NNW 0.2	NW 0.5	NW 0.4	WN W0.4	SSE0 .7	SSW 0.8	SE 1.0	ENE 1.0	E 1.4	E 1.3	E 1.1	E 1.2	ENE1 .3	NNE 0.7	N 0.4	WNW 0.3	WNW 0.4	WNW 0.5	WN W0.6	W 0.8	W 0.8
4	W 0.7	W 0.5	WN W0.5	WN W0.4	W 0.8	W 0.8	W 0.5	NNW 0.4	NNE 0.9	NNE1 .3	NE 1.3	ENE1 .4	ENE 1.3	NE 1.3	ENE 1.3	NE 1.4	N 0.7	NNW 0.3	NNW 0.1	NNW 0.2	WNW 0.6	WN W0.4	WN W0.5	WN W0.4
5	W 0.3	SW 0.1	NW 0.3	NW 0.3	NW 0.3	WN W0.4	W 0.5	W 0.4	ENE 0.9	NE 1.5	ENE 1.6	NE 1.5	NE 1.2	NE 1.3	NE 1.1	NNE 1.0	N 1.0	N 1.0	N 1.0	N 1.0	N 0.9	S 0.9	S 0.5	SSW 0.4
6	SE 0.5	ESE0 .3	WN W0.4	SSW 0.4	SSE0 .6	SSE0 .5	S 0.4	SE 0.9	ESE0 .9	E 0.9	SSE 1.1	E 1.2	ESE 1.4	ESE 1.0	ESE1 .1	ESE0 .9	E 0.9	ENE0 .6	N 0.1	SSW 0.2	WSW 0.3	W 0.2	W 0.3	WN W0.2
Gü	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
7	W 0.4	WN W0.2	NNW 0.2	SSE0 .5	SSW 0.3	N 0.1	NE 0.3	ESE0 .6	ENE 0.8	SE 1.0	SE 1.2	S 1.0	SE 0.9	SE 1.0	SSE0 .6	NW 0.4	N 0.3	NNE 0.3	NE 0.2	SE 0.4	SE 0.3	NNE 0.2	SSW 0.5	SSE0 .4
8	SW 0.5	SSW 0.3	WS W0.2	NE 0.2	NW 0.3	E 0.3	W 0.5	S 0.4	WS W0.5	SE 1.2	SE 1.4	SE 1.2	SE 1.4	SE 1.2	WN W0.7	NW 0.6	WN W0.4	NNW 0.3	WNW 0.6	S 0.6	SSE0 .7	E 0.3	SW 0.6	WS W0.6
9	NW 0.3	WN W0.2	ESE0 .4	E 0.6	N 0.5	NE 0.4	NNE 0.5	NE 0.7	ESE0 .9	SE 0.9	ESE 1.1	ESE1 .4	E 1.2	E 0.9	ESE0 .7	ENE0 .4	N 0.3	W 0.5	W 0.2	W 0.3	W 0.3	NNW 0.2	N 0.4	N 0.1
10	NNE0 .2	SSW 0.1	ESE0 .3	SSE0 .5	NNE 0.2	E 0.3	SE 0.6	E 0.5	SE 0.8	ESE0 .7	SE 1.0	SE 0.9	SSE 1.0	SSE 0.9	S 0.8	SW 0.7	SE 0.5	SSE0 .5	NNE0 .4	SSE0 .5	S 0.4	E 0.3	SSE0 .5	SSE0 .5
11	S 0.7	SW 0.4	ESE0 .5	SE 0.5	ESE0 .4	NE 0.5	E 0.6	E 0.6	NNE 0.6	NNE0 .6	NNW 0.8	N 0.5	N 0.5	N 0.6	SSW 1.5	S 1.2	S 1.4	S 1.2	SSE1 .7	S 2.1	S 2.3	S 1.6	S 1.6	S 1.6
12	S 2.1	S 1.3	ESE0 .5	SSE1 .5	S 1.3	S 1.2	S 2.0	SSE1 .8	SSE2 .0	SSE1 .5	S 1.6	SSE1 .8	SSE 1.7	SSE 2.0	ESE1 .3	SSE0 .8	SSW 0.6	SSW 0.7	SW 0.5	S 0.6	S 0.8	S 0.9	S 0.7	S 0.7
13	SE 0.9	NW 0.5	SW 0.6	ESE0 .7	W 0.6	SSE0 .7	SW 0.7	E 0.8	SSE0 .8	SSE0 .9	SSE 1.7	SSE2 .1	S 1.7	SW 1.2	SSW 0.9	S 1.0	SSE 0.9	SSE0 .9	SSE1 .6	S 2.6	S 1.4	S 1.4	S 1.0	S 1.1
14	SSE0 .7	S 0.5	NW 0.3	NNE 0.4	NW 0.3	NW 0.4	W0.3	WN 0.5	ESE0 .7	SE 0.7	SE 0.9	W0.7	WS 0.6	WN W0.5	W 0.6	SE 0.6	N 0.5	NNW 0.5	N 0.4	N 0.3	SSW 0.3	SSW 0.5	S 0.5	S 0.5
15	NW 0.2	W 0.2	NNE 0.5	N 0.4	NNE 0.5	NNW 0.4	WSW 0.3	SSW 1.0	SE 1.3	S 1.3	S 1.5	SW 1.2	SW 1.2	WS W0.8	WSW 1.0	NW 0.6	WSW 0.7	SSW 0.5	S 0.6	NE 0.4	SSW 0.4	SSE0 .4	S 0.4	S 0.4
16	S 0.5	ESE0 .5	SW 0.4	NNE 0.4	NE 0.4	NE 0.3	SSW 0.4	SW 0.5	SE 0.7	E 1.0	ENE 1.2	ESE1 .0	E 1.0	E 0.8	NE 0.8	NN 0.6	NN 0.5	NW 0.2	W 0.3	WNW 0.3	W 0.4	NW 0.6	NW 0.3	NW 0.3
17	WNW 0.4	SSW 0.3	NNW 0.2	NE 0.1	SW 0.3	N 0.1	NNE 0.2	ESE0 .7	E 0.8	E 1.0	E 1.1	E 1.2	ESE 1.0	E 0.9	E 0.8	NE 0.5	N 0.4	N 0.3	SE 0.2	WNW 0.4	SSW0 .3	NNW 0.3	W 0.4	W 0.3
18	N 0.3	ENE0 .3	SSE0 .4	SSE0 .4	S 0.2	NNE 0.1	NE 0.2	SE 0.7	ESE0 .9	E 1.0	ENE 1.0	E 1.0	E 1.1	E 1.0	E 0.6	WN W0.2	WSW 0.4	WSW 0.2	SW 0.3	WNW 0.2	NNW 0.1	NNE 0.4	N 0.1	N 0.1
19	N 0.2	N 0.1	NE 0.2	NNE 0.2	ESE0 .6	E 0.6	SSW 0.6	SSW 0.9	WS W0.8	SW 0.8	S 1.2	SSW 1.5	S 1.3	S 1.5	SSW 1.2	SSW 0.9	SW 0.8	SW 0.9	SSE1 .2	WSW 0.6	NNE0 .4	W 0.6	N 2.0	N 1.8
20	NNE2 .5	NNE 2.4	NNE 2.8	NNE 2.9	NNE 2.6	NNE 2.8	NNE 2.5	NNE 3.1	NNE 2.7	NNE2 .7	N 2.7	N 2.4	NNE 2.3	NNE 2.5	NNE 2.2	NNE 2.9	NNE 2.7	NNE2 .5	NNE2 .6	NNE2 .1	NNE2 .1	NNE 1.9	NNE 1.8	NNE 1.8
21	NNE2 .0	N 1.6	N 1.8	N 1.7	NNE 1.7	NNE 1.7	NNE 1.7	N 1.9	NNE1 .6	NE 1.4	NE 1.4	ENE 1.6	NE 1.5	NE 1.2	ENE1 .0	ENE 1.0	E 0.8	SE 1.0	S 1.2	WSW 0.8	S 1.0	SSW 1.0	SSW 0.9	SSW 1.0
22	SW 0.8	SSW 1.1	SW 0.9	SSW 0.8	SSW 1.1	WSW 1.0	SSW 0.9	S 1.4	SSW 1.2	SSW 0.9	SSW 1.1	SSW 1.2	S 1.2	ESE1 .3	SSE1 .0	SSE 1.0	N 0.9	SSE1 .1	SSE1 .0	S 1.3	S 1.1	W 0.8	SSW 0.7	SSW 0.7
23	W 0.7	WSW 0.8	SW 0.7	W 0.5	WS W0.6	W 0.6	WSW 0.7	W 0.8	WS W0.8	S 1.1	SSE 1.0	SE 0.9	SE 1.0	SE 0.8	SE 1.1	SSW 0.9	SE 0.8	N 0.8	S 0.8	SSW0 .9	NW 0.7	NW 0.7	NW 0.7	NW 0.7
24	NW 0.6	SSE0 .8	SSE0 .8	SW 0.7	SSE0 .8	SSW 1.0	WSW 0.9	SSE1 .2	N 1.5	S 1.1	SSE1 .2	SSE 1.1	SSE 1.1	SSE 0.8	SE 0.9	SE 0.7	SE 1.0	SW 0.8	N 0.6	SSE0 .9	SSE0 .8	SE 1.0	SE 1.0	SE 1.0
25	SSE1 .0	SSE0 .9	SSE1 .0	SSW 0.7	SSE0 .6	E 0.6	E 0.8	SE 0.9	WS W0.6	NNE1 .0	ENE 0.9	ENE .9	NE 1.1	NE 1.6	ENE 1.3	E 1.2	E 1.0	E 0.6	ESE0 .8	ESE0 .7	S 0.7	SSW 0.8	SSW 0.8	SSW 0.8
26	WNW 0.6	N 1.2	NNW 1.6	NNW 1.9	N 2.2	N 1.9	N 2.1	NNW 2.5	NNW 2.3	NNW W1.9	NN 1.9	NNW 2.4	N 2.6	N 2.5	N 2.5	NNW 2.1	NNW 1.9	N 1.2	NNW 1.2	N 1.2	NW 0.6	NNW 0.6	NNW 0.6	NNW 0.6
Gü	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
27	E 0.5	SSE0 .3	SW 0.3	NNW 0.1	NNW 0.1	NW 0.2	W 0.4	WS W0.3	SW 0.6	S 1.5	SE 1.5	SE .5	SE 1.5	SE 1.5	SE 1.4	SSE1 .1	SSE 1.0	SSW 0.5	C 0.0	SE 0.3	SSW0 .4	NNW 0.1	N 0.5	N 0.3
28	NNE0 .5	N 0.3	SSW 0.6	SSE0 .5	ENE 0.5	NNW 0.4	SSE0 .5	E 0.5	ENE 0.9	E 1.1	SE 1.2	SE1 .1	ENE 1.4	ENE 1.2	ENE 1.4	ENE 1.0	ENE 0.9	NNW 0.3	NW 0.2	NW 0.4	WN W0.5	WN W0.5	WN W0.4	WN W0.4
29	NNW 0.2	W 0.2	WN W0.2	NNE 0.3	E 0.5	W 0.3	NNW 0.1	NNE 0.2	SE 0.8	ESE1 .0	E 1.1	ESE1 .2	ESE 1.0	ESE 1.0	ESE 1.0	ENE0 .8	NE 0.5	NW 0.3	WNW 0.4	NW 0.3	WNW 0.4	WN W0.3	C 0.0	C 0.0
30	C 0.0	SW 0.1	C 0.0	C 0.0	N 0.1	NE 0.2	ESE0 .3	SE 0.8	S 0.9	ESE1 .2	ESE 1.2	E 1.1	ESE 1.1	ESE 0.9	SE 0.6	SE 0.3	NNW 0.2	NW 0.2	W 0.3	NNW 0.1	NNW 0.1	N 0.2	N 0.1	N 0.1
31	NW 0.2	SSE0 .1	N 0.1	ESE0 .3	C 0.5	C 0.0	ENE0 .1	SE 0.3	SE 0.8	SE .1	ESE1 .1	E 1.1	E 1.1	E 1.2	E 1.1	ENE0 .9	NNE 0.6	NE 0.4	W 0.3	W 0.2	W 0.0	C 0.3	W 0.3	W 0.3

Yıl/Ay: 2023/1 İstasyon Adı/No: KONYA BÖLGE/17245

Saatlik Rüzgar Yönü ve Hızı (m+sın)																								
Gü	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	C 0.0	C 0.0	C 0.0	C 0.0	WN W0.5	C 0.0	SSE0.2	SE 0.9	E 1.1	NNE1.5	N 1.2	ENE1.8	NNE 2.3	E 1.3	NNE 1.3	ENE0.7	NE 0.2	SW 0.3	W 1.0	W 0.5	W 0.4	SSW 0.4	WN 0.5	WS W0.6
2	W 0.6	NW 0.5	W 0.4	WS W0.0	W 0.4	C 0.0	ENE0.1	N 1.2	NE 0.9	NE 1.2	ENE 1.1	E 1.3	NE 0.9	NE 0.8	ESE0.6	SE 0.6	WN W0.5	W 0.6	W 0.6	C 0.0	SW 0.3	C 0.0	C 0.0	N 0.6
3	C 0.0	C 0.0	SSW 0.0	W 0.0	C 0.0	C 0.0	C 0.7	SSW 0.7	ENE 0.8	E 1.3	ESE 1.0	NNE 1.4	E 1.2	S 1.1	E 0.6	ESE0.0	N 0.3	C 0.0	SSW 0.0	C 0.0	C 0.0	S 0.1	NE 0.4	C 0.0
4	C 0.0	C 0.0	C 0.1	S 0.0	SE 0.5	WSW 0.0	SE 0.4	SE 1.0	E 1.2	E 0.9	E 1.1	E 1.2	E 1.9	ESE 1.0	SE 0.9	SE 0.4	C 0.0	W 0.5	C 0.0	NE 0.4	SSE0.0	C 0.0	C 0.0	NNE 0.4
5	SW 0.3	C 0.0	C 0.0	C 0.0	SSE0.1	S 0.4	SE 0.8	SSW 0.5	SE 1.2	E 0.9	NNE 0.7	SW 0.5	S 1.0	ESE 0.7	SE 0.1	SE 1.1	SW 0.0	C 0.0	S 0.0	SE 0.5	ESE0.4	NW 0.3	SSW 0.1	S 0.5
6	NE 0.6	S 0.7	W 0.4	SE 0.7	S 0.4	NW 0.5	NE 0.2	E 0.5	SSW 0.5	NNE0.9	NE 1.7	NE 0.7	SE 1.4	ENE 0.6	NE 0.2	NNE 0.1	NNE 0.2	NNE 1.8	ENE1.8	N 0.9	NNE1.3	SE 0.5	W 0.5	S 0.4
7	S 0.0	S 1.2	SE 0.6	WN W0.5	SE 0.6	NNW 0.1	SW 0.7	SSW 0.8	SE 1.1	ESE1.7	ESE 1.8	NE 1.3	ENE 1.0	SE 1.2	SE 2.2	NNE 1.6	N 0.8	WNW 1.4	W 0.5	W 0.7	SSW 1.2	SSW 1.2	ESE0.8	SSE0.9
8	E 0.5	S 0.1	S 1.2	SSW 1.0	SE 1.1	SE 0.5	NE 0.7	SE 1.2	NNE 1.0	NNE0.5	SSW 0.8	SSE0.9	SSW 1.1	SE 1.6	ESE1.7	S 1.1	SE 1.3	E 1.0	ENE1.4	E 0.9	E 2.0	ESE1.0	ESE1.0	SSE0.9
9	W 1.8	WN W0.7	NW 0.9	WN W0.9	W 1.1	NW 0.5	WN 0.9	W 0.8	W 0.8	SW 0.8	S 1.9	S 1.4	ENE 1.0	ESE 1.6	ESE1.7	E 1.2	ESE 1.1	SSW 0.6	S 1.3	SSW 0.5	NW 0.3	WN W0.5	C 0.0	S 0.6
Gü	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
10	SE 0.8	NNW 0.3	S 0.5	NE 1.0	SE 0.5	NNE 0.8	WSW 0.8	E 1.1	ENE 0.6	SE 1.3	WN W0.6	S 1.5	SSE 1.1	ESE 0.6	NW 0.4	W 0.5	C 0.0	N 1.2	SSE0.5	ENE0.4	SE 0.4	S 1.0	C 0.0	S 0.4
11	N 0.6	C 0.0	SW 0.4	NNE 0.2	N 0.5	NNE 0.0	ENE0.3	NNW 0.3	ENE 0.7	SSE2.9	S 3.0	S 1.9	S 3.3	SE 1.8	SE 0.8	SE 3.1	WN W1.2	E 1.7	ESE4.0	ESE4.3	SSE2.7	SSE2.4	SE 2.9	
12	SSE3.4	SSW 2.0	ENE 1.9	SE 3.2	SE 2.1	SSE1.1	W 0.6	SW 1.0	S 1.8	SSE2.4	S 2.6	SSW 1.1	SSW 1.3	S 1.7	SW 1.1	SSW 0.7	W 0.6	SE 0.7	ESE0.8	SW 0.3	C 0.0	C 0.0	WS W0.1	C 0.0
13	C 0.0	C 0.0	C 0.0	C 0.0	C 0.0	SSW 0.0	SSW 0.0	SSE0.4	S 1.0	ESE1.0	NNE 1.0	SSE1.6	S 1.9	SSE 2.0	SE 1.2	SSW 2.0	S 0.9	SSE1.8	NNW 0.6	SE 0.7	WN 3.0	WN W0.4	S 0.0	SSW 0.3
14	WSW 0.4	C 0.0	C 0.0	C 0.0	C 0.0	C 0.0	C 0.9	W 0.6	S 0.3	SSE1.5	W 0.9	SSW 0.9	ENE 1.4	ESE 1.0	E 1.2	S 0.8	NNE 0.0	C 0.3	N 0.0	N 0.0	WSW 0.7	C 0.0	WN W0.7	E 0.6
15	SSW0.0	NW 0.0	C 0.0	WN W0.3	S 0.2	NW 0.3	NW 0.0	C 0.0	SE 0.7	SE 0.5	ESE 1.1	E 0.5	ESE 1.2	E 1.6	S 1.3	SE 0.8	C 0.0	SE 0.6	S 0.0	NNE0.2	SSE0.5	N 0.4	W 0.2	C 0.0
16	C 0.0	C 0.0	SSW 0.5	WS W0.0	ENE 0.3	NW 0.6	W 0.5	E 0.7	S 1.0	NE 1.0	NNE 0.6	NE 1.2	ENE 1.3	E 1.4	ESE0.6	SE 1.1	C 0.0	WSW 0.2	SSW 0.5	C 0.0	C 0.0	SSW 0.3	SE 0.5	ENE 0.3
17	NW 0.5	WN W0.6	NW 0.6	ESE0.6	E 0.4	NW 0.5	NE 0.6	ENE 0.4	SSE1.6	SSE1.3	SE 1.8	ESE2.3	SSW 1.3	SSW 1.6	S 2.6	S 0.7	ENE 1.4	S 1.0	S 1.5	SSW 4.0	SE 1.0	SSW 1.0	WS W0.2	
18	ESE1.4	SSE0.4	SSE0.6	C 0.0	SSE0.5	NNE 0.9	NNE 0.9	NE 1.3	S 2.3	SSW 2.0	SSW 3.4	S 1.2	WS W1.0	WS W1.6	E 0.8	NW 0.8	NW 0.4	NNW 0.6		S 1.2	SSW 1.3	W 1.1	W 2.0	
19	S 1.5	NW 1.0	E 1.4	E 1.1	NNE 1.0	N 0.5	N 0.8	NE 1.3	NE 0.9	ENE0.9	SSE 1.4	ESE0.9	E 0.8	SE 1.3	SW 0.3	NW 0.0	NNW 0.5	NNE0.6	SSW 1.3	SSW 0.1	SSW 0.3	W 0.4	ESE0.1	
20	S 0.7	SSW 0.1	C 0.0	C 0.0	E 0.1	W 0.7	SE 0.2	SE 0.8	SE 0.9	ENE1.3	E 1.2	E 2.2	E 1.9	ESE 0.7	SE 1.8	SSW 0.9	W0.5	ENE1.5	NNW 0.5	S 1.8	SSW 0.6	S 1.0	SSW 0.8	SW 0.6
21	NNE0.0	SE 0.6	NW 0.4	NE 0.5	NE 0.4	NNE 0.2	E 0.6	E 0.6	E 0.6	NNW 0.5	S 1.2	E 0.9	E 0.9	ESE 0.6	SE 1.8	SE 0.9	C 0.4	C 0.0	C 0.0	C 0.0	NE 0.5	W 0.8	N 0.4	
22	ESE0.7		WN W0.0	S 0.4	C 0.0	C 0.0	SSE0.1	NE 0.6	NNE 0.6	N 1.1	S 0.8	SE 1.3	SE 1.3	ESE 1.0	NW 0.9	NE 0.4	C 0.0	WN W0.3	WNW 0.0	C 0.0	W 0.4	WS W0.4	SSW 0.0	NW 0.3
23	NW 0.5	WN W0.2	C 0.0	NW 0.4	E 0.4	E 0.1	SE 0.8	ESE0.3	SSW 0.8	ENE1.2	ENE 0.8	ESE1.8	E 2.2	NNE 1.3	NE 1.1	E 0.6	ENE 0.3	SSW 0.3	SSW 0.3	C 0.0	C 0.0	C 0.0	NW 0.4	NW 0.4
24	WNW 0.5	W 0.3	NE 0.2	S 0.6	C 0.0	SW 0.0	SE 0.3	SE 0.7	SSW 0.7	ENE1.8	ENE 2.2	WSW 0.8	N 1.0	E 1.4	E 0.8	E 1.1	C 0.0	C 0.4	SSW 0.5	SW 0.1	W 0.7	W 0.6	WN W0.2	C 0.0
25	WNW 0.8	WN W0.3	C 0.0	C 0.0	C 0.0	NNE 0.4	NNE 0.8	ESE1.0	E 2.0	ESE2.0	E 1.8	E 2.8	E 2.6	E 2.7	C 1.6	NE 2.0	NW 1.1	NNE 0.8	C 0.0	SSW 0.3	SSW0.6	C 0.0	SSW 0.6	C 0.0
26																								
27																								
28																								
29																								
30																								
31																								

LEPIDUM SATIVUM										LEPIDUM SATIVUM									
Seed Charge:																			
Date:										10.03.2023									
Name:										Ali ÇANKAYA									
Sample Name:										8 mL yerli filtre kağıdı 6,25- 12,5-25-50-100 mg/l									
Control:										8 mL seralpur n=3									
KONTROLLEN																			
Control 1																			
Root length																			
Hypokotyl length																			
Control 2																			
Root length																			
Hypokotyl length																			
Control 3 (filtre)																			
Root length																			
Hypokotyl length																			
Control 4																			
Root length																			
Hypokotyl length																			
Control 5																			
Root length																			
Hypokotyl length																			
Control 6																			
Root length																			
Hypokotyl length																			
Mean Root Length																			
Mean Hypokotyl Length																			
6.25																			
Sample 1																			
Root length																			
Hypokotyl length																			
Sample 2																			
Root length																			
Hypokotyl length																			
Sample 3																			
Root length																			
Hypokotyl length																			
Mean Root Length																			
Mean Hypokotyl Length																			
12.5																			
Sample 1																			
Root length																			
Hypokotyl length																			
Sample 2																			
Root length																			
Hypokotyl length																			
Sample 3																			
Root length																			
Hypokotyl length																			
Mean Root Length																			
Mean Hypokotyl Length																			
25																			
Sample 1																			
Root length																			
Hypokotyl length																			
Sample 2																			
Root length																			
Hypokotyl length																			
Sample 3																			
Root length																			
Hypokotyl length																			
Mean Root Length																			
Mean Hypokotyl Length																			
50																			
Sample 1																			
Root length																			
Hypokotyl length																			
Sample 2																			
Root length																			
Hypokotyl length																			
Sample 3																			
Root length																			
Hypokotyl length																			
Mean Root Length																			
Mean Hypokotyl Length																			

	50,0%																							
<i>Sample 1</i>																								
Root length	5,0	4,2	8,2	6,1	6,6	4,9	5,5	6,2	6,0	5,9	6,2	6,5	6,7	6,1	5,6	4,6	5,7	4,2	4,5	5,4	5,71	0,95	16,66	
Hypokotyl length	4,4	4,5	4,7	4,6	3,2	3,2	3,7	2,9	4,3	2,6	4,3	4,2	4,6	4,9	3,2	2,6	3,8	3,9	4,1	2,2	3,80	0,78	20,62	
<i>Sample 2</i>																								
Root length	5,7	5,7	6,0	4,2	5,9	5,1	6,6	6,2	5,9	5,2	5,6	6,1	5,9	6,4	7,0	5,6	5,0	6,7	5,6	5,3	5,79	0,63	10,94	
Hypokotyl length	2,9	3,0	4,2	3,2	3,6	4,1	3,7	3,1	3,2	3,6	3,6	4,0	2,5	3,5	3,2	3,1	3,9	4,5	3,3	3,5	3,49	0,48	13,71	
<i>Sample 3</i>																								
Root length	6,7	7,2	5,9	5,2	5,0	6,0	4,7	7,2	5,3	6,4	6,7	5,2	5,9	5,9	5,2	5,5	4,5	6,4	7,6	5,2	5,89	0,86	14,59	
Hypokotyl length	4,4	3,8	4,6	4,8	3,0	3,0	2,8	3,7	3,8	5,1	3,6	4,0	3,6	3,6	2,7	3,6	3,5	3,7	5,0	3,1	3,77	0,69	18,19	
					S1	S2	S3																	
Mean Root Length					5,71	5,79	5,89														5,79			2,31
Mean Hypokotyl Length					3,80	3,49	3,77														3,68			-23,46
	100%																							
<i>Sample 1</i>																					MW [cm]	STD DEV [cm]	VAR KOE	Inhibition [%]
Root length	5,5	4,5	7,7	7,4	4,9	6,5	5,9	6,7	4,8	5,8	5,9	5,7	5,5	6,8	5,3	4,5	6,1	4,6	4,2	6,8	5,76	0,98	17,01	
Hypokotyl length	4,0	5,0	4,0	4,1	3,5	3,7	3,6	3,9	3,6	2,9	3,6	3,5	3,7	3,7	2,8	2,6	3,0	3,1	3,6	2,8	3,54	0,55	15,45	
<i>Sample 2</i>																								
Root length	6,4	6,3	5,3	5,5	5,1	6,2	5,5	6,3	5,5	5,2	8,4	6,3	5,6	5,7	6,7	4,0	5,4	6,0	7,0	2,8	5,76	1,10	19,06	
Hypokotyl length	4,4	3,0	4,2	3,4	4,7	4,7	4,0	3,3	3,9	3,8	3,5	4,4	3,6	5,2	4,2	3,2	2,7	4,3	2,7	2,7	3,80	0,71	18,72	
<i>Sample 3</i>																								
Root length	6,2	8,0	6,4	6,0	6,2	5,2	7,4	5,5	4,9	6,6	5,7	6,6	5,8	6,5	6,6	5,9	4,2	4,5	4,0	4,1	5,82	1,05	18,11	
Hypokotyl length	5,1	3,6	3,9	4,5	4,3	4,7	5,0	3,9	3,9	3,6	4,5	3,8	3,9	3,8	4,3	3,2	2,8	2,9	3,6	2,3	3,88	0,70	18,11	
					S1	S2	S3																	
Mean Root Length					5,76	5,76	5,82														5,78			2,56
Mean Hypokotyl Length					3,54	3,80	3,88														3,74			-25,25

3.TSP Kampüs Organik

[illegible]

	50,0%																							
Sample 1																								
Root length	7,1	7,8	7,2	8,0	6,2	7,1	6,2	7,6	7,2	7,5	7,2	7,4	7,1	6,2	7,5	6,3	6,4	6,6	6,3	6,1	6,95	0,59	8,51	
Hypokotyl length	4,2	3,7	3,1	3,5	3,5	3,2	3,2	4,0	4,2	4,1	3,5	4,1	3,5	4,0	3,7	3,2	3,4	3,7	3,3	2,8	3,60	0,39	10,97	
Sample 2																								
Root length	9,6	6,3	6,1	8,3	6,0	6,1	7,2	6,7	7,2	7,1	8,1	6,2	7,0	8,0	7,2	7,1	6,5	6,5	5,9	5,0	6,91	1,00	14,54	
Hypokotyl length	4,5	3,2	3,7	3,5	3,3	3,6	3,6	4,1	3,1	4,0	3,9	3,2	3,9	4,7	4,2	3,1	3,5	2,9	4,2	3,1	3,67	0,50	13,54	
Sample 3																								
Root length	7,9	8,3	7,6	7,4	8,1	6,9	6,3	5,2	7,1	5,2	6,9	6,7	5,3	7,1	9,0	6,6	7,0	6,7	6,0	7,6	6,95	0,99	14,32	
Hypokotyl length	3,5	3,9	3,3	3,9	3,9	4,1	3,6	3,6	3,1	3,0	3,9	3,0	3,0	4,1	3,7	3,1	4,3	3,1	3,7	4,0	3,59	0,42	11,58	
					S1	S2	S3																	
Mean Root Length					6,95	6,91	6,95														6,93			2,44
Mean Hypokotyl Length					3,60	3,67	3,59														3,62			-10,77
	100%																							
Sample 1																					MW [cm]	STD DEV [cm]	VAR KOE	Inhibition [%]
Root length	6,0	7,2	5,6	6,6	6,4	6,9	7,2	8,0	8,3	7,6	7,1	7,5	5,8	6,5	6,0	4,6	6,2	4,4	7,2	4,8	6,50	1,06	16,33	
Hypokotyl length	3,8	4,5	3,0	4,3	3,6	3,1	4,8	4,8	3,9	4,3	4,0	4,0	3,3	4,0	3,6	3,8	3,2	3,7	4,6	3,1	3,87	0,55	14,13	
Sample 2																								
Root length	7,5	6,9	7,3	4,9	7,0	7,3	5,1	5,2	7,5	6,0	6,8	7,8	5,6	7,4	6,4	7,9	8,3	4,6	5,6	6,9	6,60	1,08	16,30	
Hypokotyl length	4,8	4,5	4,9	4,3	2,6	4,6	3,1	4,1	3,7	3,1	4,4	4,7	2,6	4,1	3,9	3,6	4,5	3,1	2,8	4,5	3,90	0,75	19,17	
Sample 3																								
Root length	9,6	6,8	7,9	6,6	6,1	5,7	6,9	5,1	7,6	6,7	5,9	6,2	6,6	3,9	5,5	8,0	7,0	4,6	6,6	5,5	6,44	1,25	19,37	
Hypokotyl length	4,2	4,5	3,2	4,1	3,1	4,3	3,8	3,1	4,0	4,2	4,0	4,2	3,8	3,7	3,8	3,9	3,9	2,9	2,5	3,7	3,75	0,51	13,63	
					S1	S2	S3																	
Mean Root Length					6,50	6,60	6,44														6,51			8,37
Mean Hypokotyl Length					3,87	3,90	3,75														3,84			-17,51

4.Köyiçi Organik

LEPIDIDIUM SATIVUM																									
Seed Charge:																									
Date:	17.04.2023																								
Name:																									
Sample Name:	Köyiçi organik																								
Control:																									
KONTROLLEN																									
Control 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	MV [cm]	STD DEV [cm]	VAR KOE		
Root length	6,0	6,1	6,5	6,4	6,5	5,9	6,6	5,9	6,7	6,2	5,1	6,3	6,0	5,5	4,9	6,7	5,4	4,9	6,1	4,9	5,93	0,60	10,06		
Hypokotyl length	2,3	3,4	2,3	2,8	3,2	3,1	3,4	2,8	3,0	3,1	2,0	2,4	3,0	2,0	2,5	2,7	2,9	3,1	2,1	2,3	2,72	0,44	16,22		
Control 2																									
Root length	7,0	6,0	6,3	7,3	6,9	6,6	7,2	6,7	6,2	5,5	7,0	6,1	5,9	6,0	5,9	5,8	5,4	5,5	5,5	6,0	6,24	0,59	9,45		
Hypokotyl length	2,6	3,0	2,9	2,2	2,8	2,1	3,3	3,0	2,9	3,1	3,2	3,3	2,4	2,7	2,7	2,8	2,2	2,4	2,6	2,4	2,73	0,36	13,06		
Control 3																									
Root length	6,0	9,0	6,4	7,6	8,5	6,5	6,3	6,3	5,5	5,8	6,8	6,2	6,5	6,9	6,2	6,4	6,0	5,3	4,8	5,4	6,42	0,98	15,34		
Hypokotyl length	3,2	3,1	2,8	1,4	3,1	3,3	3,3	2,9	2,5	3,4	2,2	3,5	3,5	3,3	2,9	3,6	2,8	2,8	2,0	2,1	2,89	0,57	19,74		
Control 4																									
Root length	6,4	7,5	6,6	6,3	5,8	7,4	7,7	7,2	7,5	6,8	7,3	5,7	6,0	7,1	6,0	7,6	6,7	7,7	6,8	6,4	6,83	0,64	9,38		
Hypokotyl length	2,6	2,9	3,1	3,3	2,5	3,4	2,9	3,0	3,4	3,6	2,8	3,3	3,0	2,9	2,9	3,3	3,4	3,0	2,7	2,9	3,0	0,3	9,5		
Control 5																									
Root length	7,0	7,5	5,7	6,4	7,7	6,9	6,4	5,0	5,3	6,6	7,5	6,1	6,0	7,8	4,8	5,2	6,0	6,6	6,5	5,0	6,3	0,9	14,5		
Hypokotyl length	2,8	4,0	3,2	2,6	3,4	2,9	3,6	3,8	3,1	2,9	3,3	3,6	2,9	3,2	2,6	3,3	2,6	3,3	3,7	1,9	3,1	0,5	15,6		
Control 6																									
Root length	7,4	6,2	7,0	6,7	6,7	6,9	5,9	5,1	5,0	5,6	5,9	5,6	6,0	7,0	7,7	5,5	6,3	6,1	5,4	5,3	6,2	0,8	12,3		
Hypokotyl length	3,5	2,7	2,8	2,6	3,2	2,8	1,8	3,4	2,8	3,9	3,1	2,9	2,8	2,6	3,0	2,4	2,6	3,1	2,5	2,1	2,8	0,5	16,4		
				C1	C2	C3	C4	C5	C6																
Mean Root Length				5,93	6,24	6,42	6,83	6,30	6,17												6,31				
Mean Hypokotyl Length				2,72	2,73	2,89	3,05	3,14	2,83												2,89				
6.25%																									
Sample 1																					MW [cm]	STD DEV [cm]	VAR KOE	Inhibition [%]	
Root length	5,8	7,1	7,0	6,6	6,6	5,3	7,1	6,0	5,8	6,9	6,2	5,7	6,5	7,0	5,1	6,0	5,5	5,5	4,5	4,3	6,03	0,82	13,55		
Hypokotyl length	2,7	3,5	2,8	3,7	2,9	2,6	3,3	1,9	3,4	2,8	2,8	2,9	2,9	3,3	3,3	2,4	2,6	2,4	2,0	2,9	2,86	0,46	16,15		
Sample 2																									
Root length	7,2	6,1	5,9	6,5	5,7	6,8	5,9	5,3	7,1	6,1	7,4	5,9	7,2	7,0	4,7	6,4	7,0	6,9	6,7	6,9	6,44	0,70	10,85		
Hypokotyl length	3,0	3,3	2,8	3,3	3,4	3,2	3,5	2,7	2,9	3,4	2,4	3,3	3,6	3,6	3,2	3,2	3,1	3,4	2,5	3,7	3,18	0,35	11,09		
Sample 3																									
Root length	5,5	6,4	6,2	5,5	4,3	6,2	7,0	6,5	5,8	5,3	7,2	5,7	6,2	5,7	5,1	5,6	6,5	7,1	6,2	5,5	5,98	0,70	11,70		
Hypokotyl length	3,0	3,3	2,4	3,3	3,1	3,4	2,8	3,5	3,3	2,8	3,3	2,9	3,4	2,7	3,3	2,8	3,5	3,6	2,8	2,2	3,07	0,37	12,19		
				S1	S2	S3																			
Mean Root Length				6,03	6,44	5,98															6,15			2,67	
Mean Hypokotyl Length				2,86	3,18	3,07															3,03			-4,93	
12,5																									
Sample 1																									
Root length	6,3	6,1	7,1	5,8	7,1	6,1	5,5	4,1	6,1	6,4	5,4	4,7	5,2	5,5	6,1	6,1	6,5	6,7	5,3	6,1	5,9	0,7	12,3		
Hypokotyl length	3,8	3,5	3,6	3,7	4,0	3,7	2,6	3,6	3,4	3,5	2,9	3,6	2,9	3,8	2,7	2,7	3,4	3,6	3,0	2,7	3,34	0,43	12,94		
Sample 2																									
Root length	5,8	5,8	6,2	5,5	5,2	6,1	5,0	5,4	5,8	6,1	6,0	5,8	6,1	5,5	6,1	5,2	6,1	6,1	5,3	6,1	5,76	0,37	6,44		
Hypokotyl length	3,0	3,0	2,8	2,6	3,1	2,7	2,8	3,4	3,1	2,7	3,1	3,3	2,7	2,9	2,7	3,2	2,7	2,7	2,6	2,7	2,89	0,24	8,18		
Sample 3																									
Root length	5,5	7,3	6,9	6,1	7,2	5,8	5,2	7,3	5,7	6,5	6,6	6,4	6,1	6,1	5,3	7,1	5,8	7,0	7,2	6,0	6,4	0,7	10,6		
Hypokotyl length	2,9	3,3	2,9	2,6	3,3	2,8	3,9	3,4	2,5	3,3	2,8	3,1	2,3	3,6	3,5	3,7	3,2	3,0	2,5	2,7	3,07	0,43	13,93		
				S1	S2	S3																			
Mean Root Length				5,91	5,76	6,36															6,01			4,83	
Mean Hypokotyl Length				3,34	2,89	3,07															3,10			-7,12	
25%																									
Sample 1																					MW [cm]	STD DEV [cm]	VAR KOE	Inhibition [%]	
Root length	6,4	7,3	6,5	5,4	6,0	5,8	5,6	6,2	6,3	6,8	7,2	6,0	6,3	7,8	6,4	6,9	6,6	5,8	6,3	5,0	6,33	0,65	10,29		
Hypokotyl length	2,8	3,2	3,2	3,3	3,4	3,2	2,9	3,1	3,8	3,8	3,2	3,3	3,0	3,8	3,4	3,6	2,7	3,1	3,6	3,1	3,28	0,31	9,55		
Sample 2																									
Root length	6,9	5,6	5,8	5,0	6,3	7,4	5,1	5,3	6,4	6,7	6,9	7,8	7,9	5,8	5,6	4,9	5,3	5,4	5,8	5,3	6,06	0,91	14,94		
Hypokotyl length	3,7	3,1	3,2	3,2	3,3	3,0	2,9	3,4	3,6	3,2	3,4	3,8	3,7	2,9	3,0	2,3	3,3	1,5	2,8	3,0	3,12	0,51	16,28		
Sample 3																									
Root length	5,9	6,3	3,9	6,4	4,6	4,6	6,6	6,8	5,5	3,0	4,1	5,5	5,6	6,0	6,1	4,5	5,6	4,6	5,3	4,1	5,25	1,00	19,09		
Hypokotyl length	3,1	3,0	3,2	3,3	2,5	3,3	3,4	3,8	3,8	3,2	2,9	2,9	3,4	2,6	3,3	3,2	3,5	3,2	3,7	2,0	3,17	0,43	13,53		
				S1	S2	S3																			
Mean Root Length				6,33	6,06	5,25															5,88			6,86	
Mean Hypokotyl Length				3,28	3,12	3,17															3,19			-10,18	

5.Köyiçi toz İnorganik

LEPIDIDIUM SATIVUM																								
Seed Charge:																								
Date:	7.04.2023																							
Name:	Ali ÇANKAYA																							
Sample Name:	Köy İçi İnorganik																							
Control:	6																							
KONTROLLEN																								
Control 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	MV [cm]	STD DEV [cm]	VAR KOE	
Root length	4,0	3,3	5,0	3,7	5,1	5,2	3,8	4,7	4,6	3,1	4,0	4,5	3,1	4,6	3,1	4,1	5,0	3,3	4,0	3,3	4,08	0,71	17,38	
Hypokotyl length	3,3	3,2	2,6	2,8	2,3	3,0	3,1	3,4	2,6	1,5	2,9	2,7	2,2	3,1	3,0	3,2	2,3	2,6	2,9	3,5	2,81	0,47	16,65	
Control 2																								
Root length	5,3	5,0	4,9	4,5	4,6	4,3	7,1	4,9	5,4	6,2	5,3	6,4	5,3	6,3	4,5	6,1	4,8	6,2	4,3	5,3	5,34	0,78	14,59	
Hypokotyl length	2,0	3,0	2,8	2,3	2,1	2,1	3,1	2,9	2,6	2,6	2,8	2,6	1,9	2,9	3,1	2,6	2,5	2,4	3,5	3,2	2,65	0,42	15,85	
Control 3																								
Root length	5,1	6,5	6,1	6,9	5,3	4,9	5,0	5,9	4,7	6,2	6,2	4,7	5,0	4,6	5,7	5,0	5,3	6,1	5,0	4,4	5,43	0,70	12,80	
Hypokotyl length	2,8	3,1	3,5	3,1	3,7	2,7	2,6	3,0	1,6	3,1	2,9	3,5	3,7	3,3	3,6	2,4	3,5	2,8	3,7	2,6	3,06	0,52	17,06	
Control 4																								
Root length	4,6	4,8	4,7	5,2	6,8	5,0	4,9	5,6	7,7	4,2	5,0	5,0	6,1	3,8	5,6	4,4	3,6	4,6	5,4	3,7	5,04	0,98	19,45	
Hypokotyl length	2,9	2,9	2,5	2,8	2,9	2,5	2,7	2,6	3,2	2,7	2,9	3,4	3,0	3,0	3,2	3,0	2,2	3,2	2,3	2,9	2,8	0,3	10,6	
Control 5																								
Root length	5,3	4,3	4,7	5,8	3,9	5,3	5,8	3,3	3,6	4,2	5,3	4,6	4,0	3,7	4,3	3,5	5,1	2,5	1,7	2,6	4,2	1,1	26,1	
Hypokotyl length	3,5	2,8	3,6	3,1	3,8	3,6	2,1	2,3	2,0	3,3	3,5	3,2	2,6	3,3	2,7	2,9	2,1	2,6	2,2	3,2	2,9	0,6	19,1	
Control 6																								
Root length	5,1	5,5	4,7	4,9	6,3	4,1	5,3	6,8	5,6	4,7	4,7	5,3	4,7	5,2	4,6	4,0	5,5	5,4	3,8	4,5	5,0	0,7	14,2	
Hypokotyl length	3,3	2,9	3,2	2,7	3,3	2,5	3,2	3,6	2,5	3,1	2,2	2,7	3,3	2,6	2,7	3,2	3,1	2,6	2,8	2,6	2,9	0,4	12,2	
				C1	C2	C3	C4	C5	C6															
Mean Root Length				4,08	5,34	5,43	5,04	4,18	5,04												4,85			
Mean Hypokotyl Length				2,81	2,65	3,06	2,84	2,92	2,91												2,86			
6.25%																								
Sample 1																					MW [cm]	STD DEV [cm]	VAR KOE	Inhibition [%]
Root length	5,7	4,0	5,4	4,3	4,4	6,3	4,2	4,7	4,7	4,5	5,6	4,7	4,5	4,4	4,1	5,8	5,1	4,4	4,0	4,8	4,78	0,64	13,41	
Hypokotyl length	2,7	2,9	3,3	2,9	2,6	2,9	2,6	3,0	2,4	3,1	2,6	2,9	2,7	3,2	2,8	2,7	3,0	3,0	3,8	3,0	2,91	0,30	10,30	
Sample 2																								
Root length	4,9	4,7	4,8	4,7	4,0	4,7	4,1	5,3	4,7	4,7	5,1	4,7	4,1	4,5	5,2	4,0	4,7	4,7	4,5	4,9	4,65	0,36	7,74	
Hypokotyl length	2,7	3,3	2,7	2,3	2,8	2,8	3,1	2,4	3,2	2,8	3,2	2,8	3,0	3,5	3,0	2,7	2,8	2,8	3,6	3,9	2,97	0,38	12,91	
Sample 3																								
Root length	6,3	3,6	3,7	6,2	6,0	3,9	4,1	6,2	4,7	4,1	5,3	3,6	5,0	5,6	5,3	4,8	4,3	4,7	4,7	4,7	4,84	0,86	17,85	
Hypokotyl length	3,7	3,3	2,5	3,9	3,1	2,7	3,7	4,2	3,4	3,1	3,0	3,3	2,5	3,3	3,3	3,6	2,7	2,5	2,8	2,8	3,17	0,48	15,07	
				S1	S2	S3																		
Mean Root Length				4,78	4,65	4,84															4,76			1,87
Mean Hypokotyl Length				2,91	2,97	3,17															3,02			-5,27
12,5																								
Sample 1																								
Root length	4,4	5,8	5,1	4,8	4,5	4,2	5,2	4,1	6,0	3,8	5,1	4,3	6,1	4,5	4,8	4,0	4,5	4,6	4,6	4,6	4,8	0,6	13,1	
Hypokotyl length	3,5	2,8	3,3	3,0	2,5	3,2	2,3	3,7	3,0	3,6	3,3	2,7	3,3	2,9	2,8	2,7	2,8	3,4	3,3	3,0	3,06	0,36	11,91	
Sample 2																								
Root length	5,5	4,9	4,0	5,4	3,9	4,9	5,7	4,3	4,3	5,2	4,2	5,2	4,4	4,3	4,0	4,7	4,8	4,4	4,0	3,7	4,59	0,57	12,42	
Hypokotyl length	3,3	3,8	2,2	2,9	2,8	3,5	2,6	3,3	3,4	3,2	2,8	3,5	2,7	3,5	3,7	2,4	2,5	3,5	2,2	2,1	3,00	0,53	17,59	
Sample 3																								
Root length	5,0	4,5	4,5	5,3	5,3	5,1	4,9	4,6	5,1	4,3	4,5	5,0	5,5	4,8	4,9	5,6	4,6	5,0	4,4	5,1	4,9	0,4	7,4	
Hypokotyl length	3,7	3,8	3,0	3,5	3,1	2,9	3,1	2,8	2,7	3,1	3,0	2,3	2,6	3,3	3,0	3,8	3,7	2,9	3,2	3,2	3,14	0,40	12,65	
				S1	S2	S3																		
Mean Root Length				4,75	4,59	4,90															4,75			2,08
Mean Hypokotyl Length				3,06	3,00	3,14															3,06			-6,90
25%																								
Sample 1																					MW [cm]	STD DEV [cm]	VAR KOE	Inhibition [%]
Root length	4,9	3,1	5,8	3,3	5,0	5,2	4,7	5,2	4,1	4,0	4,6	3,8	4,3	3,1	5,0	4,0	4,5	4,0	3,5	4,7	4,34	0,73	16,86	
Hypokotyl length	3,4	4,4	3,8	3,4	1,8	3,2	3,4	3,3	3,4	2,5	3,2	2,7	3,3	2,4	2,4	3,2	3,4	1,9	3,2	3,0	3,07	0,61	19,80	
Sample 2																								
Root length	4,8	4,0	5,0	5,0	4,2	5,0	5,0	5,5	5,3	5,5	5,7	5,0	5,3	5,5	5,0	5,7	5,9	4,7	4,9	5,5	5,13	0,47	9,19	
Hypokotyl length	3,2	2,6	3,2	3,4	3,2	3,0	3,9	3,0	3,1	2,9	3,5	3,9	2,9	3,7	3,4	3,2	2,7	2,2	2,9	2,7	3,13	0,42	13,41	
Sample 3																								
Root length	5,5	5,4	5,4	4,2	5,0	4,8	4,4	4,7	4,2	4,9	4,5	4,8	4,0	4,2	4,1	4,1	3,8	3,7	3,7	4,6	4,50	0,54	12,05	
Hypokotyl length	3,3	3,9	3,1	3,3	3,5	2,3	2,1	1,9	3,0	3,0	3,6	3,0	3,5	3,8	3,4	4,2	3,2	2,8	3,0	2,7	3,13	0,57	18,13	
				S1	S2	S3																		
Mean Root Length				4,34	5,13	4,50															4,66			3,97
Mean Hypokotyl Length				3,07	3,13	3,13															3,11			-8,52

6.Kampüs Toz Organik

LEPIDIUM SATIVUM																									
Seed Charge:																									
Date:																									
Name:																									
Sample Name:	Kampüs Toz Organik																								
Control:	6																								
KONTROLLEN																									
Control 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	MV [cm]	STD DEV [cm]	VAR KOE		
Root length	6,0	5,0	2,5	6,3	5,0	6,4	7,0	5,9	7,0	5,5	5,7	6,0	6,1	6,0	6,0	4,0	6,2	5,0	5,0	5,8	5,62	1,00	17,82		
Hypokotyl length	2,3	2,5	2,8	2,7	2,5	3,0	2,1	2,7	3,3	2,2	2,0	2,7	3,2	2,5	2,0	1,5	2,5	2,0	2,5	2,5	2,48	0,43	17,18		
Control 2																									
Root length	5,3	5,8	5,7	5,8	3,6	2,8	4,0	6,1	5,0	5,9	2,7	4,4	5,1	5,9	5,2	5,5	5,5	4,5	4,6	5,2	4,93	0,98	19,79		
Hypokotyl length	2,8	3,0	2,1	2,4	2,3	2,4	1,7	3,0	2,7	2,5	1,5	2,5	2,3	2,3	2,4	1,9	3,5	2,2	1,7	1,8	2,35	0,49	20,65		
Control 3																									
Root length	6,2	6,0	6,3	5,4	7,0	5,5	6,5	5,0	5,2	5,0	5,5	6,0	4,5	5,0	5,0	5,2	4,9	5,3	5,8	5,5	5,54	0,61	11,07		
Hypokotyl length	2,9	3,0	2,5	2,7	2,8	2,0	3,0	2,7	2,5	2,7	2,5	2,3	2,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,8	2,7	2,5	2,61	0,28	10,75		
Control 4 filtreli																									
Root length	4,9	5,5	3,0	5,7	5,3	6,0	4,6	6,0	6,0	6,2	6,5	5,8	4,7	5,1	3,6	5,4	5,2	4,6	3,7	5,0	5,14	0,90	17,43		
Hypokotyl length	2,8	2,6	2,4	1,8	2,7	2,8	2,3	3,0	2,7	2,7	3,0	2,0	2,1	2,3	1,9	2,4	2,5	1,8	1,7	2,0	2,4	0,4	16,9		
Control 5																									
Root length	6,2	6,0	6,3	5,4	7,0	5,5	6,5	5,0	5,2	5,0	5,5	6,0	4,5	5,0	5,0	5,2	4,9	5,3	5,8	5,5	5,54	0,6	11,1		
Hypokotyl length	2,9	3,0	2,5	2,7	2,8	2,0	3,0	2,7	2,5	2,7	2,5	2,3	2,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,8	2,7	2,5	2,61	0,3	10,8		
Control 6																									
Root length	4,9	5,5	3,0	5,7	5,3	6,0	4,6	6,0	6,0	6,2	6,5	5,8	4,7	5,1	3,6	5,4	5,2	4,6	3,7	5,0	5,14	0,9	17,4		
Hypokotyl length	2,8	2,6	2,4	1,8	2,7	2,8	2,3	3,0	2,7	2,7	3,0	2,0	2,1	2,3	1,9	2,4	2,5	1,8	1,7	2,0	2,4	0,4	16,9		
				C1	C2	C3	C4	C5	C6																
Mean Root Length				5,62	4,93	5,54	5,14	5,54	5,14												5,32				
Mean Hypokotyl Length				2,48	2,35	2,61	2,38	2,61	2,38												2,46				
conc	100,00%																								
Sample 1																					MW [cm]	STD DEV [cm]	VAR KOE	Inhibition [%]	
Root length	5,3	5,3	5,7	6,0	6,1	4,5	4,5	5,9	4,0	5,1	3,1	2,3	5,2	4,4	4,0	4,7	4,5	4,5	3,3	4,5	4,65	0,97	20,82		
Hypokotyl length	2,5	2,0	2,4	2,9	2,5	2,5	2,5	2,4	1,8	1,8	1,6	2,2	2,3	1,6	2,3	1,5	1,5	2,5	1,4	2,5	2,14	0,43	20,27		
Sample 2																									
Root length	3,5	4,5	3,2	2,0	3,3	5,0	3,0	5,0	3,0	4,5	5,5	3,6	4,6	5,0	5,0	4,0	4,3	3,0	3,5	4,0	3,98	0,89	22,49		
Hypokotyl length	2,0	2,1	2,0	1,5	2,0	2,0	2,1	1,5	2,2	3,0	2,0	2,0	2,0	2,4	2,0	2,5	1,5	2,0	2,0	2,0	2,04	0,33	16,21		
Sample 3																									
Root length	6,5	5,4	5,5	5,5	4,5	4,6	5,5	6,5	3,4	5,0	4,5	3,5	3,4	3,5	5,5	4,5	3,5	2,5	2,5	5,0	4,54	1,16	25,45		
Hypokotyl length	2,0	2,3	2,0	3,5	2,8	2,5	2,0	3,0	2,0	2,2	2,0	2,0	2,0	1,5	2,0	2,5	2,0	2,0	2,0	2,5	2,24	0,44	19,63		
				S1	S2	S3																			
Mean Root Length				4,65	3,98	4,54															4,39			17,52	
Mean Hypokotyl Length				2,14	2,04	2,24															2,14			13,22	
	50%																								
Sample 1																									
Root length	5,5	4,6	5,3	4,2	4,6	5,0	5,0	3,7	3,1	4,6	4,2	3,8	5,0	5,0	3,2	5,0	5,0	3,6	4,9	3,7	4,5	0,7	15,6		
Hypokotyl length	2,5	1,5	2,0	2,5	2,0	1,6	1,6	2,2	1,6	2,0	2,0	2,0	1,6	1,6	2,0	1,6	1,6	2,0	2,0	2,2	1,91	0,30	15,61		
Sample 2																									
Root length	3,1	5,6	5,1	3,7	5,9	4,6	5,7	5,1	5,8	5,9	6,1	6,4	4,9	5,4	4,9	5,0	3,7	5,0	5,8	3,1	5,04	0,94	18,74		
Hypokotyl length	1,4	3,5	2,5	2,2	2,5	2,9	2,3	2,5	2,9	2,1	3,0	3,3	2,4	2,4	3,0	2,0	2,2	1,6	2,6	2,3	2,48	0,51	20,51		
Sample 3																									
Root length	3,7	5,8	5,4	4,1	4,8	4,6	3,4	3,7	4,2	5,0	5,0	3,9	3,7	4,2	5,0	3,7	5,0	3,7	3,9	4,7	4,4	0,7	15,2		
Hypokotyl length	2,2	2,2	2,5	2,4	2,4	2,6	2,0	2,2	2,4	2,0	1,6	2,0	2,2	2,0	3,0	2,0	2,0	2,2	2,1	1,8	2,19	0,30	13,61		
				S1	S2	S3																			
Mean Root Length				4,45	5,04	4,38															4,62			13,10	
Mean Hypokotyl Length				1,91	2,48	2,19															2,19			11,06	
	25%																								
Sample 1																					MW [cm]	STD DEV [cm]	VAR KOE	Inhibition [%]	
Root length	4,4	6,3	5,8	2,6	6,1	4,2	5,1	5,5	4,2	3,7	7,4	4,3	4,6	4,2	5,3	4,2	5,6	5,1	4,4	2,7	4,79	1,14	23,72		
Hypokotyl length	2,3	2,7	2,7	1,7	3,1	2,0	2,1	3,0	2,0	2,2	3,0	2,0	2,1	2,0	2,1	2,0	2,3	1,5	1,4	1,9	2,21	0,46	21,05		
Sample 2																									
Root length	3,8	4,8	5,5	6,1	6,4	5,9	6,5	4,2	6,1	7,5	5,0	5,1	3,6	4,7	5,3	5,5	4,5	4,2	4,7	2,5	5,10	1,13	22,17		
Hypokotyl length	2,2	2,3	2,3	3,2	3,6	3,0	3,3	1,4	2,0	3,0	2,8	1,9	3,0	2,0	1,8	2,2	1,2	1,4	2,3	2,1	2,35	0,66	27,98		
Sample 3																									
Root length	5,3	6,3	6,1	5,0	6,1	3,7	5,5	5,4	4,2	6,0	3,8	3,6	5,7	5,3	3,6	6,0	4,2	3,6	2,2	2,1	4,69	1,26	26,89		
Hypokotyl length	2,1	2,0	2,4	1,7	2,3	1,9	2,9	2,0	2,0	2,7	2,0	2,3	2,3	2,0	2,4	2,4	1,4	1,6	2,3	1,4	2,11	0,38	18,12		
				S1	S2	S3																			
Mean Root Length				4,79	5,10	4,69															4,86			8,71	
Mean Hypokotyl Length				2,21	2,35	2,11															2,22			9,91	

7.TSP-Kampüs İnorganik

[illegible]

8.Köyiçi TSP inorganik

LEPIDIUM SATIVUM																								
Seed Charge:																								
Date:																								
Name: Ali Çankaya																								
Sample Name: TSP-Köyiçi inorganik 8ml yerli																								
Control:																								
KONTROLLEN																								
Control 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	MV [cm]	STD DEV [cm]	VAR KOE	
Root length	6,7	6,7	5,0	6,5	7,0	7,2	5,8	4,5	5,0	7,3	5,8	5,5	5,3	4,6	6,5	8,5	4,8	5,1	5,8	5,6	5,96	1,03	17,32	
Hypokotyl length	3,3	3,2	3,1	3,6	3,2	3,0	3,4	2,7	3,3	3,7	3,6	2,9	3,7	3,5	3,7	3,3	2,8	3,2	3,5	1,7	3,22	0,45	14,08	
Control 2																								
Root length	6,2	6,3	4,0	5,5	7,1	7,2	5,2	6,0	5,8	7,0	5,0	6,2	5,9	5,0	4,8	5,1	6,5	6,0	5,7	4,5	5,75	0,85	14,73	
Hypokotyl length	3,3	3,6	3,3	4,0	3,1	3,5	3,0	3,3	3,5	3,2	3,7	4,0	3,2	2,9	2,7	3,5	3,1	3,1	3,3	2,3	3,28	0,39	11,99	
Control 3																								
Root length	6,2	5,5	5,1	6,5	5,6	5,3	6,5	7,8	5,3	7,7	5,3	5,9	5,0	4,5	5,4	5,2	5,0	3,0	3,0	3,1	5,35	1,27	23,83	
Hypokotyl length	4,1	2,8	2,3	2,6	3,7	3,3	3,4	4,5	3,4	3,2	2,8	3,1	2,7	2,6	2,9	2,5	2,9	2,1	2,7	3,3	3,05	0,57	18,88	
Control 4																								
Root length	6,7	6,7	5,0	6,5	7,0	7,2	5,8	4,5	5,0	7,3	5,8	5,5	5,3	4,6	6,5	8,5	4,8	5,1	5,8	5,6	5,96	1,03	17,32	
Hypokotyl length	3,3	3,2	3,1	3,6	3,2	3,0	3,4	2,7	3,3	3,7	3,6	2,9	3,7	3,5	3,7	3,3	2,8	3,2	3,5	1,7	3,2	0,5	14,1	
Control 5																								
Root length	6,2	6,3	4,0	5,5	7,1	7,2	5,2	6,0	5,8	7,0	5,0	6,2	5,9	5,0	4,8	5,1	6,5	6,0	5,7	4,5	5,8	0,8	14,7	
Hypokotyl length	3,3	3,6	3,3	4,0	3,1	3,5	3,0	3,3	3,5	3,2	3,7	4,0	3,2	2,9	2,7	3,5	3,1	3,1	3,3	2,3	3,3	0,4	12,0	
Control 6																								
Root length	6,2	5,5	5,1	6,5	5,6	5,3	6,5	7,8	5,3	7,7	5,3	5,9	5,0	4,5	5,4	5,2	5,0	3,0	3,0	3,1	5,3	1,3	23,8	
Hypokotyl length	4,1	2,8	2,3	2,6	3,7	3,3	3,4	4,5	3,4	3,2	2,8	3,1	2,7	2,6	2,9	2,5	2,9	2,1	2,7	3,3	3,0	0,6	18,9	
				C1	C2	C3	C4	C5	C6															
Mean Root Length				5,96	5,75	5,35	5,96	5,75	5,35												5,69			
Mean Hypokotyl Length				3,22	3,28	3,05	3,22	3,28	3,05												3,18			
conc	6.25%																							
Sample 1																					MW [cm]	STD DEV [cm]	VAR KOE	Inhibition [%]
Root length	4,1	7,8	5,2	6,7	6,1	5,6	5,3	4,9	5,7	4,3	5,7	6,7	5,1	5,4	5,2	4,5	5,7	6,7	6,7	6,7	5,71	0,93	16,29	
Hypokotyl length	3,6	3,5	3,7	3,3	3,8	3,2	3,4	3,7	3,4	3,1	3,0	3,3	3,5	2,7	2,6	2,9	3,5	3,3	3,3	3,3	3,31	0,31	9,45	
Sample 2																								
Root length	5,5	5,5	5,2	6,7	6,0	6,7	4,7	5,0	5,0	4,6	6,7	6,7	4,6	5,0	6,7	5,0	5,0	5,0	5,0	6,7	5,57	0,80	14,43	
Hypokotyl length	3,2	3,3	3,3	3,3	3,2	3,3	3,3	3,5	3,5	2,7	3,3	3,3	2,1	2,5	3,3	3,5	3,5	3,5	3,5	3,3	3,22	0,36	11,14	
Sample 3																								
Root length	5,4	5,6	6,4	5,7	5,1	4,7	7,2	5,3	5,2	6,4	6,3	5,4	5,7	5,3	4,7	6,1	6,5	4,9	6,8	5,1	5,69	0,70	12,25	
Hypokotyl length	2,9	3,0	3,0	2,8	2,8	2,2	3,3	3,0	3,1	3,2	2,2	3,5	2,4	2,4	2,6	3,2	3,0	2,9	3,0	2,6	2,86	0,35	12,21	
				S1	S2	S3																		
Mean Root Length				5,71	5,57	5,69															5,65			0,55
Mean Hypokotyl Length				3,31	3,22	2,86															3,13			1,73
12.5%																								
Sample 1																								
Root length	4,6	4,8	4,3	6,0	5,5	6,7	5,7	4,6	4,0	6,5	5,0	3,8	4,5	5,7	3,8	5,3	5,3	5,3	7,0	5,0	5,2	0,9	17,3	
Hypokotyl length	3,5	3,2	2,9	2,4	2,6	3,3	2,5	2,8	2,9	2,7	2,8	2,6	2,7	3,0	2,0	3,1	2,6	2,7	3,0	3,3	2,83	0,34	12,14	
Sample 2																								
Root length	7,0	7,3	5,1	6,0	6,1	5,1	8,7	6,7	8,2	5,7	4,8	4,5	4,2	5,8	5,2	7,8	5,5	5,5	5,7	5,1	6,00	1,21	20,17	
Hypokotyl length	2,8	3,1	2,6	2,5	2,8	2,3	2,8	2,3	3,0	2,1	3,0	2,3	2,6	2,8	2,6	3,7	3,0	2,0	2,7	3,1	2,71	0,39	14,39	
Sample 3																								
Root length	4,8	6,1	7,1	6,1	4,0	5,5	6,0	5,1	7,6	5,0	6,3	4,6	8,2	5,5	4,5	5,2	5,8	8,2	4,0	4,2	5,7	1,3	22,1	
Hypokotyl length	3,1	3,1	2,3	2,6	3,0	3,2	3,9	2,8	3,4	2,8	2,8	2,7	3,0	3,6	2,3	2,6	2,7	3,0	2,7	2,1	2,89	0,43	14,79	
				S1	S2	S3																		
Mean Root Length				5,17	6,00	5,69															5,62			1,14
Mean Hypokotyl Length				2,83	2,71	2,89															2,81			11,77
25%																								
Sample 1																					MW [cm]	STD DEV [cm]	VAR KOE	Inhibition [%]
Root length	5,5	6,9	4,3	6,2	5,2	6,3	6,0	6,7	7,8	6,0	5,5	5,6	5,3	6,0	5,7	5,2	5,8	5,6	6,9	5,4	5,90	0,75	12,71	
Hypokotyl length	4,0	3,0	3,2	3,5	2,7	2,5	3,0	3,0	3,7	3,0	3,8	3,0	2,7	2,5	2,5	2,5	3,2	2,5	2,9	3,2	3,02	0,44	14,68	
Sample 2																								
Root length	6,2	4,6	5,7	5,9	5,7	4,5	4,6	5,9	5,6	6,2	6,2	4,1	5,2	5,6	5,2	5,5	4,3	5,2	5,9	4,7	5,34	0,65	12,19	
Hypokotyl length	3,4	3,4	3,5	3,4	2,9	2,3	3,1	3,4	2,6	3,4	3,4	3,5	2,9	3,2	2,9	3,3	2,6	2,9	3,4	3,0	3,13	0,34	10,85	
Sample 3																								
Root length	4,5	5,5	6,2	5,6	5,2	8,0	5,7	5,0	6,0	5,3	7,0	5,0	4,8	5,3	4,3	7,1	5,1	5,1	3,8	4,0	5,43	1,02	18,80	
Hypokotyl length	3,0	3,7	2,5	2,0	3,2	3,0	2,9	3,0	2,8	3,2	3,0	2,1	2,6	2,7	3,5	3,1	3,0	2,8	3,0	2,2	2,87	0,42	14,61	
				S1	S2	S3																		
Mean Root Length				5,90	5,34	5,43															5,55			2,32
Mean Hypokotyl Length				3,02	3,13	2,87															3,00			5,61

9.Köyiçi TSP organik

[illegible]

	50,0%																							
Sample 1																								
Root length	5,0	7,0	7,5	7,6	8,4	6,7	7,4	6,0	6,1	5,1	4,9	7,6	5,2	6,6	7,0	5,2	5,4	6,0	5,7	6,9	6,37	1,02	16,04	
Hypokotyl length	2,6	3,1	3,1	3,3	2,6	3,2	2,9	2,4	2,9	2,5	3,0	2,5	3,0	3,7	3,3	2,6	2,9	2,2	2,4	3,1	2,40	0,37	15,44	
Sample 2																								
Root length	6,7	5,4	6,9	6,2	7,0	6,9	6,5	8,2	7,4	6,6	7,4	6,4	6,5	6,9	4,7	6,2	5,8	6,2	5,4	5,3	6,43	0,81	12,57	
Hypokotyl length	3,3	2,9	3,1	2,9	2,8	2,6	3,4	3,9	3,2	3,0	3,3	2,9	3,8	3,1	3,2	2,2	3,2	2,6	2,2	2,4	3,00	0,44	14,83	
Sample 3																								
Root length	7,9	5,9	5,0	6,0	5,9	5,5	7,2	6,2	6,6	6,5	6,6	6,4	6,1	7,0	5,2	6,9	6,5	5,9	6,1	5,5	6,25	0,68	10,90	
Hypokotyl length	3,5	3,5	3,4	3,9	3,2	3,7	2,8	3,5	3,7	3,8	3,3	3,7	3,6	3,1	2,0	3,4	2,8	3,1	2,9	3,1	3,30	0,44	13,21	
				S1	S2	S3																		
Mean Root Length				6,37	6,43	6,25															6,35			3,40
Mean Hypokotyl Length				2,40	3,00	3,30															2,90			-2,23
	100%																							
Sample 1																					MW [cm]	STD DEV [cm]	VAR KOE	Inhibition [%]
Root length	7,1	6,1	6,8	6,6	6,3	5,8	5,7	6,1	5,3	7,2	7,1	6,1	7,7	5,5	7,5	5,8	6,2	5,9	5,7	6,5	6,35	0,67	10,55	
Hypokotyl length	3,2	2,8	2,3	2,7	2,5	3,0	3,3	2,8	2,8	3,1	3,8	2,8	2,5	2,3	2,9	2,2	2,6	3,1	2,3	2,6	2,78	0,39	13,96	
Sample 2																								
Root length	6,5	7,0	6,0	7,0	6,5	5,5	5,7	6,2	6,3	6,0	6,4	6,3	5,8	6,2	6,3	5,8	7,5	5,7	6,1	6,5	6,27	0,48	7,68	
Hypokotyl length	2,5	3,3	3,0	3,2	4,7	3,0	3,0	2,5	2,9	3,1	3,5	3,2	2,8	3,3	3,3	2,7	2,8	3,1	3,3	2,9	3,11	0,45	14,53	
Sample 3																								
Root length	8,8	6,6	5,6	6,8	6,6	5,9	5,3	5,5	6,3	5,6	6,2	5,9	6,1	5,9	5,1	5,6	5,1	6,2	5,2	5,0	5,97	0,83	13,96	
Hypokotyl length	3,7	2,8	3,1	3,9	2,8	3,0	2,6	2,6	2,7	2,9	1,7	2,0	1,5	1,8	2,8	1,8	2,3	1,6	1,6	1,7	2,45	0,69	28,35	
				S1	S2	S3																		
Mean Root Length				6,35	6,27	5,97															6,19			5,73
Mean Hypokotyl Length				2,78	3,11	2,45															2,78			2,12