



**T.C.**  
**KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



**VAN İLİ ENDÜSTRİYEL ALANDA**  
**ATMOSFERİK PARTİKÜL MADDE VE**  
**ÇÖKEN TOZ KİRLİLİĞİNİN**  
**DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Şeyda KARAMAN**  
**YÜKSEK LİSANS**

**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Ağustos-2019**  
**KONYA**  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Şeyda KARAMAN tarafından hazırlanan “**Van İlinin Endüstriyel Alanda Partikül Madde Ve Çöken Toz Değerlendirilmesi**” adlı tez çalışması 06/09/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

#### Başkan

Prof. Dr. Şükrü DURSUN

#### Danışman

Prof. Dr. Şükrü DURSUN

#### Üye

Dr. Öğrt .Üye. Fatma Didem TUNÇEZ

#### Üye

Dr. Öğrt .Üye. Merve SOGANCIOGLU

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

İmza

Prof. Dr. Hakan KARABÖRK  
Enstitü Müdürü

## 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.

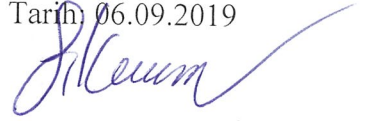
## DECLARATION PAGE

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

Şeyda KARAMAN

Tarih: 06.09.2019



## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS

## VAN İLİ ENDÜSTRİYEL ALANDA ATMOSFERİK PARTİKÜL MADDE VE ÇÖKEN TOZ KİRLİLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Şeyda KARAMAN

Konya Teknik Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. ŞÜKRÜ DURSUN  
2019, 58 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. ŞÜKRÜ DURSUN  
Diğer Üyenin Unvanı Adı SOYADI  
Diğer Üyenin Unvanı Adı SOYADI

Bu çalışmada Van ili, Tuşba ilçesinde yer alan hazır beton tesisinden yayılan PM<sub>10</sub> ve çöken toz kirleticileri için hem Türk Standart metotları ile ölçüm hem de AEORMOD ile hava kalitesi modelleme çalışmaları yapılmıştır. Tesiste toz kaynakları belirlenerek PM<sub>10</sub> için 3 noktada çöken toz için ise 2 noktada konsantrasyonları incelenmiştir. Yapılan ölçümlerde stok sahası, iki taşıyıcı bant arası ve bunker yanı PM<sub>10</sub> konsantrasyonları sırasıyla; 0,29 mg/Nm<sup>3</sup>, 0,98 mg/Nm<sup>3</sup>, 0,67 mg/Nm<sup>3</sup> 'dür. Türk Standart metotlarına göre yapılan ölçümlerde tesis içi yollarda ve stok alanında çöken toz 1. ay ortalama konsantrasyonları sırasıyla; 50 mg/m<sup>2</sup>/gün, 151 mg/m<sup>2</sup>/gün'dür. Türk Standart metotlarına göre yapılan ölçümlerde tesis içi yollarda ve stok alanında 2.ay ortalama konsantrasyonları sırasıyla; 68 mg/m<sup>2</sup>/gün, 163 mg/m<sup>2</sup>/gün'dür. AEORMOD modellemesi sonucu göre stok sahası, iki taşıyıcı bant arası, bunker yanı PM<sub>10</sub> 24 saatlik konsantrasyonları sırasıyla; 8,91 µg/m<sup>3</sup>, 5,46 µg/m<sup>3</sup>, 6,77 µg/m<sup>3</sup> ve yıllık konsantrasyonları sırasıyla; 1,70 µg/m<sup>3</sup>, 0,60 µg/m<sup>3</sup>, 1,11 µg/m<sup>3</sup>'dür. . AEORMOD modellemesi sonucu göre tesis içi yollarda ve stok alanında çöken toz günlük konsantrasyonları sırasıyla; 11,97 mg/m<sup>2</sup>/gün, 11,98 mg/m<sup>2</sup>/gün ve yıllık konsantrasyonları sırasıyla; 3,20 mg/m<sup>2</sup>/gün, 3,94 mg/m<sup>2</sup>/gün'dür. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü yönetmeliği EK-1 ve Ek-2' de belirlenen sınır değerler ile karşılaştırıldığında ölçülen ve hesaplanan sonuçların sınır değerlerin altında kaldığı gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** AERMOD, Çöken Toz, Hava Kirliliği, Modelleme, Partikül Madde

## ABSTRACT

M.Sc. THESIS

### ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC PARTICULATE MATTER AND PRECIPITATING DUST POLLUTION IN INDUSTRIAL AREA OF VAN PROVINCE

Şeyda KARAMAN

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

Advisor: Prof. Dr. ŞÜKRÜ DURSUN

2019, 58 Pages

Jury  
Prof. Dr. ŞÜKRÜ DURSUN  
Diğer Üyenin Unvanı Adı SOYADI  
Diğer Üyenin Unvanı Adı SOYADI

In this study, both Turkish Standard methods and air quality modeling studies were carried out for PM<sub>10</sub> and collapsed dust pollutants emitted from the ready-mixed concrete plant in Tusba, Van. Firstly dust sources were determined in the plant and their concentrations were examined at 3 points for PM<sub>10</sub> and at 2 points for settled dust. In the measurements made according to the Turkish Standard methods, stock area, between two conveyor belts and bunker as well as PM<sub>10</sub> concentrations are; 0.29 mg / Nm<sup>3</sup>, 0.98 mg / Nm<sup>3</sup>, 0.67 mg / Nm<sup>3</sup>. In the measurements made according to the Turkish Standard methods, the average concentrations of dust collapsed in the on-site roads and in the stock area in the first month were 50 mg / m<sup>2</sup> / day and 151 mg / m<sup>2</sup> / day, respectively. In the measurements carried out according to the Turkish Standard methods, mean concentrations of the 2nd month in the on-site roads and in the stock area are as follows; 68 mg / m<sup>2</sup> / day, 163 mg / m<sup>2</sup> / day. According to the results of AEORMOD modeling, stock area, and their annual concentrations are as follows between two conveyor belts, bunker as well as PM<sub>10</sub> 24-hour concentrations respectively; 8,91 µg / m<sup>3</sup>, 5,46 µg / m<sup>3</sup>, 6,77 µg / m<sup>3</sup>. It is 1,70 µg / m<sup>3</sup>, 0,60 µg / m<sup>3</sup>, 1,11 µg / m<sup>3</sup>. According to the results of AEORMOD modeling, the daily concentrations of dust deposited on the plant roads and in the stock area are as follows; 11.97 mg / m<sup>2</sup> / day, 11.98 mg / m<sup>2</sup> / day and annual concentrations respectively; 3.20 mg / m<sup>2</sup> / day and 3.94 mg / m<sup>2</sup> / day. When compared with the limit values set out in Annex-1 and Annex-2 of the Industrial Air Pollution Control Regulation, it is observed that the measured and calculated results are below the limit values.

**Keywords:** AERMOD, Air Pollution, Modeling, Particulate Matter, Precipitated Dust

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim boyunca değerli fikirleri, bilgi ve deneyimleri ile çalışmamda büyük katkısı olan danışman hocam sayın Prof. Dr. Şükrü DURSUN'a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca yüksek lisans süresince her türlü yardımlarından dolayı Ablam Dr. Öğr. Üyesi Kübra YAZICI, Karaman Çevre Laboratuvar ve Mühendislik çalışma arkadaşlarıma, Moment Çevre Danışmanlık Mühendislik Tic. Ltd. Şti. ve Van-Er Beton İmalat Nakliye İnşaat Madencilik Sanayi Ticaret İthalat İhracat Ltd. Şti. 'ne teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca Meteorolojik verilerin temini için Van Meteoroloji 14. Bölge Müdürlüğüne teşekkürlerimi borç bilirim.

Lisans ve yüksek lisans öğrenimim boyunca her zaman yanımda olan Annem Nurten KARAMAN, Babam Şükrü KARAMAN, kardeşlerim Rabia Sima KARAMAN, İrem KARAMAN ve motivasyon kaynaklarım olan yeğenlerim Gülsüm Işıl YAZICI ve Hamza Mert YAZICI'e teşekkür ederim.

Şeyda KARAMAN  
KONYA-2019

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>vii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. HAVA KİRLİLİĞİ VE ETKİLERİ</b> .....	<b>3</b>
2.1. Partikül Madde Özellikleri.....	4
2.3. Kaynak Araştırması .....	8
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>11</b>
3.1. Materyal .....	11
3.1.1. Tesis Hakkında Bilgiler .....	11
3.1.2. Meteorojik Bilgileri .....	12
3.1.3. Kütleli Debi Hesabı .....	15
3.2. Yöntem.....	19
3.2.1. TS EN 12341 standart metot ile PM <sub>10</sub> Ölçümü .....	19
3.2.2. TS 2342 standart metot ile Çöken Toz Ölçümü .....	21
3.2.3. Aeormod ile Modelleme .....	25
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA</b> .....	<b>32</b>
4.1. PM <sub>10</sub> Ölçüm Hesaplamaları .....	32
4.3. Çöken Toz Sonuçları .....	36
4.4. AEORMOD Modelleme Sonuçları.....	40
<b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER</b> .....	<b>50</b>
<b>5.1. Sonuçlar</b> .....	<b>50</b>
<b>5.2. Öneriler</b> .....	<b>52</b>
<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>54</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>57</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Al	: Alüminyum
Ba	:Baryum
Ca	:Kalsiyum
CO	:Karbon monoksit
CO <sub>2</sub>	:Karbon dioksit
Cr	:Krom
Cu	:Bakır
Fe	: Demir
K	:Potasyum
Mg	:Magnezyum
Mn	: Manganez
Ni	:Nikel
NO <sub>2</sub>	:Azot dioksit
NO <sub>x</sub>	:Azot oksitler
Pb	:Kurşun
PM	:Partikül madde
PM <sub>10</sub>	: 10 µm'den küçük partikül madde
PM <sub>2,5</sub>	: 2,5 µm'den küçük µm partikül madde
PVC	:Polivinil Clorür
S	: Kükürt
Si	: Silisyum
SO <sub>2</sub>	: Kükürt dioksit
Ti	: Titanyum
V	:Vanadyum
VOC	: Uçucu organik bileşenler
Zn	:Çinko
µg	: Mikrogram
µm	: Mikrometre
dk	: Dakika
g	: Gram
Tg	:Teragram
h	:Saat
ha	:Hektar
hPa	:Hektopascal
kg	:Kilogram
km	:Kilometre
km <sup>2</sup>	:Kilometrekare
lt	:Litre
m	:Metre
m <sup>2</sup>	:Metrekare
m <sup>3</sup>	:Metreküp
mg	:Miligram
ml	:Mililitre
mm	:Milimetre
Nm <sup>3</sup>	:Normal metreküp
°C	:Santigrat
N	:Kuzey
E	:Doğu



AAS	:Atomik absorpsiyon spektroskopisi
ICP-MS	:Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometer
AEORMOD	:AMS/EPA Regulatory Model
ISCST3	:Industrial Source Complex - Short Term Version 3
BN	:Bağıl nem
YSK	:Yıllık Yer Seviyesi Konsantrasyon
AB	:Avrupa Birliği
EPA	:Environmental Protection Agency
UVS	:Uzun Vadeli Sınır Değer
ÇED	:Çevresel etki değerlendirmesi
SKHKKY	:Sanayi kaynaklı hava kirliliğinin kontrolü yönetmenliği
AÇA	:Avrupa Çevre Ajansı



## 1. GİRİŞ

Dünya, son 50 yılda sanayi ve teknolojik gelişmeler nedeniyle hızla değişime uğramıştır. Bu değişim dünya nüfusunun iki kat artmasına neden olmuş ve gelişmiş şehirlerde göç nedeniyle nüfus dört kat artarak enerji tüketimini de beş kat arttırmıştır. Günümüzde araba sayısı 50 yıla göre on kat artış göstermiştir. Bununla birlikte sanayileşmiş dünyada; enerji ve ısı üretiminden kaynaklanan kükürt dioksit ve partikül madde kirlilikleri ilerlemiştir(Fenger 2009).

Bu meydana gelen kirlilik artışından dolayı çevre koruma için klasik model izlenmiştir. Bu klasik modelde; ilk önce, artan maddi refahla birlikte kirlilik seviyelerinde bir artış, daha sonra toplum sağlığını korumaya yönelik kirleticileri azaltmaya yönelik önlem çalışmaları yapmaktır. Bununla birlikte, önemli sapmalar vardır. Örneğin, 1980'lerin başında Kuveyt yüksek gelire sahip olması yanı sıra en yüksek kirlilik seviyelerine sahiptir. Günümüzdeki çevre kirliliği sorunları 1950'lerde sahip olduğumuzdan daha çoktur. Özellikle metropol şehirler ve çevreleri olan gelişmekte olan ülkelerde görülmektedir (Shafik 1994, Fenger 2009).

Endüstrileşmiş dünyada çevre kirliliği sorunları hâlâ devam etmekte ve temelde azot oksitler, uçucu organik bileşikler ve büyüyen trafikle bağlantılı fotokimyasal oksidanlardan oluşmaktadır. Özellikle endüstriden gelen yeni tehlikeli bileşikler, ileri analitik tekniklerle tanımlanmıştır. Sonuç olarak; son yıllarda hava kirliliği doğayı ve insan yaşamını tehdit etmektedir(Shafik 1994, Fenger 2009) .

Hava kirliliği kontrolü temel olarak çeşitli şekillerde (emisyon standartlarına, hava kalite standartlarına, emisyon vergilerine ve maliyet fayda analizlerine) düzenlenebilir. Hava kirliliği kontrolündeki en temel ve sağlam yol, bir kaynaktan, bir sektörden veya tüm bir ülkeden emisyon salınım miktarını sınırlandırmaktır. Bu yaklaşım sınırlı bir başarıya rağmen, yüzyıllarca denenmiştir. Pragmatik yol ise; belirli bir ortam havasında ne kadar kirliliğin olabileceğini belirtmek ve buna göre dağılımı düzenlemektir. Pragmatik yol ise az ya da çok yönlü karmaşık ölçüm ve hesaplama tekniklerine bağlı olmaktadır. Elbette modern uygulamada, iki yaklaşım hem emisyon hem de emisyon için kurallar ve düzenlemelerle birlikte uygulanmalıdır(Fenger 2009).

Ayrıca, kirlilik sınır değerlerin zamana göre değerlendirilmesinin önemli bir husustur. Maddi hasar ve ekosistemlerdeki hasar için uzun vadeli ortalamalar etkiyi belirlerken, sağlık ve refah için genellikle kısa vadeli tepe değerler belirleyicidir. Bu nedenle farklı hava kalitesi standartları ve bir dereceye kadar emisyon standartları belirlenmiştir (Fenger 2009).

Türkiye 'de hava kalite yönetimi Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yürütülmektedir. ÇED, Çevre İzin ve Lisans, Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü, Hava Kalitesi Değerlendirme Yönetimi, Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliği Kontrolü vb. yönetmelikler ile hava kirliliği için önlemler ve azaltıcı faaliyetlerin yürütülmesi sağlanmaktadır.

Bu tez çalışmasın da Van'ın Tuşba ilçesinde bulunan, Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği EK -2'de 2.13. maddesi "Üretim kapasitesi 10 m<sup>3</sup>/saat veya üzerinde olan, çimento kullanarak beton, harç veya yol malzemesi üreten tesisler; malzemelerin sadece kuru oldukları zaman karıştırıldıkları yerler dâhil" kapsamına giren bir hazır beton tesisin de PM<sub>10</sub> ve çöken toz parametreleri SKHKKY'ne göre belirtilen sınır değerlere göre mevcut durumun değerlendirmesi yapılmıştır. Tez çalışmasının amacı; elde edilen veriler ışığında ortaya çıkan sorunlara çözüm önerileri getirmek ve Doğu Anadolu Bölgesi'nin hava kirliliği hakkında kaynak veri oluşturması amaçlanmıştır.

## 2. HAVA KİRLİLİĞİ VE ETKİLERİ

Hava kirliliği, kirletici kaynaklardan havaya karışan maddeler sebebiyle, havanın doğal elementlerinden başka elementlere sahip olması, bu durum sonucu çevre ve canlı yaşamını olumsuz etkilemesi olayıdır. Kirletici kaynaklar; doğal ve yapay (antropojenik) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Doğal Kirleticiler; doğa olayları sonucu ortaya çıkan kirleticileri kapsamaktadır. Yapay (antropojenik) kirleticiler ise insan faaliyetleri sonucu ortaya çıkan kirleticileri kapsamaktadır(Aktur 2009).

### Doğal Kaynaklı Kirleticiler;

- a) Yangınlar
- b) Toz Fırtınaları
- c) Volkanlar
- d) Bitki Örtüsünün Bozulması olarak sınıflandırılmaktadır(Partigöç N.S. ve Çubukçu 2017).

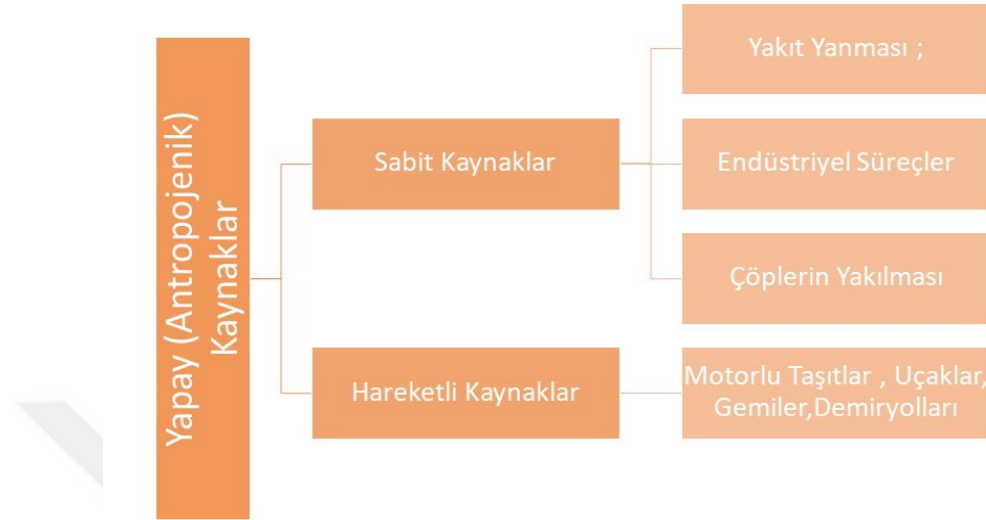
Doğal Kaynaklı Kirleticiler sonucu havada ki SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, NO, hidrokarbonlar, partikül madde vb. kirletici girişimleri gerçekleşerek havada ki konsantrasyonlarında artış göstermektedir. Yağışlar sonucu bu maddeler absorbe olur. Bu şekilde doğa kendi dengesini koruyabilmektedir (Erdoğan 2013, Karaçoban 2018).

### Yapay (Antropojenik) Kaynaklı Kirleticiler;

- a) Sabit Kaynaklar
  - Yakıt yanması
  - Endüstriyel süreçler
  - Çöplerin yakılması
- b) Hareketli Kaynaklar
  - Motorlu taşıtlar
  - Uçaklar
  - Demiryolları
  - Gemiler (Partigöç N.S. ve Çubukçu 2017).

Yapay (antropojenik) kaynaklı kirleticiler; dünya'nın gelişmesi ve insan sayısının artması sebebiyle tüketim ihtiyaçları artması sonucu; temel olarak ısınma,

sanayileşme ve ulaşım kaynaklı ihtiyaçlardan kaynaklıdır. Bu tür yapay (antropojenik) kaynaklı kirleticiler kontrol altına alınmaz ise hava kirliliği sonucu zarar gören doğa ve canlı kaybı engellenemez (Partigöç N.S. ve Çubukçu 2017).



Şekil 2.1. Yapay (Antropojenik) kaynaklar

## 2.1. Partikül Madde Özellikleri

Doğal ve yapay (antropojenik) kaynaklardan oluşan partikül madde aerodinamik çaplarına göre çeşitleri bulunmaktadır. Bu çeşitler; 10  $\mu\text{m}$ 'den küçük olan partikül madde  $\text{PM}_{10}$ , 2.5  $\mu\text{m}$ 'den küçük olan partikül madde ise  $\text{PM}_{2,5}$  olarak gösterilir. Her alanda karşımıza çıkan partikül maddenin biyolojik çeşitleride mevcuttur. Yosun, mantar ve bakteri biyolojik partikül madde çeşitlerindedir (Peavy 1985, Godish 2004, Tosun 2017) .

Partikül madde değerlendirilmesinde ki en önemli özellik boyutudur. Partikül maddeler çaplarına göre yer değiştirmeleri, görüş mesafelerine olan etkisi ve atmosferde kalma süreleri farklılık göstermektedir (Süren 2007, Kunt 2014).

Partikül maddelerin meydana gelme yollarına göre ilave tanımlar Çizelge 2.1. de detaylandırılmıştır (Seinfeld 1998).

Çizelge 2.1. Meydana gelme yollarına göre partikül madde

Aerosoller, aerokolloidler, hava yayılım sistemleri	Gazlarda yayılmış olan küçük tanecikler
<b>Partikül</b>	Katı maddelerden oluşabileceği gibi, katı ve sıvı boyutları $>0.001 \mu\text{m}$ 'den büyük $500 \mu\text{m}$ 'den küçük parçacıklar.
<b>Toz (Dust)</b>	Kırma, eleme vs. gibi mekanik işlemler neticesinde ortaya çıkan havada askıda bulunan katı parçacıklar. $D_p > 1 \mu\text{m}$ .
<b>Sis (Fog)</b>	Görülebilir aerosollerin sıvı faz ortama yayılmış haline verilen isimdir. Genellikle, su veya buzun yer seviyesine yakın bir konumda dağılımıdır.
<b>Füme</b>	Genellikle erimiş maddelerden uçucu hale geçme sonrası buhar fazından yoğunlaşarak ve oksitlenme gibi bir kimyasal reaksiyon eşliğinde oluşan katı parçacıklardır. $D_p < 1 \mu\text{m}$ .
<b>İnce sis, Pus (Haze)</b>	Görüş mesafesini azaltan su damlacıkları, kirlenmeler ve tozların bileşimi olan bir çeşit aerosol. $D_p < 1 \mu\text{m}$ .
<b>Bugu (Mist)</b>	Sıvı haldedir, genelde atmosferde veya yüzeye yakın bölgelerde askıda bulur. Küçük su parçacıkları, yağmur formuna yaklaşan bir şekilde yüzmekte ve düşüşe geçmektedirler ve genellikle sis ile karıştırılabilirler. Sisten ayırıcı özelliği; daha şeffaf olmaları veya büyük oranda parçacık dağılımının $D_p = 1 \mu\text{m}$ 'den aşağıda olmasıdır.
<b>Smog</b>	Bu terim İngilizce smoke ve fog terimlerinin birleştirilmesiyle oluşmuştur. Aerosollerle aşırı şekilde kirlenmiş olma durumunu açıklar ve günümüzde havadaki kirliliği ifade etmek için kullanılmaktadır.
<b>Duman (Smoke)</b>	Yetersiz yanma sonucu oluşan gaz kaynaklı parçacıkların ve karbon ve yakılabilir materyallerin diğer katı parçacıklardan bağımsız olarak gözlenebilecek miktarda ortamda bulunması durumu duman olarak tanımlanır. $D_p \geq 0.01 \mu\text{m}$ .
<b>İs (Soot)</b>	Karbonlu bileşiklerin yetersiz yanması sonucu oluşan, karbon açısından zengin katranlı parçacıkların bir araya gelmesiyle oluşur.

Partikül madde, sanayinin gelişmesi ve kentsel yaşam faaliyetleri ile birlikte genellikle yapay (antropojenik) kaynaklardan oluşan bir kirliliklerdir. Yapay (antropojenik ) kaynaklarda; trafikte araç faaliyetleri, evlerden ısınma, endüstride yakma ve üretim proseslerinde oluşan emisyonlarda vb. durumlarda karşılaşılmaktadır (Saksena 1992). Doğal kaynaklar ise; orman yangınları ve fırtınalar ile toz taşınımlarıdır(Tosun 2017) .

Çizelge 2.2. 1980'lerde partikül madde için tahminler

KAYNAK	Hesaplanmış akış (Tg /yıl)			Partikül Boyutu <sup>a</sup>
	Düşük	Yüksek	En iyi tahmin	
<b>DOĞAL</b>				
<b>Birincil</b>				
Toprak tuzu(mineral aerosol)	1000	3000	1500	Çogu kaba(iri)
Deniz tuzu	1000	10000	1300	Kaba
Volkanik tuz	4	10000	30	Kaba
Biyolojik parçalar(kırıntılar)	26	80	50	Kaba
<b>İkincil</b>				
Biyolojik kaynaklardan kay.gazlar	80	150	130	İnce(Ufak)
Volkanik SO <sub>2</sub> 'lerden kay. Sülfatlar	5	60	20	İnce
Biyolojik VOC lardan kay.org.mad	40	200	60	İnce
NO <sub>x</sub> ' den kaynaklanan nitratlar	1	50	30	İnce ve Kaba
<b>Toplam</b>	<b>2200</b>	<b>23500</b>	<b>3100</b>	
<b>ANTROPOJENİK</b>				
<b>Birincil</b>				
Endüstriyel tozlar	40	130	100	İnce ve Kaba
İs	5	20	10	Çogu İnce
<b>İkincil</b>				
SO <sub>2</sub> 'den kaynaklanan sülfatlar	170	250	190	İnce
Biyokütle yangınları	60	150	90	İnce
NO <sub>x</sub> 'den kaynaklanan nitratlar	25	65	50	Çogu Kaba
Antropojenik VOC lardan kay. org	5	25	10	İnce
<b>Toplam</b>	<b>300</b>	<b>650</b>	<b>450</b>	
<sup>a</sup> Kaba ve ince boyut kategorilerini sırayla 1 mikrometrenin üstündedir ve altındaki ortalama partikül çapını gösterir.				

Partikül maddenin yapay (antropojenik) ve doğal kaynaklar sınıflandırması ve konsantrasyon tahminleri **Çizelge 2.2.** 'de gösterilmektedir(Seinfeld 1998).

AÇA'ya göre partikül maddenin oluşumuna sebep olan kaynakların kirletici payları kirletici kaynağının özelliklerine göre farklılık gösterebilmekle birlikte en büyük kirletici kaynağı %53 ile evsel ısınma iken, %17'si endüstriyel faaliyetler ve %12'si ulaşım kaynaklıdır (EC 2017).

PM için olumsuz sağlık etkisinin görülmediği eşik değerin bulunmadığını belirten Dünya Sağlık Örgütü, sağlık etkilerinin en aza indirildiği en düşük konsantrasyonun baz alınmasının gerektiği üzerinde dururken, sağlık etkilerinin daha doğru bir şekilde yorumlanabilmesi için PM<sub>2,5</sub> parametresi bazında ölçümlere ihtiyaç duyulduğu ancak AÇA'nın 2016 raporuna göre bazı ülkelerin %75 ve üzeri doluluk oranını sağlayamadıklarını ya da henüz bu parametre bazında raporlama yapmadıklarını belirtirken PM<sub>2,5</sub> konsantrasyonlarının 2005 yılına göre %20 azaldığı belirtilmektedir (WHO 2015, EEA 2016).

Partikül maddenin çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkileri mevcuttur. Çevreye etkileri; görüş mesafelerini azaltır ve böylelikle ulaşım güvenliğini olumsuz etkiler. Partikül maddeler radyasyon saçımı ve absorbe etme özelliği vardır. Ayrıca bulutların yansıta birlik ve derinliğini etkiler. Bunlar ile birlikte güneş ışınlarını absorbe ve saçımlarına sebep olarak dünya iklimini doğrudan etkiler. Partikül maddelerin absorbe özelliği havda bulunan diğer kirleticileri de (asitler) absorbe ederek havada asit depolanmasına sebep olmaktadır(Twomey 1974, Charlson 1992, Shendriker 2003, Süren 2007) .

PM<sub>10</sub>'ler solunum yolu ile akciğerlere kadar ulaşmaktadır. Akciğere ulaşan partikül maddeler akciğeri yavaşlatır ve bu nefes darlığına sebep olur. Nefes darlığı akabinde kalp üzerinde ciddi baskı uygular.PM<sub>10</sub>'ler nem ile birlikte akciğerde aside dönüşür(Müezzinoğlu 2005, Süren 2007).



### 2.3. Kaynak Araştırması

Karaçoban, Bolu ilinde bulunan bir açık maden ve kırma eleme tesisinde ISCST3 ve AEORMOD modellemelerini kullanarak tesisi polar ve kartezyen sistemde, günlük ve yıllık olmak üzere  $PM_{10}$  değerlerini hesaplamıştır. Bulduğu sonuçları doğrultusunda ISCST3 ve AEORMOD programlarını kıyaslamıştır. Bunun yanı sıra Polar ve Kartezyen sistem sonuçları arasında farklılıklar ve etkilerini değerlendirmiş ve önerilerde bulunmuştur. Bulunan  $PM_{10}$  verilerinin Türkiye Cumhuriyeti ve AB üye ülkelerinin kullandığı sınır değerler doğrultusunda incelediğinde tesis  $PM_{10}$  değerlerinin sınır değerleri sağladığını tespit etmiştir(Karaçoban 2018) .

Duru, trafiğin hava kirliliği üzerinde etkisi değerlendirmek için Sakarya ilinde işlek olan trafiğin yoğun olduğu cadde , bulvar vb. 8 noktadan 6 ay boyunca aylık olarak kaldırım , yol gibi yüzeylerden çöken tozları fırça yardımı ile toplamıştır. Bu numunelerde AAS cihazı ile ağır metalleri (Pb, Fe, Zn, Cr, Cu, Mn) incelemiştir. Bulduğu sonuçlarda yüksek olan ağır metal değerlerinin trafiğin en yoğun olduğu, trafik lambaları ve kavşaklar olduğunu tespit etmiştir (Duru 2010).

Süren, 2004-2005 yıllarında Zonguldak ilinde  $PM_{2,5}$  ve  $PM_{10}$  kirleticilerinin etkisini araştırmıştır. Çalışmasında partikül maddeyi mevsimsel ve bölgesel olarak ele almıştır. Bu çalışmada  $PM_{10}$  ve  $PM_{2,5}$  örnekleme EPA 'ya göre yapılmış ve partikül maddedeki elementlerin XRF yöntemi ile analizi yapılmıştır. Çalışma sonucunda Pb, Zn ve S elementlerini ince partiküllerde; Mg, Fe, Al, Ca, Ti, Si elementlerini kaba partiküllerde yoğun olarak bulunduğu, Ni, Cr, Cu, K ve Mn elementleri ise her iki partikül boyutunda yakın konsantrasyonlarda bulunduğu tespit edilmiştir. Karasal zenginleşme ve faktör analizleri PM metal kompozisyon kaynağının daha çok antropojenik olduğunu göstermiştir. İnce partiküllerde Si, Al, Ca, Fe, Ti, Mg elementlerinin yer kabuğu, toprak ve deniz; Zn-Pb-S-K-Mn elementlerinin trafik; Cu, Ni, Cr elementlerinin kentsel ısınma ve endüstri kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Kaba partiküllerde Fe, Ca, Ti, Mg, Al, K, Mn elementlerinin yer kabuğu, toprak ve deniz; Cu, Ni, Cr, Zn elementlerinin kentsel ısınma ve endüstri; Pb, S, Si elementlerinin ise trafik kaynaklı olduğu tespit edilmiştir(Süren 2007) .

Dölek, Çayırhan termik santrali çevresi üzerindeki etkilerini tespit etmek için termik santral ve etrafında bulunan kirletici kaynakları belirlenmiştir. AERMOD ve ISCST3 modellemeleri kullanılarak SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> ve PM<sub>10</sub> konsantrasyonları hesaplanmıştır. Çalışma sonunda AERMOD ve ISCST3 veriler kıyaslanarak hangi modelleme sonucunun daha iyi olduğu kıyaslanmıştır. Modelleme hesaplamaları sonucu termik santralin çevreye olumsuz etkisinin çok az olduğu tespit edilmiştir (Dölek 2007).

Dorjsuren, 2010-2011 yıllarında İstanbul Üniversitesi 'nin Avcılar kampüsünde solunabilir partikül maddeyi incelemiştir. Kampüste bulunan partikül maddeleri boyut dağılımını ve metal içeriğini belirlemiştir. Boyut dağılımını belirlemek için 8 kademeli PM örnekleme sistemi kullanmıştır. Metal içeriği için ise PM<sub>10</sub> örnekleme yapılmıştır. Örnekleme günlük alınmıştır. Alınan 8 kademeli numunelerde istatistiksel dağılımı analiz edilmiştir. PM<sub>10</sub> örnekleri ise ICP-MS cihazı ile analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarında 15 adet toksit metal tespit edilmiştir. Analiz sonuçları değerlendirildiğinde en yüksek Zn, Ba, Fe, V metalleri dir. Trafik, endüstri ve yerleşim kaynaklı PM<sub>10</sub> 'de en yüksek konsantrasyonlu elementin Zn elementi olduğu tespit edilmiştir. Kömür ve yağ yakımı sonucu meydana çıkan V elementi de yüksek konsantrasyonlarda tespit edilmiştir (Dorjsuren 2012).

Karakaş, Ankara'da 0-2 yaş bebeklerin yaşadığı kapalı alanlarda partikül madde seviyelerini ve kaynaklarını belirlemiştir. Bu çalışma da 250 hanede 4 periyodik ölçüm alınmıştır. Çalışmada toz konsantrasyonunu belirlemek için "Grimm Environmental Dust Monitor (EDM) 107" toz ölçüm cihazı kullanılmıştır. Çalışma sonucunda; soba kullanılan evlerde PM<sub>10</sub> konsantrasyonu kombi kullanılan evlere göre daha yüksek, sigara kullanılan evlerde ev içinde sigara kullanmayan evlere göre daha yüksek, çevresinde inşaat faaliyeti bulunan evlerin olmayan evlere göre daha yüksek partikül madde konsantrasyonuna sahip olduğu gözlemlenmiştir (Karakaş 2015).

Akyürek, Kocaeli ilinde ki 9 adet hava izleme istasyonundan temin edilen veriler aracılığıyla kirletici parametrelerin konumsal analizini yapmıştır. CBS tekniği ile hava kirliliği parametrelerine ilişkin konumsal örüntülerin belirlenerek mekansal kirlilik dağılım haritaları oluşturulmuş ve istasyon bazındaki istatistikler dinamik haritalama ile değerlendirilmiştir. Hava kirleticilerin konumsal değişkenlikleri ile konumsal bağımlılık ilişkileri incelenmiş ve bulgular yorumlanmıştır. Kirletici parametre

konsantrasyonlarının zamana bağlı değişimleri araştırılmış ve trend grafikleri yardımıyla analizler yapılmıştır. Kirlilik parametreleri arasında yönsel bir eğilim olup olmadığı varyogramlar incelenerek araştırılmış ve PM<sub>10</sub> Haziran ve NO<sub>2</sub> Ağustos verileri arasında bir yönsel eğilim (anizotropi) olduğu tespit edilmiştir. Bu anizotropinin sebebinin neler olabileceği araştırılmış ve meteorolojik parametrelerden rüzgar yönünün Kocaeli iline ait rüzgar gülleri incelenerek bu anizotropinin oluşmasında etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmada hava kalitesi yönetimi gibi kompleks çevresel analizlerde kirlilik dağılım haritalarını oluşturulmasında CBS yaklaşımının yararlılığı ve sağladığı avantajlar ortaya konulmuştur (Akyürek 2013).



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Tesis Hakkında Bilgiler

Van-Er Beton İml. Nak. İnş. Mad. San. Tic. İth. İhr. Ltd. Şti. tarafından Van İli, Tuşba İlçesi, Erciş yolu üzeri 6. km’de hazır beton imalatı yapılmaktadır. Kapasite raporuna göre işletmede 1 adet 60 m<sup>3</sup>/h kapasiteli hazır beton santrali, 1 adet beton pompası ve 5 adet 6 m<sup>3</sup> kapasiteli trans mikser ile hazır beton imalatı yapılmaktadır.



Şekil 3.1. Tesisin uydu görüntüsü

01.10.2018 tarihli 029602 sayılı Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği Van Ticaret ve Sanayi Odası Onaylı kapasite raporuna göre; işletmenin darboğaz kapasitesi 28.800 m<sup>3</sup>/yıl ( 69.120 ton/yıl) olarak belirlenmiş olup, yılda 240 gün, günde 8 saat çalışılmaktadır. Tesis D975 Erciş karayoluna sınırdır. İhtiyaç malzemeleri 150 metre tesis içi yoldan taşındıktan sonra agrega 0,4 ha’lık stok alanında depolanmakta, çimento ise 5.000 m<sup>3</sup> lük siloda depolanmaktadır. Beton üretileceği zaman malzemeler kepçe ile taşınarak beton santrali bunkerine boşaltılmaktadır. Üretilen hazır beton 5 adet transmiksere yüklenip 150 metre tesis içi yoldan karayoluna çıkmaktadır. **Çizelge 3.1.** ‘de kapasite raporunda verilen hazır beton üretimi için malzeme ihtiyaç bilgileri verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Hazır beton üretimi için tesisin malzeme ihtiyacı

<b>Agrega</b>	= 54.720 ton/yıl	= 228,00 ton/gün	= 28,5 ton/saat
<b>Çimento</b>	= 8.640 ton/yıl	= 36,00 ton/gün	= 4,5 ton/saat
<b>Su</b>	=5.716,8 ton/yıl	= 23,82 ton/gün	=2,9775 ton/saat
<b>Katkı Maddesi</b>	=43,2 ton/yıl	= 0,18 ton/gün	=0,0225 ton/saat

### 3.1.2. Meteorolojik Bilgileri

Model çalışmasında proje alanına en yakın istasyon olan Van Limanının (17482; 38.51N;43.30E;1647 m) saatlik meteorolojik veri seti, üst atmosfer veri seti olarak Erzurum (17095; 39.90N;41.25E;1860 m) Meteoroloji İstasyonunun ait atmosferik sondaj verileri kullanılmıştır. Van Liman Meteoroloji istasyonunda bulunmayan saatlik veriler Van Ferit Havalimanı Meteoroloji istasyonundan tamamlanmıştır.

Modelleme çalışmasında en güncel yıl olan 2018 yılı seçilmiş olup;  
Van Limanı Meteoroloji İstasyonunun 2018 yılına ait;

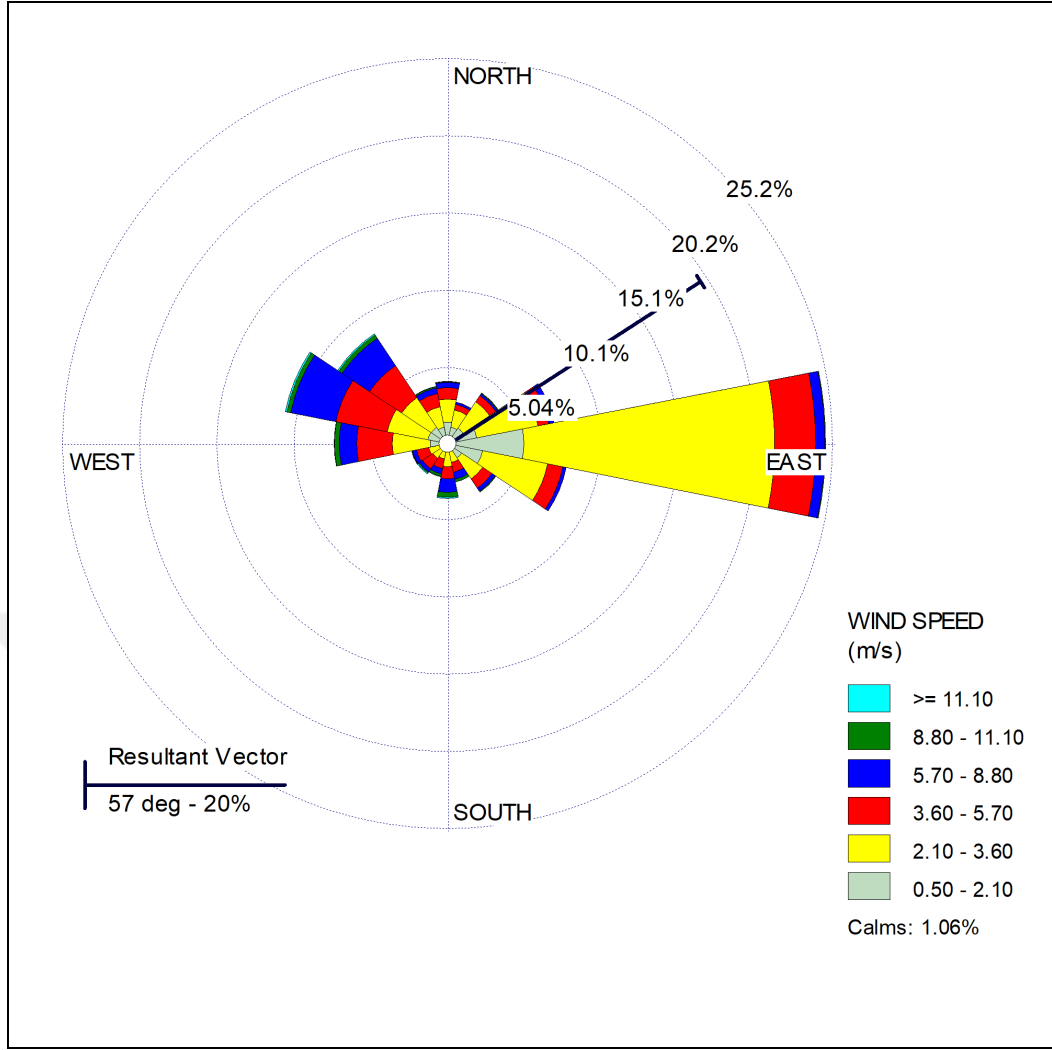
- a. Saatlik rüzgâr yönü ve hızı,
- b. Saatlik sıcaklık,

Van Ferit Melen Havalimanı Meteoroloji İstasyonunun 2018 yılına ait;

- a. Saatlik aktüel basınç
- b. Saatlik bulut taban yüksekliği
- c. Saatlik bulutluluk miktarı
- d. Saatlik nispi nem

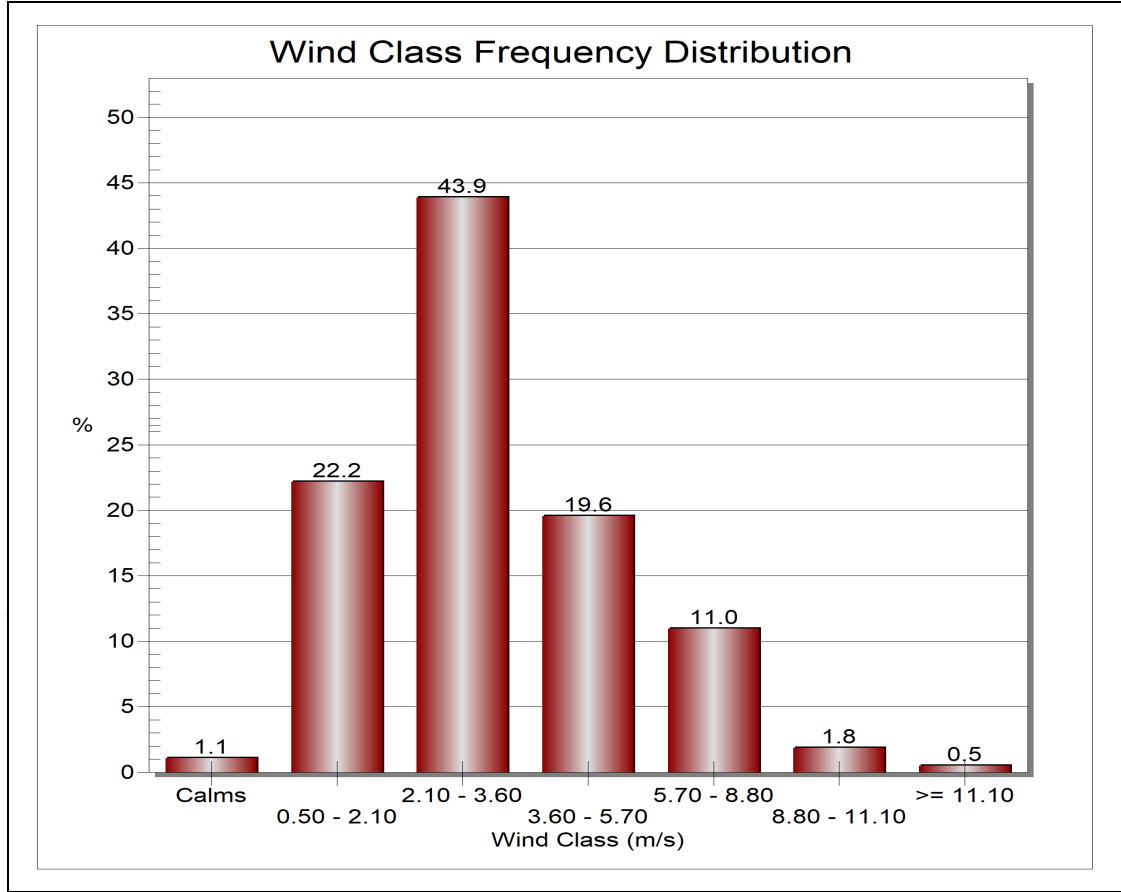
Erzurum Meteoroloji İstasyonunun 2018 yılına ait;

- a. Saatlik sondaj verisi (0-6000 m. arası 10 mb. aralıklarla) verileri kullanılmıştır.



Şekil 3.2. 2018 Yılı rüzgâr diyagramı (esme yönüne göre)

Van Meteoroloji 14. Bölge Müdürlüğünden temin edilen 2018 verilerin AERMET ile derlenmesi sonucu model girdisinde kullanılacak meteorolojik dosyanın rüzgâr diyagramı Şekil 3.2. 'de, rüzgâr sınıfı frekans dağılımı Şekil 3.3. 'de, yönlere ve hızlara göre rüzgâr esme sayıları Çizelge 3.2. 'de ki gibi oluşmuştur.



Şekil 3.3. 2018 yılı rüzgâr sınıfı frekans dağılımı

Çizelge 3.2. Yönlere ve hızlara göre rüzgâr esme sayıları

Yönler / Rüzgâr Sınıfları (m/s)	0,50 - 2,10	2,10 - 3,60	3,60 - 5,70	5,70 - 8,80	8,80 - 11,10	>= 11,10	Total
N	129	131	65	30	4	2	361
NNE	102	100	33	12	1	0	248
NE	113	182	42	12	5	1	355
ENE	177	355	63	30	1	0	626
E	442	1430	234	53	4	0	2163
ESE	211	378	89	19	0	0	697
SE	104	144	64	23	5	0	340
SSE	54	62	57	42	15	0	230
S	45	93	70	77	26	8	319
SSW	34	61	56	32	13	4	200
SW	38	69	71	23	7	5	213
WSW	48	68	70	24	3	2	215
W	105	216	203	100	27	2	653

WNW	121	235	299	263	22	9	949
NW	118	203	220	188	22	8	759
NNW	102	118	78	32	7	2	339
Ara toplam	1943	3845	1714	960	162	43	8667
Durgunluk	-	-	-	-	-	-	93
Kayıp/Uygunsuz	-	-	-	-	-	-	0
Genel Toplam	-	-	-	-	-	-	8760

### 3.1.3. Kütlesel Debi Hesabı

Hazır beton tesisinde beton imalatı faaliyetleri sırasında (yükleme, nakliye, boşaltma ve depolama sırasında) toz emisyonu meydana gelecektir.

Söz konusu tesiste oluşabilecek toz emisyonunu hesaplamak için, 03.07.2009 tarih ve 27277sayılı “Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği” Ek-12’nin “d” bendi “taş çıkarma, kırma ve sınıflandırma tesisleri” başlığı altındaki 2. maddesinde “sökme, yükleme, nakliye, boşaltma, depolama işlemlerinde Ek-1 de belirtilen önlemlerin (sulama, kapalı taşıma sistemlerinin kullanılması, malzemenin nemli tutulması, savrulma yapılmadan yükleme ve boşaltılması vb.) alınması durumunda bu işlemlerden kaynaklanan toz emisyonu kütlesel debisi Tablo 12.6 da yer alan emisyon faktörleri kullanılarak hesaplanmalıdır.” hükmü yer almakta olup, bu çalışma kapsamında kontrollü emisyon faktörleri göz önünde bulundurularak hesaplama yapılmıştır. Hesaplama kullanılan emisyon faktörleri **Çizelge 3.3’de** verilmiştir.



Çizelge 3.3 Toz miktarlarının hesaplarında kullanılan emisyon faktörleri

Faaliyet	Birim	Emisyon Faktörü (kontROLSÜZ)	Emisyon Faktörü (kontrollü)
Patlatma	kg/ton	0,08	-
Sökme	kg/ton	0,025	0,0125
Yükleme	kg/ton	0,01	0,005
Nakliye	kg/km-araç	0,7	0,35
Boşaltma	kg/ton	0,01	0,005
Depolama	kg/ha-gün	5,8	2,9
Kırma	kg/ton	0,243	0,0243

#### a) İhtiyaç Malzemenin Tesise Nakliyesi

Hazır beton yapılması için ihtiyaç malzemeleri ( çimento + agrega + katkı maddesi) tesis içi 150 metre mesafede bulunan depolama ve silo alanında geçici olarak depolanmak üzere nakledilecektir. Su hariç ihtiyaç malzemelerinin toplamı 264,18 ton/gün ' dür. İhtiyaç malzemeleri 20 ton kapasiteli kamyonlarla günde 14 sefer ile taşınacaktır.

$$\text{Toz Emisyonu (Kontrollü)} = 14 \text{ sefer/gün} \times 0,35 \text{ kg/km} \times 0,15 \text{ km} \times 2/8 \text{ saat/gün}$$

$$\text{Toz Emisyonu (Kontrollü)} = 0,184 \text{ kg/saat}$$

#### b) Agrega Malzemenin Depolama Alanına Boşaltılması

Çimento ve katkı maddesi siloya alındığından sadece agreganın boşaltılmasından kaynaklı toz emisyonu meydana gelecektir.

$$\text{Toz Emisyonu (Kontrollü)} = 28,5 \text{ ton/saat} \times 0,005 \text{ kg/ton}$$

$$\text{Toz Emisyonu (Kontrollü)} = 0,143 \text{ kg/saat}$$

**c) Agreganın Depolanması**

Toz Emisyonu (Kontrollü) =  $2,9 \text{ kg/ha.gün} \times 0,4 \text{ ha} \div 24 \text{ saat/gün}$

Toz Emisyonu (Kontrollü) =  $0,048 \text{ kg/saat}$

**d) Agregal Malzemenin Yüklenmesi**

Toz Emisyonu (Kontrollü) =  $28,5 \text{ ton/saat} \times 0,005 \text{ kg/ton}$

Toz Emisyonu (Kontrollü) =  $0,143 \text{ kg/saat}$

**e) Agregal Malzemenin Hazır Beton Bunkerine Taşınması**

Stok alanındaki agregal 5 ton kapasiteli kepçe ile günde  $(228 / 5)$  46 sefer ile 50 metre mesafedeki beton santrali bunkerine taşınacaktır.

Toz Emisyonu (Kontrollü) =  $46 \text{ sefer/gün} \times 0,35 \text{ kg/km} \times 0,05 \text{ km/sefer} \times 2/8 \text{ saat}$

Toz Emisyonu (Kontrollü) =  $0,200 \text{ kg/saat}$

**f) Agreganın Bunkere Boşaltılması**

Toz Emisyonu (Kontrollü) =  $28,5 \text{ ton/saat} \times 0,005 \text{ kg/ton}$

Toz Emisyonu (Kontrollü) =  $0,143 \text{ kg/saat}$

**g) Hazır Betonun Nakliyesi**

Kapasite raporuna göre işletmenin kapasitesi  $28.800 \text{ m}^3/\text{yıl}$  ( $120 \text{ m}^3/\text{gün}$ )'dır. Her bir transmikserin kapasitesi  $6 \text{ m}^3$  olduğuna göre günde toplam  $120 / 6 = 20$  transmikser ile üretilen hazır beton, 150 metre tesis içi yoldan karayoluna çıkmaktadır.

Toz Emisyonu (Kontrollü) =  $20 \text{ sefer/gün} \times 0,35 \text{ kg/km} \times 0,15 \text{ km} \times 2/8 \text{ saat/gün}$

Toz Emisyonu (Kontrollü) =  $0,260 \text{ kg/saat}$

Yukarıda hesap edilen kirletici emisyonlara ait kütleli debiler aşağıdaki **Çizelge 3.4.'de** verilmiştir.

Çizelge 3.4. Toz emisyonu kütleli debi hesabı (kontrollü durum)

Parametre	İşlem No	Toplam Kütleli Debi ( kg/saat )
İhtiyaç Malzemelerinin Depolama Alanına Nakliyesi	1	0,184
Agrega Malzemenin Boşaltılması	2	0,143
Agrega Malzemenin Depolanması	3	0,048
Agrega Malzemenin Yüklenmesi	4	0,143
Agrega Malzemenin Beton Bunkerine Taşınması	5	0,200
Agreganın Bunkere Boşaltılması	6	0,143
Hazır Betonun Nakliyesi	7	0,260
<b>Toplam</b>		<b>1,121 kg/saat</b>
<b>Sınır Değer (SKHKKY Tablo 2.1)</b>		<b>1 kg/saat</b>

Hazır beton tesisinde beton imalatı faaliyetlerinden meydana gelecek toz emisyonlarının kütleli debisi SKHKKY EK-2 Tablo 2.1 'de verilen **(Bkz. Çizelge 3.5.)** değerlerden yüksek olduğu için kirleticilerin hava kalitesi katkı değerlerinin hesaplanması amacıyla modelleme çalışması kontrollü şartlar için gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1.5. SKHKKY Tablo2.1 emisyon sınır değerleri

Emisyonlar	Normal işletme şartlarında ve haftalık iş günlerindeki işletme saatleri için kütleli debiler (kg/saat)	
	Bacadan	Baca Dışındaki Yerlerden
<b>Toz</b>	10	1
<b>Kurşun</b>	0,5	0,05
<b>Kadmiyum</b>	0,01	0,001
<b>Talyum</b>	0,01	0,001
<b>Klor</b>	20	2
<b>Hidrojen Klorür ve Gaz Halde İnorganik Klorür Bileşikleri</b>	20	2
<b>Hidrojen Florür ve Gaz Halde İnorganik Florür Bileşikleri</b>	2	0,2
<b>Hidrojen Sülfür</b>	4	0,4
<b>Karbon Monoksit</b>	500	50
<b>Kükürt Dioksit</b>	60	6
<b>Azot Dioksit [NO<sub>x</sub> (NO<sub>2</sub> cinsinden)]</b>	40	4
<b>Toplam Organik Bileşikler</b>	30	3
<b>Not: Tablodaki emisyonlar işletmenin tamamından (bacaların toplamı) yayılan saatlik kütleli debilerdir.</b>		

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. TS EN 12341 standart metot ile PM<sub>10</sub> Ölçümü

47 mm çapında glass fiber özellikli filtreler ölçüm öncesi sabit tartıma getirebilmek için 19 °C – 21 °C’ de ve % 45 - % 50 BN’ de 48 saat şartlandırılmıştır. Şartlandırılan filtrelerin tartılarak daraları kayıt altına alınmıştır. TS EN 12341 standardına uygun MCZ UMWELTTECHNIK/μ-PNS1 marka PM<sub>10</sub> toz örnekleme cihazı ile 38,33 lt/dk hava çekiş debiye ayarlama yaparak örnekleme alınmıştır. SKHKKY EK-1’in 2.2. maddesine göre PM<sub>10</sub> sınır değeri kaynaktan 3 metre uzaklıkta ve zeminden 1.5 m yükseklikte değerlendirilmektedir. Bu sebeple örnekleme toz kaynaklarından 3 metre uzaklıkta ve zeminden 1.5 m yükseklikte yapılmıştır. Örnekleme sonrası filtreler, 19 °C – 21 °C’ de ve % 45 - % 50 BN’ de 48 saat şartlandırma işlemi yapılarak sabit tartıma getirilmiş ve son tartımları alınmıştır. Şartlandırma ortamı **Şekil 3.4.**’de gösterilmiştir(Anonim-2 2014).



**Şekil 3.4.** Filtre kâğıtları ölçüm sonrası şartlandırılırken

SKHKKY EK-3 c bendine göre değerlendirilebilmesi için 3 ardışık ölçüm alınması ve hiç birinin sınır değeri geçmemesi gerekmektedir. Tesis SKHKY kapsamında incelendiğinde stok sahası, bunker yanı ve iki taşıyıcı bant arasından olmak

üzere 3 toz kaynağı belirlendi. Belirlenen noktaların her birinden 6 Ağustos 2019 tarihinde 1'er saatten 3 ardışık örnek alındı.

PM<sub>10</sub> toz kaynaklarına ait ölçüm nokta koordinatları **Çizelge 3.6.**'de sunulmuştur.

**Çizelge 3.6.** PM<sub>10</sub> ölçüm noktaları

Kaynak Adı	Koordinatlar (WGS84 UTM 38N)	
Stok Alanı	353686.41	4268577.43
İki taşıyıcı bant arası	353622.21	4268546.41
Bunker Yanı	353650.40	4268562.55

PM<sub>10</sub> ölçüm noktalarının uydu görüntüsü **Şekil 3.5.**'de bunker yanında ölçüm esnasında görüntü **Şekil 3.6.**'da gösterilmiştir



**Şekil 3.5.** PM<sub>10</sub> ölçüm noktalarına ait uydu görüntüsü

Şekil 3.6. Bunker yanında PM<sub>10</sub> ölçümü yapılırken

### 3.2.2. TS 2342 standart metot ile Çöken Toz Ölçümü

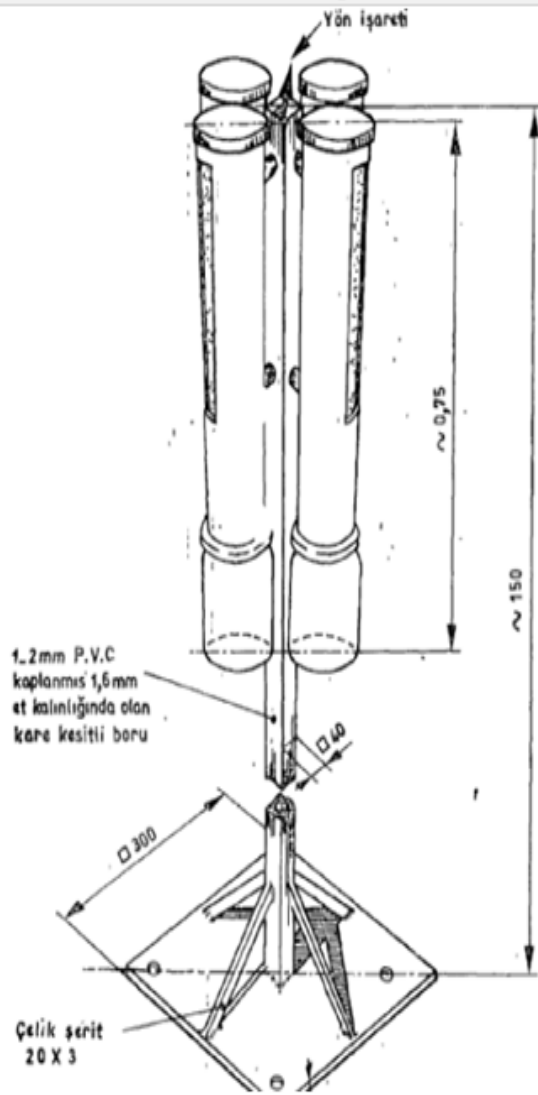
Çöken toz ölçümü için tesis inceleme alanında; stok alanı ve tesis içi yol olmak üzere 2 ölçüm noktası belirlenerek çöken toz aparatları kuruldu. Ölçüm noktasına çöken toz aparatları yerleştirilirken hâkim rüzgâr yönü göz önünde bulunduruldu. Ayrıca düz zemine 1,5 m yükseklikte ve örneklemeyi etkileyebilecek engelleyicilerden (bina, duvar, ağaç vb. ) en az 1,5 m uzaklıkta olacak şekilde konumlandırıldı(Anonim 2009).

Çöken toz ölçüm noktalarına ait koordinat bilgileri Çizelge 3.7.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.7. Çöken toz ölçüm noktaları

Kaynak Adı	Koordinatlar (WGS84 UTM 38N)	
Stok Alanı	353687.00	4268588.00
Tesis içi yol	353671.00	4268452.00

Çöken toz ölçümünde kullanılan aparat TS 2342 standardına uygun özel yapıdır. Çöken toz ölçüm aparatı tipi ve özellikleri Şekil 3.7’de gösterilmiştir (Anonim 1976).



- Toplama Başlıkları: P.V.C.
- Toplama Kapları: Plastik
- Toplam Boy: 1,5 m
- İç Çapı:  $75 \pm 1$  mm
- Nozul Yüksekliği:  $340 \pm 5$  mm
- Nozul Eni:  $45 \pm 1$  mm

Şekil 3.7. Çöken toz ölçüm aparatı özellikleri

Toplanan çökeltinin kimyasal yapısını etkileyebilecek mikroorganizmaların üremesini engellemek için her bir temiz toplama şişesine 10 ml 0,02 N bakır sülfat çözeltisi eklenmiştir. Ölçümler 2019 yılı Haziran-Ağustos aylarında birer aylık iki periyot olmak üzere toplam iki ay yapılmıştır. Toplama kapları değiştirilirken; her bir çöken toz aparatında biriken toz numuneleri, saf su ve gerektiğinde fırça yardımıyla toplama kabına aktararak örnek kaybı engellenmeye çalışılmıştır. Çöken toz ölçüm noktaları Şekil 3.8. ve Şekil 3.9.’da gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Tesis içi yol ölçüm noktası





Şekil 3.9. Stok alanı ölçüm noktası

Çöken toz ölçüm noktalarına ait uydu görüntüsü Şekil 3.10.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.10. Çöken toz ölçüm noktalarına ait uydu görüntüsü

Analiz işlemi şu aşamalarda gerçekleşmiştir; filtre kâğıtları,  $(105\pm 2)$  °C' de etüvde kurutuldu sonrasında desikatörde denge sıcaklığına geldikten sonra ilk tartımları yapıldı. Filtre kâğıtları, filtrasyon setine yerleştirildikten sonra çöken toz toplama kaplarındaki biriken toz numunesi filtreden geçirildi. Toplama kabında ve süzme aparatında kalan kalıntılarda saf su yardımıyla temizlenerek aynı filtreden geçirildi. Bu süzme işlemleri her bir toplama kabı için ayrı ayrı gerçekleştirildi. Süzme işlemi tamamlandıktan sonra son şartlandırma işlemi; filtre kâğıtları,  $(105\pm 2)$  °C' de 1 saat etüvde kurutuldu sonrasında desikatörde denge sıcaklığına geldikten sonra tartım işlemi yapıldı. Numunelerin süzüldüğü filtrasyon seti Şekil 3.11.'de gösterilmiştir.

**Şekil 3.11.** Süzme işleminin yapıldığı filtrasyon seti

### 3.2.3. Aeormod ile Modelleme

Hava kalitesi dağılım modellemesi çalışması ile emisyon kaynaklarından kaynaklanacak kirletici emisyonların etki alanında mevcut meteorolojik koşullar altında nasıl yayılacağı, bu yayılma sonucunda söz konusu kirletici emisyonların neden olacağı muhtemel yer seviyesi konsantrasyonları incelenmiştir.2018 yılına ait meteorolojik veriler ile birlikte AERMOD (VERSION 18081) modeli kullanılarak yayılım hesapları gerçekleştirilmiştir.

AERMOD, zaman içerisinde değişen gerçek zaman verilerini baz alarak saatlik, günlük ve yıllık yer seviyesi konsantrasyon (YSK) değerlerini tahmin edebilen en gelişmiş modelleme programıdır. İzole bacalardan kaçak kirleticilere kadar değişik (alan, nokta, hacim) pek çok farklı yayılım modeli hesaplamasını içeriğinde barındırmaktadır (Demirarslan 2008).

AERMOD, kullanıcı tarafından tanımlanan bir ağ sisteminde çalışmakta, hesaplar ağ sistemini oluşturan her bir alıcı ortam elemanının köşe noktaları için yapılmaktadır. Modelin kullanıldığı ağ sistemi, polar veya kartezyen olarak tanımlanabilmekte, ayrıca ağ sistemi dışında da ayırık alıcı noktalar belirlenerek, bu

noktalarda daha detaylı hesaplar yapılabilmektedir. Yayılım hesaplarında yüzey pürüzlülüğü, Bowen Ratio ve Albedo kullanılmaktadır. Model engebeli araziye de göz önünde bulundurmaktadır. AERMOD aşağıda belirtilen üç farklı veri türünü kullanmaktadır:

Bunlar;

- AERMOD
- AERMAP
- AERMET sistemleridir(Demirarslan 2008) .

AERMOD, doğrusal, kararlı hal Plume modellemesidir. Ayrıca Gaussian Plume karakteristiğine de sahiptir. AERMOD Modelleme sistemi, birçok farklı kaynak türüne uygulanabilmektedir. Plume yükselmesi ve batmazlık, yükselen inversiyon içerisindeki nüfuz , türbülans ve ısı, rüzgarların dikey profili, kaynaktaki yüzey seviyesi, arazi efekti gibi gelişmiş algoritmaları da içeriğinde barındırmaktadır. AERMOD programının performansı, farklılık gösteren emisyon kaynaklarına ve arazi yapısına göre farklılık gösterebilmektedir. Yüksek konsantrasyonlarda gerçeğe yakın sonuçlar verebilmektedir (Demirarslan 2008, Ay 2010).

AERMAP alan ön işlemcisidir. Çalışma prensibi, alan özellikleri ile hava kirliliği davranışları arasında fiziksel ilişkiyi sağlamaktır. Her bir tepe noktası yeri için yükseklik ve konum verisi oluşmaktadır. AERMAP için SRTM Worldwide Elevation(1-arc-second Resolutaion, SRTM Plus V3) verisi kullanılmıştır. Modelleme çalışmasında oluşturulan tepe noktalarına ait bilgiler **Çizelge 3.8** de verilmiştir (Demirarslan 2008).

AERMET meteorolojik veri ön işlemcisidir. Meteorolojik verilerin derlenmesi için kullanılmaktadır.Yüzey meteorolojik verilerini ve üst atmosfer tabakası verilerini kabul etmektedir. AERMET, yükseklikler ,atmosferik türbülans karakteristikleri ve sürtünme hızı gibi dağılım modeli için gerekli atmosferik parametreleri hesaplamaktadır. AERMOD, kirletici dağılımını oluşturmak için üst atmosfer tabakasında saatlik meteorolojik verilere ihtiyaç duymaktadır (Demirarslan 2008).

Modelleme çalışmaları için gerekli olan uzun dönemli meteorolojik veriler, çalışma yakınında bulunan meteoroloji istasyonlarından sağlanmaktadır. AERMOD modeli için sinoptik , klima ya da otomatik tip istasyonlarda ölçülen saatlik yüzey istasyonu verileri ve ravinsonde tip istasyonlarında ölçülen meteorolojik sondaj verisi kullanılmaktadır.

03.07.2009 tarih ve 27277 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği’nin Ek-2’si kapsamında emisyon kaynaklarının yüzey dağılımı  $0,04 \text{ km}^2$ ’den büyükse, tesis etki alanı, alan kaynak karenin ortasında olmak üzere bir kenar uzunluğu 2 km olan kare şeklindeki alandır. Emisyon kaynaklarının yüzeydeki dağılımının tespitinde tesis etki alanı esas alınır.

Senaryo için bir kenar uzunluğu 2 km olan kare alan etki alanı (model çalışma alanı) olarak seçilmiştir. Tesis etki alanı içinde (WGS84:UTM 38: 353612; 4268499 koordinatı merkezde olarak şekilde) kenar uzunlukları 1 km olan 4 adet inceleme alanı oluşturulmuştur. Saat yönünde 10 derecelik ardışık açılarla emisyon kaynağına çizilen 250 m yarıçapındaki çemberin 4 adet kare şeklindeki inceleme alanı içinde kalan yayı kestiği noktalar tespit edilerek 144 adet tepe noktası oluşturulmuştur (Bkz. **Şekil 3.12**). Tepe noktalarına ait bilgiler aşağıdaki **Çizelge 3.8.**’de verilmiştir(Anonim 2008).

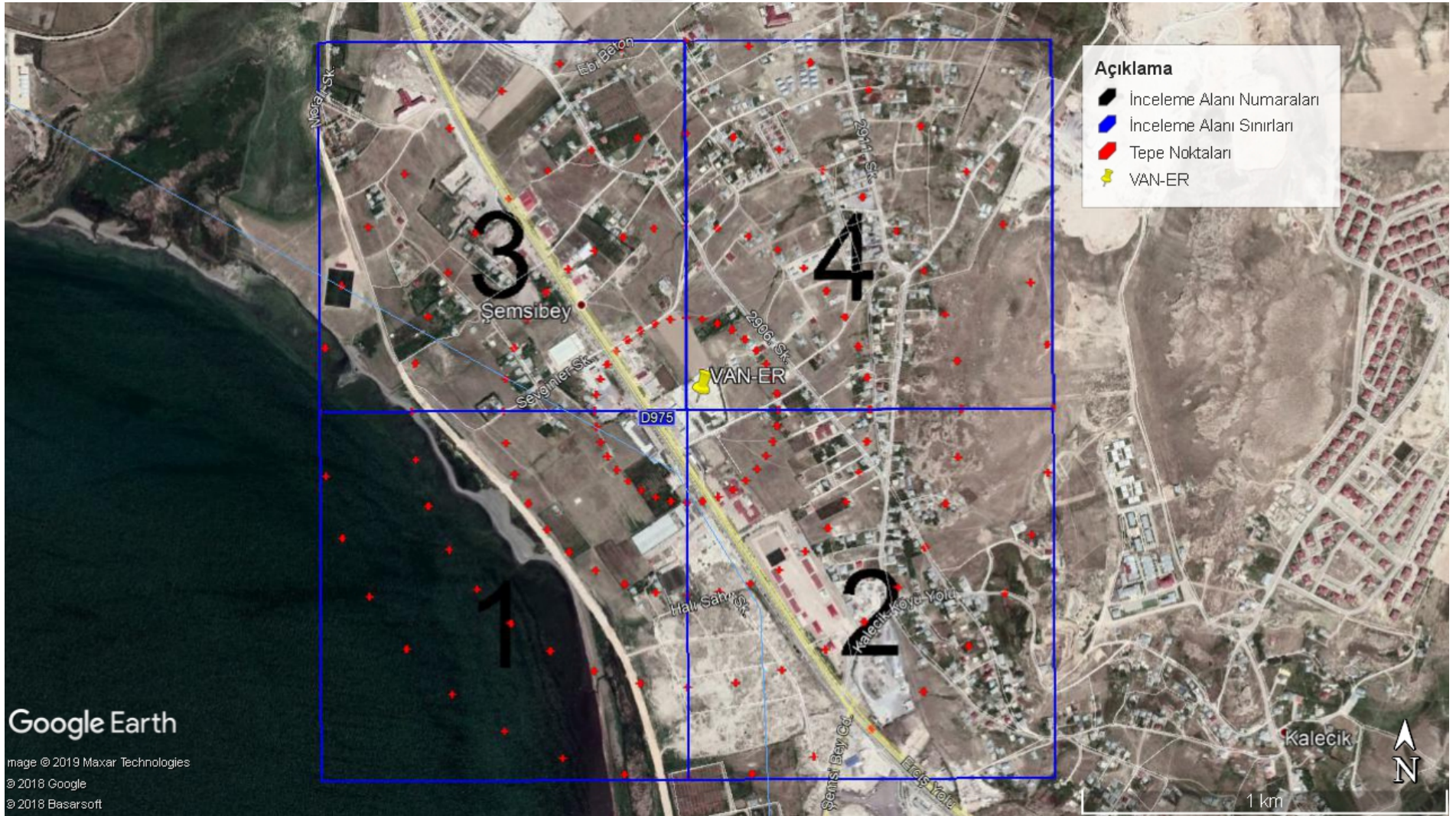
Çizelge 3.8. Tepe noktalarının koordinat ve yükseklikleri

Koordinat ( WGS84 UTM38N)					
SAĞA	YUKARI	YÜKSEKLİK	SAĞA	YUKARI	YÜKSEKLİK
353612.0000	4268749.0000	1661.2	353612.0000	4268249.0000	1653.4
353612.0000	4268999.0000	1659.9	353612.0000	4267999.0000	1651.6
353612.0000	4269249.0000	1667.4	353612.0000	4267749.0000	1648.8
353612.0000	4269499.0000	1670.5	353612.0000	4267499.0000	1648.1
353655.4120	4268745.2019	1664.5	353568.5880	4268252.7981	1654.2
353698.8241	4268991.4039	1662.7	353525.1759	4268006.5961	1648.8
353742.2361	4269237.6058	1666.8	353481.7639	4267760.3942	1646.0
353785.6482	4269483.8078	1671.9	353438.3518	4267514.1923	1645.0
353697.5050	4268733.9232	1664.6	353526.4950	4268264.0768	1652.2
353783.0101	4268968.8463	1668.1	353440.9899	4268029.1537	1648.5
353868.5151	4269203.7695	1669.7	353355.4849	4267794.2305	1645.0
353954.0201	4269438.6926	1673.0	353269.9799	4267559.3074	1645.0
353737.0000	4268715.5064	1662.7	353487.0000	4268282.4937	1649.4
353862.0000	4268932.0127	1664.9	353362.0000	4268065.9873	1646.9
353987.0000	4269148.5191	1672.9	353237.0000	4267849.4810	1645.0
354112.0000	4269365.0254	1678.7	353112.0000	4267632.9746	1645.0
353772.6969	4268690.5111	1662.2	353451.3031	4268307.4889	1649.6
353933.3938	4268882.0222	1667.4	353290.6062	4268115.9778	1646.8
354094.0907	4269073.5333	1675.6	353129.9093	4267924.4667	1645.0
354254.7876	4269265.0444	1682.1	352969.2124	4267732.9556	1645.0
353803.5111	4268659.6969	1663.7	353420.4889	4268338.3031	1651.9
353995.0222	4268820.3938	1672.1	353228.9778	4268177.6062	1647.1
354186.5333	4268981.0907	1679.6	353037.4667	4268016.9093	1645.0
354378.0444	4269141.7876	1692.4	352845.9556	4267856.2124	1645.0
353828.5064	4268624.0000	1664.5	353395.4937	4268374.0000	1652.8
354045.0127	4268749.0000	1674.7	353178.9873	4268249.0000	1648.1

Koordinat ( WGS84 UTM38N)					
SAĞA	YUKARI	YÜKSEKLİK	SAĞA	YUKARI	YÜKSEKLİK
354261.5191	4268874.0000	1686.8	352962.4810	4268124.0000	1645.0
354478.0254	4268999.0000	1710.0	352745.9746	4267999.0000	1645.0
353846.9232	4268584.5050	1663.8	353377.0768	4268413.4950	1652.1
354081.8463	4268670.0101	1676.4	353142.1537	4268327.9899	1648.3
354316.7695	4268755.5151	1702.7	352907.2305	4268242.4849	1645.0
354551.6926	4268841.0201	1752.2	352672.3074	4268156.9799	1645.0
353858.2019	4268542.4120	1663.1	353365.7981	4268455.5880	1652.2
354104.4039	4268585.8241	1675.4	353119.5961	4268412.1759	1649.3
354350.6058	4268629.2361	1711.7	352873.3942	4268368.7639	1645.0
354596.8078	4268672.6482	1761.5	352627.1923	4268325.3518	1645.0
353862.0000	4268499.0000	1663.9	353362.0000	4268499.0000	1654.0
354112.0000	4268499.0000	1673.4	353112.0000	4268499.0000	1651.3
354362.0000	4268499.0000	1719.4	352862.0000	4268499.0000	1646.3
354612.0000	4268499.0000	1743.9	352612.0000	4268499.0000	1645.0
353858.2019	4268455.5880	1663.5	353365.7981	4268542.4120	1655.4
354104.4039	4268412.1759	1672.3	353119.5961	4268585.8241	1649.5
354350.6058	4268368.7639	1712.3	352873.3942	4268629.2361	1650.9
354596.8078	4268325.3518	1719.3	352627.1923	4268672.6482	1645.0
353846.9232	4268413.4950	1662.5	353377.0768	4268584.5050	1653.7
354081.8463	4268327.9899	1669.4	353142.1537	4268670.0101	1652.7
354316.7695	4268242.4849	1688.5	352907.2305	4268755.5151	1651.9
354551.6926	4268156.9799	1703.2	352672.3074	4268841.0201	1651.7
353828.5064	4268374.0000	1662.0	353395.4937	4268624.0000	1652.4
354045.0127	4268249.0000	1667.6	353178.9873	4268749.0000	1651.4
354261.5191	4268124.0000	1678.9	352962.4810	4268874.0000	1650.4
354478.0254	4267999.0000	1689.8	352745.9746	4268999.0000	1649.7
353803.5111	4268338.3031	1660.5	353420.4889	4268659.6969	1653.9

Koordinat ( WGS84 UTM38N)					
SAĞA	YUKARI	YÜKSEKLİK	SAĞA	YUKARI	YÜKSEKLİK
353995.0222	4268177.6062	1664.7	353228.9778	4268820.3938	1654.6
354186.5333	4268016.9093	1670.6	353037.4667	4268981.0907	1654.3
354378.0444	4267856.2124	1681.0	352845.9556	4269141.7876	1655.9
353772.6969	4268307.4889	1657.7	353451.3031	4268690.5111	1654.9
353933.3938	4268115.9778	1657.7	353290.6062	4268882.0222	1657.5
354094.0907	4267924.4667	1663.5	353129.9093	4269073.5333	1655.7
354254.7876	4267732.9556	1667.8	352969.2124	4269265.0444	1652.8
353737.0000	4268282.4937	1654.8	353487.0000	4268715.5064	1655.1
353862.0000	4268065.9873	1656.0	353362.0000	4268932.0127	1656.8
353987.0000	4267849.4810	1659.9	353237.0000	4269148.5191	1659.7
354112.0000	4267632.9746	1659.3	353112.0000	4269365.0254	1656.7
353697.5050	4268264.0768	1652.7	353526.4950	4268733.9232	1656.1
353783.0101	4268029.1537	1653.6	353440.9899	4268968.8463	1656.6
353868.5151	4267794.2305	1654.9	353355.4849	4269203.7695	1664.8
353954.0201	4267559.3074	1652.5	353269.9799	4269438.6926	1663.4
353655.4120	4268252.7981	1653.1	353568.5880	4268745.2019	1657.5
353698.8241	4268006.5961	1650.4	353525.1759	4268991.4039	1659.6
353742.2361	4267760.3942	1652.3	353481.7639	4269237.6058	1668.5
353785.6482	4267514.1923	1649.8	353438.3518	4269483.8078	1663.7

Hava kalitesi dağılım modellemesi çalışması ile kirletici emisyonlar için her bir alıcı ortam elemanının köşe noktalarında oluşan yer seviyesi konsantrasyonları (YSK), bir yıllık modelleme süresi için günlük ve yıllık olarak hesaplanmıştır.



Şekil 1.12. Modelleme alanındaki tepe noktalarını (alıcı) ve inceleme alanlarını gösterir harita



## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

### 4.1. PM<sub>10</sub> Ölçüm Hesaplamaları

Filtre kâğıtları üzerinde toplanan PM<sub>10</sub> kütlesinin tayini işleminde örnekleme cihazından alınan basınç ve sıcaklık verileri hesaplama sonuçlarında düzeltme faktörleri olarak kullanılır. Düzeltme faktörü **Şekil 4.1.**'de ki formüle göre hesaplanır.

$$\text{Düzeltme Faktörü} = \frac{(273,14 + \text{Sıcaklık Değeri (C)})}{293,14} * \frac{1013}{\text{Basınç Değeri (hPa)}}$$

**Şekil 4.1.** PM<sub>10</sub> hesabında kullanılan düzeltme faktör hesap formülü

Filtre kâğıtları üzerinde toplanan PM<sub>10</sub> kütlesinin tayini işleminden gelen ağırlık ve örnekleme cihazından alınan hacim, basınç, ve sıcaklık verileri doğrultusunda **Şekil 4.2.**'de ki formül ile mg/Nm<sup>3</sup> cinsinden PM<sub>10</sub> konsantrasyonu hesaplanır.

$$m = \frac{(m_{\text{son}} - m_{\text{ilk}})}{V} * \text{Düzeltme Faktörü}$$

**Şekil 4.2.** PM<sub>10</sub> konsantrasyonunun mg/Nm<sup>3</sup> cinsinden hesap formülü

**V:** Örneklenen toplam hava hacmi, m<sup>3</sup>, (PM<sub>10</sub> örnekleme cihazından direk okuma yapılır.)

**m<sub>son</sub>:** Örneklemeden sonraki filtre ağırlığı (mg),

**m<sub>ilk</sub>:** Başlangıçtaki filtre ağırlığı (mg),

**m:** PM<sub>10</sub> un toplam konsantrasyonu (mg/Nm<sup>3</sup>)

Örnekleme cihazında alınan örnekleme süre, sıcaklık, basınç ve çekilen toplam hacim verileri **Çizelge 4.1.**'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Örnekleme cihazından alınan düzeltme faktörlerine ait bilgiler

Kaynaklar	Örnekleme süre(dk.)	Sıcaklık (C°)	Basınç (hPa)	Çekilen hacim (m <sup>3</sup> )	
Stok Sahası	1	60	31,2	831,1	2,2954
	2	60	31,2	831,1	2,2956
	3	60	31,5	831,1	2,2952
İki Taşıyıcı Bant Arası	1	60	31,2	831,4	2,2952
	2	60	31,6	831,4	2,2951
	3	60	31,4	831,4	2,2969
Bunker Yanı	1	60	31,9	831,5	2,2936
	2	60	32,5	831,5	2,2967
	3	60	31,8	831,5	2,2954

Ölçüm öncesi ve sonrası şartlandırılan filtre kâğıtlarına ait ağırlık verileri Çizelge 4.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. PM<sub>10</sub> ölçüm ve analiz verileri

Emisyon Kaynağı No	İlk Tartım (g)	Son Tartım (g)	(Son T. - İlk T.) (g)	
Stok Sahası	1	0,09293	0,09341	0,00048
	2	0,09080	0,09132	0,00052
	3	0,09204	0,09264	0,00060
İki Taşıyıcı Bant Arası	1	0,09183	0,09351	0,00168
	2	0,09197	0,09354	0,00157
	3	0,09279	0,09485	0,00206
Bunker Yanı	1	0,09331	0,09447	0,00116
	2	0,09592	0,09715	0,00123
	3	0,09600	0,09725	0,00125

Ölçüm ve analizler sonucu toplanan veriler **Şekil 4.3'de** ki formüle göre hesaplanarak her kirletici noktanın ortalama konsantrasyonu mg/Nm<sup>3</sup> cinsinden hesaplanmıştır.

$$m = \frac{(m_{son} - m_{ilk})}{V} * \frac{(273,14 + Sıcaklık\ Değeri(0C))}{293,14} * \frac{1013}{Basınç\ Değeri\ (hPa)}$$

**Şekil 4.3.** PM<sub>10</sub> konsantrasyonunun mg/Nm<sup>3</sup> cinsinden hesap formülü açılımı

**Stok Sahası 1. Ölçüm konsantrasyon hesabı;**

$$(0,09341 - 0,09293) * 10^3 / 2,2954 * (273,14 + 31,2) / 293,14 * 1013 / 831,1 = 0,26 \text{ mg/Nm}^3$$

**Stok Sahası 2. ölçüm konsantrasyon hesabı;**

$$(0,09341 - 0,09293) * 10^3 / 2,2954 * (273,14 + 31,2) / 293,14 * 1013 / 831,1 = 0,29 \text{ mg/Nm}^3$$

**Stok Sahası 3. ölçüm konsantrasyon hesabı;**

$$(0,09341 - 0,09293) * 10^3 / 2,2954 * (273,14 + 31,2) / 293,14 * 1013 / 831,1 = 0,33 \text{ mg/Nm}^3$$

**Stok Sahası PM<sub>10</sub> konsantrasyon ortalama değeri ;**

$$(0,26 + 0,29 + 0,33) / 3 = 0,29 \text{ mg/Nm}^3$$

**Bunker Yanı 1. ölçüm konsantrasyon hesabı;**

$$(0,09341 - 0,09293) * 10^3 / 2,2954 * (273,14 + 31,2) / 293,14 * 1013 / 831,1 = 0,93 \text{ mg/Nm}^3$$

**Bunker Yanı 2. ölçüm konsantrasyon hesabı;**

$$(0,09341 - 0,09293) * 10^3 / 2,2954 * (273,14 + 31,2) / 293,14 * 1013 / 831,1 = 0,87 \text{ mg/Nm}^3$$

**Bunker Yanı 3. ölçüm konsantrasyon hesabı;**

$$(0,09341 - 0,09293) * 10^3 / 2,2954 * (273,14 + 31,2) / 293,14 * 1013 / 831,1 = 1,14 \text{ mg/Nm}^3$$

**Bunker Yanı PM<sub>10</sub> konsantrasyon ortalama değeri ;**

$$(0,93+0,87+1,14) /3 =0,98\text{mg/Nm}^3$$

**İki taşıyıcı bant arası 1. ölçüm konsantrasyon hesabı;**

$$(0,09341-0,09293)*10^3/2,2954*(273,14+31,2)/293,14*1013/831,1= 0,64 \text{ mg/Nm}^3$$

**İki taşıyıcı bant arası 2. ölçüm konsantrasyon hesabı;**

$$(0,09341-0,09293)*10^3/2,2954*(273,14+31,2)/293,14*1013/831,1= 0,68 \text{ mg/Nm}^3$$

**İki taşıyıcı bant arası 3. ölçüm konsantrasyon hesabı;**

$$(0,09341-0,09293)*10^3/2,2954*(273,14+31,2)/293,14*1013/831,1= 0,69 \text{ mg/Nm}^3$$

**İki taşıyıcı bant PM<sub>10</sub> konsantrasyon ortalama değeri ;**

$$(0,64+0,68+0,69) /3 =0,67 \text{ mg/Nm}^3$$

Hesaplanan PM<sub>10</sub> konsantrasyon değerleri **Çizelge 4.3**'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.3.** Hesaplanan PM<sub>10</sub> ölçüm sonuçları

Emisyon Kaynağı No	Hesaplama sonucu mg/Nm <sup>3</sup> cinsinden PM <sub>10</sub>	Ortalama değer (mg/Nm <sup>3</sup> )
Stok Sahası	1	0,26
	2	0,29
	3	0,33
İki Taşıyıcı Bant Arası	1	0,93
	2	0,87
	3	1,14
Bunker Yanı	1	0,64
	2	0,68
	3	0,69

### 4.3. Çöken Toz Sonuçları

Haziran 2019 ayında tesise kurulun çöken toz aparatları 30 günlük periyotlar ile kap değişikliği yapılmıştır. Toplanan numune kaplarının her biri ayrı analizleri yapılmıştır. Çöken toz konsantrasyonları günlük olarak metre kare başına biriken çöken toz olarak hesaplanmıştır. Hesaplamalar **Şekil 4.4**'de ki formüle göre yapılmıştır. 1 no'lu kaplar tesis yönüne bakmaktadır.

$$\text{ÇT (mg/m}^2 \cdot \text{gün)} = \frac{(W_1 - W_2) * 10^3}{t * A}$$

**Şekil 4.4.** Çök toz konsantrasyonunun mg/m<sup>2</sup> cinsinden hesap formülü

**ÇT:** Çöken toz (mg/m<sup>2</sup>.gün)

**W<sub>1</sub>:** ( Filtre kâğıdı son ağırlığı - Filtre kâğıdı ilk ağırlığı) (gram)

**W<sub>2</sub>:** Bakır sülfattan gelen ağırlık (10 ml için 0,0178 g ). (Toplama kaplarına bakır sülfat eklenmiş ise hesaplamada filtre ağırlığından çıkarılır.)

**t:** Çöken toz aparatlarının sahada kalma süresi (gün)

**A:** Kesit Alanı = Nozul En \* Nozul Yükseklik = 0,045 \* 0,340 = 0,0153 m<sup>2</sup>

Çöken toz numunelerine ait 1. ay analiz verileri **Çizelge 4.4**'de 2. ay analizleri ise **Çizelge 4.5**'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Çöken toz 1. ay tartım sonuçları

No	Emisyon Kaynağı	1. AY (Haziran-Temmuz 2019)				
		İlk Tartım (g)	Son Tartım (g)	Bakır Sülfat çözeltisi	Fark	
1	Tesis içi yol	1	0,08902	0,12600	0,0178	0,01918
		2	0,09517	0,13594	0,0178	0,02297
		3	0,09953	0,14505	0,0178	0,02772
		4	0,09122	0,13089	0,0178	0,02187
2	Stok Alanı	1	0,09384	0,25757	0,0178	0,14593
		2	0,09328	0,14400	0,0178	0,03292
		3	0,09367	0,14174	0,0178	0,03027
		4	0,08844	0,17436	0,0178	0,06812

Çizelge 4.5. Çöken toz 2. ay tartım sonuçları

No	Emisyon Kaynağı	2. AY (Temmuz-Ağustos 2019)				
		İlk Tartım (g)	Son Tartım (g)	Bakır Sülfat çözeltisi	Fark	
1	Tesis içi yol	1	0,09122	0,15917	0,0178	0,05015
		2	0,08988	0,13183	0,0178	0,02415
		3	0,09415	0,14010	0,0178	0,02815
		4	0,09154	0,13186	0,0178	0,02252
2	Stok alanı	1	0,09322	0,24693	0,0178	0,13591
		2	0,09356	0,15187	0,0178	0,04051
		3	0,09272	0,16257	0,0178	0,05205
		4	0,09012	0,17848	0,0178	0,07056

Çöken toz konsantrasyonları  $\text{mg}/\text{m}^2/\text{gün}$  cinsinden aşağıda ki gibi hesaplanmıştır.

**Tesis içi yol 1. ay konsantrasyon hesabı;**

1. **Kap;**  $(0,12600-0,08902-0,0178)*10^3/(30*0,0153)= 41,79 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{gün}$

2. **Kap;**  $(0,13594-0,09517-0,0178)*10^3/(30*0,0153)= 50,04 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{gün}$

3. **Kap;**  $(0,14505-0,09953-0,0178)*10^3/(30*0,0153)= 60,39 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{gün}$

4. **Kap;**  $(0,13089-0,09122-0,0178)*10^3/(30*0,0153)= 47,65 \text{ mg/m}^2/\text{gün}$

**Stok alanı 1. ay konsantrasyon hesabı;**

1. **Kap;**  $(0,25757-0,09384-0,0178)*10^3/(30*0,0153)= 317,93 \text{ mg/m}^2/\text{gün}$

2. **Kap;**  $(0,14400-0,09328-0,0178)*10^3/(30*0,0153)= 71,72 \text{ mg/m}^2/\text{gün}$

3. **Kap;**  $(0,14174-0,09367-0,0178)*10^3/(30*0,0153)= 65,95 \text{ mg/m}^2/\text{gün}$

4. **Kap;**  $(0,17436-0,08844-0,0178)*10^3/(30*0,0153)= 148,41 \text{ mg/m}^2/\text{gün}$

**Tesis içi yol 2. ay konsantrasyon hesabı;**

1. **Kap;**  $(0,15917-0,09122-0,0178)*10^3/(30*0,0153)= 109,26 \text{ mg/m}^2/\text{gün}$

2. **Kap;**  $(0,13183-0,08988-0,0178)*10^3/(30*0,0153)= 52,61 \text{ mg/m}^2/\text{gün}$

3. **Kap;**  $(0,14010-0,09415-0,0178)*10^3/(30*0,0153)= 61,33 \text{ mg/m}^2/\text{gün}$

4. **Kap;**  $(0,13186-0,09154-0,0178)*10^3/(30*0,0153)= 49,06 \text{ mg/m}^2/\text{gün}$

**Stok alanı 2. ay konsantrasyon hesabı;**

1. **Kap;**  $(0,24693-0,09322-0,0178)*10^3/(30*0,0153)= 296,10 \text{ mg/m}^2/\text{gün}$

2. **Kap;**  $(0,15187-0,09356-0,0178)*10^3/(30*0,0153)= 88,26 \text{ mg/m}^2/\text{gün}$

3. **Kap;**  $(0,16257-0,09272-0,0178)*10^3/(30*0,0153)= 113,40 \text{ mg/m}^2/\text{gün}$

4. **Kap;**  $(0,17848-0,09012-0,0178)*10^3/(30*0,0153)= 153,73 \text{ mg/m}^2/\text{gün}$

Her bir noktada her biri farklı yöne bakan çöken toz aparat kaplarına ait konsantrasyon değeri **Çizelge 4.6'**da gösterilmiştir.

**Çizelge 4.6.** Ölçüm sonucu çöken toz konsantrasyonları

No	Emisyon Kaynağı		Sonuçlar (mg/m <sup>2</sup> /gün)	
			1.AY	2.AY
1	Tesis içi yol	1	41,79	109,26
		2	50,04	52,61
		3	60,39	61,33
		4	47,65	49,06
2	Stok alanı	1	317,93	296,10
		2	71,72	88,26
		3	65,95	113,40
		4	148,41	153,73



#### 4.4. AEORMOD Modelleme Sonuçları

Hava kalitesi dağılım modellemesi çalışması kapsamında aşağıdaki senaryo için hava kirlenmesine katkı değerleri hesap edilmiştir.

##### Senaryo 1: Hazır Beton Tesisi Beton İmalatı Kontrollü Şartlar

Modelleme çalışması bir senaryo için yapılmıştır. Model çalışması sonucunda PM ve çöken toz için hesap edilen hava kirlenmesi katkı değerleri **Çizelge 4.7.** ve **Çizelge 4.8.**'da verilmiştir.

**Çizelge 4.7.** Partiküler madde (PM) emisyonları için hava kirlenmesine katkı değerleri

	24 saatlik	Yıllık
Senaryo-1	3,25688 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,85035 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2019 ve 2024 Sonrası Sınır Değer	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

**Çizelge 4.8.** Çöken toz emisyonları için hava kirlenmesine katkı değerleri

	24 saatlik	Yıllık
Senaryo-1	11,45 $\text{mg}/\text{m}^2/\text{gün}$	2,882 $\text{mg}/\text{m}^2/\text{gün}$
2019 ve 2024 Sonrası Sınır Değer	390 $\text{mg}/\text{m}^2/\text{gün}$	210 $\text{mg}/\text{m}^2/\text{gün}$

#### 24 Saatlik Partiküler Madde (PM) Emisyonları

Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrollü Yönetmeliği (değişiklik: 20.12.2014 tarih 29211 sayılı R.G.) kapsamında 24 saatlik partiküler madde (PM) emisyonları için 01.01.2019 tarihinden itibaren geçerli olan sınır değer 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  olup söz konusu sınır değer bir yılda 35 defadan fazla aşılamaz.

Senaryo-1: hazır beton tesisi beton imalatı kontrollü şartlardan kaynaklanacak 24 saatlik partiküler madde (PM) emisyonlarına ait hava kirlenmesine katkı değerleri (3,25688  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) etki alanında aşılmamakta olup yönetmelik şartları sağlanmaktadır.

Model sonuçlarına göre senaryo 1'de elde edilen 24 saatlik  $\text{PM}_{10}$  konsantrasyonlarından en yüksek 10 değer **Çizelge 4.9'**da gösterilmiştir.

**Çizelge 4.9.** Model sonuçlarına göre senaryo-1’de elde edilen en yüksek 10 değere ait koordinat  
(24 saatlik PM<sub>10</sub>)

No	Y (Sağa)	X (Yukarı)	Konsantrasyon (µg/m <sup>3</sup> )	İnceleme Alanı Numarası
1	353803,51111	4268338,30310	3,25688	2
2	353828,50635	4268374,00000	3,01051	2
3	353772,69690	4268307,48889	2,73604	2
4	353362,00000	4268932,01270	2,71073	3
5	353228,97778	4268820,39380	2,66996	3
6	353420,48889	4268659,69690	2,63911	3
7	353737,00000	4268715,50635	2,61247	4
8	353290,60620	4268882,02222	2,51822	3
9	353846,92316	4268413,49496	2,49278	2
10	353451,30310	4268690,51111	2,44885	3

### Yıllık Partiküler Madde (PM) Emisyonları

03.07.2009 tarih ve 27277 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (değişiklik: 20.12.2014 tarih 29211 sayılı R.G.) kapsamında yıllık partiküler madde (PM) emisyonları için 01.01.2019 tarihinden itibaren geçerli olan hedef değer 40 µg/m<sup>3</sup> dir.

Senaryo-1: hazır beton tesisi beton imalatı kontrollü şartlardan kaynaklanacak yıllık partiküler madde (PM) emisyonlarına ait hava kirlenmesine katkı değeri 0,85035 µg/m<sup>3</sup> olup yönetmelik şartları sağlanmaktadır.

Model sonuçlarına göre senaryo 1’de elde edilen yıllık PM<sub>10</sub> konsantrasyonlarından en yüksek 10 değer **Çizelge 4.10**’da gösterilmiştir.

**Çizelge 4.10.** Model sonuçlarına göre senaryo-1’de elde edilen en yüksek 10 değere ait koordinat (Yıllık PM<sub>10</sub>)

No	Y (Sağa)	X (Yukarı)	Konsantrasyon (µg/m <sup>3</sup> )	İnceleme Alanı Numarası
1	353846,92316	4268413,49496	0,85035	2
2	353828,50635	4268374,00000	0,82931	2
3	353858,20194	4268455,58796	0,7755	2
4	353803,51111	4268338,30310	0,70476	2
5	353862,00000	4268499,00000	0,67036	4
6	353858,20194	4268542,41204	0,57106	4
7	353772,69690	4268307,48889	0,5401	2
8	353846,92316	4268584,50504	0,47322	4
9	353828,50635	4268624,00000	0,39999	4
10	353737,00000	4268282,49365	0,37418	2

### Günlük Çöken Toz Emisyonları

03.07.2009 tarih ve 27277 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği’nde (değişiklik: 20.12.2014 tarih 29211 sayılı R.G.) yer alan çöken toz emisyonları için 2024 sonrası için geçerli olacak sınır değeri 390 mg/m<sup>2</sup>/gün dür(Anonim-1 2014).

Senaryo-1: hazır beton tesisi beton imalatı kontrollü şartlardan kaynaklanacak çöken toz emisyonlarına ait günlük değeri 11,45 mg/m<sup>2</sup>/gün olup yönetmelik şartları sağlanmaktadır.

Model sonuçlarına göre senaryo 1’de elde edilen günlük çöken toz konsantrasyonlarından en yüksek 10 değer **Çizelge 4.11**’da gösterilmiştir.

**Çizelge 4.11.** Model Sonuçlarına Göre Senaryo-1’de Elde Edilen En Yüksek 10 Değere Ait Koordinat (Günlük Çöken Toz)

No	Y (Sağa)	X (Yukarı)	Konsantrasyon (mg/m <sup>2</sup> /gün)	İnceleme Alanı Numarası
1	353803,51111	4268338,30310	11,45	2
2	353697,50504	4268733,92316	11,07	4
3	353828,50635	4268374,00000	10,64	2
4	353772,69690	4268307,48889	10,57	2
5	353655,41204	4268745,20194	10,56	4
6	353846,92316	4268413,49496	10,44	2
7	353612,00000	4268749,00000	9,74	4
8	353858,20194	4268455,58796	9,62	2
9	353862,00000	4268499,00000	9,19	4
10	353858,20194	4268542,41204	8,00	4

### Yıllık Çöken Toz Emisyonları

03.07.2009 tarih ve 27277 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği’nde (değişiklik: 20.12.2014 tarih 29211 sayılı R.G.) yer alan çöken toz emisyonları için 2024 sonrası için geçerli olacak UVS değeri 210 mg/m<sup>2</sup>/gün dür.

Senaryo-1: hazır beton tesisi beton imalatı kontrollü şartlardan kaynaklanacak çöken toz emisyonlarına ait yıllık değeri 2,882 mg/m<sup>2</sup>/gün olup yönetmelik şartları sağlanmaktadır.

Model Sonuçlarına göre Senaryo 1’de elde edilen yıllık çöken toz konsantrasyonlarından en yüksek 10 değer **Çizelge 4.12.**’da gösterilmiştir.

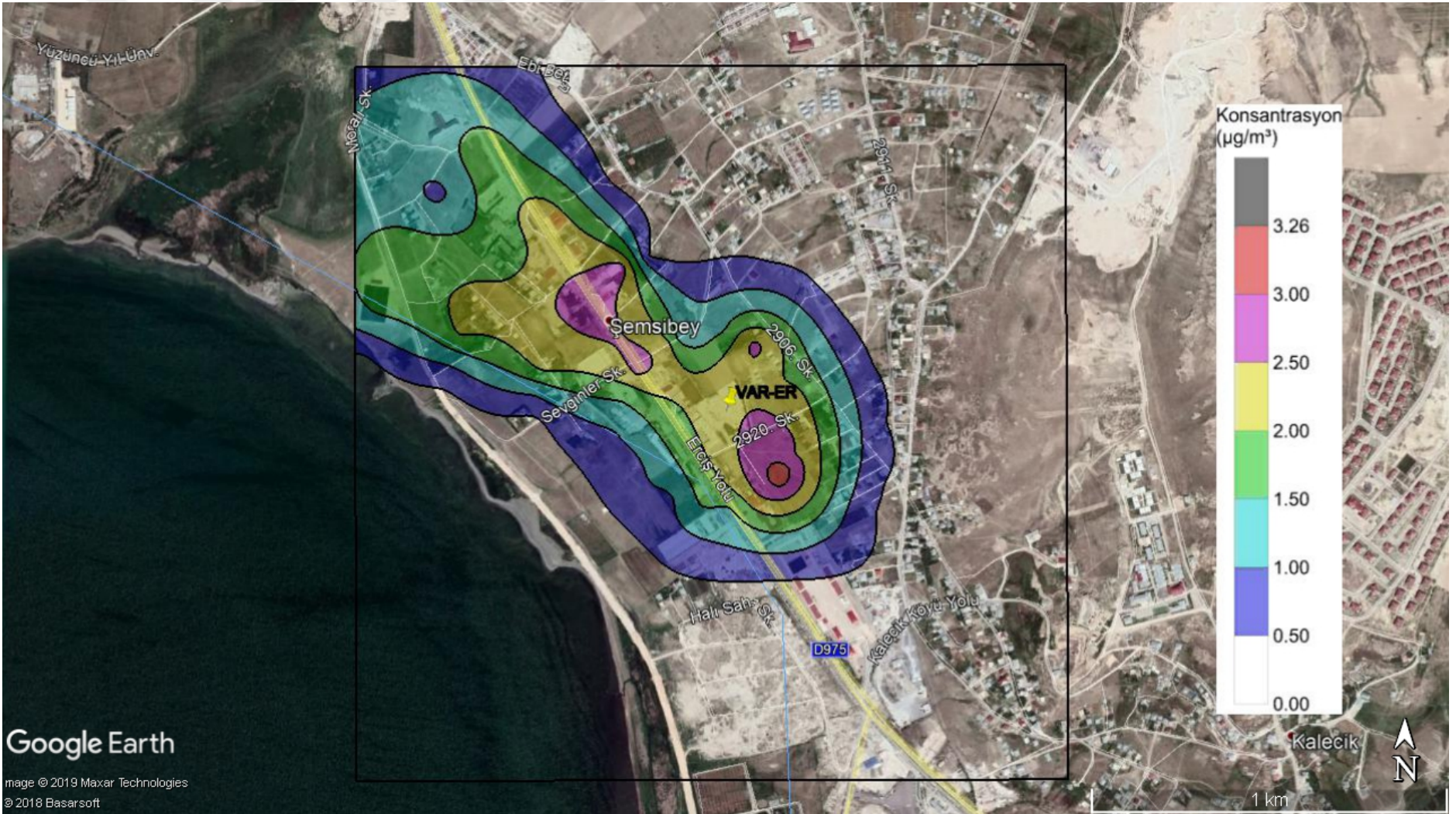
**Çizelge 4.12.** Model sonuçlarına göre senaryo-1'de elde edilen en yüksek 10 değere ait koordinat  
(Yıllık Çöken toz)

No	Y (Sağa)	X (Yukarı)	Konsantrasyon (mg/m <sup>2</sup> /gün)	İnceleme Alanı Numarası
1	353846,92316	4268413,49496	2,882	2
2	353828,50635	4268374,00000	2,824	2
3	353858,20194	4268455,58796	2,567	2
4	353803,51111	4268338,30310	2,348	2
5	353862,00000	4268499,00000	2,138	4
6	353772,69690	4268307,48889	1,734	2
7	353858,20194	4268542,41204	1,726	4
8	353846,92316	4268584,50504	1,346	4
9	353737,00000	4268282,49365	1,129	2
10	353828,50635	4268624,00000	1,085	4

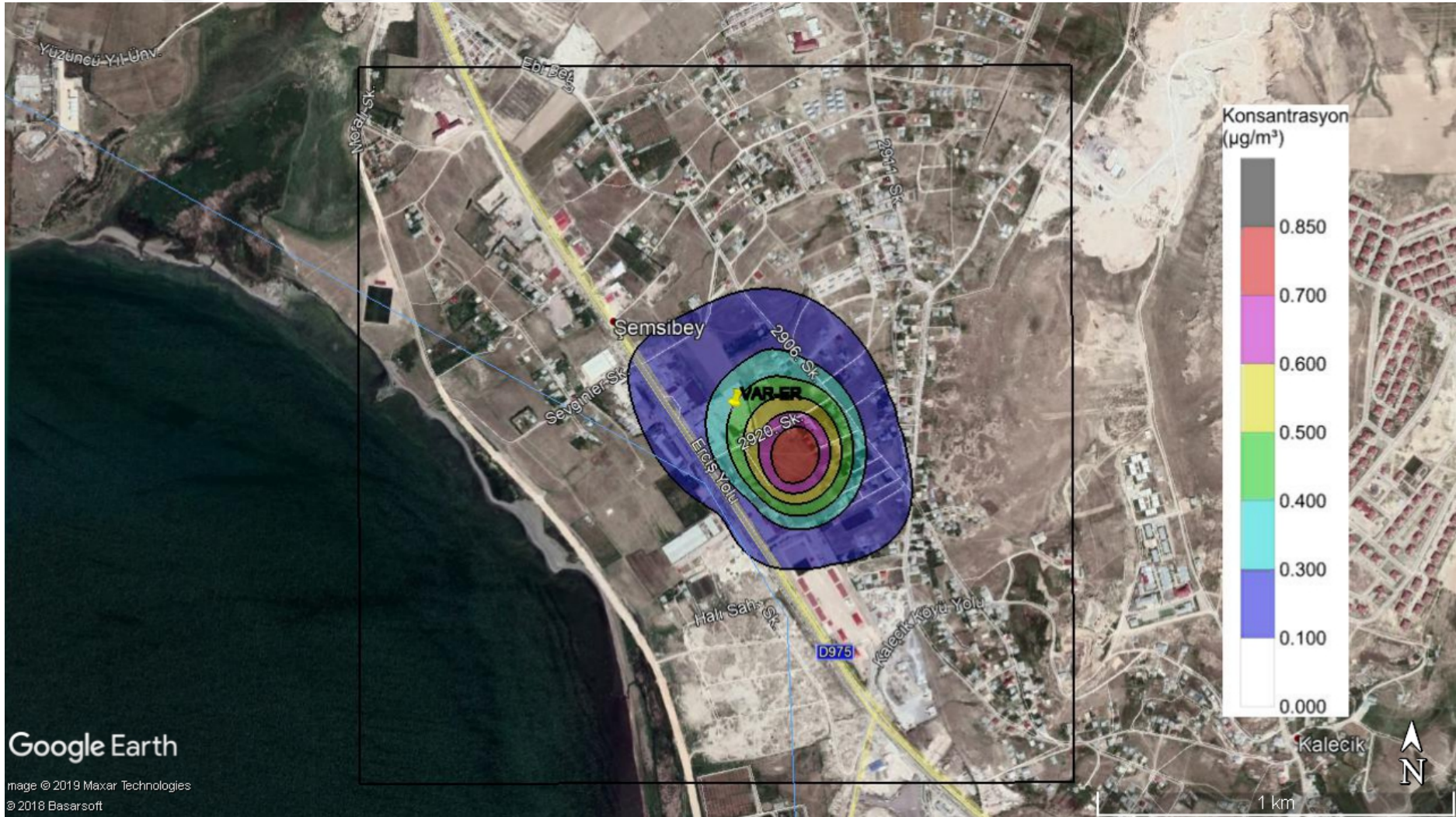
**Çizelge 4.13.'de** 4 adet kare şeklindeki inceleme alanı içinde kalan tepe noktalarının inceleme alanına göre ortalamaları verilmiştir. **Çizelge 4.13.'de** görüleceği üzere 2. inceleme alanı yıllık parametrelerin en yüksek olduğu inceleme alanıdır.

**Çizelge 4.13.** Model sonuçlarına göre inceleme alanlarının ortalama değerleri

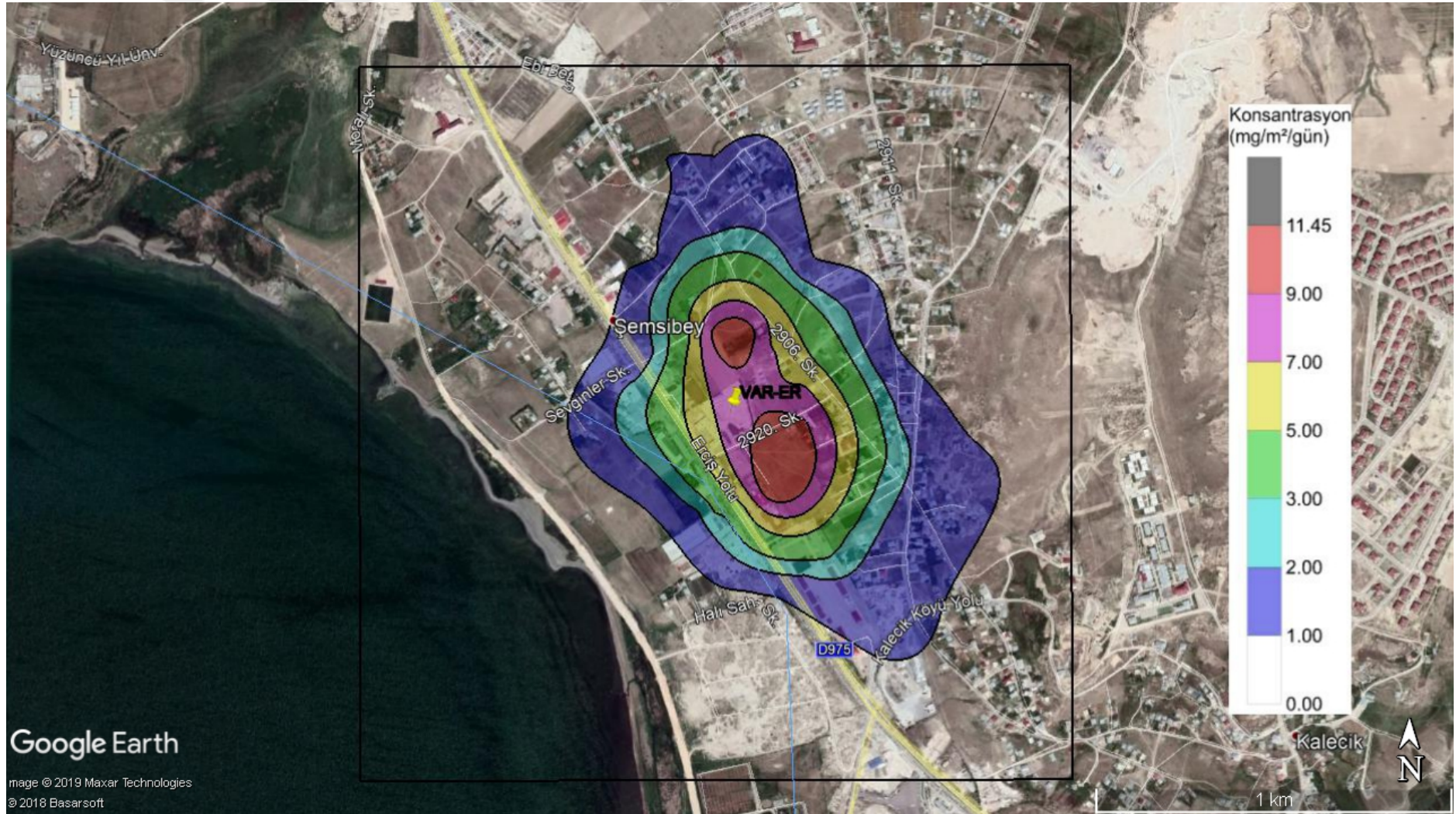
İnceleme Alanı No	24 Saatlik PM (µg/m <sup>3</sup> )	Yıllık PM (µg/m <sup>3</sup> )	Günlük Çöken Toz(mg/m <sup>2</sup> /gün)	Yıllık Çöken Toz (mg/m <sup>2</sup> /gün)
1	0,3818	0,0194	0,6641	0,0341
2	0,7992	<b>0,1657</b>	2,8683	<b>0,5326</b>
3	<b>1,3712</b>	0,0432	1,1633	0,0636
4	0,6923	0,1145	<b>2,9297</b>	0,3201



Şekil 2.5. Senaryo-1 hazır beton tesisi beton imalatı kontrollü şartlar 24 saatlik PM dağılım grafiği

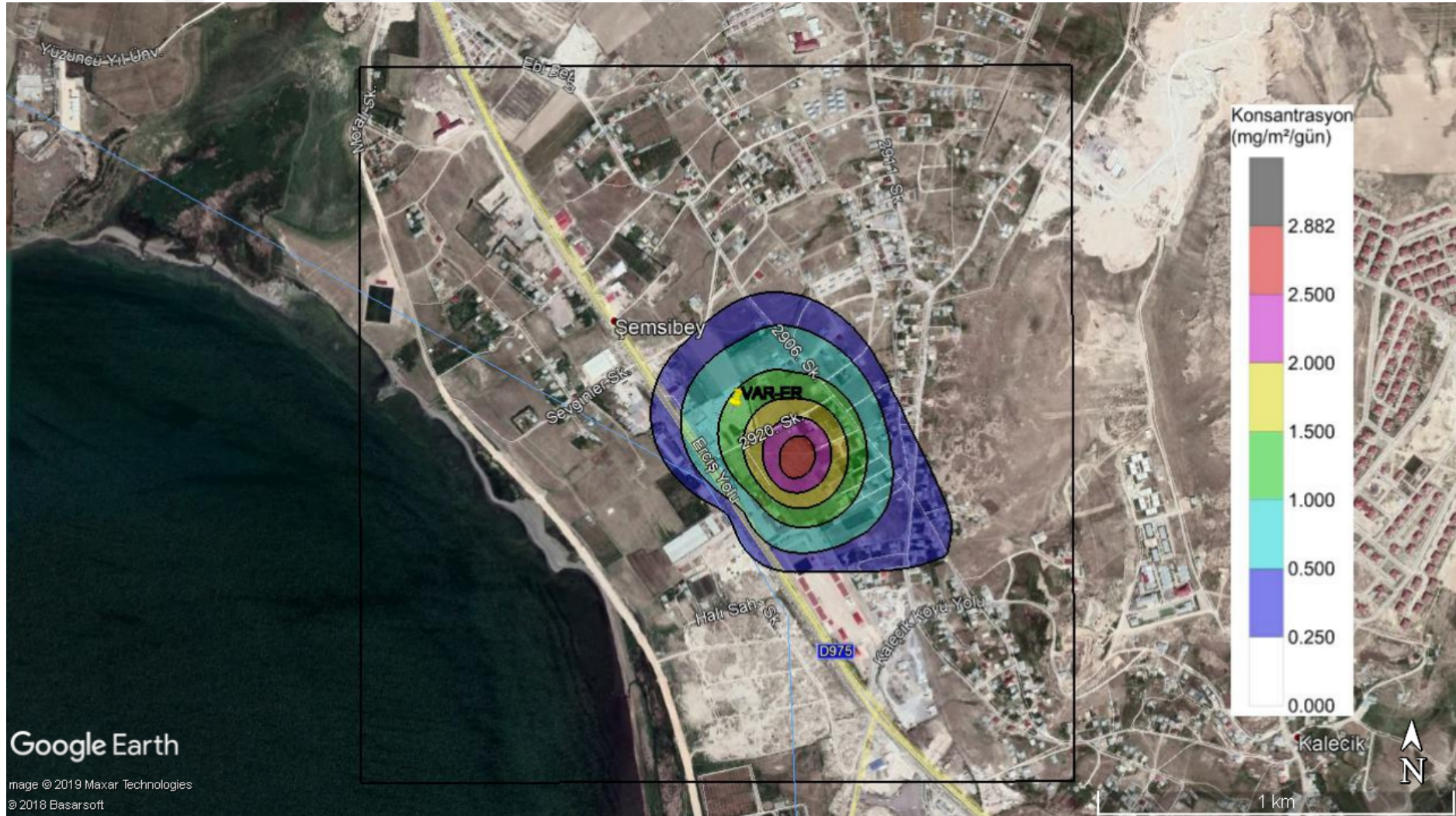


Şekil 4.6. Senaryo-1 hazır beton tesisi beton imalatı kontrollü şartlar yıllık PM dağılım grafiği



Şekil 4.7. Senaryo-1 hazır beton tesisi beton imalatı kontrollü şartlar günlük çöken toz dağılım grafiği





Şekil 4.8. Senaryo-1 hazır beton tesisi beton imalatı kontrollü şartlar yıllık çöken dağılım grafiği

**Çizelge 4.7. ve Çizelge 4.8.’de** görüleceği üzere Hazır Beton Tesisinde Beton İmalatı faaliyetlerinden kaynaklı görülmesi muhtemel hava kirlenmesine katkı değerleri 03.07.2009 tarih ve 27277 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, 06.06.2008 tarih ve 26898 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği ve 05.05.2009 tarih ve 27219 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği’nde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik’ te yer alan sınır değerlerin altında kalmaktadır.



## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 5.1. Sonuçlar

SKHKKY EK-1' de belirtildiği gibi toz kaynaklarından 3m uzaklıkta 3 adet ölçüm noktası belirlenmiştir. Belirlenen noktalarda alınan 3 ardışık PM<sub>10</sub> ölçüm konsantrasyon sonuçlarının ortalaması **Çizelge 5.1.**'de gösterilmiştir. Ölçüm konsantrasyon sonuçları SKHKKY EK-1'de belirtilen sınır değerinin altındadır.

**Çizelge 5.1.** PM<sub>10</sub> ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi

Emisyon Kaynağı	Ortalama Değer (mg/Nm <sup>3</sup> )	SKHKKY EK-1 Sınır Değer
Stok Alanı	0,29	3 mg/Nm <sup>3</sup>
İki taşıyıcı bant arası	0,98	
Bunker Yanı	0,67	

SKHKKY EK-2 ' de belirtildiği inceleme alanında 2 ölçüm noktası belirlenmiştir. Belirlenen noktalarda yapılan aylık çöken toz ölçüm konsantrasyon sonuçlarının ortalaması **Çizelge 5.2.**'de gösterilmiştir. Ölçüm konsantrasyon sonuçları SKHKKY EK-1'de belirtilen sınır değerinin altındadır.

**Çizelge 5.2.** Çöken Toz ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi

Emisyon Kaynağı	Ortalama Değer (mg/m <sup>2</sup> /gün)		SKHKKY EK-1 Sınır Değer
	1.Ay	2.Ay	
Tesis içi yol	50	68	450 mg/m <sup>2</sup> /gün
Stok Alanı	151	163	

PM<sub>10</sub> ölçümü yapılan noktalar ayrıca AERMOD modelleme programı ile incelenmiştir. AEORMOD modelleme sonuçları **Çizelge 5.3.**'de gösterilmiştir. AEORMOD ile 24 saatlik ve yıllık konsantrasyonları belirlenen noktalara ait sonuçlar SKHKKY EK-2'de ki Tablo 2.2. 'de belirtilen sınır değerinin altındadır.

**Çizelge 5.3.** PM<sub>10</sub> AERMOD sonuçlarının değerlendirilmesi

Emisyon Kaynağı	24 Saatlik PM <sub>10</sub>	Yıllık PM <sub>10</sub>
	(µg/m <sup>3</sup> )	(µg/m <sup>3</sup> )
Stok Alanı	8,90998	1,70410
İki taşıyıcı bant arası	5,46103	0,60167
Bunker Yanı	6,76835	1,11124
2019 ve 2024 Sonrası Sınır Değer	50 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>

Çöken toz ölçümü yapılan noktalar ayrıca AERMOD modelleme programı ile incelenmiştir. AEORMOD modelleme sonuçları **Çizelge 5.4.**'de gösterilmiştir. AEORMOD ile günlük ve yıllık konsantrasyonları belirlenen noktalara ait sonuçlar SKHKKY EK-2'de ki Tablo 2.2. 'de belirtilen sınır değerinin altındadır.

**Çizelge 5.4.** Çöken toz AERMOD sonuçlarının değerlendirilmesi

Emisyon Kaynağı	Günlük Çöken Toz	Yıllık Çöken Toz
	(mg/m <sup>2</sup> /gün)	(mg/m <sup>2</sup> /gün)
Tesis Yolu	11,97000	3,20088
Stok Alanı	11,98000	3,93622
2019 ve 2024 Sonrası Sınır Değer	390 mg/m <sup>2</sup> /gün	210 mg/m <sup>2</sup> /gün

## 5.2. Öneriler

Van ili incelendiğinde endüstriyel olarak gelişmediği ve ısınma ihtiyacının çok olduğu gözlenmektedir. Van ili için en yüksek hava kirliliği kaynakları; sırasıyla; ısınma ,ulaşım ve endüstriyel kaynaklı emisyonlardır. Van ilinde ki hava izleme istasyon verilerine göre Eylül-Nisan ayları arasında zaman zaman PM<sub>10</sub> konsantrasyonunun sınır değeri aştığı gözlemlenmiştir. Bunun sebebi irdelendiğinde Van ili de kara iklimi hakimdir; kışlar uzun ve sert geçer. PM<sub>10</sub> değerlerinin bu aylarda aşılmasının ısınma kaynaklı emisyonlar olduğu anlaşılmaktadır. 2017 verilerine göre Van ilinde ısınma halk %73 doğalgaz kullanımına geçmiştir. Van ili ısınmadan kaynaklı emisyonların azaltılması ve engellenmesi amacı ile doğal gaz kullanımını arttırılmalıdır. Yapılan konutlarda ısı yalıtımı arttırılarak ısınma ihtiyacı azaltılmalıdır. Düzensiz yakıt tüketimi önlemek için kullanılan yakıt kalitesi kontrolleri arttırılmalı ve konutlara ruhsat verilirken bacalarında emisyon salınımlarını engelleyici önlemler alınması sonucu ruhsatlandırma yapılması gerekmektedir (Anonim 2018) .

Van ilinde son yıllarda çevre illerden göç sonucu hızlı bir nüfus artışı gözlemlenmiştir. Bu sebeple araç sayısı sosyo-ekonomik durumdan ve nüfus artışlarından dolayı gün geçtikçe artmaktadır. Ulaşım kaynaklı emisyonları azaltmak engellemek için araçlarda elektrikli araç tercih edilmeli. Toplu taşıma araçlarında sayı artışı ve durak artışı ihtiyacı gözlemlenmektedir. Toplu taşıma konforu artırılarak halkı teşvik ve cazip kılacak faaliyetler yapılmalıdır. Trafikte yeşil dalga koordinasyon sistemleri ve akıllı sinyalizasyon sistemleri kurularak trafik akışı rahatlatılmalıdır(ÇMO 2018).

İnşaat sektörünün aktifliği ve nüfusun artışı sonucu bölgede endüstriyel faaliyette ki işletmeler genellikle; hazır beton, bims üretim, kırma-eleme ve taş ocağı vb. tesislerdir. Bu tesisler açık alanda üretim yaptıkları için hava şartlarından dolayı yılda yaklaşık 240 gün çalışmaktadır. Van ili gözlemlendiğinde düzensiz yerleşim sonucu tesisler zaman içinde hassas yapıların arasında kalmıştır. Ayrıca ruhsatsız çalışan tesisler mevcuttur. Endüstriyel kaynaklı emisyonları önlemek için öncelikle ruhsatsız çalışan tesislerin tespit çalışması yapılarak, ruhsat ve çevre izin işlemlerini yaptırmaları için yaptırımlar uygulanmalıdır. Van ilinde şehir ve bölge planının uzun vadeli olarak yapılması gerekmektedir. Tesisler yerleşimden belirli uzaklıkta kurulmalı

ve kurulu tesislerin yakınına konut yapılmasına izin verilmemelidir. Van ilinin toprak yapısı olarak bazı bölgeler ormanlık ve tarımsal çalışmalar için elverişsizdir. Bölgenin toprak araştırması yapılarak toprağının verimsiz olduğu bölgesinde endüstriyel tesisler için alan oluşturulabilir. Bu bölge seçilirken tesislerin üretim kalitesini koruyabileceği, ihtiyaçlarını karşılayabilecek, mali avantajları, çevre izni için gerekli şartları sağlayacak bir bölge seçilmez. Yerleşim dışında oluşan tozun engellenmesi için yapılabilirse tam kapalı sistem içinde çalışmaları konusunda teşvik sağlanmalıdır. Kapalı sisteme uygun olmayan üretimlerde ise toz kaynak noktaları ve oluştukları zaman periyotlarında otomatik sistem ile sulama sistemleri kurulması zorunlu tutulmalıdır.

Van ilinin sosyo-ekonomik durumu göz önünde bulundurulduğunda endüstriyel gelişime ihtiyacı vardır. Bu sebeple çevresel önlemleri almak için yaptırımlar uygulandığı gibi teşviklerde yapılmalıdır. Çevre izinlerini almaları için enerji destekleri ve erken başvurularda izin sürecinde alınan harç bedellerinde indirim vb. yöntemler uygulanabilir.

Çevre kirliliğinin önlenmesinde en önemli ve gerekli eksiklik ise toplumsal çevre bilincidir. Çevre kirliliği sürekli bağımsız bir şekilde izlenmeli ve sonuçları toplama sunulmalıdır. Bilgilendirmeler sadece sınır değerleri geçtiğinde değil düzenli bildirilmelidir. Alınacak önlemler geliştirilmelidir. Geliştirilen önlemlerin yayılmasında zorunlu eğitim yerine, TV kanallarında kamu spotu olarak verilmesi ve sosyal medya aracılığı ile etkinlikler ile yayılması sağlanmalıdır. Eğitim sisteminde çevre bilinci için seçmeli ders ve etkinlikler yapılması gerekmektedir(Aktur 2009).

## KAYNAKLAR

- Aktur , R. (2009). "Hava Kirliliği ve Çözümler." Halk Sağlığı ile İlgili Güncel Sorunlar ve Yaklaşımlar ,Ankara Tabipler Odası , Ankara: 151.
- Akyürek , Ö. (2013). "SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> Hava Kirliliği Parametrelerinin CBS ile Konumsal Analizi: Kocaeli Örneği." TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi , Ankara.
- Anonim-1 (2014). "Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik." Resmi Gazete Sayı :29211,Türkiye.
- Anonim-2 (2014). "TS EN 12341 Hava Kalitesi-Askıda Katı Maddenin PM<sub>10</sub> kesrinin belirlenmesi-Ölçme yöntemlerinin Referans Eşdeğerliliğini Göstermek için Saha Deney İşlemi ve Referans Metodu." Türk Standartları Enstitüsü,Ankara.
- Anonim (1976). "TS 2342 Hava Kirliliği Ölçme Metotları Yönlendirilebilir Çökelti Ölçme Cihazı Kurma ve Çalıştırma Metodu " Türk Standartları Enstitüsü,Ankara.
- Anonim (2008). "Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği." Resmi Gazete Sayı :26898,Türkiye.
- Anonim (2009). "Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği." Resmi Gazete Sayı :27277,Türkiye.
- Anonim (2018). "Van ili 2017 Çevre Durum Raporu." T.C. Van Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü ,Van.
- Ay , E. F. v. A. (2010). "Hava Kirliliği ve Modellemesi." Sakarya Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü,Sakarya.
- Charlson , R. J. v. A. (1992). "Climate forcing by anthropogenic aerosols." Sciences , 255 ,426.
- ÇMO (2018). "Hava Kirliliği Raporu 2018." TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, Ankara.
- Demirarslan , O. (2008). "Hava Kirliliği Belirlemelerinde Modelleme Yaklaşımı ve Modelleme aşamasında Karşılaşılabilecek Sorunlar." Kocaeli Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü,Kocaeli.
- Dorjsuren, U. (2012). "İstanbul Üniversitesi Avcılar Yerleşkesinde Solunabilir Partikül Maddenin Boyut Dağılımının ve Element İçeriğinin İncelenmesi." İstanbul Üniversitesi ,Fen bilimleri Enstitüsü,İstanbul.
- Dölek , E. v. A., A.T. (2007). "ISCST3 ve AEORMOD Atmosferik Dağılım Modellerinin Karşılaştırılması Örnek Çalışma: Çayırhan Termik Santrali " Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu.

Duru , Ü. (2010). "Ardışık Ekstraksiyon Tekniği ile Adapazar'ında Çöken Tozların Ağır Metal Analizi " Sakarya Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü,Sakarya.

EC (2017). "Cleaner Air For All." [http://ec.europa.eu/environment/air/cleaner\\_air/](http://ec.europa.eu/environment/air/cleaner_air/).  
EEA (2016). "Air Quality in Europe-2016 Report." EEA Report No 28/2016.

Erdoğan , E. (2013). "Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinde Modellerin Kullanımının Karar Verme Sürecindeki Rolü." İstanbul Teknik Üniversitesi ,Fen Bilimleri Enstitüsü,İstanbul.

Fenger , J. (2009). "Air Pollution in The Last 50 Years-From Local to Global " Atmospheric Environment ,13-22.

Godish , T. (2004). "Air Quality 4 Edition." Lewis Publishers,A CRC Press Company, p32-185.

Karaçoban , İ. (2018). "Partikül Madde Alansal Kaynak Modellemesi." Selçuk Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü,Konya.

Karakaş, B. (2015). "İç ve Dış Hava Ortamlarında Partikül Madde(PM10 , PM2,5 ,PM1) Konsantrasyonların Değerlendirilmesi." Hacettepe Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü ,Ankara.

Kunt , F. (2014). "Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağları Yöntemleri Kullanılarak Konya İl Merkezi Hava Kirliliği Modellemesi." Selçuk Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü ,Konya.

Müezzinoğlu, A. (2005). "Hava Kirliliği ve Kontrolünün Esasları." Dokuz Eylül Yayınları ,İzmir.

Partigöç N.S. ve Çubukçu , K. M. (2017). "Hava Kirliliği ve Kent İlişisine Ampirik Bakış: Ekolojik Sürdürülebilirlik Ekseninde Bir Değerlendirme." Akademia Disiplinler Arası Bilimsel Araştırmalar Dergisi.

Peavy , H. S. v. A. (1985). "Environmental Engineering." Hill Inc. ,Singapore.

Saksena , S. v. A. (1992). "Patterns Of Daily Exposure to TSP and CO in tThe Garhwal Himalaya." Atmospheric Environment ,26A,2125.

Seinfeld , J. H. v. P., S. N. (1998). "Atmospheric Chemistry and Physics From Air Pollution to Climate Change." John Wiley and Sons , Inc, Canada.

Shafik , S. (1994). "Economic Development and Environmental Quality : An Economic Analysis." Oxford Economic Papers 46,757-773.

Shendriker , A. D. (2003). "İntegrating Nephelometer Measurements For Air-borne Fine Particuller Matter (PM2,5) Mass Concentration." Atmospheric Environment ,37,1383.



Süren , P. (2007). "Zonguldak Kent Merkezi Atmosferik Partikül Madde Kirliliğinin ; PM2,5 ve PM10 Boyut Dağılımı , Kaynak ve Metalik Kompozisyon Temelinde İncelenmesi." Balıkesir Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü ,Balıkesir.

Tosun , E. (2017). "Türkiye'nin 2009-2016 Yılları Arasındaki Hava Kalitesi Verilerinin Değerlendirilmesi." Hacettepe Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü ,Ankara.

Twomey, S. (1974). "Pollution and The Planetary Albedo." Atmospheric Environment ,8,1251.

WHO (2015). "Ambient (Outdoor) Air Quality and Health " Fact Sheet No 313 , Updated March 2014 , World Health Organization.



## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Şeyda KARAMAN  
**Uyruğu** : T.C.  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : VAN-23.10.1990  
**Telefon** : 0432 502 02 24  
**Faks** : 0432 502 02 24  
**E-Posta** : s.karaman@karamancevre.com.tr

### EĞİTİM

Derece	Adı	İlçe	İl	Bitirme Yılı
Lise	: Özel Serhat Anadolu Lisesi,	Merkez,	VAN	2007
Üniversite	: Dokuz Eylül Üniversitesi,	Buca,	İZMİR	2016
Yüksek Lisans	: Konya Teknik Üniversitesi,	Selçuklu,	KONYA	-
Doktora	: -			

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2016-devam	Karaman Çevre Laboratuvar ve Mühendislik	Laboratuvar Müdürü

### UZMANLIK ALANI

Çevre laboratuvar ölçümleri, modelleme ve raporlama.

### YABANCI DİLLER

İngilizce (iyi derece)

### BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

Emisyon-İmisyon Ölçümleri Eğitim Sertifikası (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı)  
 Emisyon-İmisyon Ölçümleri Raporlama Eğitimi Sertifikası (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı)  
 A-2 Tipi Mühendislik Akustiği Sertifikası (TMMOB Fizik Mühendisleri Odası)  
 B-1 Tipi Endüstriyel Gürültü Rapor/Haritalama Sertifika Programı (TMMOB Çevre Mühendisleri Odası )  
 Su ve Atık Sudan Numune Alma Yetki Belgesi (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı)  
 TS EN ISO/IEC 17025 Deney ve Kalibrasyon Laboratuvarlarının Yeterliliği için Genel Şartlar Standardı Eğitim Sertifikası (Türk Akreditasyon Kurumu Akreditasyon)  
 Kalite Yönetim Sistemi Dokümantasyonu Eğitim Sertifikası (KAS Uluslararası Sertifikasyon )

ISO/IEC 17025:2012 Laboratuvar Akreditasyonu İç Tetkik Eğitim Sertifikası (KAS Uluslararası Sertifikasyon )  
 Ölçüm Belirsizliği Eğitim Sertifikası (KAS Uluslararası Sertifikasyon )  
 International University Of Srajevo 2. Uygulamalı Biyolojik Bilimler Kongresi Katılım Sertifikası  
 International Turk Management Guc Business Congress Katılım Sertifikası  
 KOSGEB Uygulamalı Girişimcilik Eğitimi Katılım Belgesi  
 3D Studio Max Başarı Sertifikası (Global Kariyer)  
 AUTOCAD Katılımcı Belgesi (Global Kariyer)  
 Sıcaklık Kalibrasyonu Eğitim Sertifikası (Türk Standardları Enstitüsü)  
 Stratejik Yönetim Eğitim Sertifikası (CPA)  
 ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi Eğitim Sertifikası (CPA)  
 OHSAS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitim Sertifikası (CPA)  
 ISO 9001:2008 İç Tetkikçi Eğitim Sertifikası (CPA)  
 ISO 9001:2008 Kalite Yönetim Sistemi Eğitim Sertifikası (CPA)

## YAYINLAR

**Şeyda Karaman, Şükrü Dursun (2019)** Assessment of Particulate Matter and Crushed Powder in Industrial Area of Van Province. International Symposium for Environmental Science and Engineering Research (ISESER2019) May 25-27, 2019 Konya, Proceeding Book, ISBN – 978-605-184-173-1, pp:175