



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PARTİKÜL MADDE ALANSAL KAYNAK MODELLEMESİ

İBRAHİM KARAÇOBAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Mart-2018
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PARTİKÜL MADDE ALANSAL KAYNAK MODELLEMESİ

İBRAHİM KARAÇOBAN

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. ŞÜKRÜ DURSUN

2018, 105 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Şükrü DURSUN
Prof. Dr. M. Emin ARGUN
Dr. Öğretim Üyesi Fatma KUNT

Bu çalışmada Bolu ili, Gerede İlçesinde yer alan açık maden ocağı ve kırma eleme tesisinden çevreye yayılan kirletici parametreler Partikül Madde(PM10) ve Çöken Toz için hava kalitesi modelleme çalışmaları yapılmıştır. Yapılan modelleme çalışmalarında açık maden ocağı ve kırma eleme tesisi model programlarına alan kaynak olarak tanımlanmıştır. Kaynak yakınında yer alan Aktaş köyü PM10 açısından HKİ göre, hava kalitesinin memnun edici ve hava kirliliğinin az riskli veya hiçbir riskin oluşmadığı grupta yer aldığı belirlenmiştir. Aktaş köyünde ISCST3 ile hesaplanmış olan günlük PM10 konsantrasyonu polar ve kartezyen sistemde 45.47 $\mu g/m^3$, yıllık PM10 konsantrasyonu ise polar ve kartezyen sistemde 4.29 $\mu g/m^3$ 'dür. AERMOD ile hesaplanan günlük PM10 konsantrasyonu ise sırasıyla polar sistem ve kartezyen sistemde; 46.46 $\mu g/m^3$, 46.45 $\mu g/m^3$ 'dür. Yıllık PM10 konsantrasyonu ise sırasıyla polar sistem ve kartezyen sistemde; 2.36 $\mu g/m^3$, 2.36 $\mu g/m^3$ 'dür. Hesaplanan değerler ülkemiz ve AB üye ülkelerde uygulanan sınır değerlere göre karşılaştırıldığında ise hesaplanan PM10 konsantrasyonlarının her iki sınır değerinde altında olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: AERMOD, ISCST3, Modelleme, Hava kirliliği, Partikül Madde

ABSTRACT

M.Sc. THESIS

PARTICLE MATTER POLLUTION AREA SOURCE MODELLING

İBRAHİM KARAÇOBAN

Advisor: Prof. Dr. ŞÜKRÜ DURSUN

2018, 105 Pages

Jury
Prof. Dr. Şükrü DURSUN
Prof. Dr. M. Emin ARGUN
Dr. Öğretim Üyesi Fatma KUNT

In this study, air quality modelling studies were carried out for the pollutant parameters Particulate Matter (PM_{10}) and precipitate Dust which they were emitted from the open mine and crushing screening plant located in Bolu city, Gerede District. In the modelling studies have been performed around open mine and crushing screening facilities were defined as the land source for the model programs. Aktas village near the pollutant source for PM_{10}, it was determined that the air quality was satisfactory and the air pollution was in the group which had little risk or no risk, according to the AQI. The daily PM_{10} concentration in Aktaş village calculated by ISCST3 was 45.47 μg /m^3 for polar and Cartesian systems, and the annual PM_{10} concentration is 4.29 μg /m^3 for polar and Cartesian systems. The daily PM_{10} concentration calculated by AERMOD was in polar and Cartesian system 46.46 μg / m^3 and 46.46 μg /m^3 respectively. The annual PM_{10} concentration in the polar and the Cartesian system, 2.36 μg / m^3 and 2.36 μg / m^3 respectively. When the calculated values are compared according to the limit values applied in Turkish and the EU member countries, it is seen that the calculated PM10 concentrations are below both limit values.

Keywords: Air pollution, AERMOD, ISCST2, ISCST3, Modelling, Particle Matter

ÖNSÖZ

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

Ayrıca yüksek lisans süresince her türlü yardımlarından dolayı çalışmakta olduğum Akçev Mühendislik firmasının sahibi sayın Fatma KIRIKTAŞ ve Burak KIRIKTAŞ'a , tez çalışması içerisinde tesis bilgilerinin kullanımına izin veren MCS Maden yönetimine teşekkürü bir borç bilirim.

Lisans ve yüksek lisans öğrenimim boyunca her zaman yanımda olan anneme, babama, kardeşlerime, eşime ve oğlum İsmail'e teşekkür ederim.

İBRAHİM KARAÇOBAN
KONYA-2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET **1**

ABSTRACT **2**

ÖNSÖZ **3**

İÇİNDEKİLER **4**

SİMGELER VE KISALTMALAR **5**

1. GİRİŞ **6**

2. HAVA KİRLİLİĞİ **7**

2.1. Hava Kirliliği Kaynakları 7
2.1.1. Doğal Hava Kirliliği Kaynakları 7
2.1.2. Antropojenik Hava Kirliliği Kaynakları 8
2.1.3. Hava Kirleticileri 9
2.2. Hava Kalitesi İndeksi 11
2.3. Kaynak Araştırması 13

3. MATERYAL VE YÖNTEM **15**

3.1. Materyal 15
3.1.1. Çalışma Alanı Hakkında Bilgiler 15
3.1.2. Modelleme Çalışmasında Kullanılan Veriler Hakkında Bilgiler 21
3.2. Yöntem 32
3.2.1. ISCST3 Hakkında Genel Bilgiler 34
3.2.3. AERMOD Hakkında Genel Bilgiler 43

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **52**

4.1. ISCST3 Sonuçları 54
4.2. AERMOD Sonuçları 73

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER **93**

KAYNAKLAR **103**

ÖZGEÇMİŞ **105**

SİMGELER VE KISALTMALAR

Ar	:Argon
CO	:Karbonmonoksit
CO_2	:Karbondioksit
CH_4	:Metan
SO2	:Kükürtdioksit
NOx	:Azotoksit
NO_2	:Azotdioksit
Ne	:Neon
NMVOC	:Metan dışı uçucu organik bileşikler
He	:Helyum
Kr	:Kripton
H_2	:Hidrojen
Xe	:Ksenon
O_2	:Oksijen
O_3	:Ozon
HNO_3	:Nitrikasit
µm	:mikrometre,
m	:metre
mm	:milimetre
km	:kilometre
kg	:Kilogram
µg	:Mikrogram
m^3	:metreküp
m^2	:metrekare
mg	:Miligram
s	:saniye
ºC	:Santigrat derece
%	:yüzde
hPa	:hektopaskal
ÇED	:Çevresel Etki Değerlendirmesi
TÜİK	:Türkiye İstatistik Kurumu
PM_{10}	:Partikül Madde
AERMOD	:AMS/EPA Regulatory Model
ISCST3	:Industrial Source Complex Short Term
HKİ	:Hava Kalitesi İndeksi
SKHKY	:Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrol Yönetmeliği
EPA	:Environmental Protection Agency
KVD	:Kısa Vadeli Sınır Değer
UVS	:Uzun Vadeli Sınır Değer
HKKD	:Hava Kirlenmesi Katkı Değeri
NMVOC	:Metan Olmayan Uçucu Organik Bileşenler
PES	:Pacific Environmental Services

1. GİRİŞ

Hava kirliliği insanlar için önemli bir sorun olmakla birlikte, atmosferde toz , gaz, duman halinde bulunması ve bu kirleticilerin artış göstererek insan sağlığına, canlılara ve cansız varlıklara zarar verici seviyelere kadar yükselmesi ile meydana gelir (Çakır-Sümer, 2014). İnsan faaliyetlerinden dolayı ortaya çıkan hava kirliliği sorunu eski tarihlerden günümüze kadar gelmektedir. Geçmişte endüstri tesislerinin etrafında görülen hava kirliliği, ilerleyen zamanlarda yerleşim alanlarının gelişmesi, bu gelişmeye bağlı olarak hızlı nüfus artışına, hızlı nüfus artışı da ısınma amacıyla kullanılan fosil yakıt kullanımın artmasına neden olmuştur. Hava kirliliğine bağlı olarak 1873 yılında Londra'da ilk ölüm vakası kayıtlara alınmıştır. Bu olaydan sonra yine Londra'da 1911 yılında 1.150 kişi, 1952 yılında ise 4.000 kişinin ölümüne neden olan hava kirliliği olayları meydana gelmiştir (Altıkat ve ark., 2011).

Ülkemizde ve dünyada gelişen sanayileşme ile birlikte hava kalitesi her geçen gün olumsuz yönde etkilenmektedir. İnsan yaşamının vazgeçilmezi olan hava yine insanlar tarafından gün geçtikçe solunamaz hale getirilmektedir. Dünya için bu durumun en büyük örneği Çin Halk Cumhuriyetidir. Çin Halk Cumhuriyetinin başkenti olan Pekin'de yapılan son ölçümlere bakıldığında $PM_{2,5}$ değerinin sağlıklı eşiğin 32 kat üzerinde çıktığı tespit edilmiştir (URL1, 2018).

Hava kirliliği insan sağlığı için zararlı boyutlara ulaşmadan önce, endüstriyel tesisler, organize sanayi bölgeleri, maden ocakları, hazır beton santralleri vb. hava kirliliğine etkisi olan kaynaklar planlama aşamasında iken modelleme çalışmaları yapılarak yerleşim yerlerine olan etkileri, insan sağlığına zararları araştırılmalı ve en uygun yerler belirlenmelidir.

Bu çalışmada Bolu ili, Gerede İlçesi, Aktaş köyü mevkiinde yer alan açık maden ocağı ve kırma eleme tesisinden kaynaklanan PM10 ve Çöken toz parametrelerine ait konsantrasyon değerleri ISCST3 ve AERMOD hava kalitesi modelleri kullanılarak hesaplanmış ve iki model arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. AERMOD ile yapılan hava kalitesi model çalışmaları ülkemizde Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) çalışmalarında kullanılmaktadır.

2. HAVA KİRLİLİĞİ

Su ve toprak gibi hava da kirletici parametreler vasıtası ile kirlenebilen bir ortamdır. Hava kirliliğini su ve toprak kirliliğinden ayıran özelliği ise insanların açlıkla ve susuzlukla daha uzun yaşamını sürdürebilmesidir. İnsanlar nefes alıp vermeden birkaç dakikadan daha fazla dayanamazlar. Temiz kuru havanın içerisinde yer alan gazlar Çizelge 2.1'de gösterilmiştir (Bayat, 2011).

Çizelge 2.1. Normal Temiz Kuru Havanın Doğal Bileşimi (10^{-6} v/1v= 1 ppm)

Bileşen	Derişim (ppm)
N_2	780800
O_2	209546
Ar	9340
CO_2	330
Ne	18
He	5.2
CH_4	1.2
Kr	0.5
H_2	0.5
Xe	0.08
NO_2	0.02
O_3	0.01 – 0.04

2.1. Hava Kirliliği Kaynakları

Hava kirliliğine neden olan kirletici kaynaklar ikiye ayrılmaktadır. Bunlar antropojenik ve doğal hava kirliliği kaynaklarıdır.

2.1.1. Doğal Hava Kirliliği Kaynakları

Doğal hava kirliliği kaynakları olarak yangınlar, volkanlar, toz fırtınaları ve bitki örtüsünün bozulması sayılabilir. Doğal kaynaklı hava kirleticilerinin atmosferde dağılması, bu kirleticilerin konsantrasyonun düşmesine neden olur. Yağışlarla ve absorpsiyon ile doğa kendi kendini temizleyebilir.

a) Yangınlar

Yangınlar ile birlikte atmosfere çok miktarda duman, Karbonmonoksit, karbondioksit, azotoksitler ve hidrokarbonların girişi olmaktadır (Erdoğan, 2013). Gerek ormanlarda çıkan büyük çaplı yangınlar gerekse büyük sanayi tesislerinde meydana gelen yangınlar atmosferdeki kirletici miktarlarında artışlara neden olmaktadırlar.

b) Toz Fırtınaları

Kuvvetli rüzgarlar, küçük boyutlardaki partikül maddelerin (<50µm) dünya yüzeyinde havalanmasına ve atmosfer içerisinde uzak noktalara taşınmasına sebep olurlar. Genellikle çöl bölgesi olan yerlerde rüzgara bağlı olarak, çöl tozları çok uzak mesafelere taşınabilmektedir. Atmosferdeki bu taşınma olayı sonrasında çöl tozları, büyüklüklerine göre havada bir süre asılı kalmakta ve daha sonra yeryüzüne çökelmektedir. Çöl tozları görüş mesafelerini ve hava kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Kış aylarında fosil yakıtların yaygın kullanımı ile beraber partikül madde kirliliği ortaya çıkmaktadır. Bu kirliliğe ilave olarak çöl tozları da eklendiği zaman kış aylarında hava kalitesi oldukça düşük seviyelere inmektedir (Şengün ve Kıranşan, 2012).

c) Volkanlar

Dünya üzerinde gerçekleşen volkanik patlamalar atmosfere SO_2 ve partikül madde salınımı gerçekleştirmektedir. Gerçekleşen bu patlamalar sonucunda ortaya çıkan kirleticiler geniş alanlara dağılmaktadırlar (Gökmen, 2012).

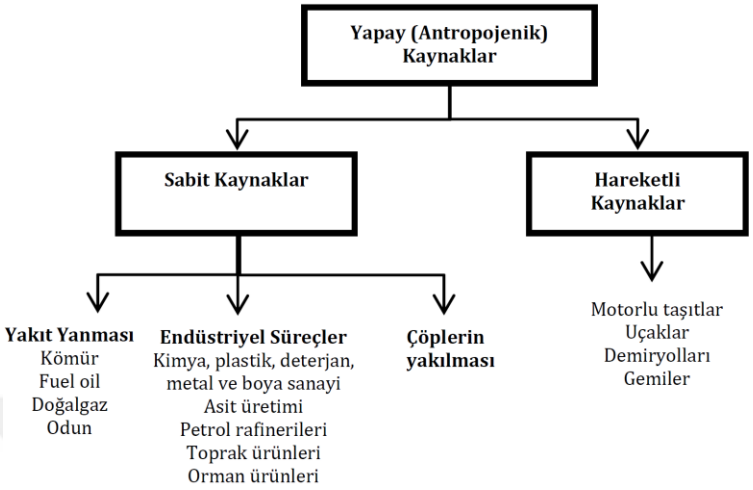
d) Bitki Örtüsünün Bozulması

CO_2 küresel ısınmada etkili olan sera gazları arasındadır. CO_2 güneş ışınlarından doğrudan yeryüzüne gelen kısa dalgalı ışınların büyük kısmını geçirmektedir. Ancak yeryüzünden atmosfere verilen uzun dalgalı ışınları tuttuğu için atmosferin alt kısımlarının ısınmasına yol açmaktadır. Bilindiği üzere atmosferdeki CO_2 miktarı, önemli ölçüde fosil yakıt kullanımı sonucunda hızlı bir biçimde artış göstermektedir. Bu artışla birlikte ormanların yok olması ve özelliklede yağmur ormanlarındaki aşırı tahribat, ayrıca dünya üzerinde diğer bölgelerdeki orman örtüsünün yerini yeni bitki örtülerinin alması da bu artışa destek olmaktadır (Öztürk, 2002).

2.1.2. Antropojenik Hava Kirliliği Kaynakları

Antropojenik kaynaklı hava kirliliği insanların sebep olduğu kirlilik kaynağıdır. Antropojenik kaynaklar, insanların hammaddeleri kullanabilmeleri için ortaya çıkardıkları kaynaklardır. Antropojenik kaynaklar, kaynak yapısına göre çizgisel, noktasal ve alansal olmak üzere üç ana gruba ayrılır. Kaynağın türüne göre ise ısınmadan kaynaklı, sanayi tesislerinden kaynaklı ve trafikten kaynaklı olmak üzere üç

grupta incelenir. Kaynağın hareketine göre ise sabit ve hareketli kaynaklar olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Antropojenik kaynakların sınıflandırılması Şekil 2.1' de verilmiştir (Partigöç ve Çubukçu, 2017).



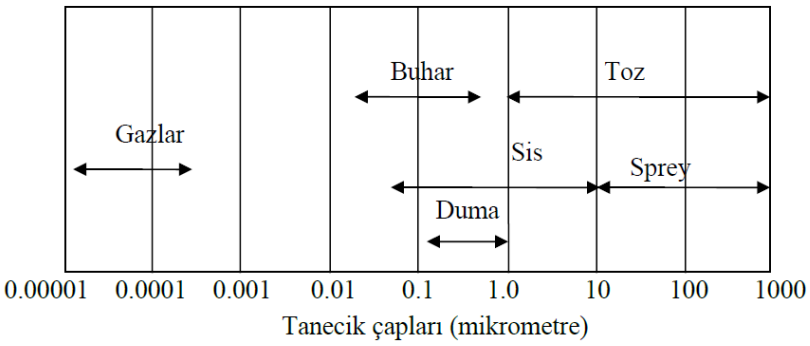
Şekil 2.1. Antropojenik Kaynakların Sınıflandırılması

2.1.3. Hava Kirleticileri

Atmosferde çok sık rastladığımız hava kirleticileri partikül maddeler, kükürt oksitler, azot oksitler, organik maddeler ve karbon monoksittir.

a) Partikül Maddeler

Atmosferde askıda kalan partikül maddeler , yoğunluklarına ve büyüklüklerine göre belirli süreler askı halinde durabilirler. Zamanla zemine çökelme gerçekleştirerek hava ortamından uzaklaşırlar. Atmosferde yüzer olarak bulanan partikül maddeler, tane boyutlarına göre buhar, toz, duman, sis ve sprey olarak adlandırılırlar. Boyutlarına göre sınıflandırılan aerosollerin tane büyüklükleri Şekil 2.2'de gösterilmiştir (Kunt, 2014).



Şekil 2.2 Aerosollerin Tane Büyüklüklerine Göre Sınıflandırılması (Kunt, 2014)

Atmosferde 40 mikrondan daha büyük partikül maddeler kendiliğinden çökeldiği için çok fazla bulunmazlar. Aerosollerin alt sınırı 0.00001 mikrometredir. Sağlık açısından 10 mikrondan büyük aerosoller burundan, 5 mikrondan büyük olanlar ise üst solunum yollarından rahat bir şekilde geçemediğinden, insan sağlığı üzerine etkileri önemsizdir. 3 mikrondan ince olan tozlar ise sağlık açısından en büyük etkiye sahip kirleticilerdir (Kunt, 2014).

b) Kükürt Oksitler (SO_2)

Atmosferde yer alan kükürt oksitlerin en önemlisi SO_2'dir. Yapılan çalışmalarda SO_2'nin konsantrasyonunun insan sağlığı üzerine etkisinin önemli olduğu ortaya koyulmaktadır. SO_2 insanlar üzerinde özellikle solunum yollarında rahatsızlığa sebebiyet vermektedir. Solunum yolu rahatsızlığı bulunan insanlarda ise ölüme yol açma riski dahi vardır. SO_2 suda kolay çözünebilmesi nedeni ile kan dolaşımına rahatlıkla girebilmektedir (Çiçek ve ark., 2004).

c) Azot Oksitler (NO_x)

Atmosferde yer alan kirleticiler arasında NO_x'ler önemli oranlara sahiptirler. NO_x'lerin önemli kaynakları araçların egzozları ve yakma tesisleridir. Havada belirli reaksiyonlara girerek HNO_3 oluştururlar. Atmosferde meydana gelen HNO_3 daha sonra asit yağmurlarının oluşmasına neden olur (Çimen ve Öztürk, 2010). NO_x atmosferde yüksek konsantrasyonlarda bulunması halinde ölümlere neden olabilir. Ayrıca yüksek konsantrasyonda NO_x gözlerde tahriş olmaya ve bronşite sebep olabilmektedir (Gündoğdu, 2006).

d) Karbon Monoksit (CO)

Karbon monoksit renksiz, kokusuz ve tatsız bir gazdır. Yapısında karbon bulunan yakıtların iyi bir şekilde yanmaması nedeni ile ortaya çıkar. Araçların egzozlarından çıkan gazlar, orman yangınları, metilen klorür içeren boyalar başlıca karbon monoksit kaynaklarıdır. Karbon monoksit havadan ağır bir gazdır bu nedenle iyi havalandırma yapılmış kapalı ortamlarda bile hızla birikebilir (Kandiş ve ark., 2009).

2.2. Hava Kalitesi İndeksi

Hava kirliliği sorunu yerel ve bölgesel olduğu kadar küresel ölçekte bir etkiye sahiptir. Hava kirliliğinin insan sağlığı üzerinde önemli etkileri olması nedeni ile, tüm dünyada hava kalitesine büyük önem verilmektedir. Dünyada yaygın olarak kullanılan, Hava Kalitesi İndeksi (HKİ) sınıflama sistemiyle havada yer alan kirleticiler konsantrasyonlarına göre iyi, orta, hassas, sağlıksız, kötü ve tehlikeli sağlık endişe seviyeleri olarak derecelendirilmiştir (Çizelge 2.2). Dünyada birçok ülkede indeks hesaplanırken kendi ülke hava kalitesi standartlarına bağlı olarak oluşturulmuştur (URL2, 2018).

Ulusal Hava Kalitesi İndeksi, EPA Hava Kalitesi İndeksi ulusal mevzuatımız ve sınır değerlerimize uyarlanarak oluşturulmuştur. HKİ 5 temel kirletici parametre için hesaplanmaktadır. Bunlar; karbon monoksit (CO), kükürt dioksit (SO_2), partikül maddeler (PM10), azot dioksit (NO_2) ve ozon (O_3) dur (URL2, 2018).

Çizelge Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı.**2.** Ulusal Hava Kalitesi İndeksi Kesme Noktaları (URL2, 2018)

İndeks	**HKİ**	**SO_2 (µg/m^3)**	**NO_2 (µg/m^3)**	**CO (µg/m^3)**	**O_3 (µg/m^3)**	**PM10 (µg/m^3)**
		1 Sa. Ort.	1 Sa. Ort.	8 Sa. Ort.	8 Sa. Ort.	24 Sa. Ort.
İyi	0-50	0-100	0-100	0-5500	0-120	0-50
Orta	51-100	101-250	101-200	5501-10000	121-160	51-100
Hassas	101-150	251-500	201-500	10001-16000	161-180	101-260
Sağlıksız	151-200	501-850	501-1000	16001-24000	181-240	261-400
Kötü	201-300	851-1100	1001-2000	24001-32000	241-700	401-520
Tehlikeli	301-500	>1101	>2001	>32001	>701	>521

- HKİ 0-50 arasında ise hava kalitesi memnun edici ve hava kirliliği az riskli veya hiçbir risk oluşturmuyor anlamına gelmektedir.
- HKİ 51-100 arasında ise hava kalitesi uygun durumdadır. Fakat hava kirliliğine karşı hassa olan insanlar için kirleticilerin bazıları orta düzeyde sağlık endişesi oluşturabilir.
- HKİ 101-150 arasında ise hava kalitesi, hassas durumda olanlar için sağlık etkileri oluşturabilir. Genel olarak toplumun etkilenmesi beklenmemektedir.
- HKİ 151-200 arasında ise hava kalitesi, herkes için sağlık etkisi oluşturmaya başlayabilir.

- HKİ 201-300 arasında ise, Nüfusun tamamının etkilenme olasılığı yüksektir. Sağlık açısından acil durum oluşturabilir.
- HKİ 301-500 arasında ise, herkes çok ciddi sağlık etkileri ile karşılaşabilir (Çizelge 2.2).

Kirletici Parametreler ve Sağlık Etkileri Çizelge 2.4'de verilmiştir. Atmosfere karışan kirleticilerin insanlara sağlık açısından birçok olumsuz etkileri olmaktadır. Araştırmalar hava kirliliğinin insanlarda, bronşit, nefes darlığı gibi sağlık problemlerine yol açabileceğini göstermiştir (Özdemir, 2008).

Çizelge 2.3. Hava Kalitesi Sınır Değerleri (URL2, 2018)

Parametre	Ölçüm Periyodu	Sınır Değerler	
		Ülkemizde Uygulanan (2018 Yılı)	AB Üye Ülkelerde Uygulanan
Kükürtdioksit SO_2 (µg/m^3)	Saatlik	380	350
	Günlük	150	125
	Uyarı Eşiği (3 ardışık saat)	500	500
	Saatlik Aşım Sayısı	-	24 / Yıl
	Günlük Aşım Sayısı	-	3 / Yıl
	Yıllık (Ekosistem)	20	20
Partikül Madde PM10 (µg/m^3)	Günlük	60	50
	Yıllık	44	40
	Günlük Aşım Sayısı	-	35 / Yıl
Azotdioksit NO_2 (µg/m^3)	Saatlik	260	200
	Yıllık	44	40
	Uyarı Eşiği (3 ardışık saat)	400	400
	Saatlik Aşım Sayısı	-	18 / Yıl
Karbonmonoksit CO (µg/m^3)	8 Saatlik Ortalama	10	10
Ozon O_3 (µg/m^3)	8 Saatlik Ortalama	120	120
	Bilgi Eşiği (saatlik)	-	180
	Uyarı Eşiği (saatlik)	-	240

Çizelge 2.4. Kirletici Parametreler ve Sağlık Etkileri (URL2, 2018)

Kirletici	Ana Kaynağı	Sağlık Etkisi
SO_2	Fosil yakıt yanması	Solunum yolu hastalıkları
NO_x	Taşıt emisyonları, Yüksek sıcaklıkta yakma prosesleri	Göz ve solunum yolu hastalıkları, asit yağmurları
Partikül Madde	Sanayi, yakıt yanması, tarım ve ikincil kimyasal reaksiyonlar	Kanser, kalp problemleri, solunum yolu hastalıkları, bebek ölüm oranlarında artış
CO	Eksik yanma ürünü, taşıt emisyonları	Kandaki hemoglobin ile birleşerek oksijen taşınma kapasitesinde azalma, ölüm
O_3	Trafikten kaynaklanan azotoksitler ve uçucu organik bileşiklerin (VOC) güneş ışığıyla değişimi	Solunum sistemi problemleri, göz ve burunda iritasyon, astım, vücut direncinde azalma

2.3. Kaynak Araştırması

Arar ve Taner ISCST3 programı ile Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi'nde yer alan elektrik üretim tesisinin 3 bacasından kaynaklı NO_2 ve CO emisyonlarının modellemelerini yapmıştır. Yapmış oldukları çalışma sonucunda iki bacadan kaynaklanan kirletici dağılımının 2 km mesafe sonra en yüksek değere ulaştığını, diğer baca için bu mesafenin 3 km olduğunu belirlemişlerdir. Kaynaktan yaklaşık 8 km sonra grafiklerde düzgün bir dağılım gerçekleşmiş fakat kirleticilerin büyük bir kısmının Organize Sanayi Bölgesi içerisinde çökeldiğini saptamışlardır. NO_2 değerlerinin bacaya yakın noktalarda yüksek olduğu yapılan model sonucunda tespit edilmiştir. Bu nedenle baca çıkış hızı artırılarak veya baca çapları düşürülerek NO_2 etkisinin bacaya yakın noktalarda azaltılabileceği hususunda tavsiyede bulunmuşlardır (Serdar ve Taner, 2017).

Andaç çalışmasında Payas Organize Sanayi Bölgesini seçmiş ve Payas Organize Sanayi Bölgesi'nde yapılan faaliyetlerden kaynaklanan toz kütlesel debisinin hesaplanması amacıyla 36 noktada Çöken Toz ölçümü ve 8 noktada Partikül Madde ölçümü yapmıştır. Ayrıca toz kütlesel debisi için havada askıda toz ve çöken toz olarak ISCST3 hava kalitesi modelleme programı ile modelleme çalışması yapmıştır. Yapılan modelleme çalışması ile çöken toz için UVS(Uzun Vadeli Sınır Değer), havada askıda toz için ise KVD (Kısa Vadeli Sınır Değer) ve HKKD (Hava Kirlenmesi Katkı Değeri) hesaplarını yapmış ve sınır değer ile karşılaştırarak değerlendirmelerde bulunmuştur (Andaç, 2013).

Zeydan çalışmasında Zonguldak ili Metropolitan alanında PM10 için üç farklı model (AERMOD, ISCST3 ve CALPUFF) ile hava kalitesi modelleme çalışması yapmıştır. Modelleme çalışmasına başlamadan önce 2008 ve 2013 yılları arasındaki PM10 ölçüm kayıtlarını analiz etmiştir. Model için gerekli emisyon envanteri çalışmasını gerçekleştirmiş ve PM10 emisyonunu yıllık 2710,22 ton olarak bulmuştur. Üç modelden de saatlik, 24 saatlik ve yıllık sonuçlar elde etmiştir. Her üç modelinde çok iyi bir sonuç vermemesi ile birlikte ölçülen değerlere en yakın sonucu CALPUFF modelinin verdiğini saptamıştır. Bunun nedeni olarak AERMOD ve ISCST3 modellerinin deniz kenarında duman çökelmesini çözememesi olduğunu belirtmiştir (Zeydan, 2014).

Dölek ve Atımtay çalışmalarında Çayırhan Termik Santrali bölgesinde ISCST3 ve AERMOD ile SO_2 ve NOx için yer seviyesi konsantrasyon değerlerini hesaplamışlardır. Hesaplama yaparken 25 km x 30 km lik alanda 500m x 500mlik karelerle 3000 grid noktası oluşturmuşlardır. Ayrıca model sonuçlarını 15 noktada difüzyon tüpleri ile gerçekleştirilen ölçüm sonuçları ile de karşılaştırmışlardır. Yapılan karşılaştırma sonucunda AERMOD'un SO_2 için hesaplanan yer seviyesi konsantrasyonlarını daha iyi tahmin ettiğini fakat NOx için hesaplanan konsantrasyonlarda ISCST3 ün daha iyi sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir (Dölek ve Atımtay, 2008).

Elbir ve Koca Dokuz Eylül Üniversitesi Tınaztepe Yerleşkesi içerisinde karayolundan kaynaklı CO, NO_x, NMVOC, PM_{10} ve SO_2 için ayrı ayrı emisyon miktarları hesaplanmıştır. Bir hafta içerisinde atmosfere verilen toplam emisyon miktarını, CO için yaklaşık 54,1 kg, NMVOC için 7,6 kg, NO_x için 21,3 kg, PM_{10} için 1,0 kg ve SO_2 için 2,8 kg olarak hesaplamışlardır. ISCST3 modeli ile 2 km x 6 km'lik alanda 250'şer metrelik gridlere bölünerek hesaplamalar yapılmıştır. Model sonuçlarına göre; yıllık ortalama konsantrasyonlar CO için yaklaşık 10 $\mu g/m^3$, NO_x için 4 $\mu g/m^3$, PM_{10} için 0,1 $\mu g/m^3$, SO_2 için 0,5 $\mu g/m^3$ ve NMVOC için ise 1,6 $\mu g/m^3$ civarında olduğunu gözlemlemişlerdir (Elbir ve Koca, 2013).

Özdemir ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada İstanbul Boğazı'ndan geçen yük gemileri ile şehir içi hatlarda kullanılan vapurların ve feribotların hava kalitesine etkilerini mevcut durum ve Kanal İstanbul projesi sonrası için AERMOD ile modelleme çalışması yaparak belirlemişleridir. Yapılan çalışmada SO_2, CO, NO_x ve PM_{10} kirletici parametreleri için konsantrasyon değerleri hesaplanmıştır. Modelleme çalışması sonucunda mevcut durum için en yüksek yıllık NO_x, SO_2, PM_{10} ve CO konsantrasyonlarını sırasıyla 142 $\mu g/m^3$, 60 $\mu g/m^3$, 2,7 $\mu g/m^3$ ve 15 $\mu g/m^3$ olarak , Kanal İstanbul projesi sonrası ise sırasıyla 156 $\mu g/m^3$, 38,5 $\mu g/m^3$, 3 $\mu g/m^3$ ve 15 $\mu g/m^3$ olarak hesaplamışlardır (Özdemir ve ark., 2017).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma Alanı Hakkında Bilgiler

Bolu İli, Gerede İlçesi, Aktaş Köyü mevkiinde bulunan MCS Maden'e ait Kalker Ocağı ve Kırma Eleme Tesisinden (Şekil 3.1) kaynaklı hava kirleticilerinin (PM10 ve Çöken Toz) yer seviyesi konsantrasyonlarını belirlemek amacıyla ISCST3 ve AERMOD modelleri kullanılmıştır.

Aktaş köyü Bolu iline yaklaşık 86 km uzaklıkta, Gerede ilçesine ise 15 km uzaklıkta yer almaktadır. Köy Ankara – Bolu karayolu üzerinde yer almaktadır. Köyün bulunduğu alana ait uydu görüntüsü aşağıda yer almaktadır. Aktaş köyü nüfusu 2017 Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 60 kişidir.



Şekil 3.1. Aktaş Köyünü Gösterir Uydu Görüntüsü

a) Rüzgar

Rüzgar yatay bir hava hareketi olmakla birlikte atmosferde bulunan kirleticilerin dağılımında önemli bir etkisi vardır. Atmosferde yer alan kirleticiler rüzgarın estiği yönde dağılmaktadır. Bu nedenle hakim rüzgar kirleticilerin dağılmasında önemli bir faktördür. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan rüzgar verileri incelendiğinde çalışma alanı bölgesinde hakim rüzgar yönünün Güneybatı olduğu görülmektedir. Çizelge 3.1 incelendiğinde Güneybatı yönünde en yüksek rüzgar hızının Temmuz ve Ağustos aylarında 2.2 m/s olduğu, yıllık ortalama rüzgar hızının da 1.9 m/s olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.1. 1929-2016 Yılları Arası Meteoroloji Bülteni Rüzgar Verileri

Parametre	Ras. S. (YIL)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	YILLIK
Aylık Hakim Rüzgar Yönü ve Yüzdesi (%)	87	SW %11.17	SW %12.83	SW %14.81	SW %13.95	SW %12.69	SW %11.45	SW %11.15	SW %11.37	SW %11.74	SW %12.55	SW %11.51	SW %11.16	SW %12.20
Aylık N Yönünde Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	87	1576	1143	1226	1213	1266	1304	1438	1327	1155	1138	1265	1829	15880
Aylık N Yönünde Ortalama Rüzgar Hızı (m÷sn)	88	1.1	1.1	1.1	1.3	1.2	1.3	1.5	1.6	1.2	0.9	0.9	1.0	1.2
Aylık NNE Yönünde Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	87	1494	1123	1189	1192	1218	1257	1464	1474	1236	1099	1324	1446	15516
Aylık NNE Yönünde Ortalama Rüzgar Hızı (m÷sn)	88	1.0	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.5	1.1	1.0	1.0	1.0	1.2
Aylık NE Yönünde Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	87	2659	2380	2635	2311	2824	2743	3514	3051	2570	2315	2369	2887	32258
Aylık NE Yönünde Ortalama Rüzgar Hızı (m÷sn)	88	1.0	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.4	1.3	1.1	1.0	0.9	1.1	1.1
Aylık ENE Yönünde Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	87	2584	2228	1949	1891	2440	2755	2991	2999	2720	2657	2236	2574	30024
Aylık ENE Yönünde Ortalama Rüzgar Hızı (m÷sn)	88	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4	1.2	1.1	1.1	1.0	1.2
Aylık E Yönünde Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	87	2419	1734	2215	2328	2501	2426	3029	2906	2748	2676	2134	2196	29312
Aylık E Yönünde Ortalama Rüzgar Hızı (m÷sn)	88	1.0	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.1	1.0	1.0	1.0	1.1

Çizelge 3.1. 1929-2016 Yılları Arası Meteoroloji Bülteni Rüzgar Verileri Devamı

Parametre	Ras. S. (YIL)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	YILLIK
Aylık ESE Yönünde Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	87	2158	1477	1552	1553	2023	1897	2281	2520	2031	2220	1958	2234	23904
Aylık ESE Yönünde Ortalama Rüzgar Hızı (m÷sn)	88	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	1.1
Aylık SE Yönünde Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	87	2984	2456	2248	2354	2507	2646	3276	2950	2748	2584	2597	2821	32171
Aylık SE Yönünde Ortalama Rüzgar Hızı (m÷sn)	88	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0
Aylık SSE Yönünde Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	87	2774	2551	2213	2307	2449	2387	2791	2522	2360	2630	2591	2959	30534
Aylık SSE Yönünde Ortalama Rüzgar Hızı (m÷sn)	88	1.2	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1
Aylık S Yönünde Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	87	3425	3118	3511	3517	3209	2829	2924	3110	3380	3592	3666	3539	39820
Aylık S Yönünde Ortalama Rüzgar Hızı (m÷sn)	88	1.5	1.5	1.6	1.7	1.4	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.4	1.4
Aylık SSW Yönünde Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	87	4477	5169	6094	5441	5318	5122	5880	6279	6561	6585	5705	5133	67764
Aylık SSW Yönünde Ortalama Rüzgar Hızı (m÷sn)	88	1.6	1.6	1.7	1.8	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	1.5	1.5	1.6

Çizelge 3.1. 1929-2016 Yılları Arası Meteoroloji Bülteni Rüzgar Verileri Devamı

Parametre	Ras. S. (YIL)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	YILLIK
Aylık SW Yönünde Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	87	7228	7666	9693	8792	8263	7168	7252	7371	7442	8221	7276	7278	93650
Aylık SW Yönünde Ortalama Rüzgar Hızı (m÷sn)	88	1.7	1.9	2.1	2.1	2.0	1.9	2.2	2.2	2.0	1.8	1.6	1.6	1.9
Aylık WSW Yönünde Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	87	5144	5310	6136	5625	5648	4966	4624	4464	5363	5531	5187	4563	62561
Aylık WSW Yönünde Ortalama Rüzgar Hızı (m÷sn)	88	1.7	1.8	2.0	2.1	2.1	2.1	2.3	2.3	2.1	1.7	1.6	1.7	2.0
Aylık W Yönünde Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	87	6323	6588	7666	7381	7013	6743	5647	5790	5660	5550	5887	5734	75982
Aylık W Yönünde Ortalama Rüzgar Hızı (m÷sn)	88	1.9	2.0	2.2	2.4	2.4	2.4	2.5	2.6	2.4	1.8	1.7	1.8	2.2
Aylık WNW Yönünde Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	87	2858	2456	2587	2689	2572	2615	1924	1955	2177	1952	2373	2538	28696
Aylık WNW Yönünde Ortalama Rüzgar Hızı (m÷sn)	88	1.5	1.7	1.9	2.1	2.1	2.1	2.3	2.2	1.9	1.5	1.4	1.5	1.9
Aylık NW Yönünde Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	87	2142	2431	2629	2385	2540	2361	2220	2007	1467	1518	1958	2492	26150
Aylık NW Yönünde Ortalama Rüzgar Hızı (m÷sn)	88	1.4	1.5	1.8	1.8	1.8	1.8	2.1	2.2	1.8	1.3	1.2	1.3	1.7

Çizelge 3.1. 1929-2016 Yılları Arası Meteoroloji Bülteni Rüzgar Verileri Devamı

Parametre	Ras. S. (YIL)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	YILLIK
Aylık NNW Yönünde Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	87	1263	1169	1024	1188	1238	1267	973	1057	812	836	1131	1243	13201
Aylık NNW Yönünde Ortalama Rüzgar Hızı (m÷sn)	88	1.2	1.3	1.3	1.5	1.5	1.5	1.6	1.7	1.5	1.1	1.1	1.2	1.4

b) Basınç

Atmosferde yer alan kirletici parametrelerin dağılımında basıncın da önemli etkisi vardır. Bolu meteoroloji istasyonundan alınan uzun yıllar verilerine göre aylık ortalama hava basıncı değeri 940.1 hPa olarak belirlenmiştir. Çizelge 3.2 incelendiğinde aylık maksimum hava basıncı değeri Kasım ayında 1029.0 hPa olarak, aylık minimum hava basıncı ise Ocak ayında 896.3 hPa olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.2. 1929-2016 Yılları Arası Meteoroloji Bülteni Basınç Verileri

Parametre	Rasat S. (YIL)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	YILLIK
Aylık Ortalama Hava Basıncı (hPa)	80	939.6	938.8	939.1	938.8	940.1	940.5	940.4	941.4	941.3	940.6	940.6	939.7	940.1
Aylık Maksimum Hava Basıncı (hPa)	80	1001.7	1001.8	1009.5	1010.6	979.3	979.3	979.3	979.3	979.3	979.3	1029.0	979.3	1029.0
Aylık Minimum Hava Basıncı (hPa)	80	896.3	906.3	900.3	903.5	914.4	915.0	915.6	917.8	912.4	913.9	904.6	902.3	896.3

c) Sıcaklık

Bolu meteoroloji istasyonundan alınan uzun yıllar verilerine göre aylık ortalama sıcaklık değeri 10.4°C olarak belirlenmiştir. Çizelge 3.3 incelendiğinde aylık maksimum sıcaklık değeri Ağustos ayında 39.8°C olarak, aylık minimum sıcaklık değeri ise Şubat ayında -34.0°C olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.3. 1929-2016 Yılları Arası Meteoroloji Bülteni Sıcaklık Verileri

Parametre	Rasat S. (YIL)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	YILLIK
Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	88	0.5	1.7	4.7	9.6	14.1	17.3	19.8	19.9	16.1	11.8	6.9	2.6	10.4
Aylık Maksimum Sıcaklık (°C)	88	19.8	24.1	29.3	31.8	34.4	37.0	39.3	39.8	37.3	34.4	27.0	23.5	39.8
Aylık Minimum Sıcaklık (°C)	88	-31.5	-34.0	-19.8	-11.5	-2.3	0.0	2.8	1.4	-2.5	-5.8	-24.8	-29.1	-34.0

d) Nem

Bolu meteoroloji istasyonundan alınan uzun yıllar verilerine göre aylık ortalama nispi nem değeri %73,3 olarak belirlenmiştir. Çizelge 3.4 incelendiğinde aylık maksimum nispi nem değeri Kasım ayında % 97.9 olarak, aylık minimum nispi nem değeri ise Eylül ayında %19.3 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.4. 1929-2016 Yılları Arası Meteoroloji Bülteni Nem Verileri

Parametre	Rasat S. (YIL)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	YILLIK
Aylık Ortalama Nispi Nem (%)	87	78.4	75.8	72.5	70.1	72.1	71.7	68.9	68.3	71.0	74.8	76.4	79.0	73.3
Aylık Maksimum Nispi Nem Ortalaması (%)	87	97.0	96.8	97.1	96.9	97.1	96.6	95.8	95.1	97.1	97.8	97.9	97.5	96.9
Aylık Minimum Nispi Nem Ortalaması (%)	87	38.7	34.7	22.0	20.3	22.7	24.1	21.0	20.0	19.3	22.1	29.8	38.4	26.1

e) Yağış

Bolu meteoroloji istasyonundan alınan uzun yıllar verilerine göre aylık toplam yağış ortalama değeri yıllık 547.5 mm=kg/m^2 olarak belirlenmiştir. Çizelge 3.5 incelendiğinde aylık maksimum yağış değeri Kasım ayında 78.8 mm=kg/m^2 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.5. 1929-2016 Yılları Arası Meteoroloji Bülteni Yağış Verileri

Parametre	Rasat S. (Yıl)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	YILLIK
Aylık Toplam Yağış Ortalaması (mm=kg÷m²)	88	58.0	48.6	50.1	51.0	59.0	54.5	27.9	23.6	29.2	40.4	45.8	59.4	547.5
Aylık Maksimum Yağış (mm=kg÷m²)	88	78.1	45.9	38.5	35.2	57.5	52.3	56.9	60.6	32.7	41.2	78.8	48.9	78.8

3.1.2. Modelleme Çalışmasında Kullanılan Veriler Hakkında Bilgiler

a) Meteorolojik Veriler

Modelleme çalışması için gerekli meteorolojik verilerden; uzun yıllar meteoroloji bülteni, aylık yönlere göre esme sayıları, saatlik basınç, saatlik rüzgar hızı ve yönü, saatlik sıcaklık, saatlik nem, saatlik bulut kapalılığı, saatlik bulut yüksekliği, saatlik yağış ve saatlik güneşlenme şiddeti verileri saatlik ölçüm yapan 17070 numaralı Bolu merkez meteoroloji istasyonundan temin edilmiştir (Çizelge 3.6-7). Saatlik sondaj verisi ise 17130 numaralı Ankara Keçiören meteoroloji istasyonundan temin edilmiştir.

Modelleme çalışmasında saatlik verilerin kullanılacağı yıl seçimi için Bolu Meteoroloji İstasyonu 1929-2016 yılları meteoroloji bülteni ve 2012-2016 yılları aylık yönlere göre esme sayısı toplam değerleri kullanılmıştır.

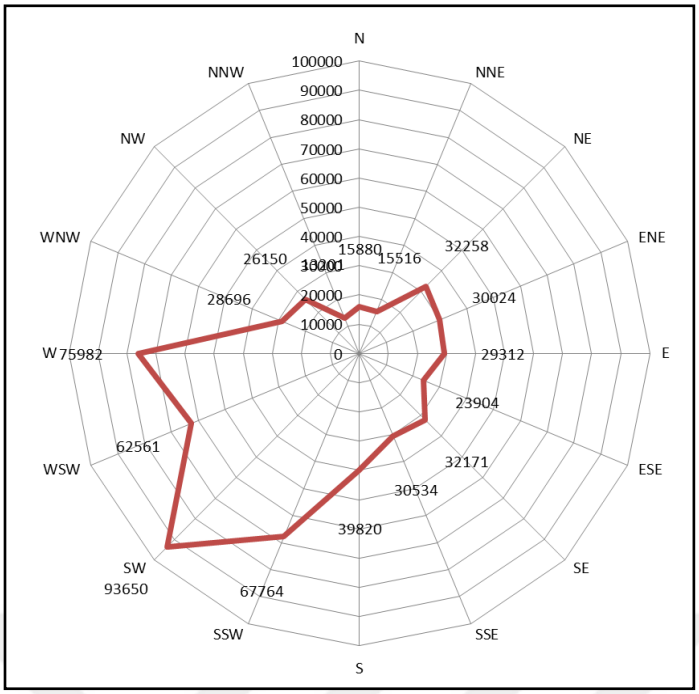
Çizelge 3.6. 1929-2016 Yılları Arası Rüzgar Esme Sayıları Dağlımı

Yönler	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
N	1576	1143	1226	1213	1266	1304	1438	1327	1155	1138	1265	1829	15880
NNE	1494	1123	1189	1192	1218	1257	1464	1474	1236	1099	1324	1446	15516
NE	2659	2380	2635	2311	2824	2743	3514	3051	2570	2315	2369	2887	32258
ENE	2584	2228	1949	1891	2440	2755	2991	2999	2720	2657	2236	2574	30024
E	2419	1734	2215	2328	2501	2426	3029	2906	2748	2676	2134	2196	29312
ESE	2158	1477	1552	1553	2023	1897	2281	2520	2031	2220	1958	2234	23904
SE	2984	2456	2248	2354	2507	2646	3276	2950	2748	2584	2597	2821	32171
SSE	2774	2551	2213	2307	2449	2387	2791	2522	2360	2630	2591	2959	30534
S	3425	3118	3511	3517	3209	2829	2924	3110	3380	3592	3666	3539	39820
SSW	4477	5169	6094	5441	5318	5122	5880	6279	6561	6585	5705	5133	67764
SW	7228	7666	9693	8792	8263	7168	7252	7371	7442	8221	7276	7278	93650
WSW	5144	5310	6136	5625	5648	4966	4624	4464	5363	5531	5187	4563	62561
W	6323	6588	7666	7381	7013	6743	5647	5790	5660	5550	5887	5734	75982
WNW	2858	2456	2587	2689	2572	2615	1924	1955	2177	1952	2373	2538	28696
NW	2142	2431	2629	2385	2540	2361	2220	2007	1467	1518	1958	2492	26150
NNW	1263	1169	1024	1188	1238	1267	973	1057	812	836	1131	1243	13201

1929-2016 yılları arasında kaydedilen uzun yıllar rüzgar esme sayıları toplamı kendi içerisinde karşılaştırıldığında, en yüksek toplama sahip ilk 4 rüzgar esme yönü Çizelge 3.6,7 ve Şekil 3.2 verilmiştir.

Çizelge 3.7. 1929-2016 Yılları Arası Rüzgar Esme Sayıları Sıralaması

	Esme Sayıları	Yönler
1. Derece	93650	SW
2. Derece	75982	W
3. Derece	67764	SSW
4. Derece	62561	WSW



Şekil 3.2. 1929-2016 Yılları Arası Rüzgar Esme Sayılarına Göre Rüzgar Gülü

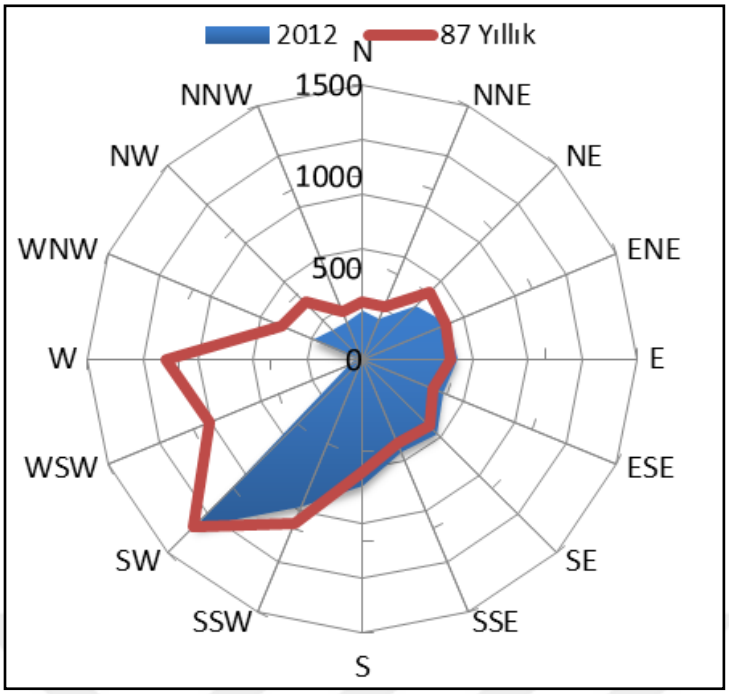
Çizelge 3.8. 2012 Yılı Rüzgar Esme Sayıları Dağlımı

Yönler	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
N	29	15	10	22	22	15	29	39	12	18	35	25	271
NNE	24	21	21	18	23	13	14	32	12	17	31	16	242
NE	27	43	29	20	33	40	53	30	28	33	51	28	415
ENE	44	39	29	34	44	45	52	55	35	38	59	37	511
E	36	39	23	42	33	56	51	49	50	47	54	43	523
ESE	26	32	31	26	46	65	46	49	36	37	48	32	474
SE	34	45	40	41	53	69	54	60	51	45	53	32	577
SSE	33	49	33	42	38	63	44	41	57	56	42	49	547
S	44	51	44	53	57	80	63	68	76	64	51	41	692
SSW	66	57	66	77	91	71	67	56	87	81	72	78	869
SW	129	99	152	98	110	84	104	82	118	115	60	148	1299
WSW	0	85	0	0	88	56	76	52	88	90	53	89	70
W	70	61	65	73	44	25	25	37	33	36	35	56	33
WNW	33	27	40	34	31	18	15	24	20	20	29	31	289
NW	17	20	25	17	16	12	23	30	9	17	20	24	230
NNW	22	12	10	20	14	8	27	39	8	29	26	12	227

2012 yılında kaydedilen rüzgar esme sayıları toplamı kendi içerisinde karşılaştırıldığında, en yüksek toplama sahip ilk 4 rüzgar esme yönü Çizelge 3.8,9 ve Şekil 3.3 verilmiştir.

Çizelge 3.9 2012 Yılı Rüzgar Esme Sayıları Sıralaması

	Esme Sayıları	Yönler
1. Derece	1299	SW
2. Derece	869	SSW
3. Derece	692	S
4. Derece	577	SE



Şekil 3.3. 2012 Yılı Rüzgar Esme Sayılarına Göre Rüzgar Gülü

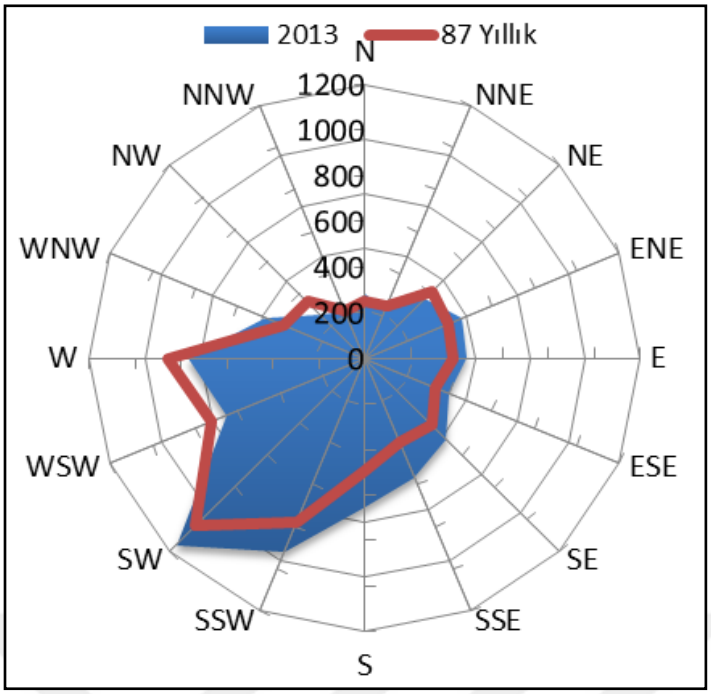
Çizelge 3.10. 2013 Yılı Rüzgar Esme Sayıları Dağlımı

Yönler	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
N	31	15	29	20	17	26	28	33	14	12	24	34	283
NNE	18	14	19	16	17	20	28	29	13	11	14	28	227
NE	24	16	29	41	21	32	54	50	19	24	29	34	373
ENE	24	21	36	34	42	37	67	50	21	33	41	50	456
E	21	19	30	32	36	46	57	58	29	40	39	36	443
ESE	20	24	20	31	41	43	32	37	34	39	47	28	396
SE	20	26	25	42	57	52	39	63	45	53	43	38	503
SSE	25	29	39	40	43	61	51	64	41	60	51	61	565
S	30	54	48	46	55	58	66	60	54	58	53	71	653
SSW	64	61	75	88	93	68	73	77	68	91	75	84	917
SW	139	126	115	107	84	75	73	59	86	115	87	91	1157
WSW	0	0	94	0	99	66	54	43	93	72	68	63	653
W	83	74	79	54	74	63	47	53	95	48	50	50	770
WNW	49	41	57	31	37	29	33	28	58	20	53	32	468
NW	34	29	27	18	16	24	23	19	27	13	20	19	269
NNW	26	12	22	13	12	18	19	21	23	16	20	21	223

2013 yılında kaydedilen rüzgar esme sayıları toplamı kendi içerisinde karşılaştırıldığında, en yüksek toplama sahip ilk 4 rüzgar esme yönü Çizelge 3.10,11 ve Şekil 3.4 verilmiştir.

Çizelge 3.11. 2013 Yılı Rüzgar Esme Sayıları Sıralaması

	Esme Sayıları	Yönler
1. Derece	1157	SW
2. Derece	917	SSW
3. Derece	770	W
4. Derece	653	WSW



Şekil 3.4. 2013 Yılı Rüzgar Esme Sayılarına Göre Rüzgar Gülü

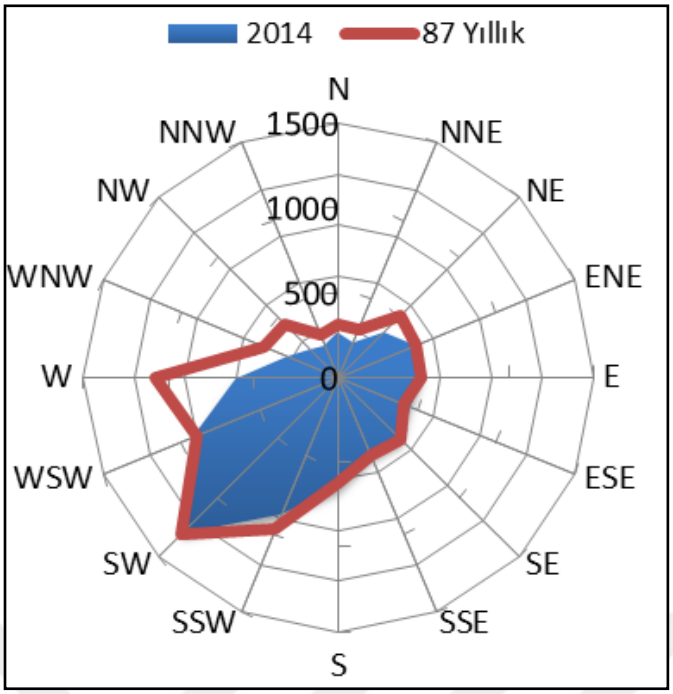
Çizelge 3.12. 2014 Yılı Rüzgar Esme Sayıları Dağlımı

Yönler	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
N	24	19	27	14	17	7	21	18	24	24	30	46	271
NNE	24	8	12	10	25	17	19	18	23	20	19	27	222
NE	19	20	17	21	32	31	46	34	40	48	34	35	377
ENE	26	29	40	26	36	36	55	54	56	65	41	41	505
E	43	28	26	39	51	40	42	50	46	34	55	35	489
ESE	32	29	39	39	40	45	47	44	24	45	43	27	454
SE	52	42	44	47	52	31	49	63	36	30	50	28	524
SSE	42	43	48	51	40	41	43	44	37	40	38	37	504
S	59	51	52	64	58	41	62	61	58	46	51	48	651
SSW	71	71	76	71	69	75	68	86	93	80	49	62	871
SW	87	110	127	109	111	100	109	118	103	124	99	99	1296
WSW	91	0	99	98	78	92	88	98	93	0	88	97	922
W	74	36	59	66	56	63	43	28	45	36	38	60	604
WNW	36	29	31	36	28	29	22	15	16	20	34	30	326
NW	27	17	28	16	22	20	15	6	10	15	24	35	235
NNW	30	16	17	13	25	19	14	7	15	17	12	24	209

2014 yılında kaydedilen rüzgar esme sayıları toplamı kendi içerisinde karşılaştırıldığında, en yüksek toplama sahip ilk 4 rüzgar esme yönü Çizelge 3.12,13 ve Şekil 3.5 verilmiştir.

Çizelge 3.13. 2014 Yılı Rüzgar Esme Sayıları Sıralaması

	Esme Sayıları	Yönler
1. Derece	1296	SW
2. Derece	922	WSW
3. Derece	871	SSW
4. Derece	651	S



Şekil 3.5. 2014 Yılı Rüzgar Esme Sayılarına Göre Rüzgar Gülü

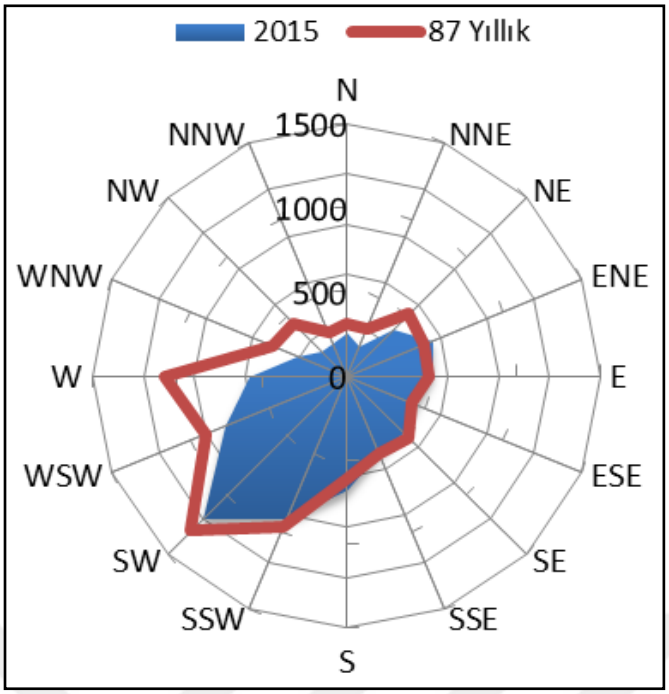
Çizelge 3.14. 2015 Yılı Rüzgar Esme Sayıları Dağlımı

Yönler	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
N	32	25	18	21	25	16	23	19	10	22	15	33	259
NNE	20	17	12	18	10	16	22	23	8	21	16	15	198
NE	33	42	17	23	19	28	44	41	20	57	29	43	396
ENE	38	56	38	37	45	37	41	66	52	82	21	38	551
E	22	44	36	29	55	46	59	51	52	53	28	36	511
ESE	28	31	18	32	43	38	54	49	40	30	31	52	446
SE	32	24	23	36	39	37	53	44	59	39	31	56	473
SSE	43	41	28	35	38	22	64	41	56	36	39	58	501
S	57	41	52	52	58	38	55	76	71	56	66	64	686
SSW	71	70	92	62	61	58	77	98	85	85	88	73	920
SW	87	79	128	91	77	91	84	91	129	123	136	86	1202
WSW	91	81	0	0	97	65	75	65	81	69	83	65	772
W	76	44	59	78	45	44	40	32	26	29	61	39	573
WNW	42	28	40	40	25	24	22	17	13	12	26	22	311
NW	22	18	22	23	13	16	9	10	10	10	27	26	206
NNW	27	26	16	21	14	12	17	13	5	17	22	21	211

2015 yılında kaydedilen rüzgar esme sayıları toplamı kendi içerisinde karşılaştırıldığında, en yüksek toplama sahip ilk 4 rüzgar esme yönü Çizelge 3.14,15 ve Şekil 3.6 verilmiştir.

Çizelge 3.15. 2015 Yılı Rüzgar Esme Sayıları Sıralaması

	Esme Sayıları	Yönler
1. Derece	1202	SW
2. Derece	920	SSW
3. Derece	772	WSW
4. Derece	686	S



Şekil 3.6. 2015 Yılı Rüzgar Esme Sayılarına Göre Rüzgar Gülü

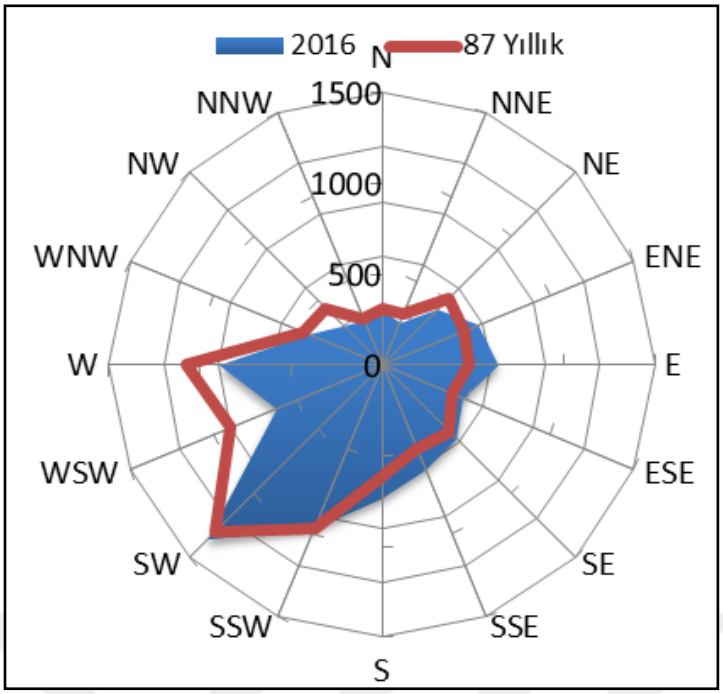
Çizelge 3.16. 2016 Yılı Rüzgar Esme Sayıları Dağlımı

Yönler	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
N	19	20	18	24	26	20	28	33	18	23	41	38	308
NNE	31	24	19	21	23	15	24	15	26	11	23	24	256
NE	45	41	31	28	40	24	48	43	35	32	34	32	433
ENE	31	54	59	33	55	27	66	52	53	64	30	50	574
E	27	42	51	37	65	46	84	70	66	50	58	48	644
ESE	24	28	35	45	42	11	63	37	72	70	31	27	485
SE	38	23	34	84	46	30	63	45	72	55	46	46	582
SSE	31	39	47	71	42	45	71	40	80	66	56	35	623
S	72	44	57	48	53	49	77	79	53	71	72	57	732
SSW	80	65	77	85	107	61	89	76	93	89	80	72	974
SW	128	124	124	112	126	69	106	95	112	169	106	88	1359
WSW	0	85	0	0	0	87	83	95	97	97	0	83	627
W	107	106	89	86	85	96	38	42	57	55	73	58	892
WNW	76	48	42	32	41	38	29	29	23	23	44	18	443
NW	39	47	23	20	30	25	21	26	9	9	40	21	310
NNW	28	39	20	18	19	17	21	22	15	9	32	22	262

2016 yılında kaydedilen rüzgar esme sayıları toplamı kendi içerisinde karşılaştırıldığında, en yüksek toplama sahip ilk 4 rüzgar esme yönü Çizelge 3.16,17 ve Şekil 3.7 verilmiştir.

Çizelge 3.17. 2016 Yılı Rüzgar Esme Sayıları Sıralaması

	Esme Sayıları	Yönler
1. Derece	1359	SW
2. Derece	974	SSW
3. Derece	892	W
4. Derece	732	S



Şekil 3.7. 2016 Yılı Rüzgar Esme Sayılarına Göre Rüzgar Gülü

Modelleme çalışmasında saatlik verilerin kullanılacağı yıl, Bolu meteoroloji İstasyonu'nda 1929-2016 yılları arasında kaydedilen uzun yıllar verilerini rüzgar esme sayılarına göre en yakın temsil eden yıl olması nedeniyle 2016 yılı olarak seçilmiştir. (Çizelge 3.18)

Son 5 yılda kaydedilen esme sayıları, 1929-2016 yılları arasında kaydedilen uzun yıllar rüzgar esme sayıları ile karşılaştırıldığında, uzun yıllar verilerini temsil eden en yakın yıl 2016 yılı olarak görülmektedir (Çizelge 3.18). Model girdisi olarak Bolu meteoroloji istasyonuna ait 2016 yılı saatlik basınç, saatlik rüzgar hızı ve yönü, saatlik sıcaklık, saatlik nem, saatlik bulut kapalılığı, saatlik bulut yüksekliği, saatlik yağış ve saatlik güneşlenme şiddeti verileri kullanılmıştır. Ayrıca Ankara Keçiören meteoroloji istasyonuna ait saatlik sondaj verileri kullanılmıştır.

Çizelge 3.18. Uzun Yıllar Yönlere Göre Rüzgar Esme Sayıları ile Yıllara Göre Elde Edilen Verilerin Karşılaştırılması

Yıllar	1. Hakim Yön	2. Hakim Yön	3. Hakim Yön	4. Hakim Yön
2012	SW	SSW	S	SE
2013	SW	SSW	W	S / WSW
2014	SW	WSW	SSW	S
2015	SW	SSW	WSW	S
2016	**SW**	**SSW**	**W**	**S**
1929-2016	**SW**	**W**	**SSW**	**WSW**

b) Tesise Ait Kütlesel Debi Hesaplamaları

Kontrollü ve kontrolsüz durum için kütlesel debi hesaplamaları aşağıda yapılmıştır. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKHKKY) Ek-12 Tablo 12-6' da kütlesel debi hesaplamalarında kullanılacak emisyon faktörleri verilmiştir (Çizelge 3.19) (Anonim. 2009)

Çizelge 3.19. SKHKKY Tablo 12-6 Kütlesel Debi Hesaplamalarında Kullanılacak Emisyon Faktörleri (Anonim. 2009)

Kaynaklar	Kontrolsüz	Kontrollü	Birim
Patlatma	0,080	-	
Sökme	0,025	0,0125	
Yükleme	0,010	0,005	
Boşaltma	0,010	0,005	kg/ton
Birincil Kırıcı	0,243	0,0243	
İkincil Kırıcı	0,585	0,0585	
Üçüncül Kırıcı	0,585	0,0585	
Nakliye (gidiş-dönüş toplam mesafesi)	0,7	0,35	kg/km-araç
Depolama	5,8	2,9	kg toz/ha gün

Tesis yılda 300 gün, günde 8 saat çalışmaktadır. Kapasite 224.400 ton/yıl'dır.

Günlük kapasite = $\frac{224.400\,\frac{ton}{yıl}}{300\,\frac{gün}{yıl}} = 748\,ton/gün$ 'dür.

Saatlik kapasite = $\frac{748\,\frac{ton}{gün}}{8\,\frac{saat}{gün}} = 93{,}5\,ton/saat$ 'dir. Tesisin kütlesel debi hesaplamaları aşağıda sunulmuştur.

Kontrolsüz Durum Kütlesel Debi Hesapları

Kontrolsüz durum için kütlesel debi hesaplamaları aşağıda yer almaktadır.

1) Ocak Alanı Kütlesel Debi Hesabı

- **Malzemenin sökülmesi esnasında oluşan toz:**

Malzemenin sökülmesi sırasında oluşacak toz miktarı aşağıda hesaplandığı gibidir. 93,5 ton/saat × 0,025 = 2,338 kg/saat'tir.

- **Malzemenin kamyona yüklenmesi esnasında oluşan toz:**

Malzemenin kamyonlara yüklenmesi sırasında oluşacak toz miktarı aşağıda hesaplandığı gibidir. 93,5 ton/saat × 0,010 = 0,935 kg/saat'dir.

2) Kırma Eleme Tesisi Kütlesel Debi Hesabı

- **Malzemenin bunkere boşaltılması esnasında oluşan toz:**

Malzemenin yüklenmesi sırasında oluşacak toz miktarı aşağıda hesaplandığı gibidir. 93,5 ton/saat × 0,010 = 0,935 kg/saat'dir.

- **Malzemenin kırılması esnasında oluşan toz:**

Birincil Kırıcı

Birincil kırıcıda malzemenin%100'ünün işlem göreceği varsayılmıştır. 0,243 kg/ton*93,5 ton/saat = 22,72 kg/saat'dir.

İkincil Kırıcı

Birincil kırıcıdan çıkan malzemenin %35'inin işlem göreceği varsayılmıştır. 93,5 ton/saat*0,35 = 32,73 ton/saat'dir. 0,585 kg/ton*32,73 ton/saat = 19,15 kg/saat'dir.

- **Malzemenin stok alanında depolanması esnasında oluşan toz:**

Stok alanı yaklaşık = 5.000m2 = 0.5 hektardır. 0,5 hektar* 5,8 kg/hektar.gün* 1 gün/24 saat = 0,12 kg/saat'dir.

3) Tesis İçi Yollardan Kaynaklı Kütlesel Debi Hesabı

- **Malzemenin ocak alanından bunkere taşınması esnasında oluşan toz:**

Saatte 93,5 ton malzeme üretileceği varsayılırsa, malzemenin bunkere nakli esnasında 1 saatte 25 tonluk 4 araç hareketi söz konusudur. Kırma eleme tesisi ile ocak alanı arası yaklaşık 600 m'lik toprak yol bulunmaktadır. (Söz konusu 600 m' lik yol gidiş geliş toplam toprak yol miktarıdır.) 0,7 kg/km-araç* 0,6 km * 4 araç/saat = 1,68 kg/saat'dir.

- **Malzemenin satışa nakliyesi esnasında oluşan toz:**

Saatte 93,5 ton malzeme üretileceği varsayılırsa, malzemenin satışa nakli esnasında 1 saatte 25 tonluk 4 araç hareketi söz konusudur. Tesis ile asfalt yol arası yaklaşık 1500 m' lik

toprak yol bulunmaktadır. (Söz konusu 1500 m' lik yol gidiş geliş toplam toprak yol miktarıdır); 0,7 kg/km-araç* 1,5 km * 4 araç/saat = 4,2 kg/saat'dir.

Kontrollü Durum Kütlesel Debi Hesapları

Kontrollü durum için kütlesel debi hesaplamaları aşağıda yer almaktadır.

1) Ocak Alanı Kütlesel Debi Hesabı

- **Malzemenin sökülmesi esnasında oluşan toz:**
  93,5 ton/saat × 0,0125 = 1,168 kg/saat
- **Malzemenin kamyona yüklenmesi esnasında oluşan toz:**
  93,5 ton/saat × 0,005 = 0,468 kg/saat

2) Kırma Eleme Tesisi Kütlesel Debi Hesabı

- **Malzemenin bunkere boşaltılması esnasında oluşan toz:**
  93,5 ton/saat × 0,005 = 0,468 kg/saat
- **Malzemenin kırılması esnasında oluşan toz:**
  Birincil Kırıcı
  0,0243 kg/ton*93,5 ton/saat = 2,272 kg/saat
  İkincil Kırıcı
  0,0585 kg/ton*32,73 ton/saat = 1,915 kg/saat
- **Malzemenin stok alanında depolanması esnasında oluşan toz:**

Stok alanı yaklaşık = 5.000m^2 = 0.5 hektardır. 0,5 hektar* 2,9 kg/hektar.gün* 1 gün/24 saat = 0,06 kg/saat'dir.

3) Tesis İçi Yollardan Kaynaklı Kütlesel Debi Hesabı

- **Malzemenin ocak alanından bunkere taşınması esnasında oluşan toz:**
  0,35 kg/km-araç* 0,6 km * 4 araç = 0,84 kg/saat
- **Malzemenin nakliyesi esnasında oluşan toz:**
  0,35 kg/km-araç* 1,5 km * 4 araç = 2,1 kg/saat

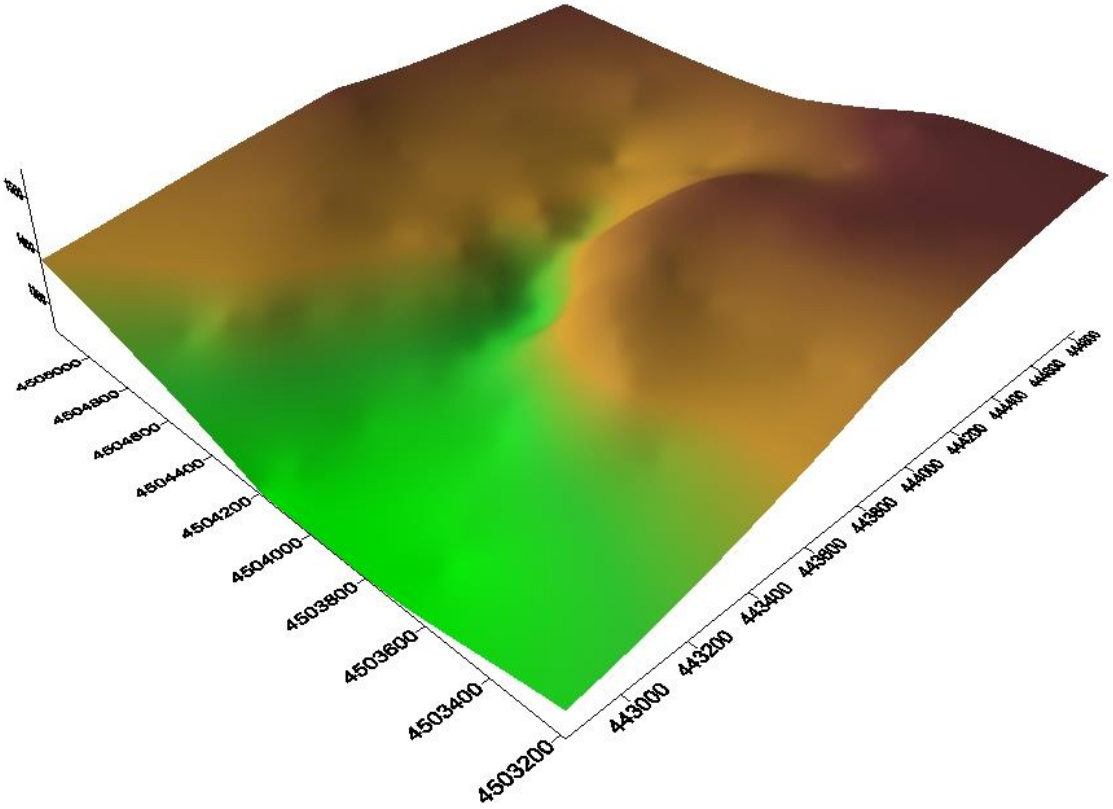
Hesaplanan kütlesel debi toplamları Çizelge 3.20'de verilmiştir.

Çizelge 3.20. Kontrollü Durum İçin Hesaplanan Kütlesel Debi Değerleri

Kaynaklar	Kütlesel Debi (kg/saat)	Kütlesel Debi (gram/saniye)
Ocak Alanı	1,17	0,33
Kırma Eleme Tesisi	4,72	1,31
Tesis İçerisindeki Yollar	2,94	0,82

c) Çalışma Alanı Topoğrafyası

Modelleme çalışması için belirlenen bölgenin topoğrafik yapısı kirleticilerin dağılımını etkileyecek önemli bir faktördür. Modelleme alanın, topoğrafik yükseltisi 1250 m ile 1554 m arasında değişmektedir. Modellemenin yapıldığı alan engebeli bir arazidir. Alana ait 3 boyutlu görüntü ve uydu görüntüsü Şekil 3.8,9 sunulmuştur.



Şekil 3.8. Bölgenin 3 Boyutlu Arazi Yapısı



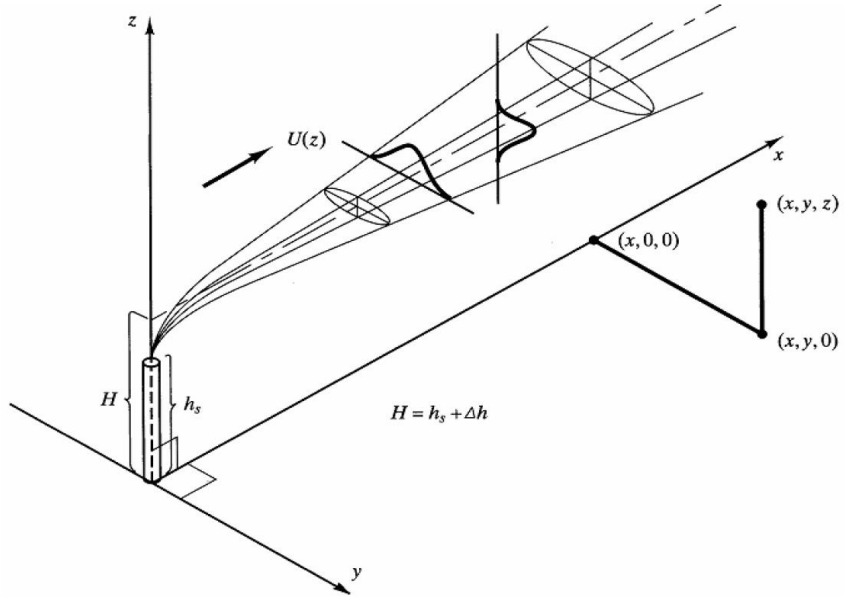
Şekil 3.9. Arazi Yapısını Gösterir Uydu Görüntüsü

3.2. Yöntem

Sanayi tesisleri, maden ocakları veya diğer kaynaklardan ortaya çıkan kirleticilerin insan sağlığı ve çevre üzerindeki etkilerini belirleyebilmek için hava kirliliği modellemeleri kullanılmaktadır. Çeşitli dağılım modelleri bulunmaktadır. Bu modeller kirliliklerin kaynağından kilometrelerce uzağa kadar değişimlerini hesaplayabilmektedirler (Demirarslan ve ark., 2008).

Gauss Dispersiyon Modeli

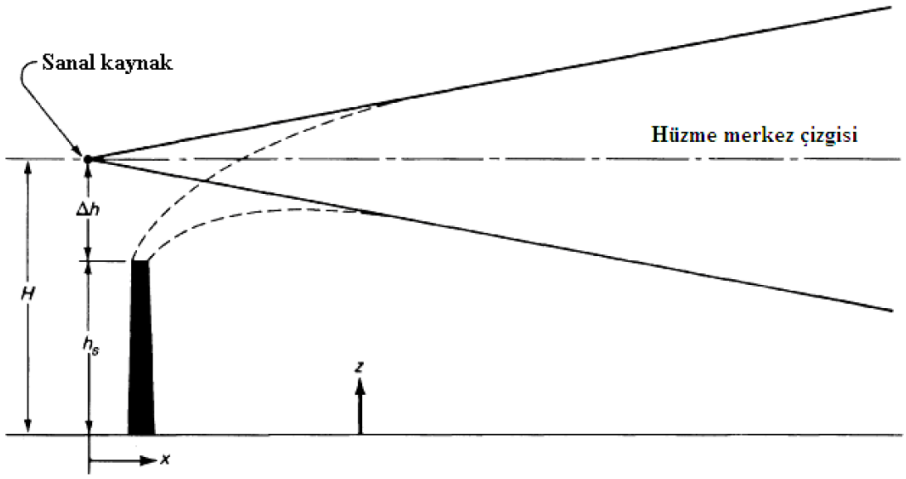
Atmosferik bir dispersiyon modeli, yer seviyesi veya baca seviyesinde bulunan bir kaynaktan atmosfere bırakılan kirleticinin konsantrasyonunu matematiksel olarak hesaplayabilmelidir. Bir nokta kaynaktan atmosfer ortamına atılan kirleticinin, rüzgar ve diğer dağılım mekanizmalarının etkileri ile dağılımı Şekil 3.10'da gösterilmektedir. Kirletici hüzme yüksekliği h olan bacadan atmosfere bırakılmasına rağmen, gaz sıcaklığından kaynaklı kaldırma kuvveti ve gazın bacadan çıkış hızının V_s etkisi ile Δh kadar yükselmektedir. Bu nedenle kirletici H = h + Δh kadar etkin baca yüksekliğinden atmosfere bırakılmaktadır. Bacadan çıkan hüzmenin rüzgar yönündeki dağılım ekseni izlendiğinde, hüzmenin sanal başlangıç noktası olarak kabul edilebilir. Şekil 3.11'de görüldüğü üzere sanal olarak oluşturulan kaynak noktası rüzgarın esme yönü de dikkate alındığında hüzme ekseni üstünde ve bacanın bir miktar arkasında oluşmakta ve çoğu zaman bacanın üzerinde olduğu kabul edilmektedir (Demir, 2007).



Şekil 3.10 Bir Nokta Kaynak Emisyonun Atmosferde Yer Alan Taşınım Hareketi

Nokta bir kaynaktan atmosfere bırakılan kirletici gaz hüzmesi, atmosferde türbülansa neden olacak ve dağılım gösterecektir. Herhangi bir noktadaki kirletici konsantrasyonu örnekleme süresine bağlı olmakla birlikte, anlık hüzme küçük bir alanda yüksek konsantrasyonlara neden olabilmektedir. Zamanla daha geniş bir alana dağılan kirletici konsantrasyonu süre arttıkça azalmaktadır. Yeterli zaman olduğunda, rüzgar yönüne dik eksende konsantrasyon dağılımı "Gauss Dağılımı" veya " Normal Dağılım " göstermektedir (Demir, 2007).

Kirletici hüzmenin zamana göre dağılımına yakın bir şekilde, kaynaktan olan uzaklığa bağlı olarak da dağılması görülmektedir. Kirletici kaynağına yakın noktalarda etkili olan türbülans ile uzak noktalardaki türbülans hareketlerinin boyutları farklı olmaktadır. Bu nedenle, hüzmenin yayılma hızı hüzmenin boyutuna ve buna bağlı olarak da kirletici kaynaktan hareket süresine de bağlıdır. Hüzmenin fiziksel olarak göstermiş olduğu dağılım, matematiksel olarak Gauss fonksiyonu ile tanımlanabilir (Şekil 3.11). Ayrıca kaynaktaki emisyon miktarı (kaynak kuvveti Q) arttığı zaman alıcı noktalardaki konsantrasyonunda artış göstermesinden dolayı ikisi arasında doğru orantı mevcuttur (Demir, 2007).



Şekil 3.11. Bir Dispersiyon Modelinde Hüzme Yükselmesi ve Sanal Kaynak Noktasının Konumu

Gauss dağılımının ortaya çıktığı bu iki eksende kirletici dağılımları, dispersiyon katsayıları (σ_y ve σ_x) olarak tanımlanan dağılım katsayılarıdır. Aşağıda yer alan fonksiyon y yönünde meydana gelen Gauss dağılımını temsil etmektedir.

$$C\ \alpha\ Aexp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right]$$

Yukarıda yer alan fonksiyonda A değeri bir sabittir. Z yönü içinde σ_z dispersiyon katsayısı kullanılarak aynı fonksiyon yazılabilir. Gauss dağılım denklemi aşağıda yer almaktadır.(Demir, 2007)

$$C_{(X,y,z,H)} = \frac{Q}{2\pi u\sigma_y\sigma_z}\exp\left(-\frac{y^2}{2{\sigma_y}^2}\right)exp\left(-\frac{(z-H)^2}{2{\sigma_z}^2}\right)$$

Burada;

$C_{(X,y,z,H)}$ = Koordinatları verilen alıcı noktalardaki kirletici konsantrasyonudur. H etkin baca yüksekliğidir.

$\frac{Q}{2\pi u\sigma_y\sigma_z}$ = Hüzmenin merkez çizgi üstündeki x mesafesine bağlı değişimidir.

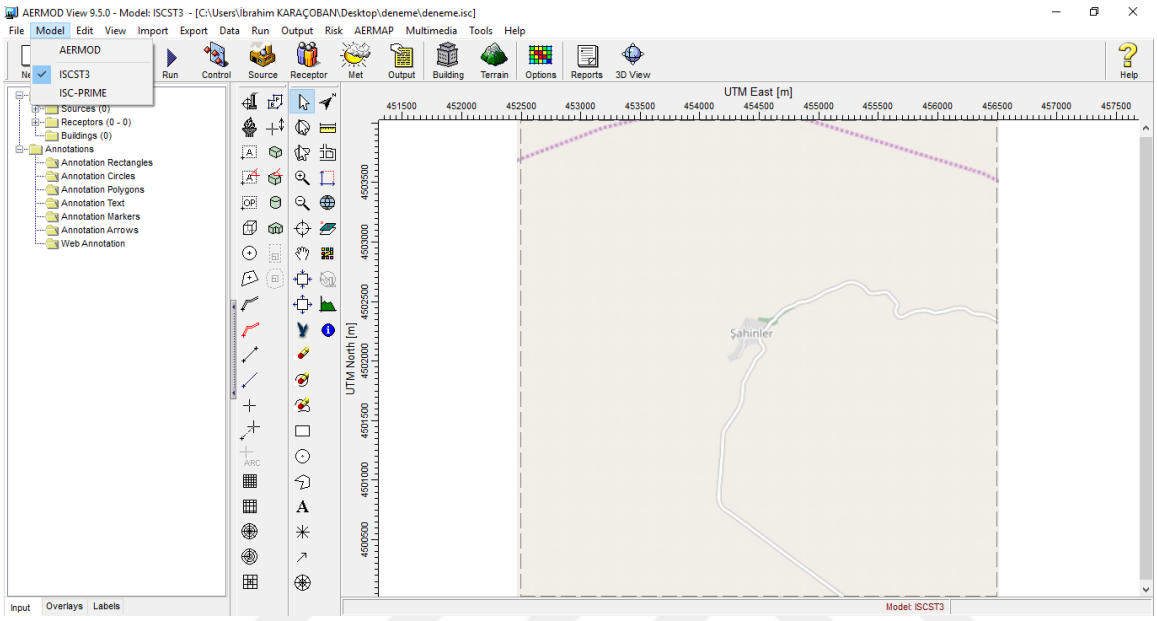
$\exp\left(-\frac{y^2}{2{\sigma_y}^2}\right)$ = Hüzmenin merkez çizgisinden y yönü mesafelerdeki dispersiyonudur.

$exp\left(-\frac{(z-H)^2}{2{\sigma_z}^2}\right)$ = Hüzmenin merkez çizgisinden z yönü mesafelerdeki dispersiyonudur.

3.2.1. ISCST3 Hakkında Genel Bilgiler

Environmental Protection Agency tarafından Amerika'da ÇED ve emisyon izni çalışmalarında resmi olarak kullanılması amacıyla 1970'li yıllarda geliştirilmeye başlanmıştır. Kullanılmaya başlandığı günden itibaren yoğun ilgi gören ve gün geçtikçe kendini kabul ettiren modelin, EPA tarafından yeni eklenecek bilimsel özellikler ile geliştirilmesine karar verilmiştir. Bu yeni versiyonun hazırlanması amacıyla Pacific Environmental Services, Inc. (PES) firmasından profesyonel yardım alınmış ve 1989-1992 yılları arasında baştan aşağıya yenilenerek ISCST2 adıyla yeni versiyonu kullanıma sunulmuştur. 1990'lı yılların sonunda yeni teknik eklentilerle PES tarafından ISCST3 versiyonu hazırlanmıştır. Son olarak, 2 Nisan 2002 tarihinde güncellenmiştir. ISCST3

modeli AERMOD yazılımı içinde de çalıştırılabilmektedir. AERMOD yazılımında model sekmesinden AERMOD, ISCST3 veya ISC-PRIME modelleri arasında seçim yapılabilmektedir. Bu şekilde ISCST3 manuel kullanıma göre daha hızlı bir şekilde çalıştırılabilmektedir (Şekil 3.12).

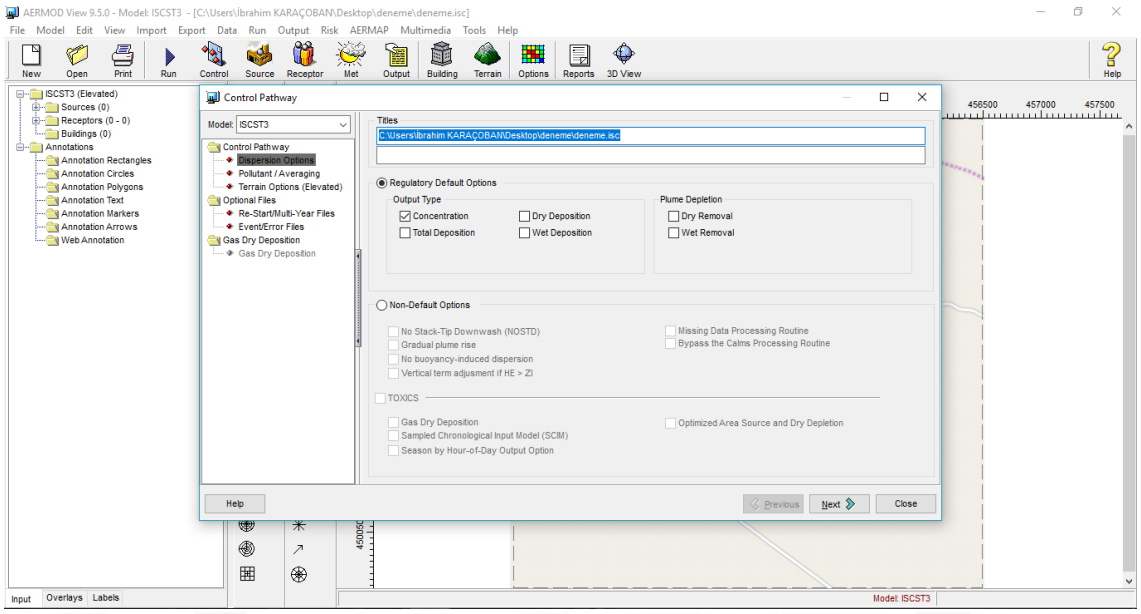


Şekil 3.12. Model Sekmesinin Görümü

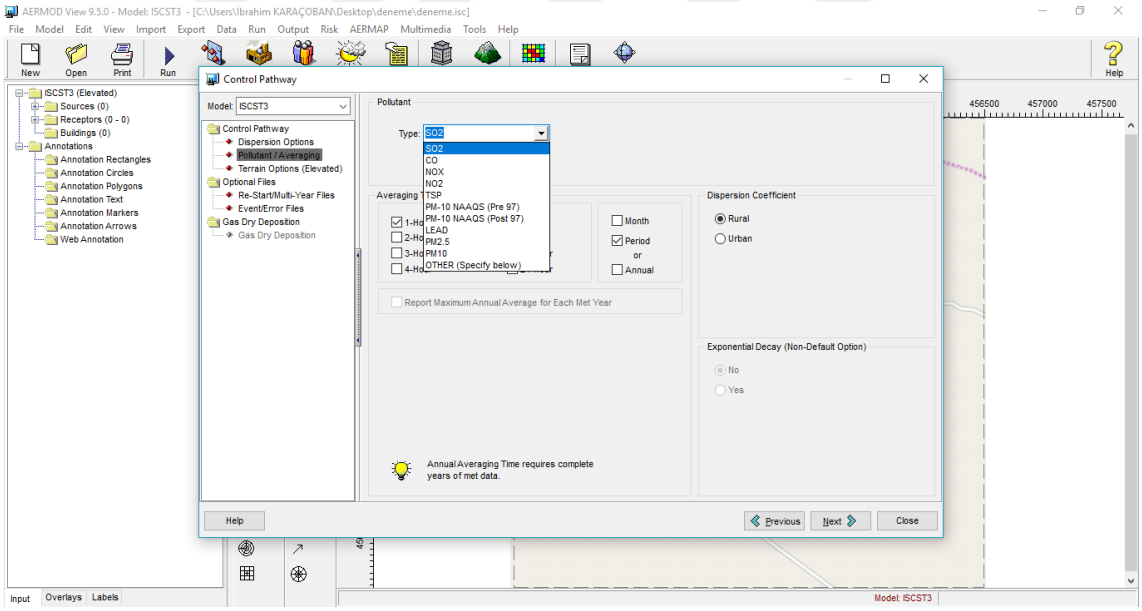
ISCST3 modeli 6 ana sekmeden oluşmaktadır.

1. **Kontrol Seçenekleri (Control Pathway)**

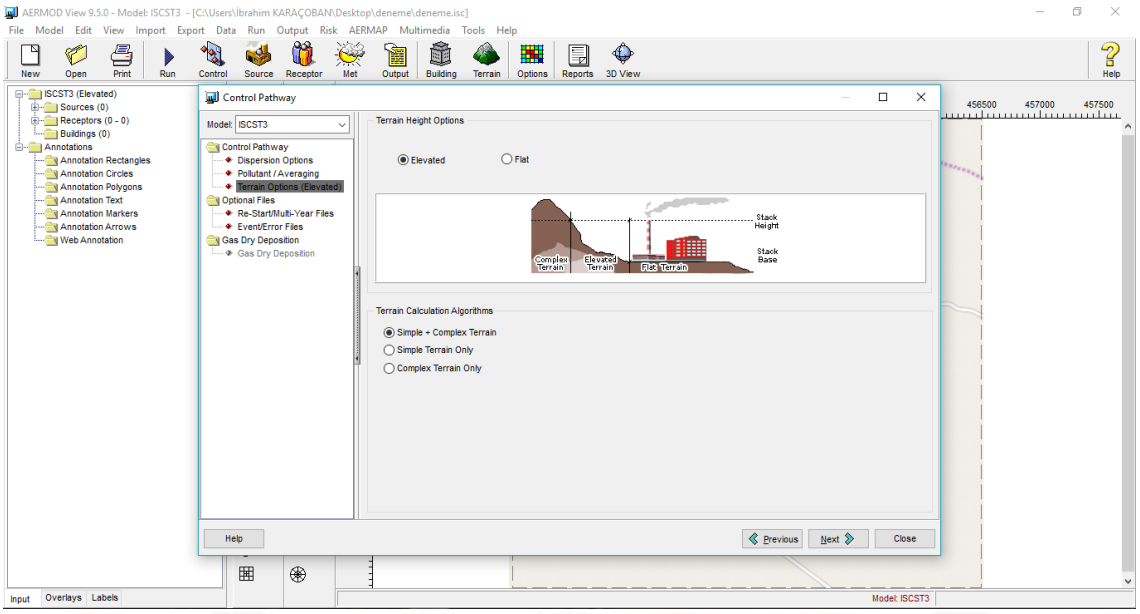
Bu sekmede modelin ne için çalıştırılacağı seçilmektedir. Bu kısımda EPA tarafından kabullerin belirlenmesi için Regulatory default options seçeneği seçilmelidir. (ISC3, 1995) Kontrol seçenekleri kısmında kirletici tipi, konsantrasyonların hangi zaman dilimleri için hesaplanması gerektiği, çalışma alanının kentsel yada kırsal yerleşim olduğu bilgileri de seçilmelidir. Ayrıca tesisin bulunduğu arazi yapısı ile ilgili bilgide belirtilmelidir. Kontrol seçenekleri sekmesi ile ilgili Şekil 3.13-15 verilmiştir.



Şekil 3.13. ISCST3 Kontrol Seçenekleri Sekmesi



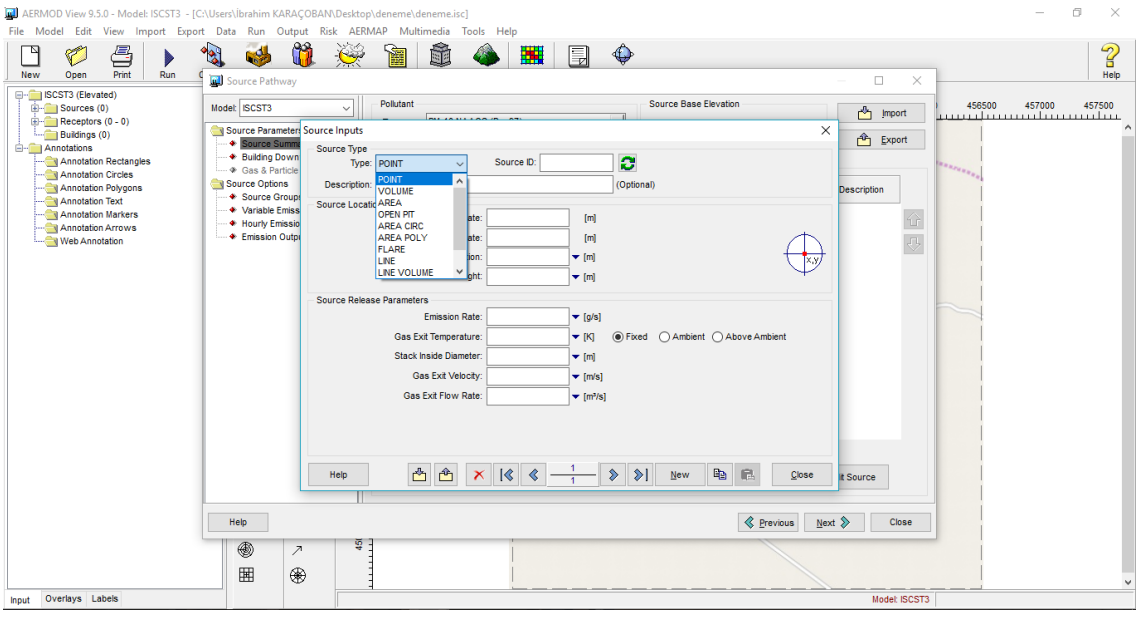
Şekil 3.14. ISCST3 Kontrol Seçenekleri Sekmesi -1



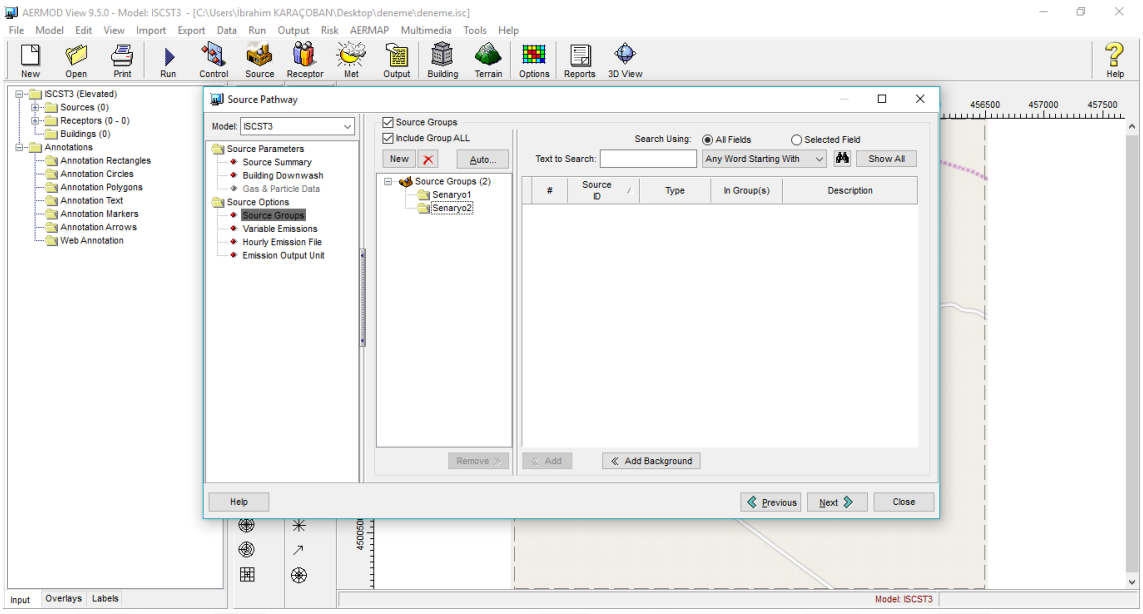
Şekil 3.15. ISCST3 Kontrol Seçenekleri Sekmesi -2

2. Kaynak Seçenekleri (Source Pathway)

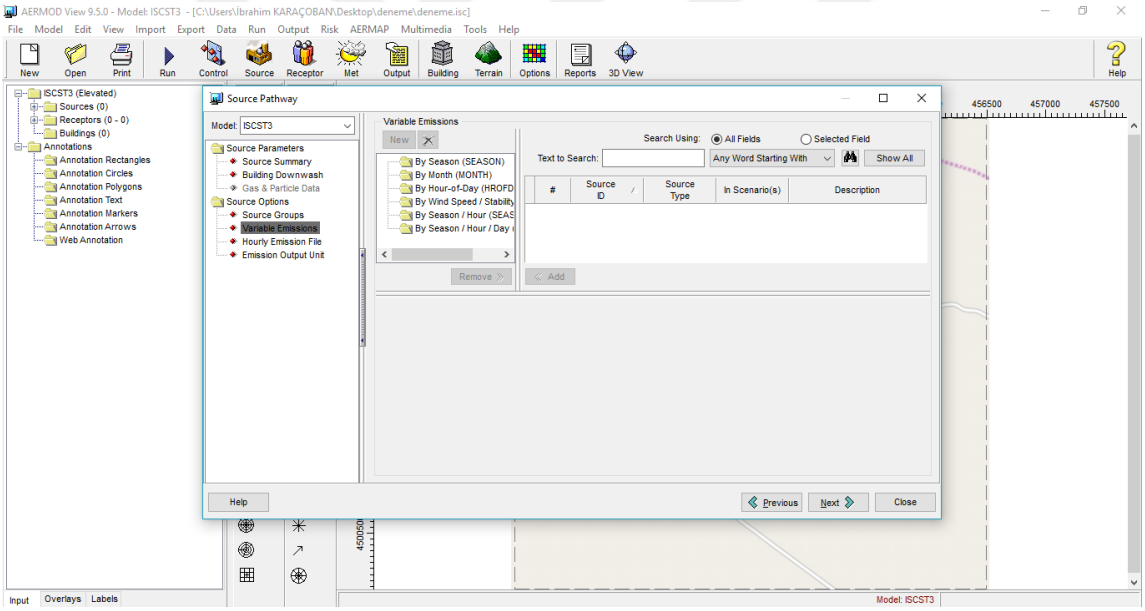
Bu sekmede kaynakla ilgili bilgiler yer almaktadır. Bu kısımda kaynağın noktasal, alansal veya çizgisel kaynak olup olmadığına göre bilgi girişleri yapılmalıdır. Kaynak koordinatları, kaynak yüksekliği, kütlesel debi bilgileri bu sekmede girilmelidir. Ayrıca bu başlıkta model ile ilgili farklı senaryolar var ise onlarda oluşturulmalı ve kaynak çalışma zamanlarının bilgisi de verilmelidir (Şekil 3.16-18).



Şekil 3.16. Kaynak Seçenekleri Sekmesi



Şekil 3.17. Kaynak Seçenekleri Sekmesi-1

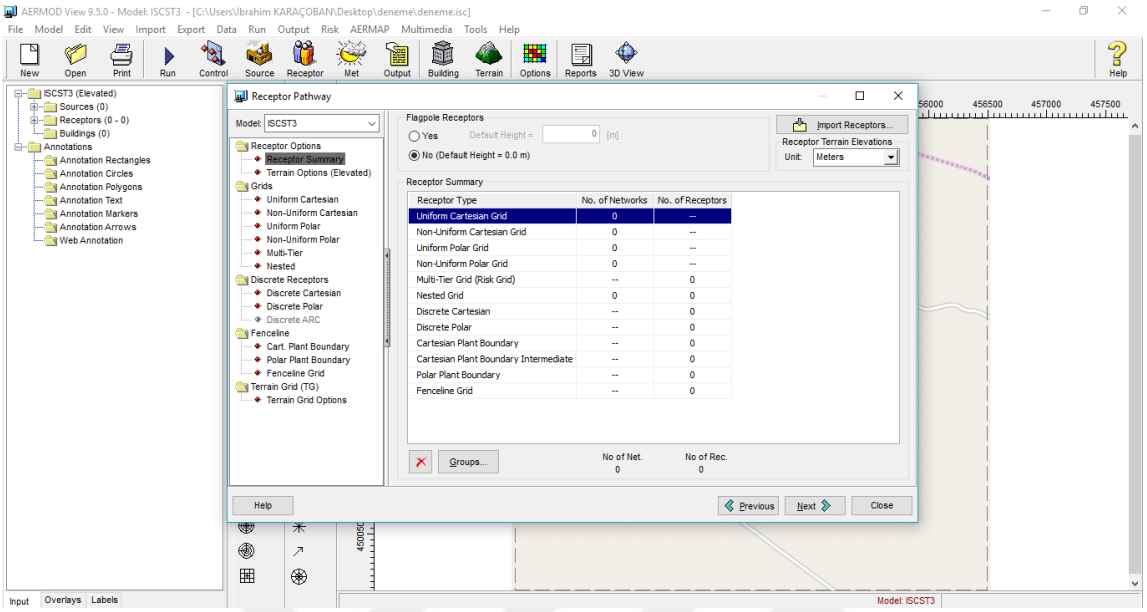


Şekil 3.18. Kaynak Seçenekleri Sekmesi-2

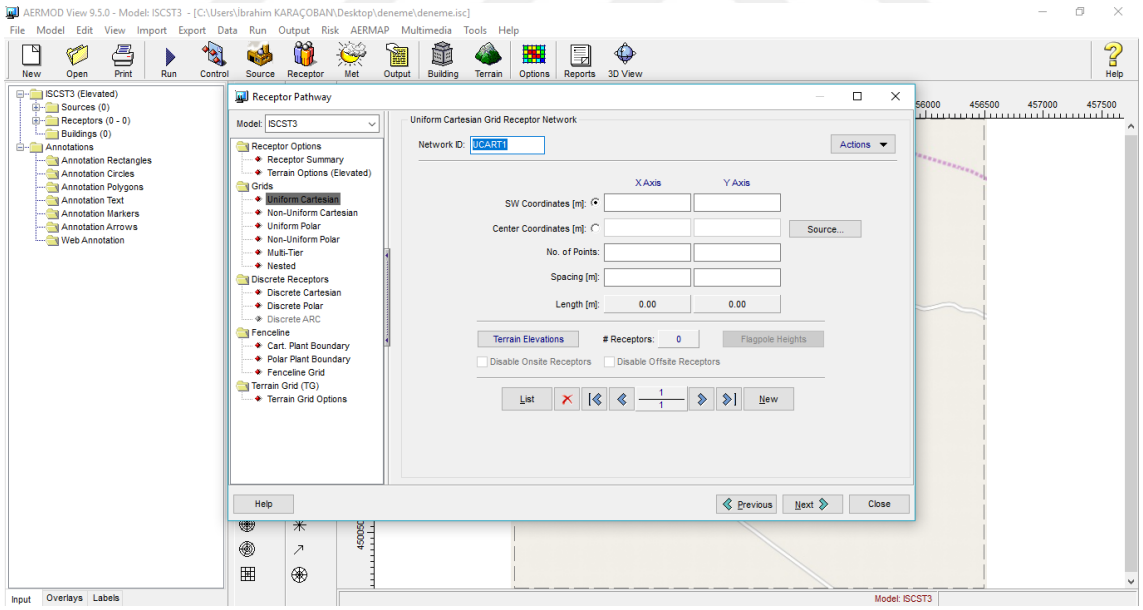
3. Alıcı Seçenekleri (Receptor Pathway)

Bu sekmede alıcı noktalarla ilgili bilgiler yer almaktadır. Bu bölümde modelleme alanı ile ilgili bilgiler girilmelidir. Kartezyen sistemde model yapılacak ise nokta sayısı ile noktalar arası uzaklıklar belirlenmeli ve bu sayede çalışma alanı uzunluğu hesaplanmalıdır. Polar sistemde ise kaynak merkezinden itibaren kaç adet çember oluşturulacağı ve çemberler arası uzaklığın ne kadar olacağı belirlenmelidir. Kartezyen sistem de istenilen bir koordinatta konsantrasyon hesaplanması için “Discrate Cartesian” sekmesinden giriş

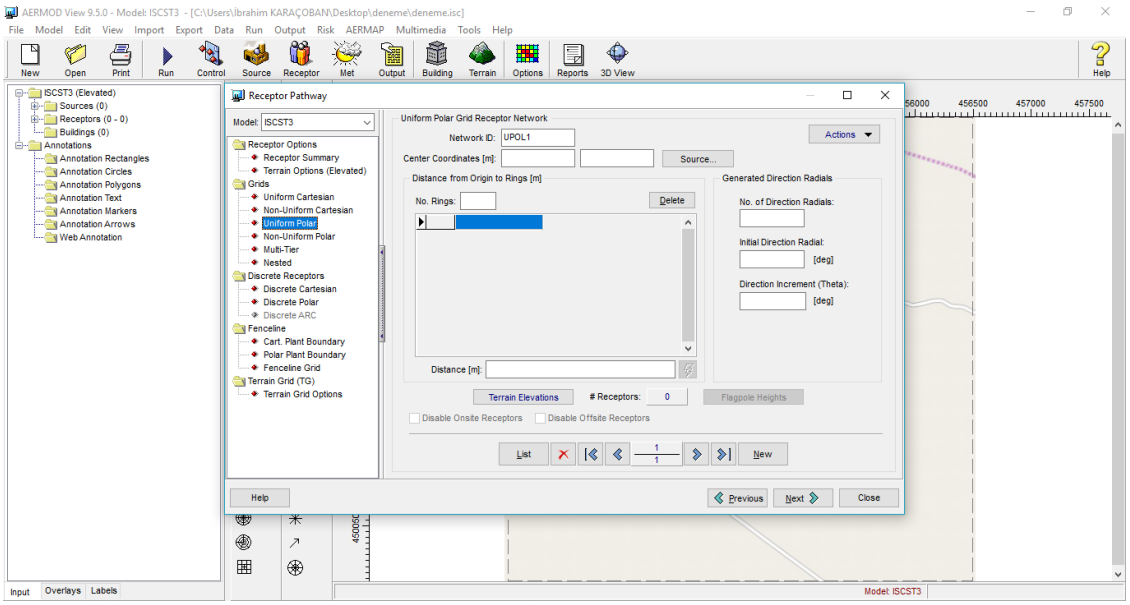
yapılabilir (ISC3, 1995). Polar sistemde ise “Discrate Polar“ sekmesinden bu giriş sağlanabilir (Şekil 3.19-21).



Şekil 3.19. Alıcı Seçenekleri Sekmesi



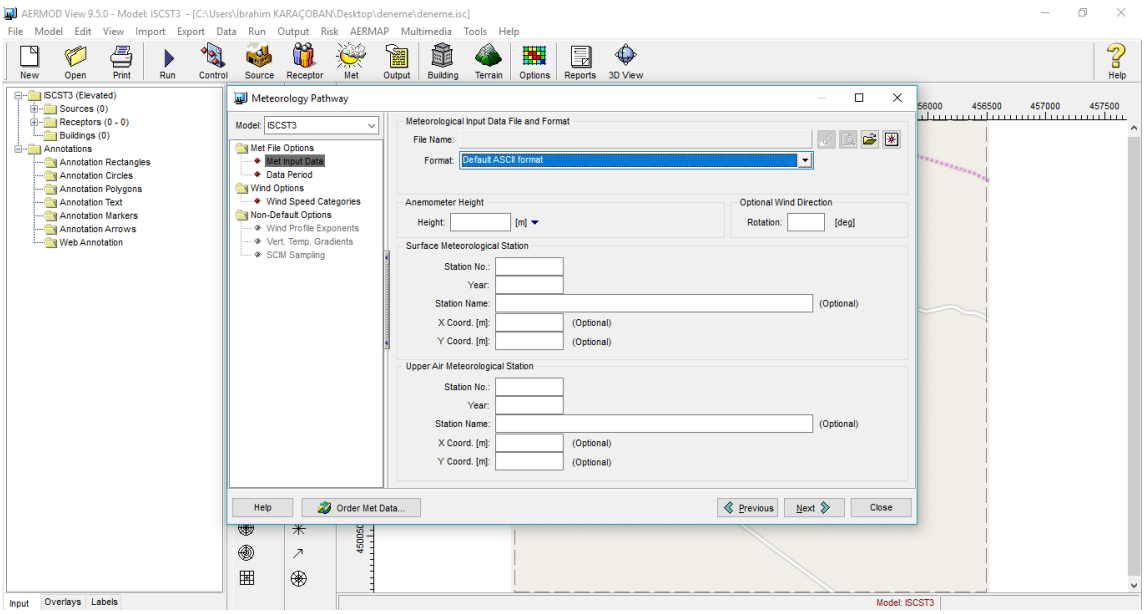
Şekil 3.20. Alıcı Seçenekleri Sekmesi-Kartezyen Sistem



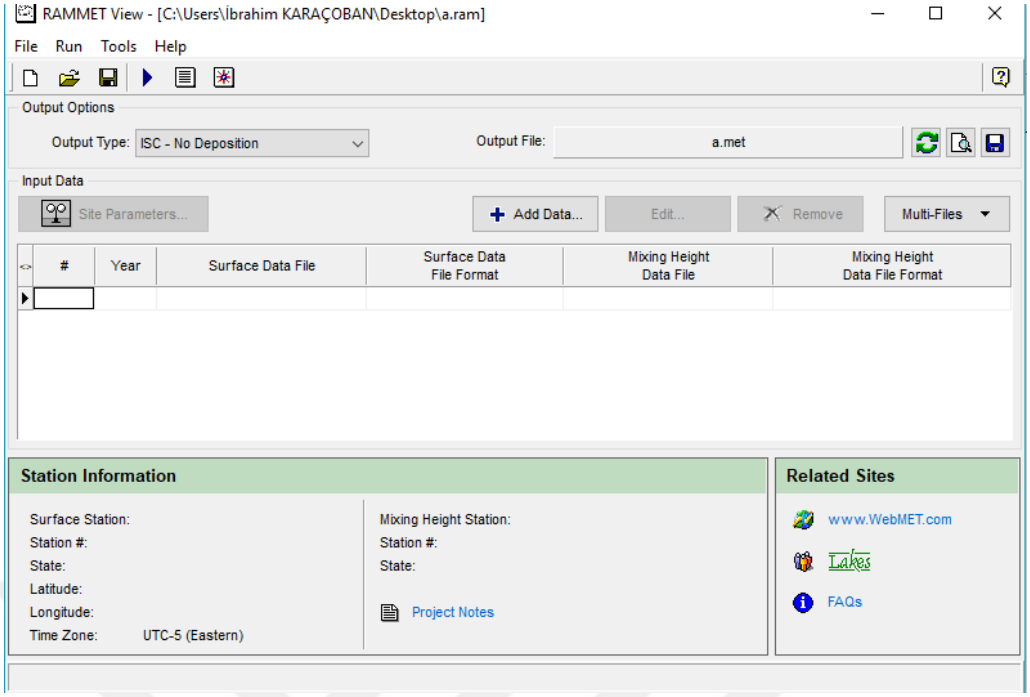
Şekil 3.21. Alıcı Seçenekleri Sekmesi-Polar Sistem

4. Meteoroloji Seçenekleri (Meteorology Pathway)

Bu sekmede modelleme de kullanılacak yıla ait verilerin ASCII formatında hazırlanmış olan met. dosyasının programa giriş yapıldığı bölümdür (ISC3, 1995). Met dosyası RAMMET wiev yardımcı programı kullanılarak hazırlanabilir. Met dosyasında istasyon numarası, verilerin ait olduğu yıl, ay, gün, saat bilgileri, rüzgar hızı, rüzgar yönü, sıcaklık, kararlılık sınıfları, karışım yüksekliği ve monin obukhov uzunluğu değerleri yer almalıdır (Şekil 3.22,23).



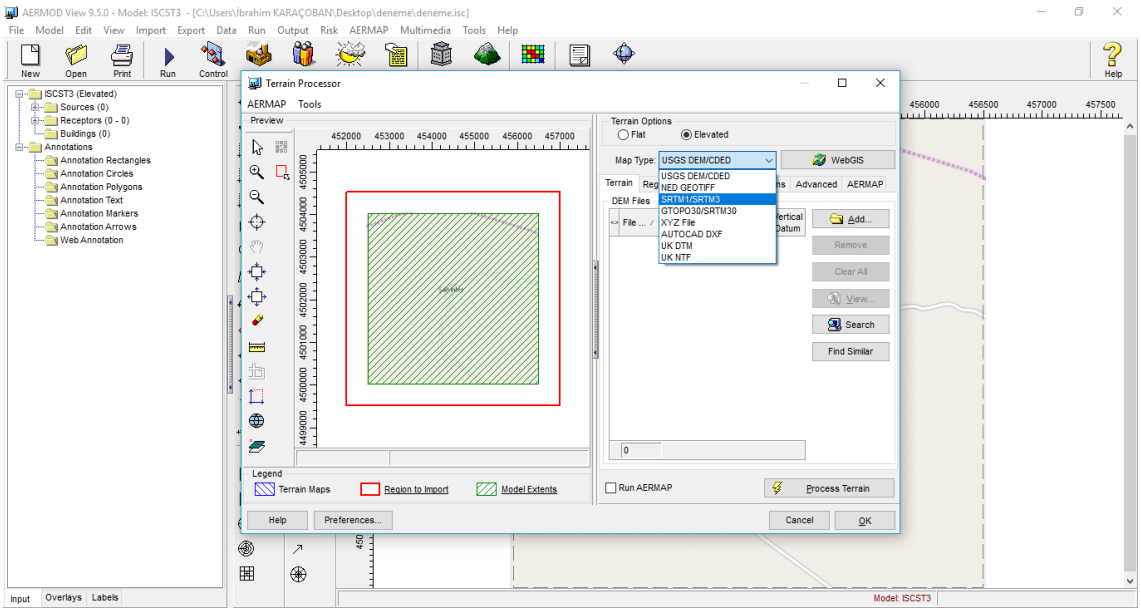
Şekil 3.22. Meteoroloji Sekmesi



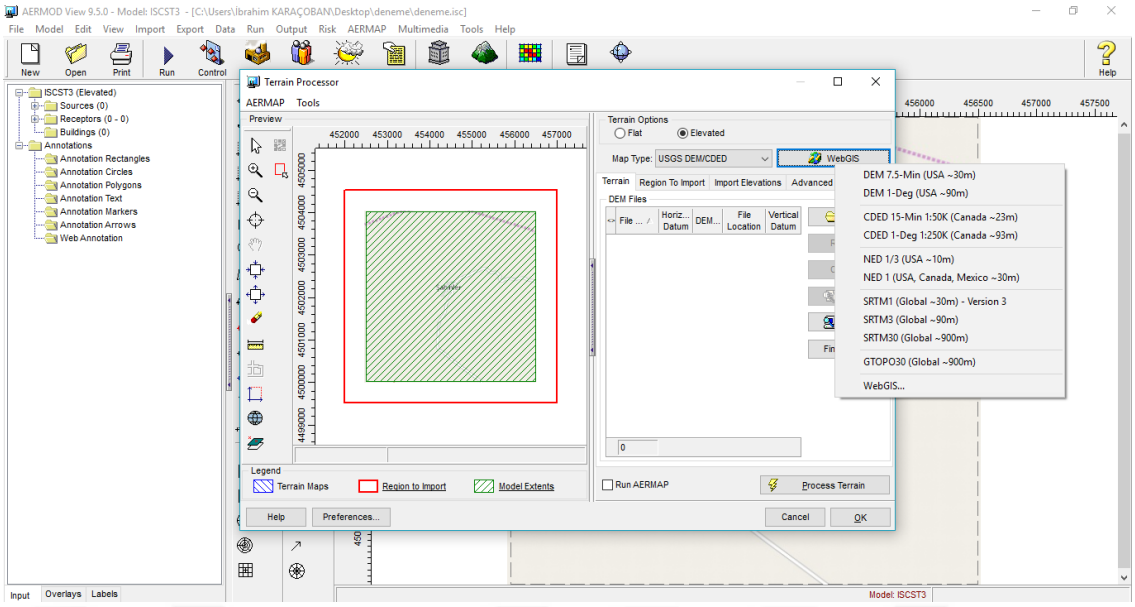
Şekil 3.23. RAMMET View Programı

5. Yükseklik İşlemcisi (Terrain Processor)

Bu sekmede belirlenen alıcı noktaların yükseklikleri belirlenmektedir. Harita türü SRTM1/SRTM3 seçilmelidir. Daha sonra webGIS sekmesinden SRTM3 (Global ≈ 90m) seçilmeli ve process terraine tıklanmalıdır. Bu şekilde belirlenen alıcı noktaların yükseklikleri hesaplanmaktadır (Şekil 3.24,25).



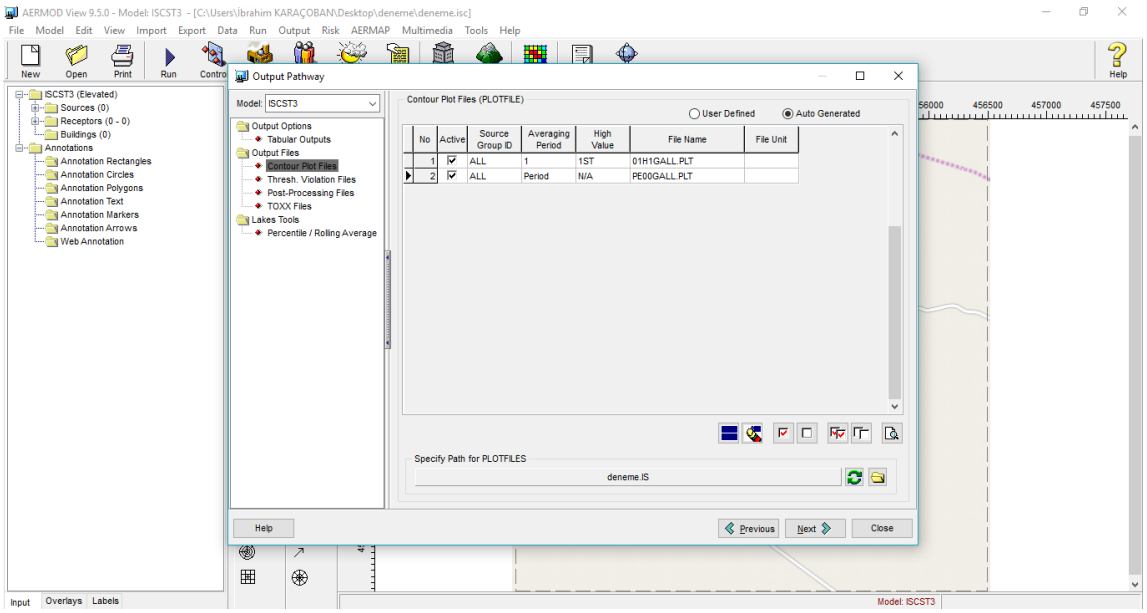
Şekil 3.24. AERMAP - Yükseklik Bilgisi Giriş Ekranı



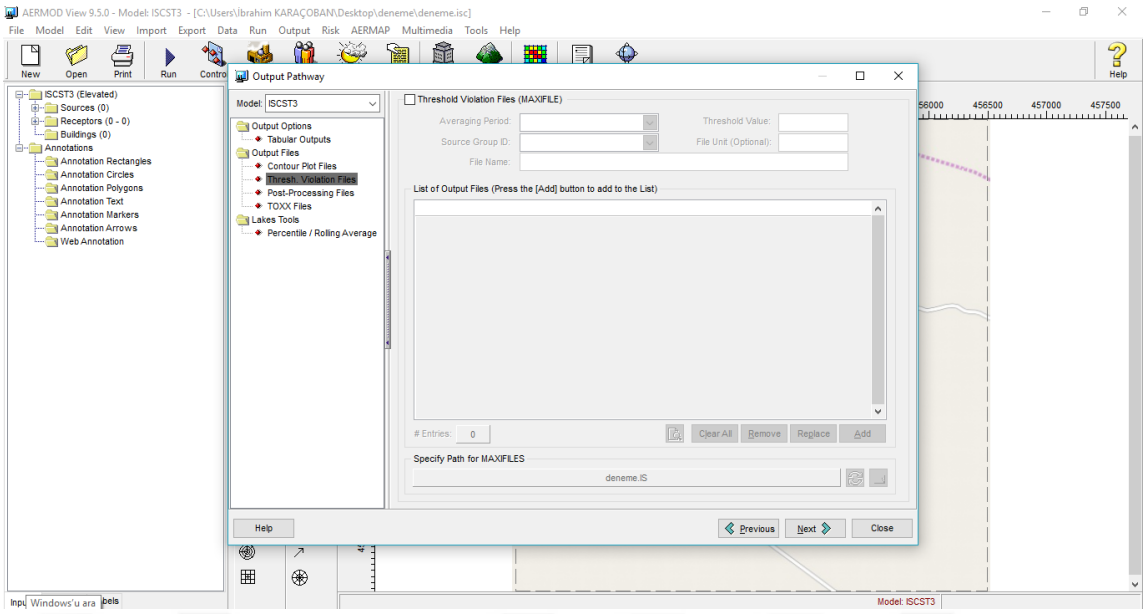
Şekil 3.25. AERMAP - Yükseklik Bilgisi Giriş Ekranı-1

6. Çıktı Seçenekleri (Output Pathway)

Bu sekmede model sonucunda hangi çıktıların istendiği seçilmektedir. Çıktı sekmesinde bir sınır değer belirlenerek o sınır değerin hangi koordinatta yılda kaç kez aşıldığına da bakılabilir. Ülkemiz Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde bu tür sınır değerler yer almaktadır (Şekil 3.26,27).



Şekil 3.26. Çıktı Seçenekleri



Şekil 3.27. Çıktı Seçenekleri-1

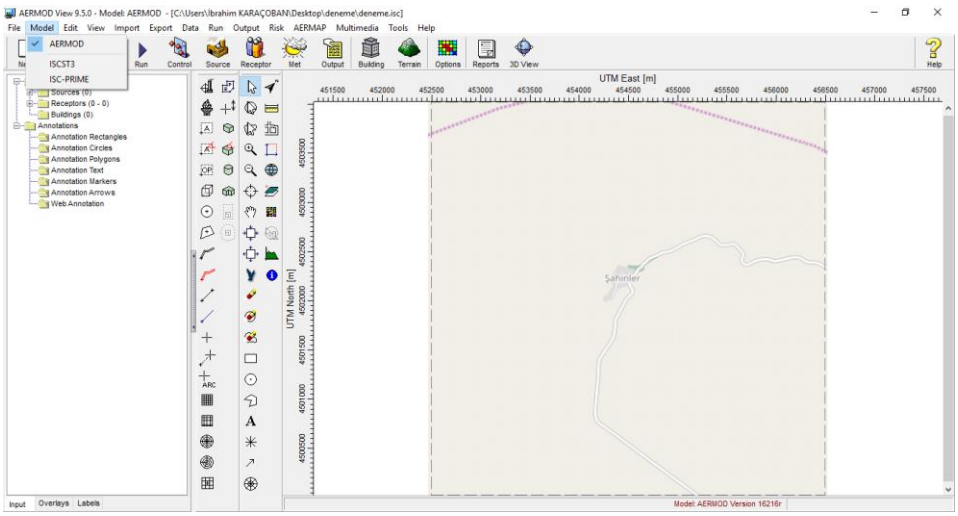
3.2.3. AERMOD Hakkında Genel Bilgiler

Amerikan Çevre Koruma Örgütü USEPA (United StatesEnvironmental Protection Agency) ve Amerikan Meteoroloji Topluluğu (American Meteorology Society) işbirliğinde 1991 yılında "Model Geliştirme Komitesi" (AERMIC) ismiyle bir komite oluşturulmuştur. Oluşturulan komite tarafından 1991 yılında hazırlanmaya başlanan AERMOD modeli 21 Nisan 2000 tarihinde mevzuat gereği model çalışmalarının gerçekleştirilmesi için önerilmiştir. 5 Aralık 2005 tarihinde resmi olarak kullanılması istenmiş ve 9 Aralık 2006 tarihi itibariyle ISCST3 ile değiştirilmiştir. Halen sürekli güncellenen bir modeldir. Halen tüm dünyada kabul gören ve çok yaygın olarak kullanılan bir modeldir.

AERMOD modelleme sistemi AERMOD (AERMIC Dispersion Model), AERMAP (AERMOD Terrain Preprocessor) ve AERMET (AERMOD Meteorological Preprocessor) olmak üzere üç ayrı bileşenden oluşmaktadır (AERMOD, 2004) .

AERMOD, temelde ISCST3 programı ile aynı seçenekleri içerir. AERMOD, ISCST3 yazılımına girilen parametrelerin kolayca işlenmesini sağlayan ara yüzdür.

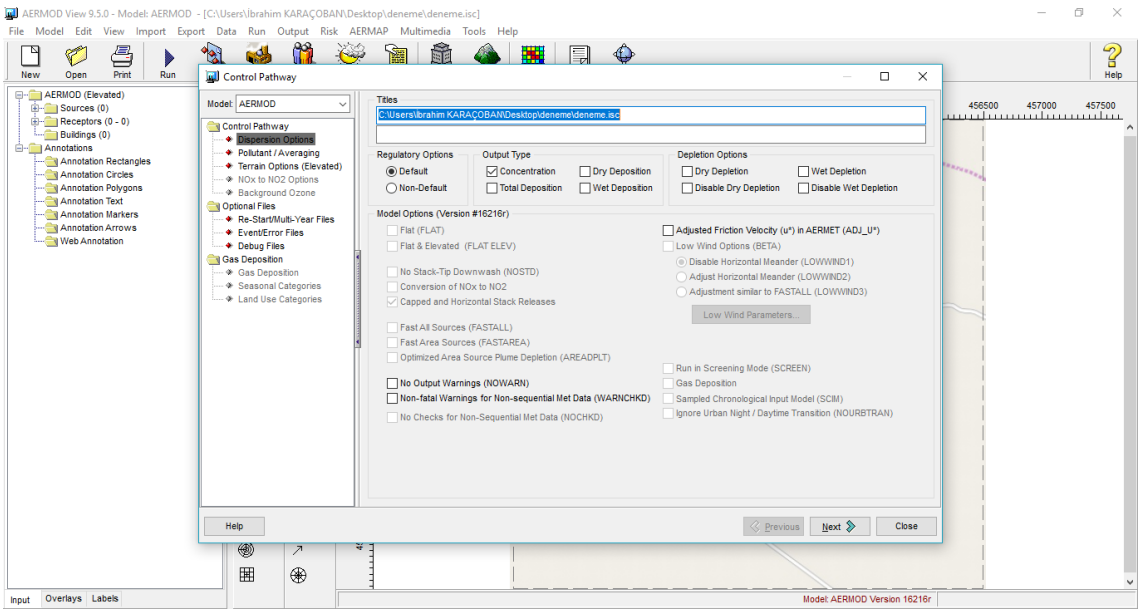
AERMOD modeli ISCST3 gibi 6 ana sekmeden oluşmaktadır. Model sekmesinden AERMOD seçilir (Şekil 3.28).



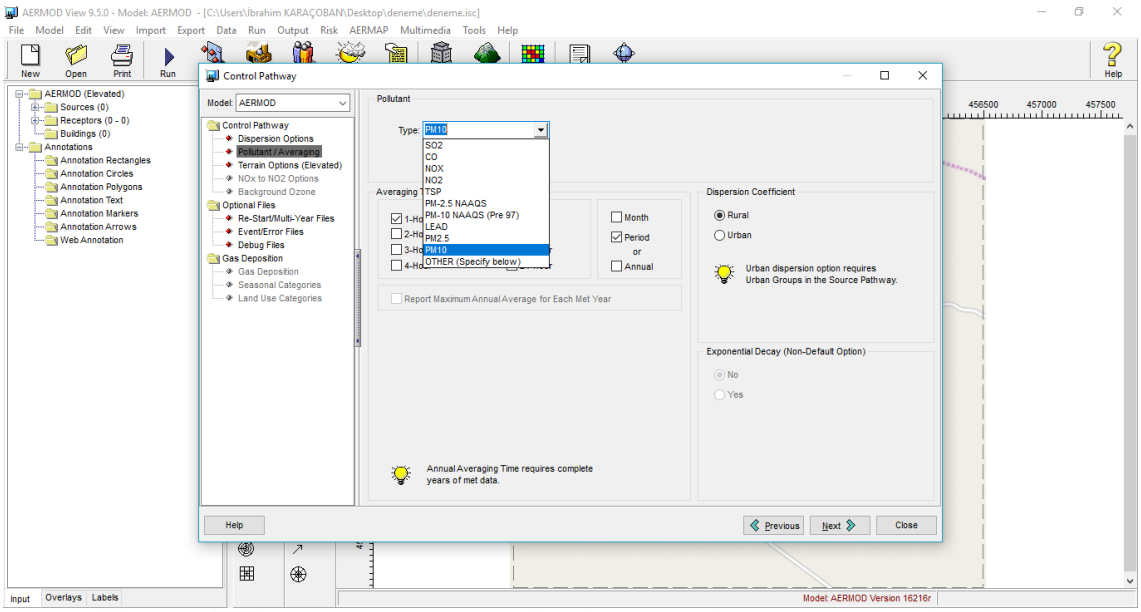
Şekil 3.28. Model Sekmesi

1. Kontrol Seçenekleri (Control Pathway)

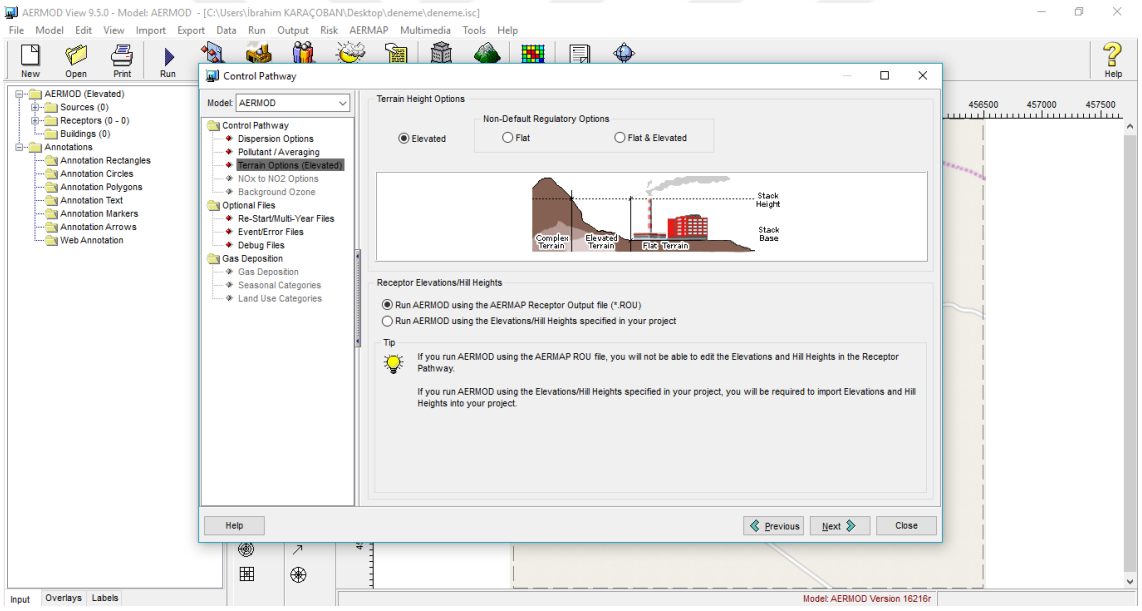
Bu sekmede modelin ne için çalıştırılacağı seçilmektedir. Bu kısımda EPA tarafından kabullerin belirlenmesi için Regulatory options seçeneği seçilmelidir. Kontrol seçenekleri kısmında kirletici tipi, konsantrasyonların hangi zaman dilimleri için hesaplanması gerektiği, çalışma alanın kentsel yada kırsal yerleşim olduğu bilgileri de seçilmelidir. Ayrıca tesisin bulunduğu arazi yapısı ile ilgili bilgiler de bu sekmede belirtilmelidir. Kontrol seçenekleri sekmesi ile ilgili (Şekil 3.29,31).verilmiştir.



Şekil 3.29. AERMOD Kontrol Seçenekleri Sekmesi



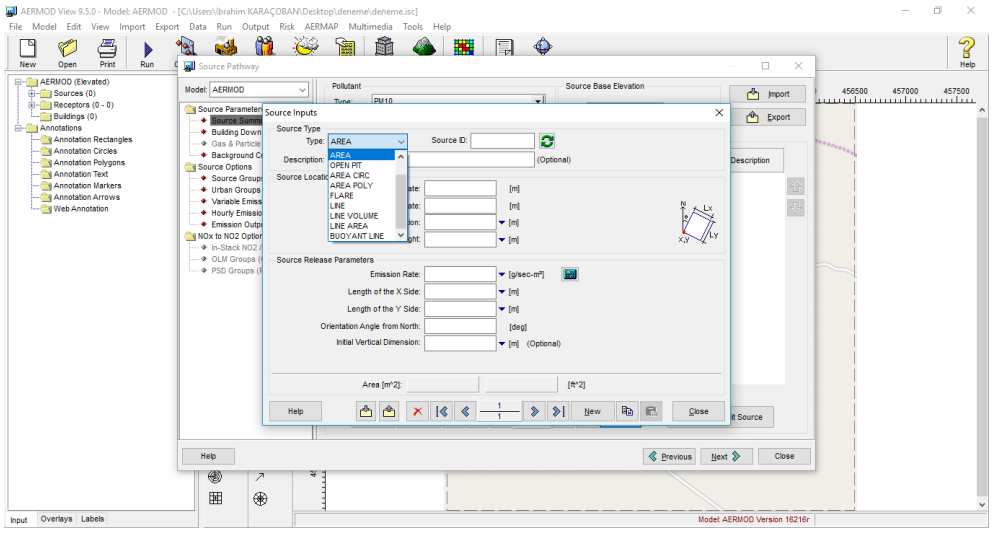
Şekil 3.30. AERMOD Kontrol Seçenekleri Sekmesi -1



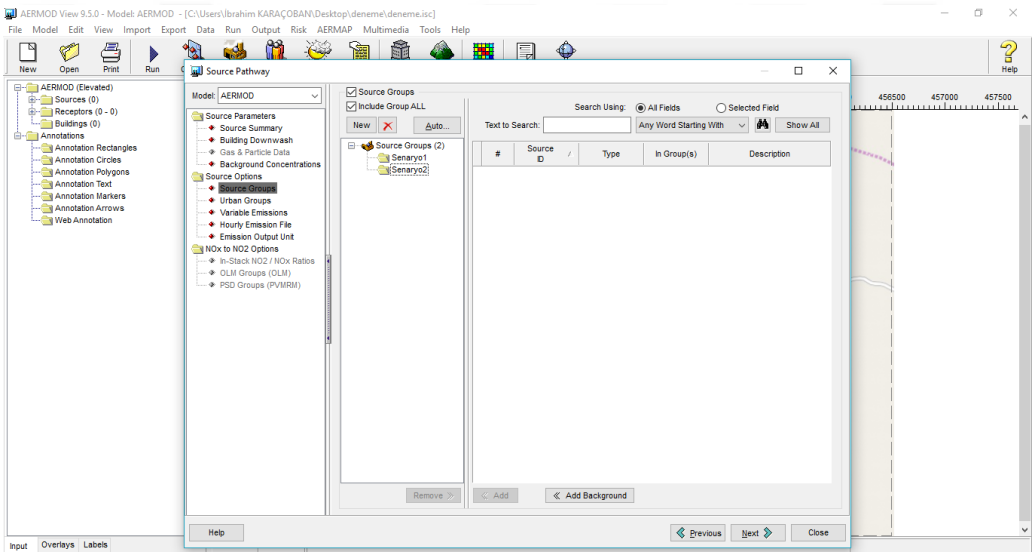
Şekil 3.31. ISCST3 Kontrol Seçenekleri Sekmesi -2

2. Kaynak Seçenekleri (Source Pathway)

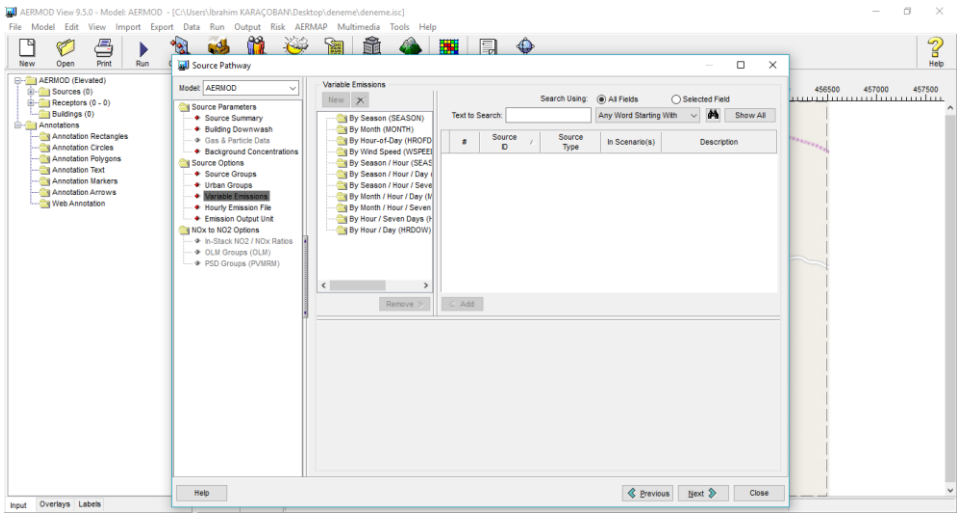
Bu sekmede kaynakla ilgili bilgiler yer almaktadır. Bu kısımda kaynağın noktasal, alansal veya çizgisel kaynak olup olmadığına göre bilgi girişleri yapılmalıdır. Kaynak koordinatları, kaynak yüksekliği, kütlesel debi bilgileri bu sekmede girilmelidir (Şekil 3.32,34). Ayrıca bu başlıkta model ile ilgili farklı senaryolar var ise onlarda oluşturulmalı ve kaynak çalışma zamanlarının bilgisi de verilmelidir (AERMOD, 2004).



Şekil 3.32. Kaynak Seçenekleri Sekmesi



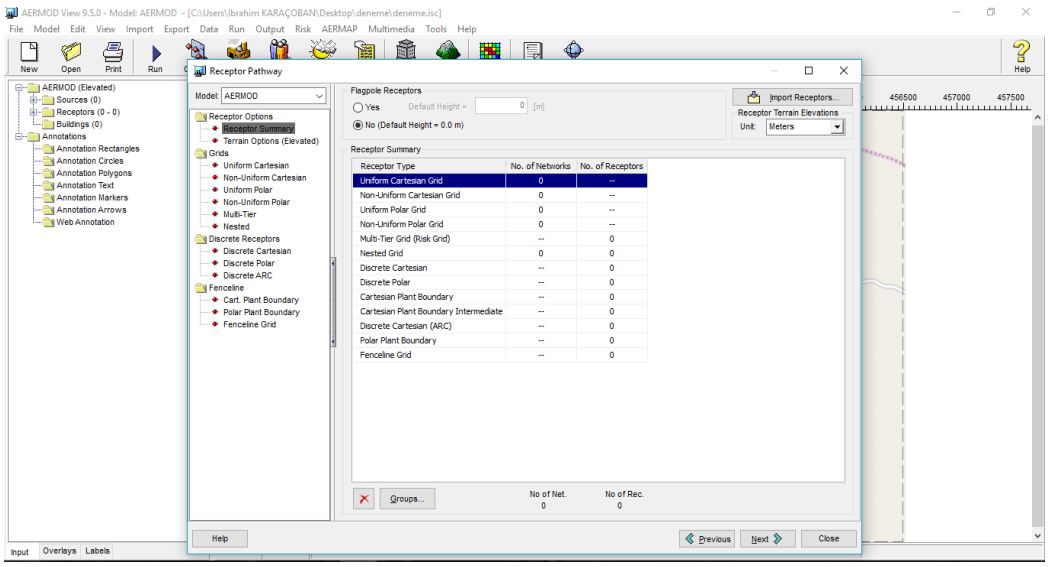
Şekil 3.33. Kaynak Seçenekleri Sekmesi-1



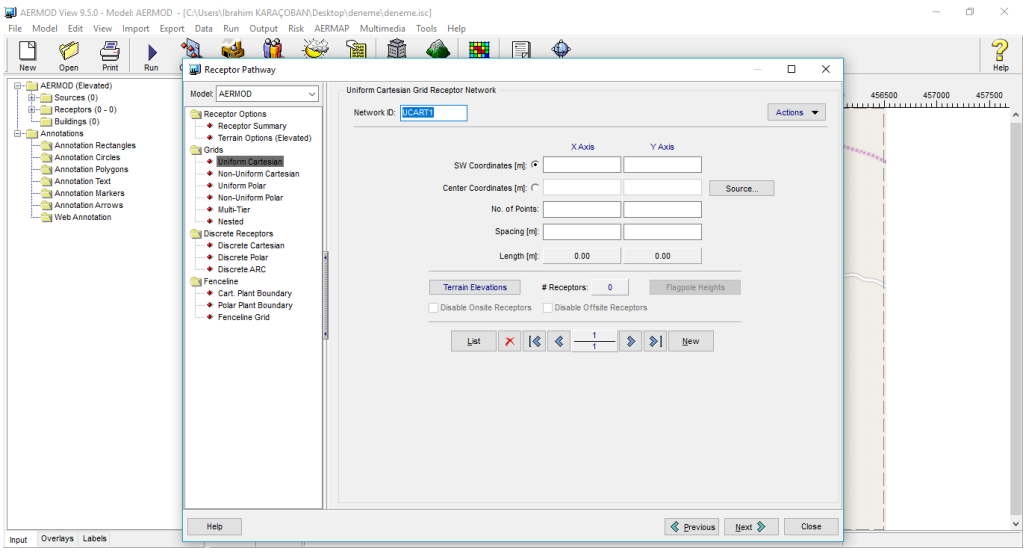
Şekil 3.34. Kaynak Seçenekleri Sekmesi-2

3. Alıcı Seçenekleri (Receptor Pathway)

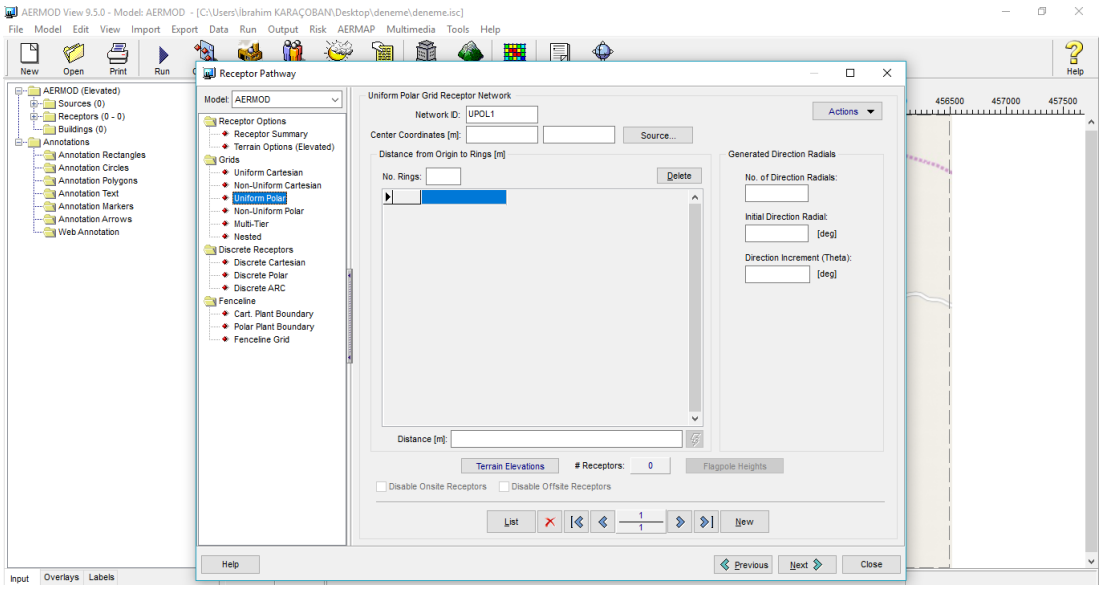
Bu sekmede alıcı noktalarla ilgili bilgiler yer almaktadır. Bu bölümde modelleme alanı ile ilgili bilgiler girilmelidir (Şekil 3.35,37). Kartezyen sistemde model yapılacak ise nokta sayısı ile noktalar arası uzaklıklar belirlenmeli ve bu sayede çalışma alanı uzunluğu hesaplanmalıdır. Polar sistemde ise kaynak merkezinden itibaren kaç adet çember oluşturulacağı ve çemberler arası uzaklığın ne kadar olacağı belirlenmelidir. Kartezyen sistem de istenilen bir koordinatta konsantrasyon hesaplanması için "Discrate Cartesian" sekmesinden giriş yapılabilir. Polar sistemde ise "Discrate Polar" sekmesinden bu giriş sağlanabilir (AERMOD, 2004).



Şekil 3.35. Alıcı Seçenekleri Sekmesi



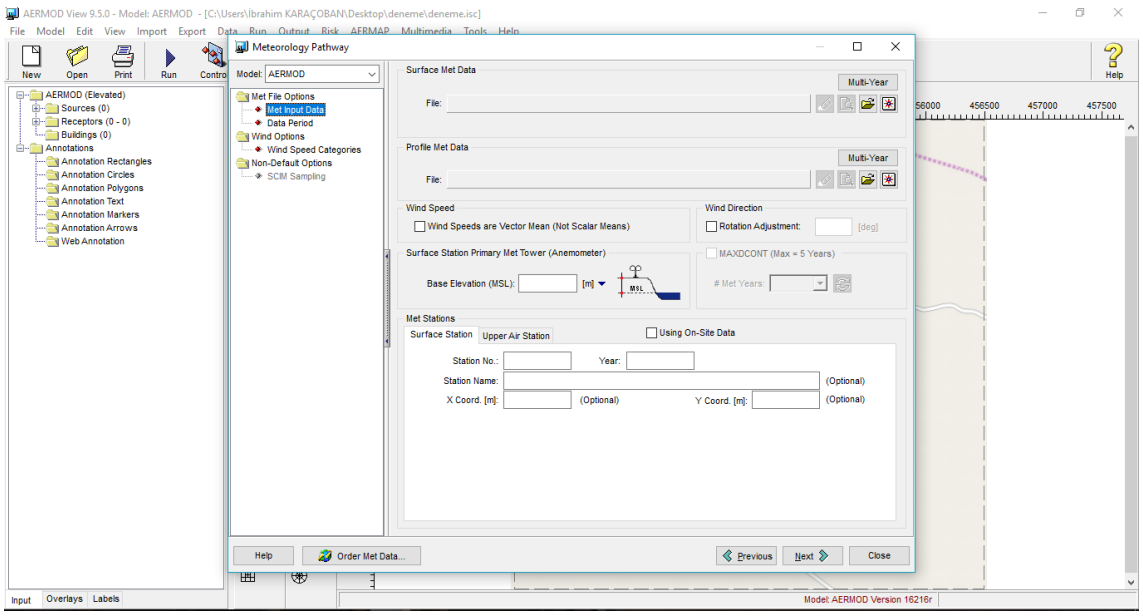
Şekil 3.36. Alıcı Seçenekleri Sekmesi-Kartezyen Sistem



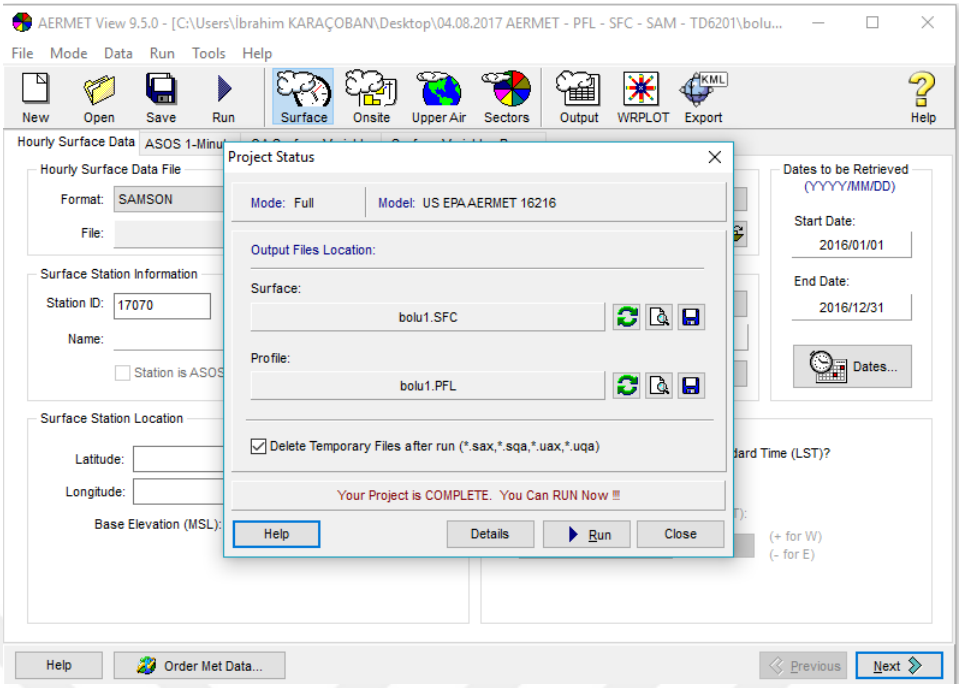
Şekil 3.37. Alıcı Seçenekleri Sekmesi-Polar Sistem

4. Meteoroloji Seçenekleri (Meteorology Pathway)

Bu sekmede modelleme de kullanılacak yıla ait verilerin ".pfl" ve ".sfc " formatında hazırlanmış olan dosyaların programa giriş yapıldığı bölümdür. Meteoroloji dosyaları ".pfl" ve ".sfc " AERMET wiev yardımcı programı kullanılarak hazırlanır (Şekil 3.38,39) (AERMOD, 2004)



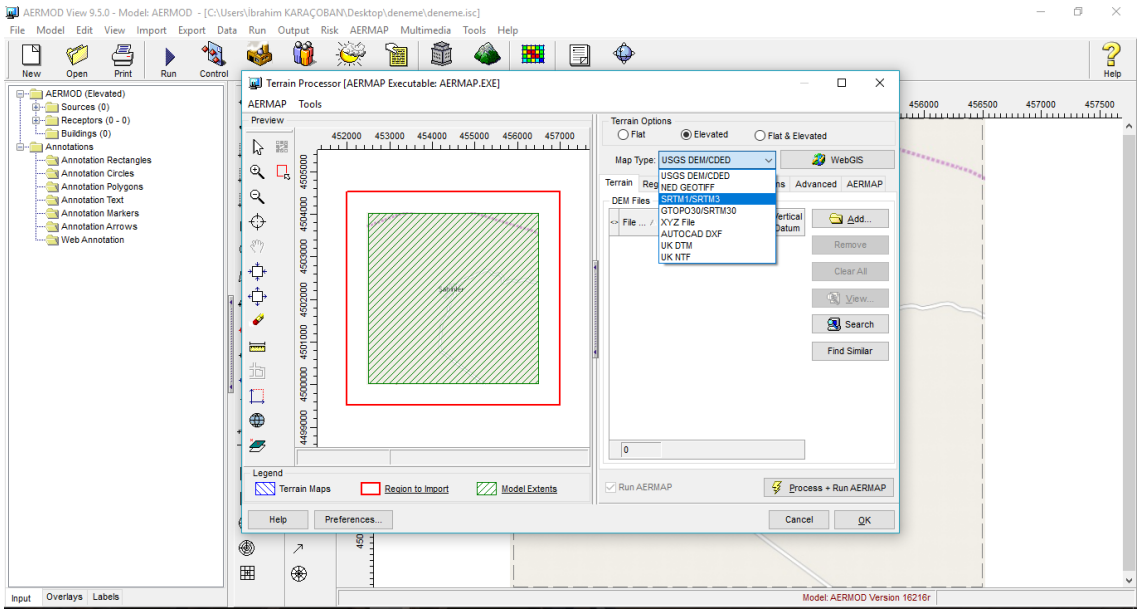
Şekil 3.38. Meteoroloji Sekmesi



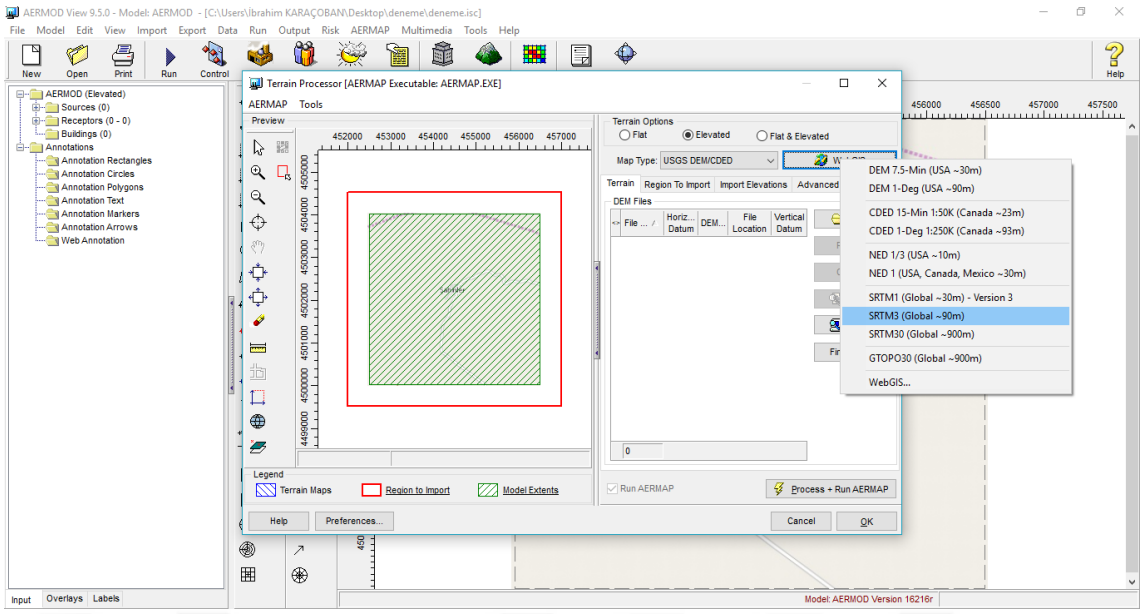
Şekil 3.39. AERMET View Programı

5. Yükseklik İşlemcisi (Terrain Processor)

Bu sekmede belirlenen alıcı noktaların yükseklikleri belirlenmektedir. Harita türü SRTM1/SRTM3 seçilmelidir. Daha sonra webGIS sekmesinden SRTM3 (Global ≈ 90m) seçilmeli ve process terraine tıklanmalıdır (Şekil 3.40,41). Bu şekilde belirlenen alıcı noktalrın yükseklikleri hesaplanmaktadır (AERMOD, 2004).



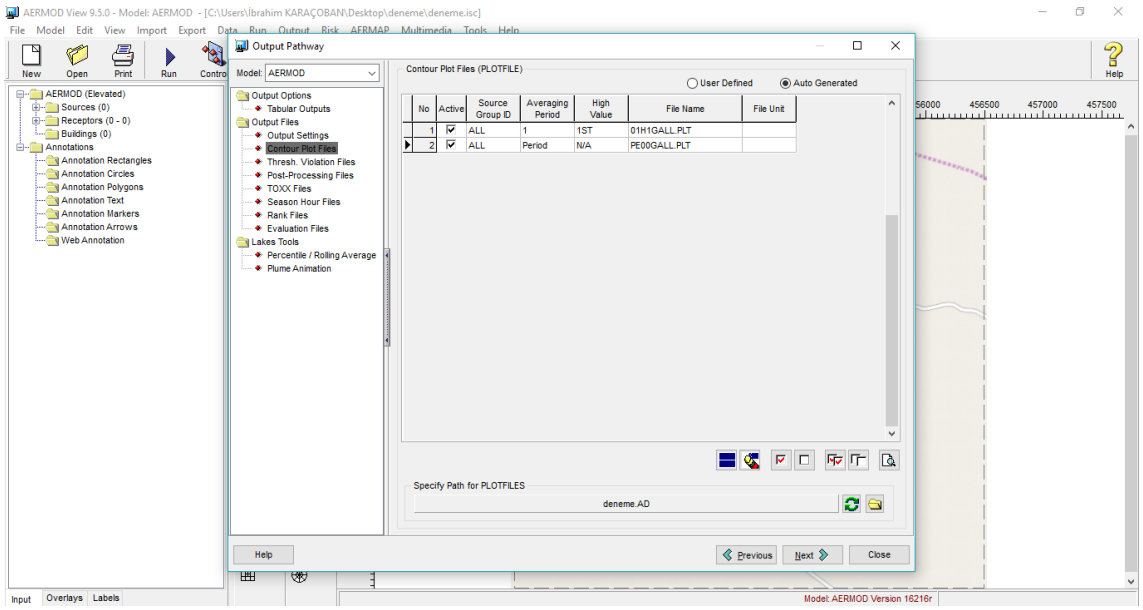
Şekil 3.40. AERMAP - Yükseklik Bilgisi Giriş Ekranı



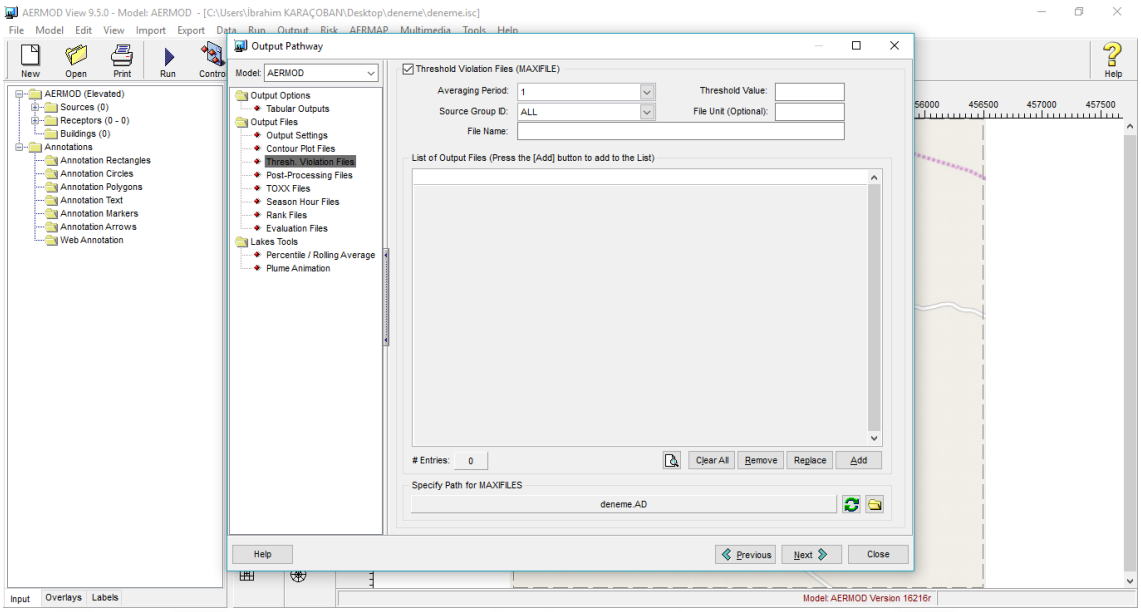
Şekil 3.41. AERMAP - Yükseklik Bilgisi Giriş Ekranı-1

6. Çıktı Seçenekleri (Output Pathway)

Bu sekmede model sonucunda hangi çıktıların istendiği seçilmektedir. Çıktı sekmesinde bir sınır değer belirlenerek o sınır değerin hangi koordinatta yılda kaç kez aşıldığına da bakılabilir (Şekil 3.42,43). Ülkemiz Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde bu tür sınır değerler yer almaktadır.



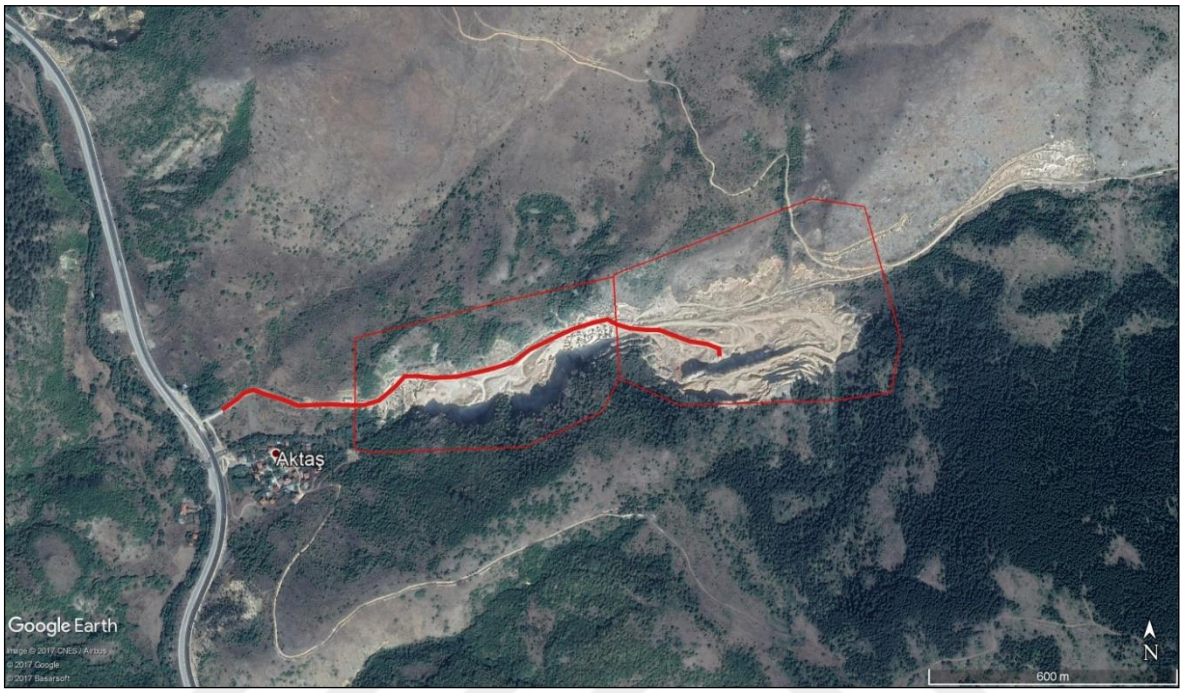
Şekil 3.42. Çıktı Seçenekleri



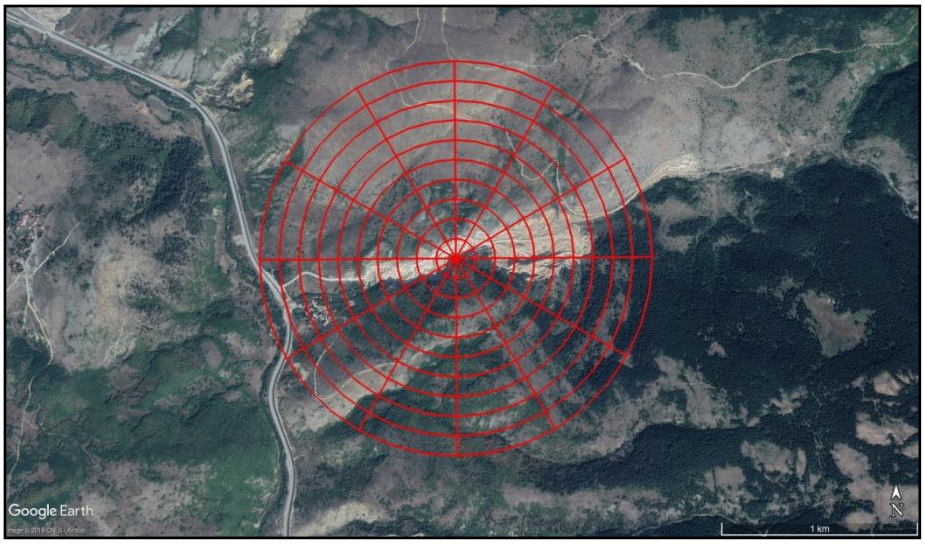
Şekil 3.43. Çıktı Seçenekleri-1

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

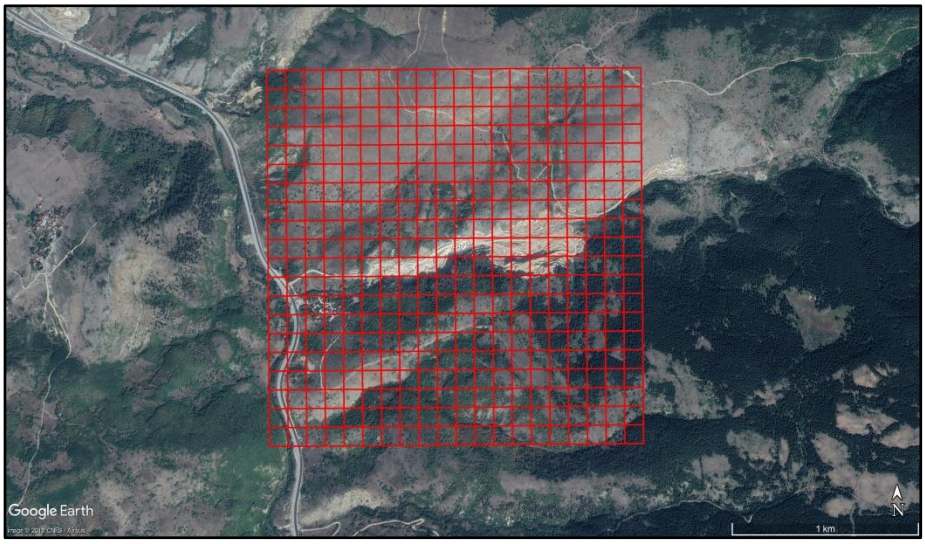
Modele tanımlanan, kirletici kaynakları ve belirlenen alıcı noktalar aşağıda yer alan uydu görüntüleri üzerinde işlenmiştir (Şekil 4.1-7).



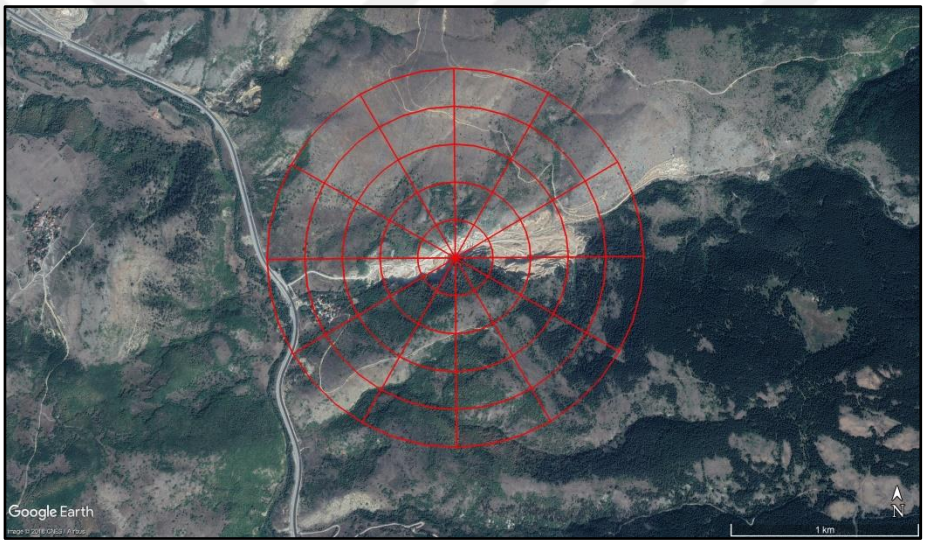
Şekil 4.1. Hava Kalitesi Modellerine Tanımlanan Alansal Kaynaklar



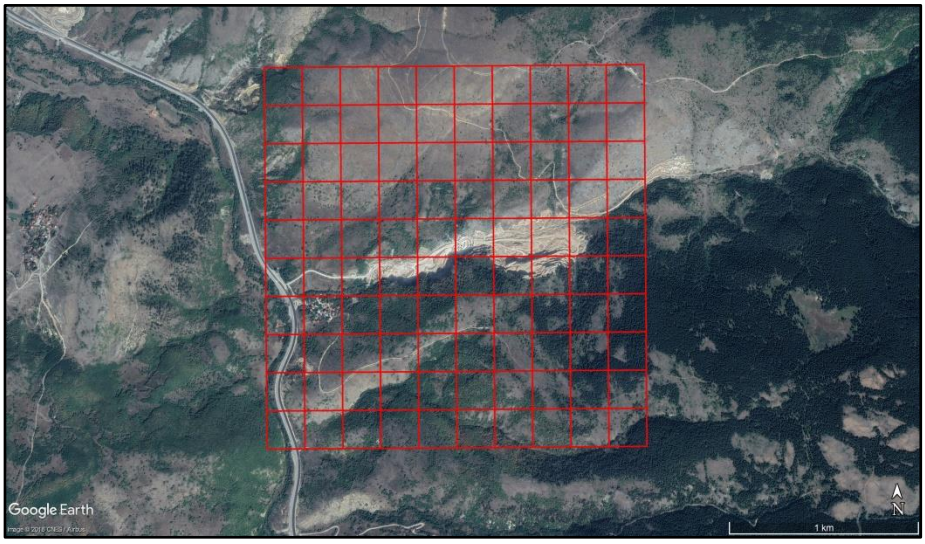
Şekil 4.2. Hava Kalitesi Modellerine Tanımlanan Polar Grid Noktalar – 100 Metre Aralıklarla



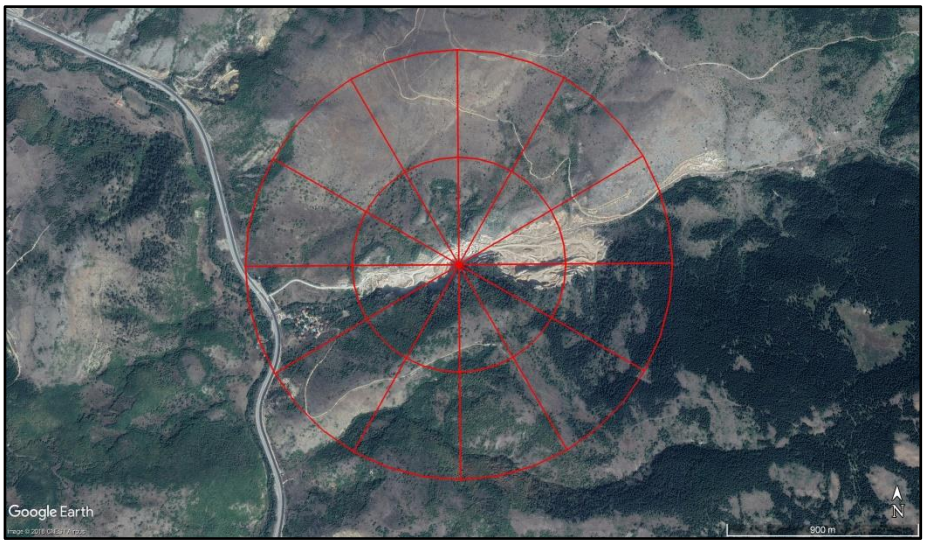
Şekil 4.3. Hava Kalitesi Modellerine Tanımlanan Kartezyen Grid Noktalar – 100 Metre Aralıklarla



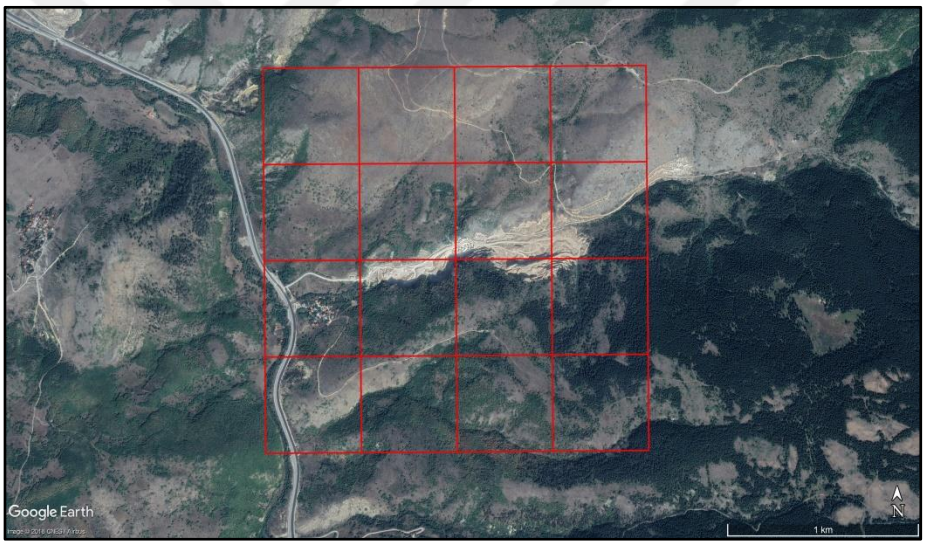
Şekil 4.4. Hava Kalitesi Modellerine Tanımlanan Polar Grid Noktalar – 200 Metre Aralıklarla



Şekil 4.5. Hava Kalitesi Modellerine Tanımlanan Kartezyen Grid Noktalar – 200 Metre Aralıklarla



Şekil 4.6. Hava Kalitesi Modellerine Tanımlanan Polar Grid Noktalar – 500 Metre Aralıklarla



Şekil 4.7. Hava Kalitesi Modellerine Tanımlanan Kartezyen Grid Noktalar – 500 Metre Aralıklarla

4.1. ISCST3 Sonuçları

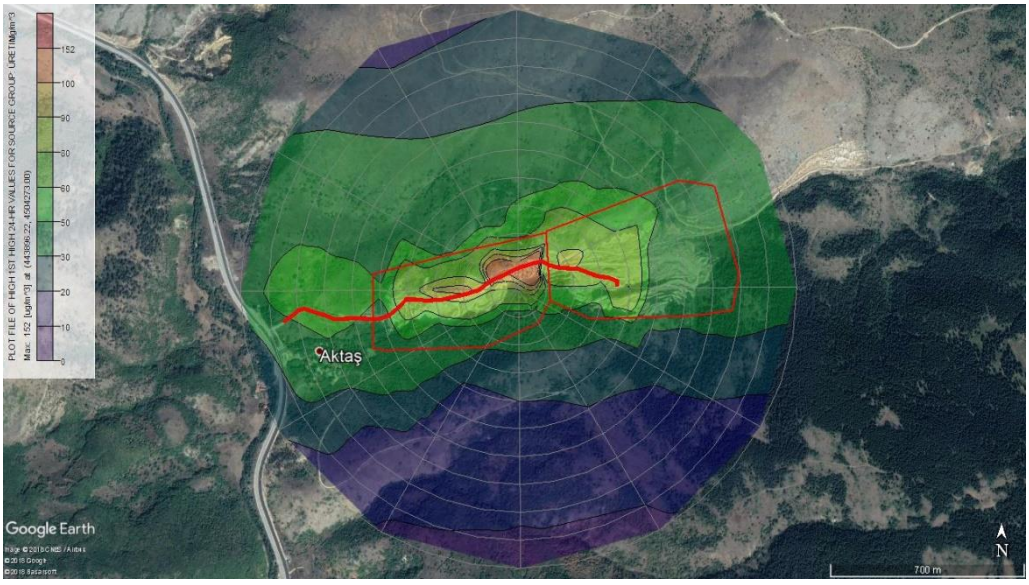
MCS Madene ait ocak ve kırma tesisi için ISCST3 ile Havada Asılı Toz (PM10) ve çöken toz için hava kalitesi modelleme çalışması yapılmıştır. Yapılan modelleme çalışmasında 2016 yılı saatlik meteorolojik verileri kullanılmıştır. Modelleme çalışmasında grid sistemi olarak üniform polar grid receptor sistem ve üniform kartezyen grid sistemler seçilmiştir. Bu iki sistem arasında karşılaştırma yapılabilmesi amacı ile polar ve kartezyen sistemde;

- 100’er metre aralıklarla,
- 200’er metre aralıklarla,
- 500’er metre aralıklarla olmak üzere 3 farklı alıcı nokta sayısı belirlenmiştir.

Polar sistemde sırasıyla 100 metre, 200 metre ve 500 metre mesafelerle belirlenen alıcı nokta sayıları; 120, 60, 24’dür.

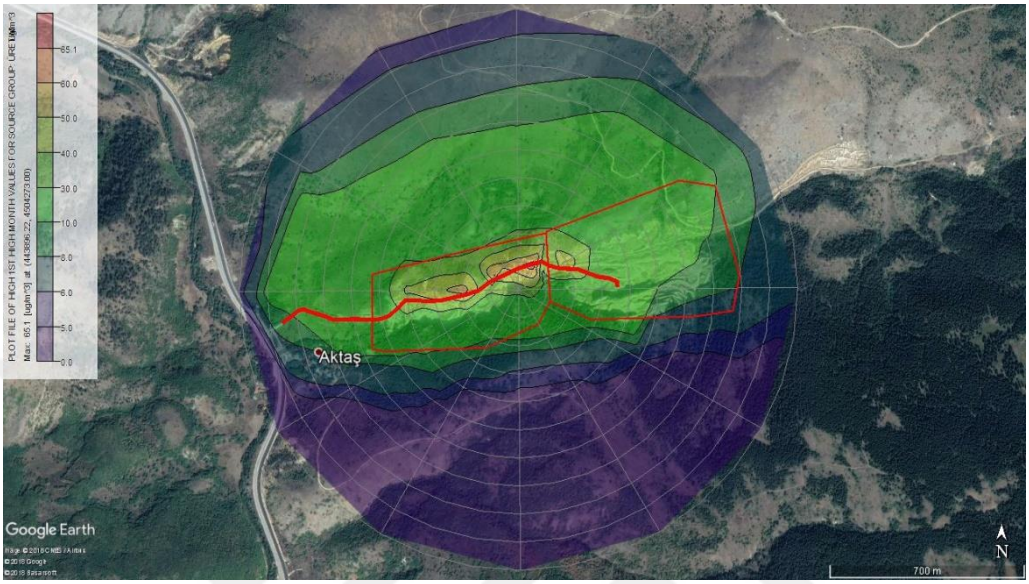
Kartezyen sistemde ise sırasıyla 100 metre, 200 metre ve 500 metre mesafelerde belirlenen alıcı nokta sayıları; 441, 121 ve 25’dir.

Belirlenen bu alıcı noktalara ek olarak tesis alanın güneybatısında yer alan Aktaş Köyü’ne bağlı bir konut da alıcı nokta olarak girilmiştir. Tesisin 2016 yılına ait emisyon raporuna ulaşılmıştır. Bu raporda tesis alanı içerisinde 6 noktada 2 ay süreyle yapılan çöken toz ölçüm noktaları çöken toz parametresi için model çalıştırılırken alıcı nokta olarak tanımlanmıştır. Bu sebeple model çalıştırılırken; PM10 için Aktaş Köyü alıcı nokta, çöken toz için ise 6 adet ölçüm noktası alıcı nokta tanımlanmıştır. Modelleme çalışmasında PM10 ve Çöken Toz için üretim faaliyeti için hesap yapılmış ve sonuçlar verilmiştir. ISCST3 her bir grid noktadaki en yüksek yer seviyesi konsantrasyonunu hesaplamaktadır. Yapılan çalışma sonucunda PM10 ve Çöken Toz için günlük, aylık ve yıllık yer seviyesi konsantrasyonları hesaplanmış ve haritaları elde edilmiştir. Elde edilen yer seviyesi konsantrasyonları ve haritalar aşağıda sunulmuştur (Şekil 4.8,43).



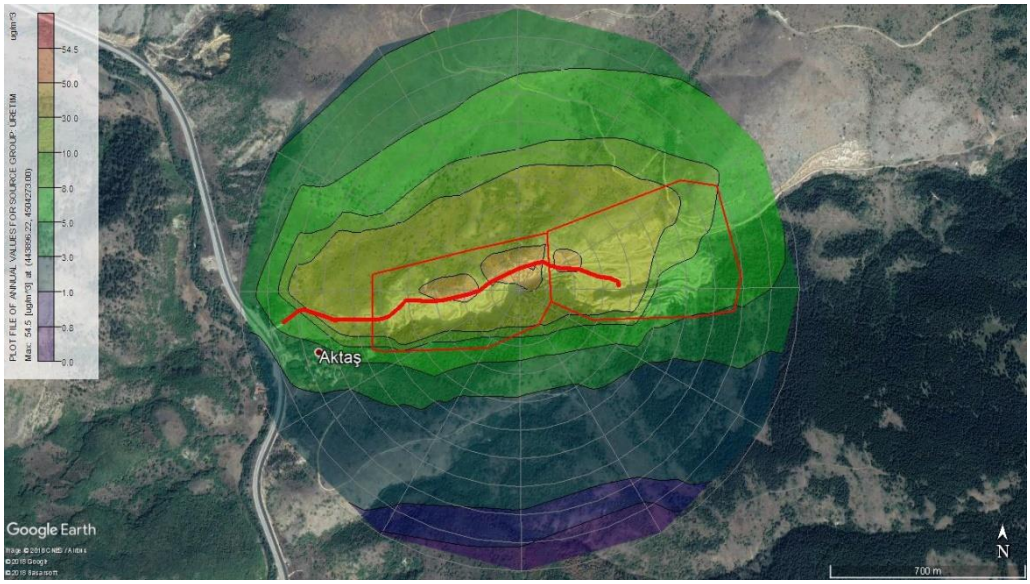
Şekil 4.8. Polar Grid Sistem Günlük PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 100 metre

Polar grid sistemde 100 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında günlük maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443896.22, Y:4504273.00 koordinatında 152 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Günlük maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 40,30 µg/ (m^3 x gün) olarak bulunmuştur (Şekil 4.8).



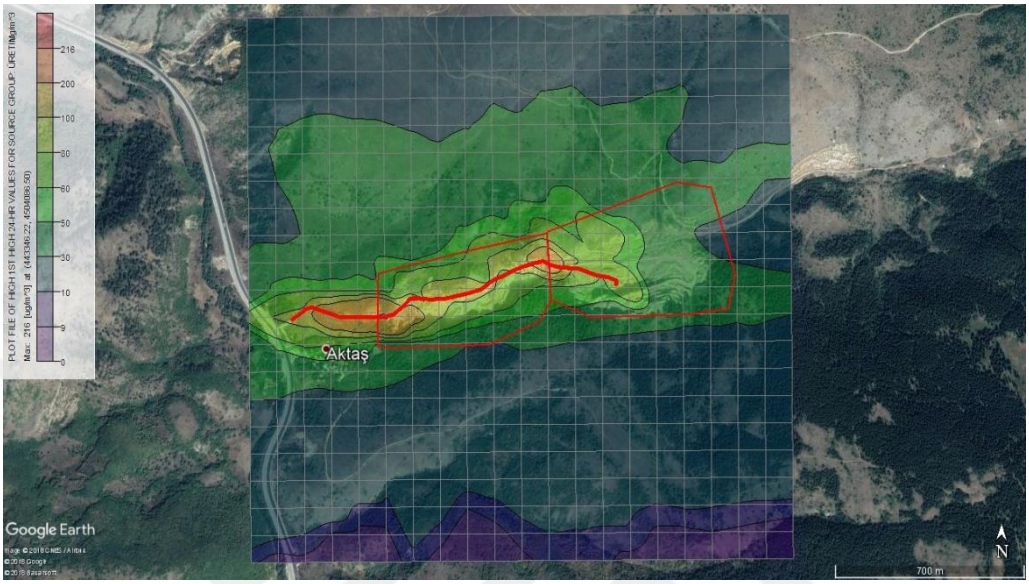
Şekil 4.9. Polar Grid Sistem Aylık PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 100 metre

Polar grid sistemde 100 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında aylık maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443896.22, Y:4504273.00 koordinatında 65,1 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Aylık maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 13,96 µg/ (m^3 x ay) olarak bulunmuştur (Şekil 4.9).



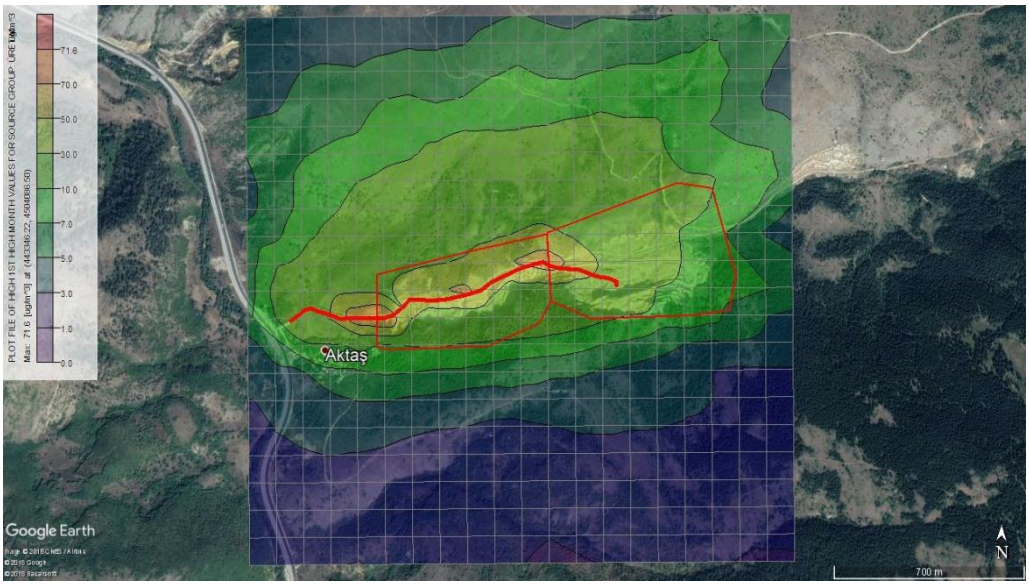
Şekil 4.10. Polar Grid Sistem Yıllık PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 100 metre

Polar grid sistemde 100 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında yıllık maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443896.22, Y:4504273.00 koordinatında 65,1 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Yıllık maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 10,04 µg/ (m^3 x yıl) olarak bulunmuştur (Şekil 4.10).



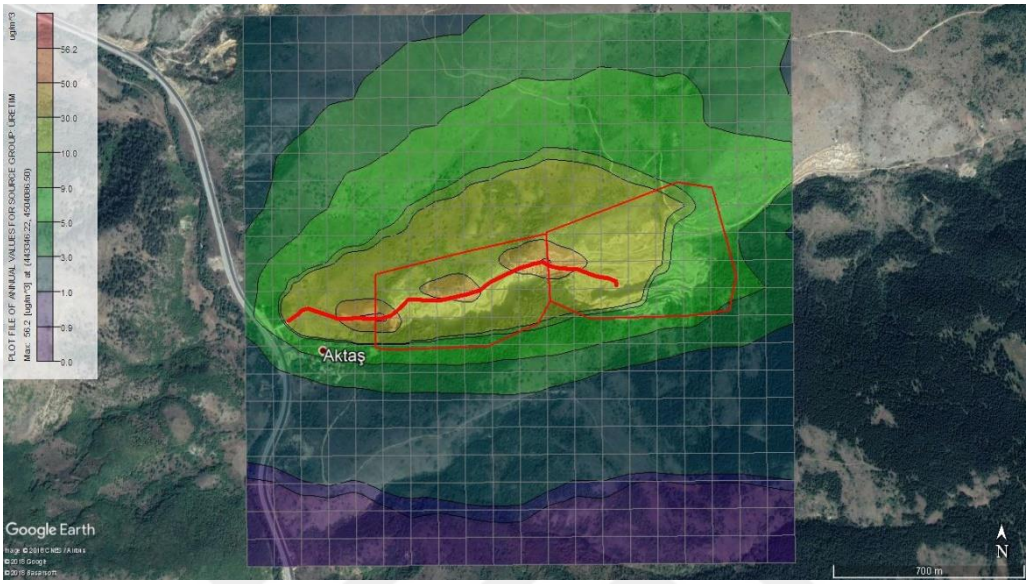
Şekil 4.11. Kartezyen Grid Sistem Günlük PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 100 metre

Kartezyen grid sistemde 100 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında günlük maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443346.22, Y:4504086.50 koordinatında 216 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Günlük maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 29,03 µg/ (m^3 x gün) olarak bulunmuştur (Şekil 4.11).



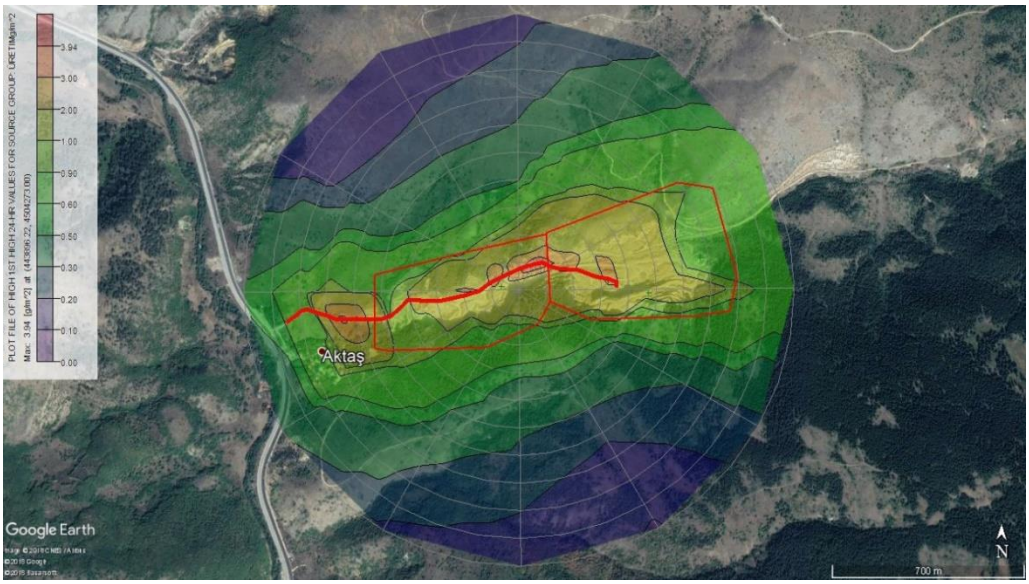
Şekil 4.12. Kartezyen Grid Sistem Aylık PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 100 metre

Kartezyen grid sistemde 100 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında aylık maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443346.22, Y:4504086.50 koordinatında 71,6 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Aylık maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 8,12 µg/ (m^3 x ay) olarak bulunmuştur(Şekil 4.12).



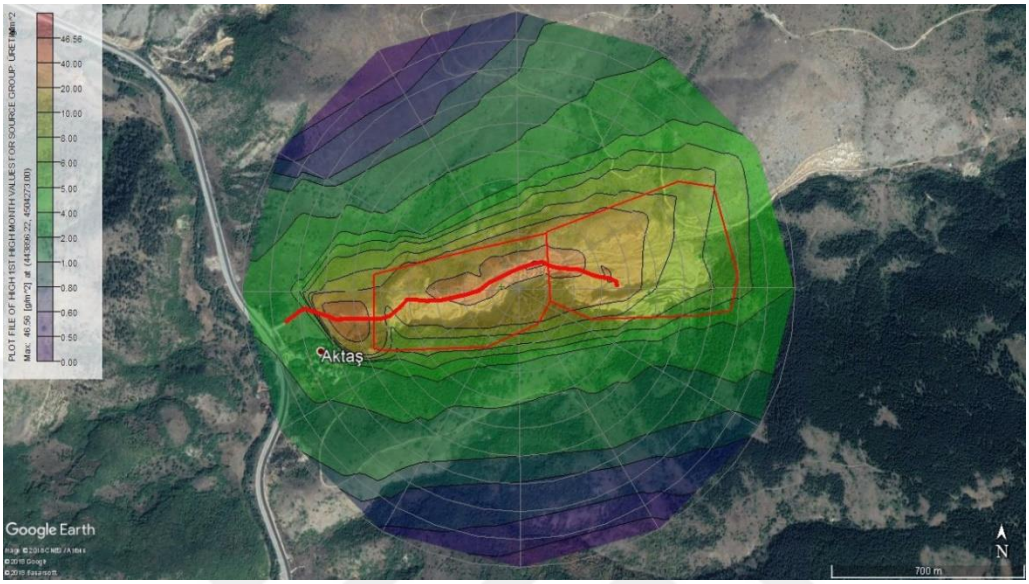
Şekil 4.13. Kartezyen Grid Sistem Yıllık PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 100 metre

Kartezyen grid sistemde 100 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında yıllık maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443346.22, Y:4504086.50 koordinatında 56,2 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Yıllık maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 5,51 µg/ (m^3 x yıl) olarak bulunmuştur (Şekil 4.13).



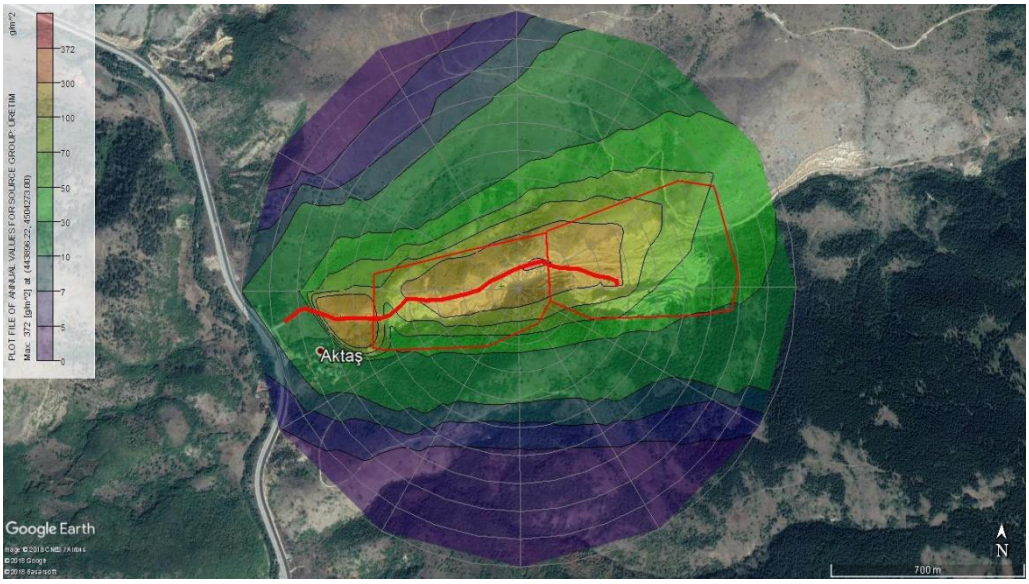
Şekil 4.14. Polar Grid Sistem Günlük Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 100 metre

Polar grid sistemde 100 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında günlük maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443896.22, Y:4504273.00 koordinatında 3,94 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Günlük maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 0,75 g/ (m^2 x gün) olarak bulunmuştur (Şekil 4.14).



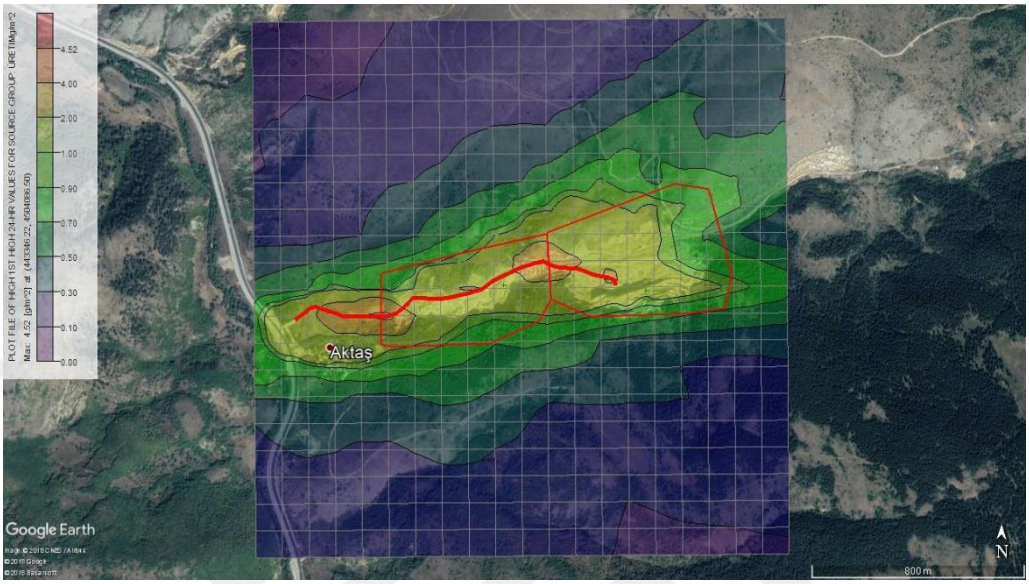
Şekil 4.15. Polar Grid Sistem Aylık Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 100 metre

Polar grid sistemde 100 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında aylık maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443896.22, Y:4504273.00 koordinatında 46,56 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Aylık maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 6,67 g/ (m^2 x ay) olarak bulunmuştur (Şekil 4.15).



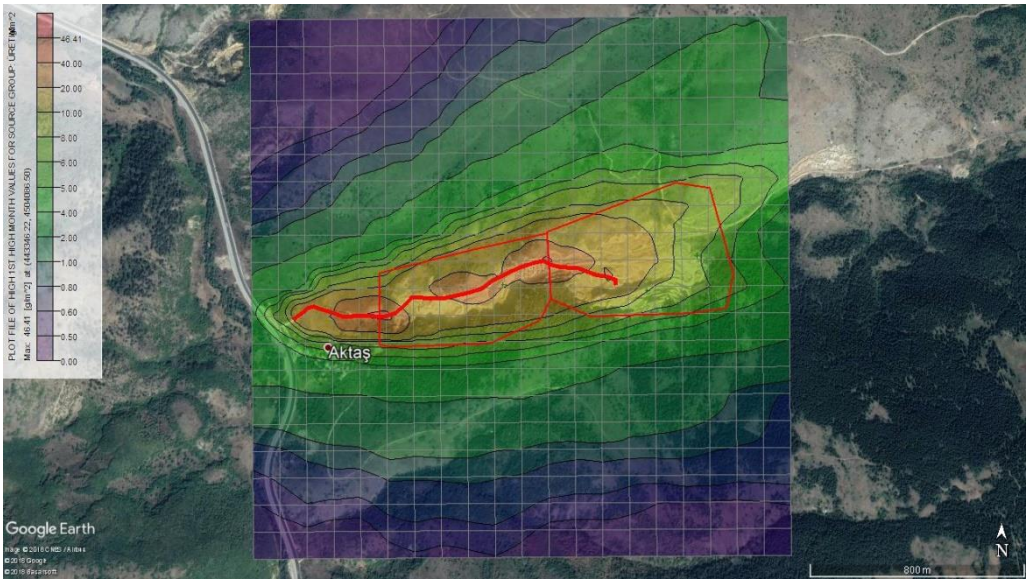
Şekil 4.16. Polar Grid Sistem Yıllık Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 100 metre

Polar grid sistemde 100 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında yıllık maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443896.22, Y:4504273.00 koordinatında 49,15 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Yıllık maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 6,67 g/ (m^2 x yıl) olarak bulunmuştur (Şekil 4.16).



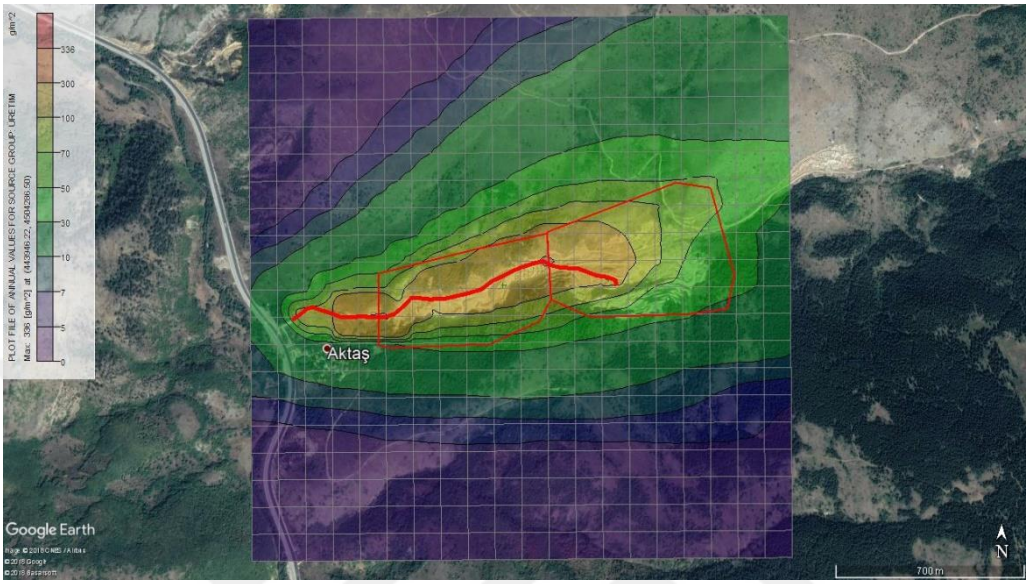
Şekil 4.17. Kartezyen Grid Sistem Günlük Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 100 metre

Kartezyen grid sistemde 100 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında günlük maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443346.22, Y:4504086.50 koordinatında 4,52 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Günlük maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 0,48 g/ (m^2 x gün) olarak bulunmuştur (Şekil 4.17).



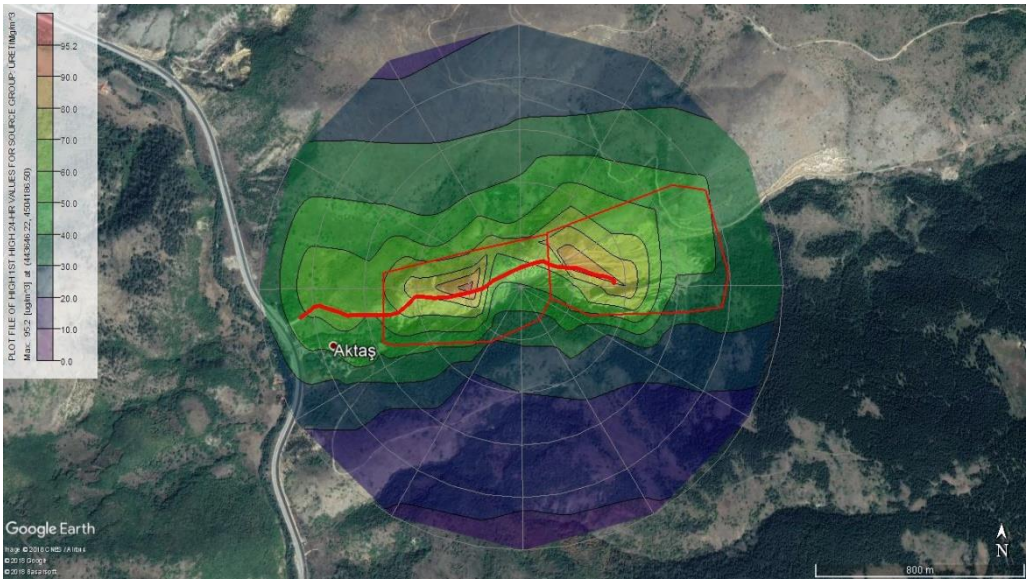
Şekil 4.18. Kartezyen Grid Sistem Aylık Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 100 metre

Kartezyen grid sistemde 100 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında aylık maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443346.22, Y:4504086.50 koordinatında 46,41 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Aylık maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 3,37g/ (m^2 x ay) olarak bulunmuştur (Şekil 4.18).



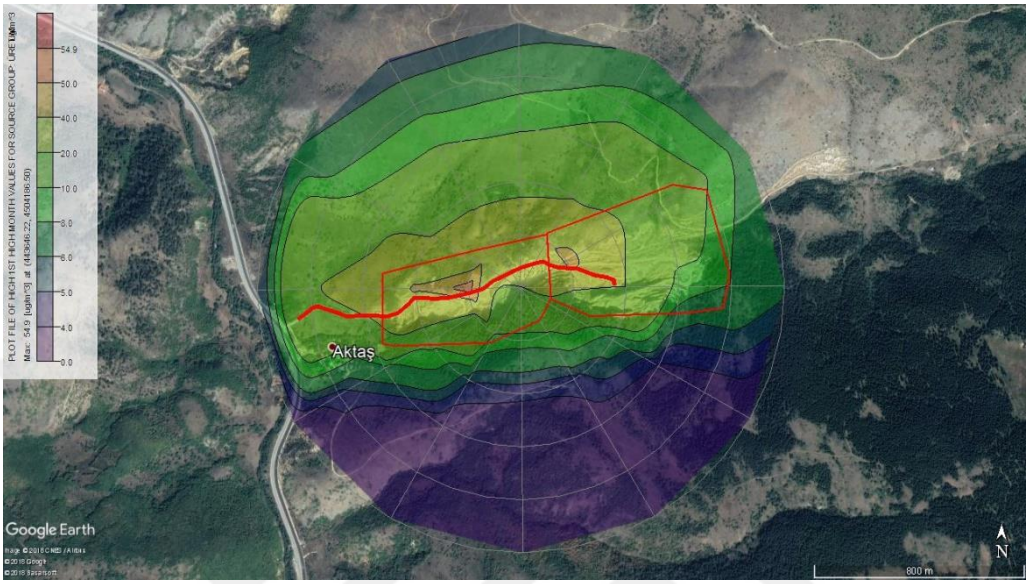
Şekil 4.19. Kartezyen Grid Sistem Yıllık Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 100 metre

Kartezyen grid sistemde 100 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında yıllık maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443346.22, Y:4504086.50 koordinatında 336 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Yıllık maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 23,77 g/ (m^2 x yıl) olarak bulunmuştur (Şekil 4.19).



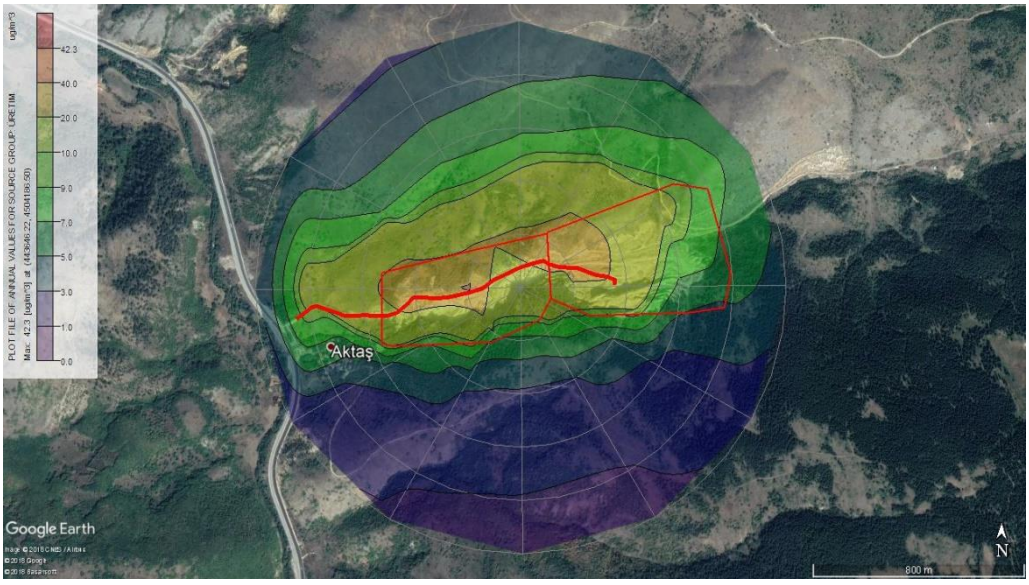
Şekil 4.20. Polar Grid Sistem Günlük PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 200 metre

Polar grid sistemde 200 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında günlük maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443646.22, Y:4504186.50 koordinatında 95,2 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Günlük maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 36,75 µg/ (m^3 x gün) olarak bulunmuştur (Şekil 4.20).



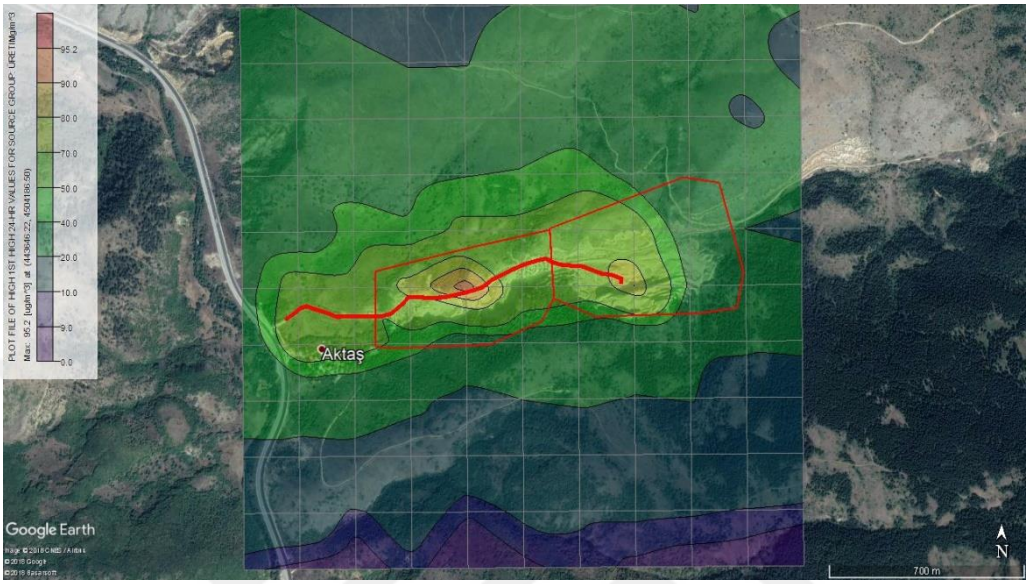
Şekil 4.21. Polar Grid Sistem Aylık PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 200 metre

Polar grid sistemde 200 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında aylık maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443646.22, Y:4504186.50 koordinatında 54,9 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Aylık maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 12,41 µg/ (m^3 x ay) olarak bulunmuştur (Şekil 4.21).



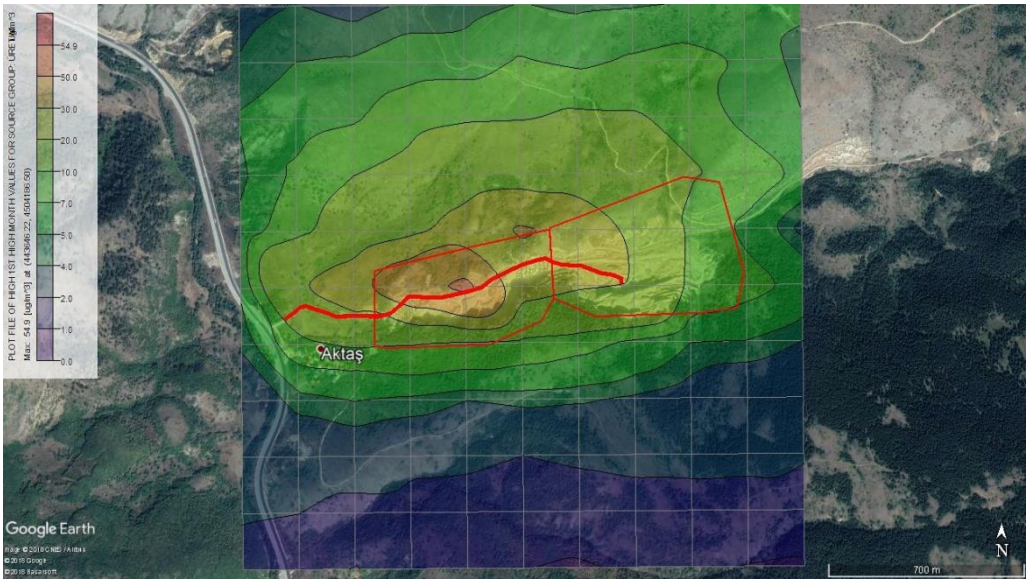
Şekil 4.22. Polar Grid Sistem Yıllık PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 200 metre

Polar grid sistemde 200 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında yıllık maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443646.22, Y:4504186.50 koordinatında 42,3 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Yıllık maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 8,70 µg/ (m^3 x yıl) olarak bulunmuştur (Şekil 4.22).



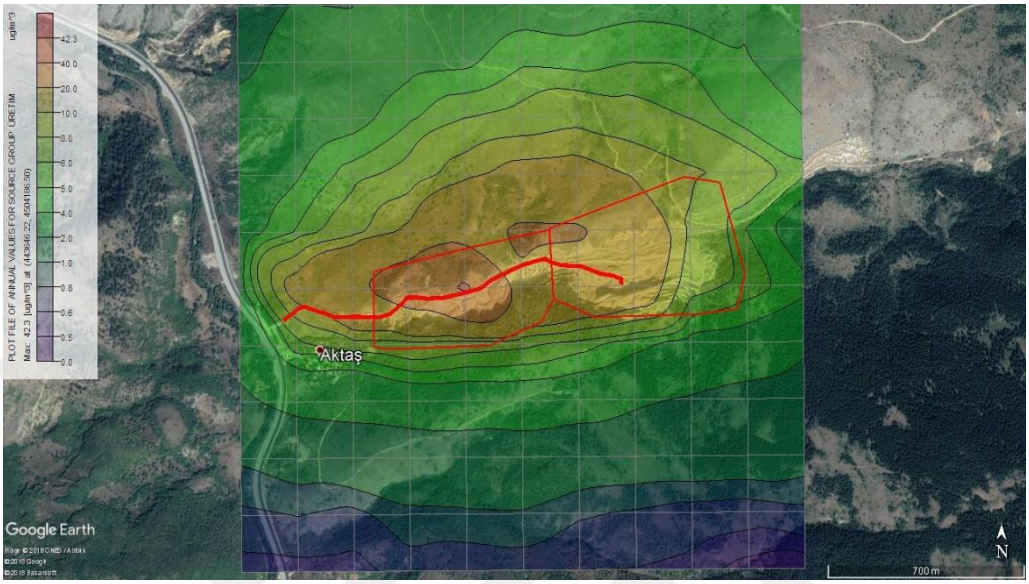
Şekil 4.23. Kartezyen Grid Sistem Günlük PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 200 metre

Kartezyen grid sistemde 200 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında günlük maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443646.22, Y:4504186.50 koordinatında 95,2 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Günlük maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 26,71 µg/ (m^3 x gün) olarak bulunmuştur (Şekil 4.23).



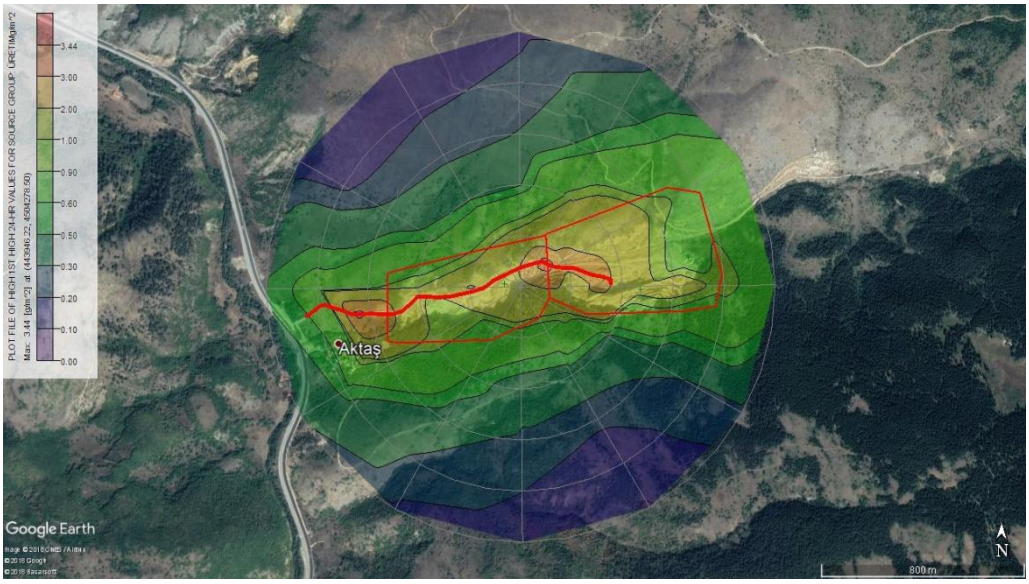
Şekil 4.24. Kartezyen Grid Sistem Aylık PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 200 metre

Kartezyen grid sistemde 200 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında aylık maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443646.22, Y:4504186.50 koordinatında 54,9 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Aylık maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 7,46 µg/ (m^3 x ay) olarak bulunmuştur (Şekil 4.24).



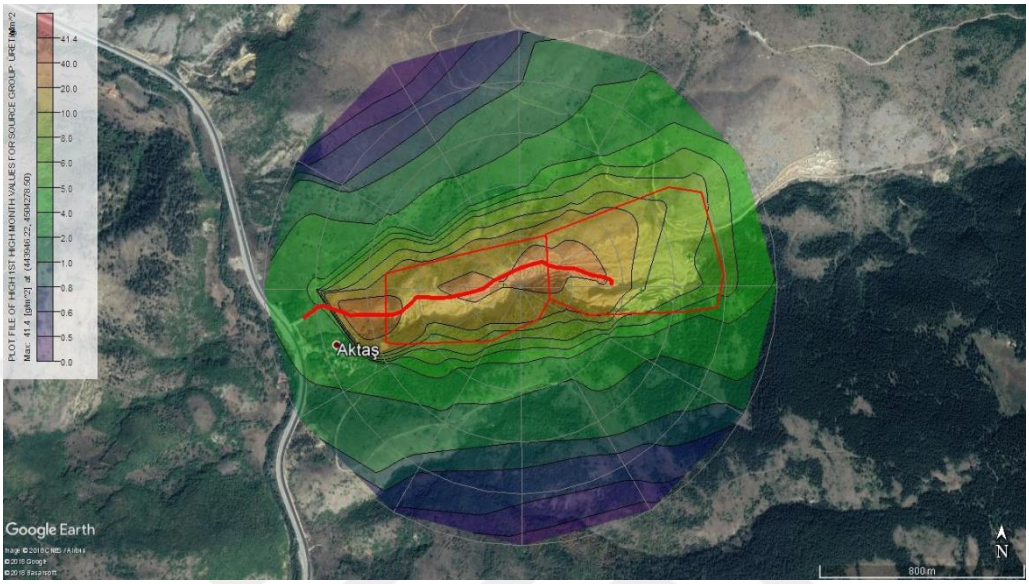
Şekil 4.25. Kartezyen Grid Sistem Yıllık PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 200 metre

Kartezyen grid sistemde 200 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında yıllık maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443646.22, Y:4504186.50 koordinatında 42,3 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Yıllık maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 4,94 µg/ (m^3 x yıl) olarak bulunmuştur (Şekil 4.25).



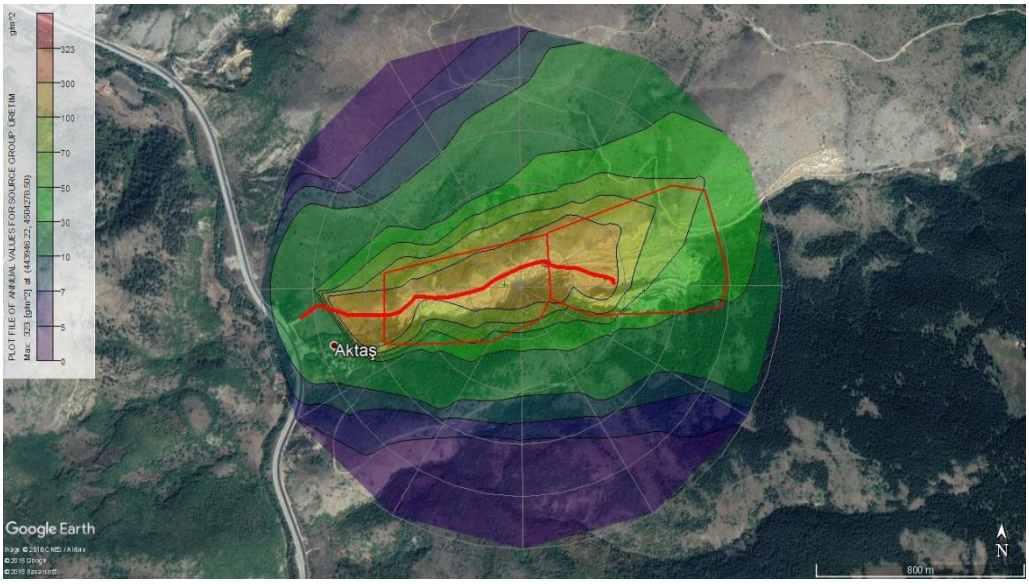
Şekil 4.26. Polar Grid Sistem Günlük Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 200 metre

Polar grid sistemde 200 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında günlük maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.22, Y:4504278.50 koordinatında 3,44 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Günlük maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 0,65g/ (m^2 x gün) olarak bulunmuştur (Şekil 4.26).



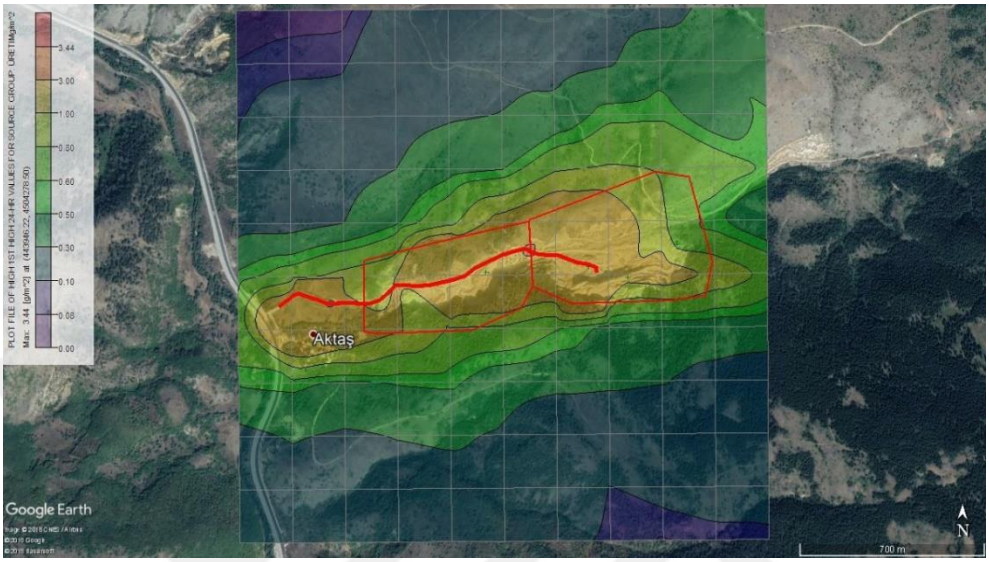
Şekil 4.27. Polar Grid Sistem Aylık Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 200 metre

Polar grid sistemde 200 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında aylık maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.22, Y:4504278.50 koordinatında 41,4 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Aylık maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 5,45g/ (m^2 x ay) olarak bulunmuştur (Şekil 4.27).



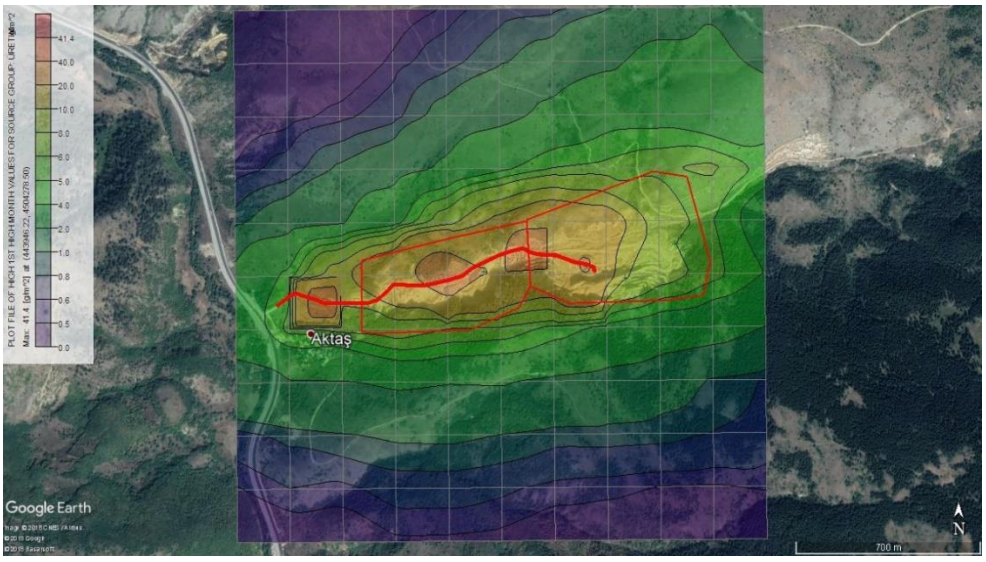
Şekil 4.28. Polar Grid Sistem Yıllık Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 200 metre

Polar grid sistemde 200 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında yıllık maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.22, Y:4504278.50 koordinatında 323 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Yıllık maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 39,97g/ (m^2 x yıl) olarak bulunmuştur (Şekil 4.28).



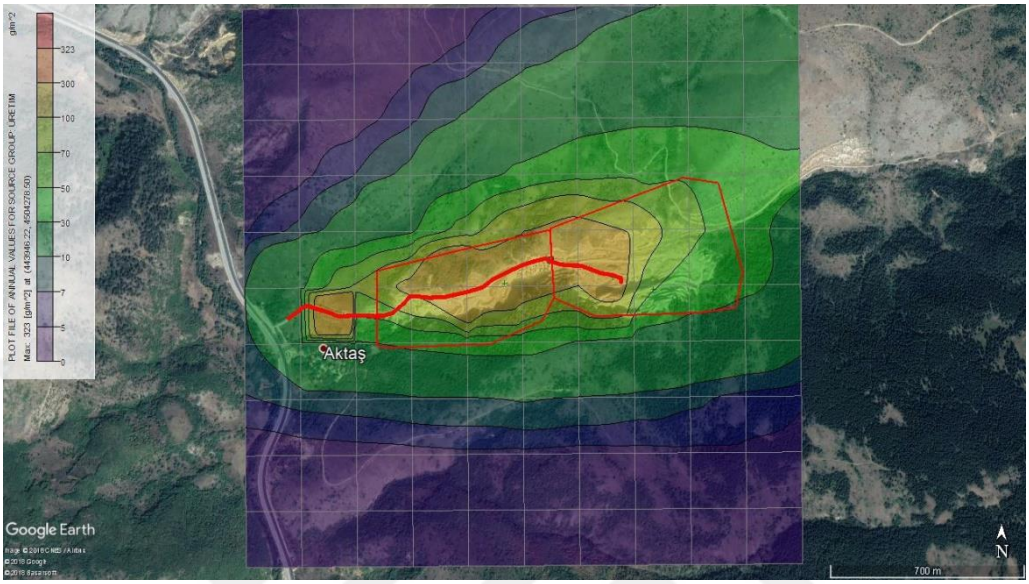
Şekil 4.29. Kartezyen Grid Sistem Günlük Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 200 metre

Kartezyen grid sistemde 200 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında günlük maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.22, Y:4504278.50 koordinatında 3,44 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Günlük maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 0,43g/ (m^2 x gün) olarak bulunmuştur (Şekil 4.29).



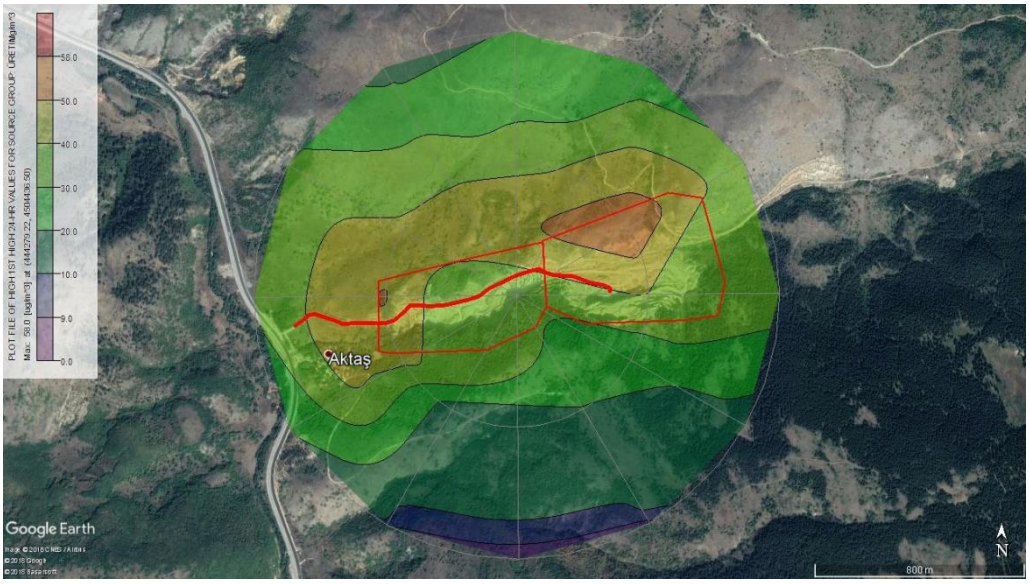
Şekil 4.30. Kartezyen Grid Sistem Aylık Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 200 metre

Kartezyen grid sistemde 200 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında aylık maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.22, Y:4504278.50 koordinatında 41,4 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Aylık maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 2,91 g/ (m^2 x ay) olarak bulunmuştur (Şekil 4.30).



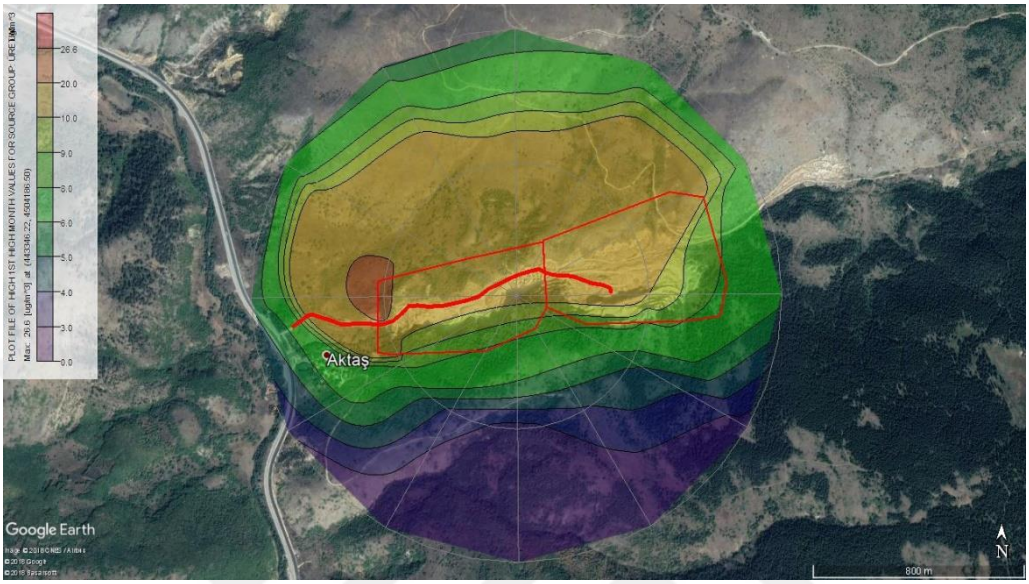
Şekil 4.31. Kartezyen Grid Sistem Yıllık Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 200 metre

Kartezyen grid sistemde 200 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında yıllık maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.22, Y:4504278.50 koordinatında 323 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Yıllık maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 20,51 g/ (m^2 x yıl) olarak bulunmuştur (Şekil 4.31).



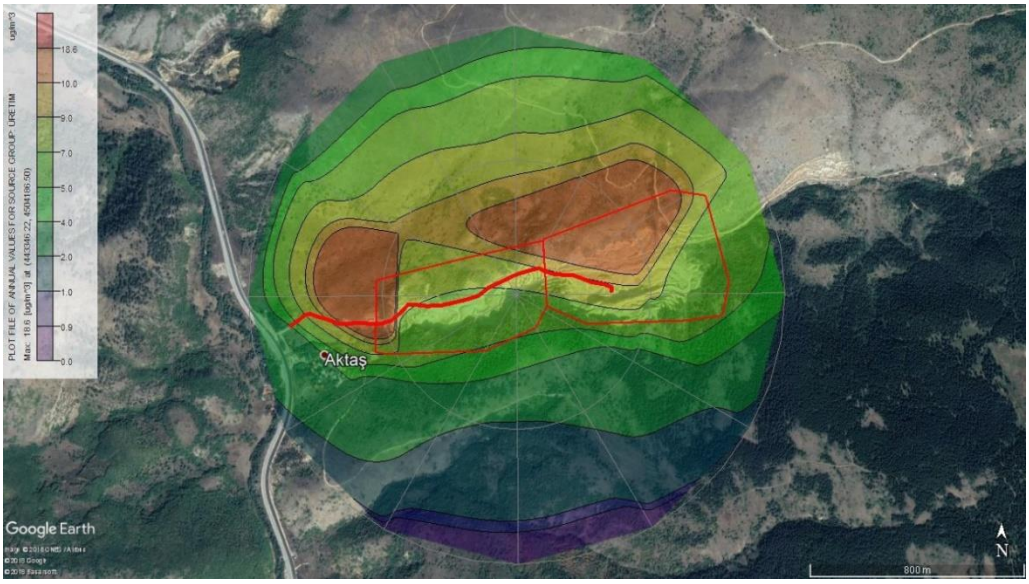
Şekil 4.32. Polar Grid Sistem Günlük PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 500 metre

Polar grid sistemde 500 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında günlük maksimum PM10 konsantrasyonu X: 444279.22, Y:4504436.50 koordinatında 58 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Günlük maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 28,39 µg/ (m^3 x gün) olarak bulunmuştur (Şekil 4.32).



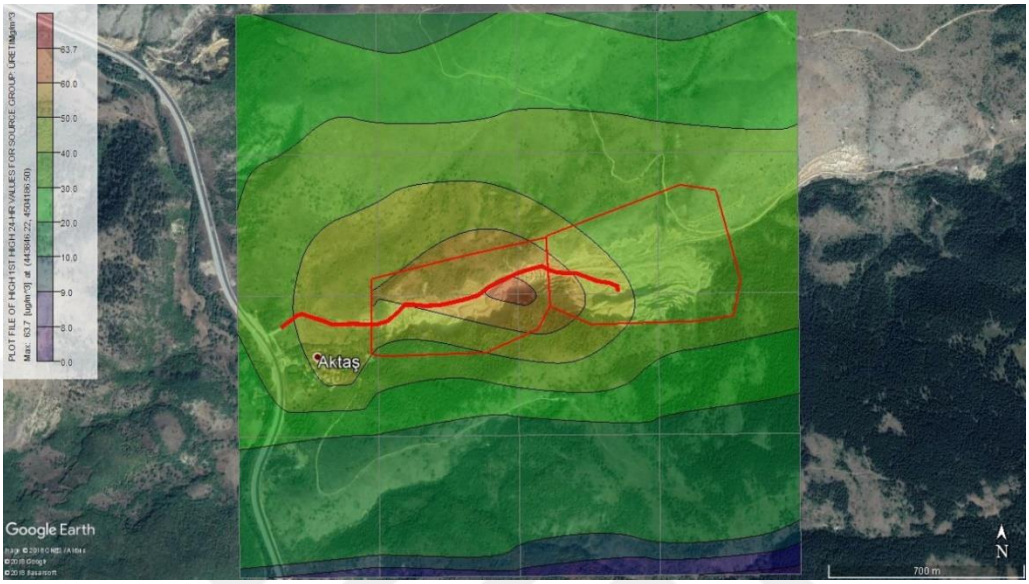
Şekil 4.33. Polar Grid Sistem Aylık PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 500 metre

Polar grid sistemde 500 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında aylık maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443346.22, Y:4504186.50 koordinatında 26,6 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Aylık maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 7,67 µg/ (m^3 x ay) olarak bulunmuştur (Şekil 4.33).



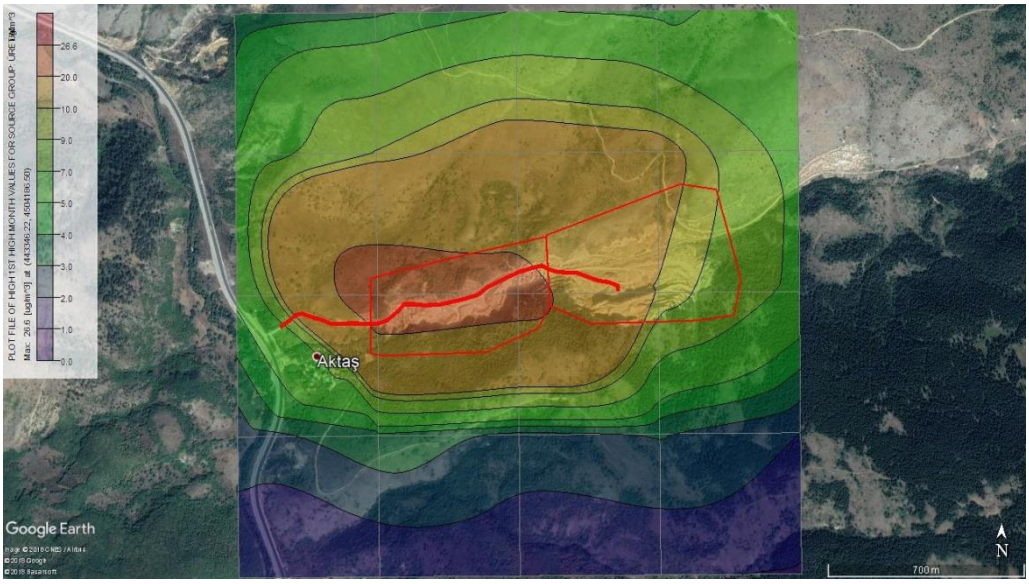
Şekil 4.34. Polar Grid Sistem Yıllık PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 500 metre

Polar grid sistemde 500 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında yıllık maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443346.22, Y:4504186.50 koordinatında 18,6 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Yıllık maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 5,12 µg/ (m^3 x yıl) olarak bulunmuştur (Şekil 4.34).



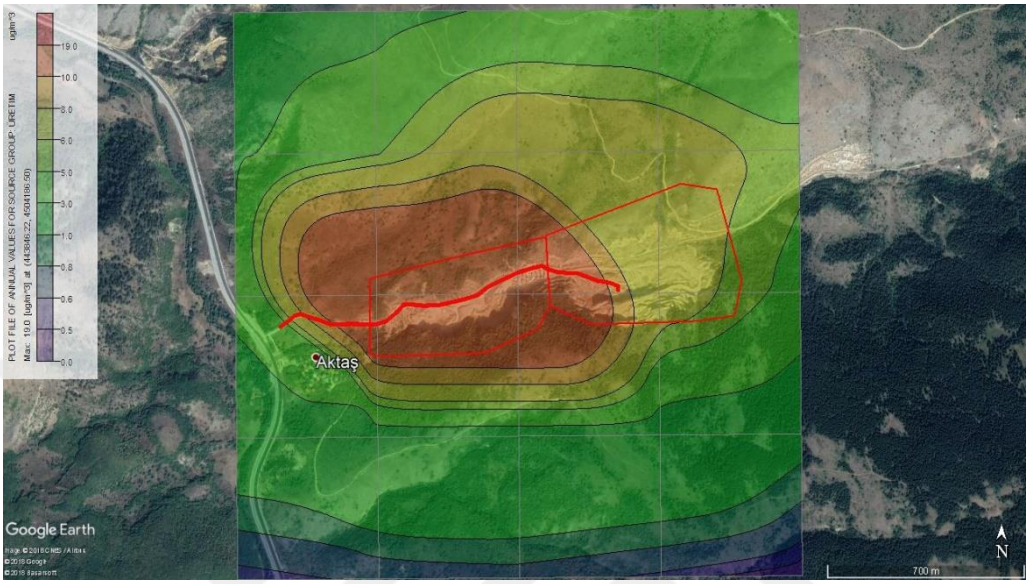
Şekil 4.35. Kartezyen Grid Sistem Günlük PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 500 metre

Kartezyen grid sistemde 500 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında günlük maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443846.22, Y:4504186.50 koordinatında 63,7 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Günlük maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 24,23 µg/ (m^3 x gün) olarak bulunmuştur (Şekil 4.35).



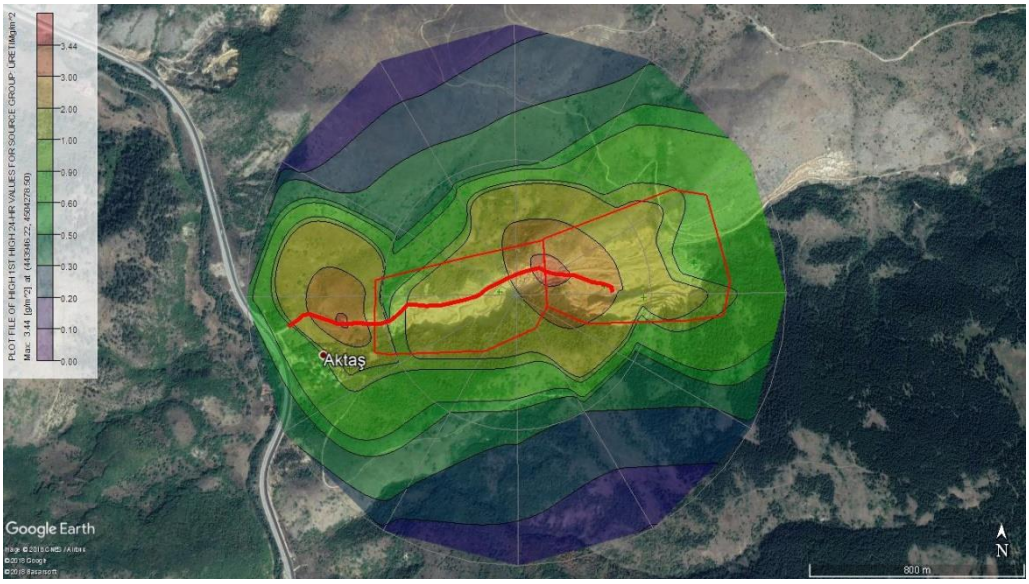
Şekil 4.36. Kartezyen Grid Sistem Aylık PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 500 metre

Kartezyen grid sistemde 500 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında aylık maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443346.22, Y:4504186.50 koordinatında 26,6 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Aylık maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 6,30 µg/ (m^3 x ay) olarak bulunmuştur (Şekil 4.36).



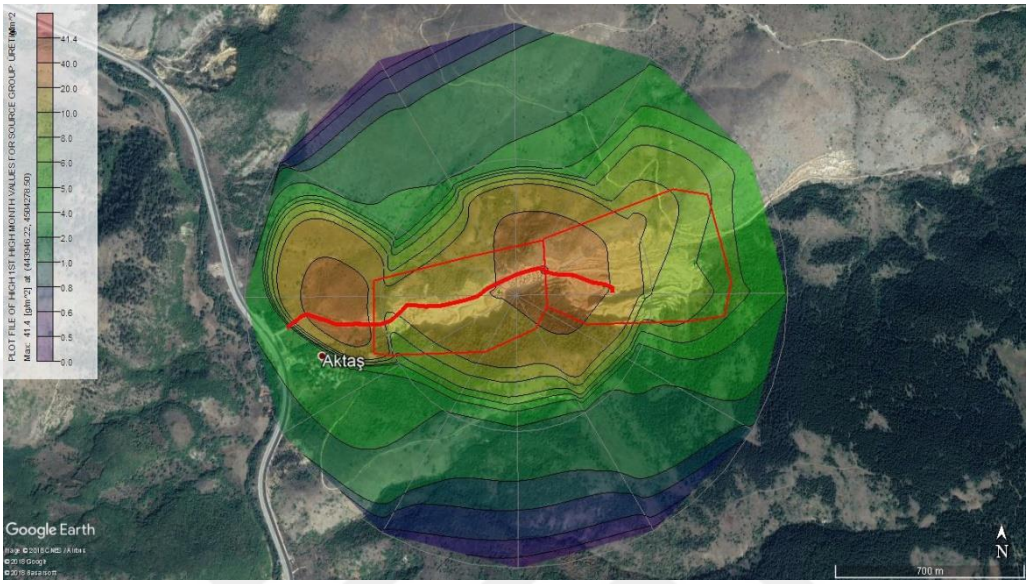
Şekil 4.37. Kartezyen Grid Sistem Yıllık PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 500 metre

Kartezyen grid sistemde 500 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında yıllık maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443846.22, Y:4504186.50 koordinatında 19,0 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Yıllık maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 4,22 µg/ (m^3 x yıl) olarak bulunmuştur (Şekil 4.37).



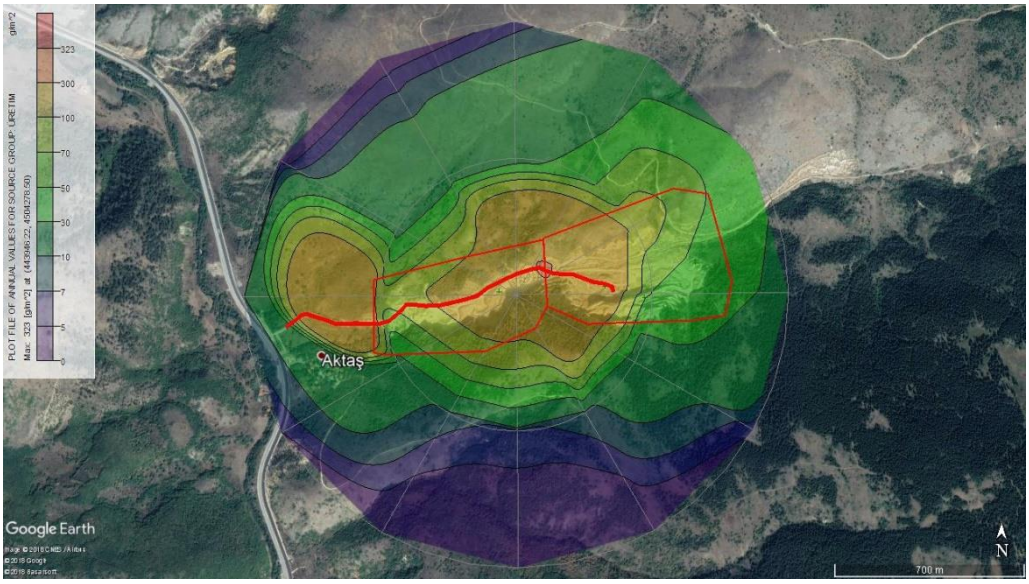
Şekil 4.38. Polar Grid Sistem Günlük Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 500 metre

Polar grid sistemde 500 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında günlük maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.22, Y:4504278.50 koordinatında 3,44 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Günlük maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 0,47 g/ (m^2 x gün) olarak bulunmuştur(Şekil 4.38).



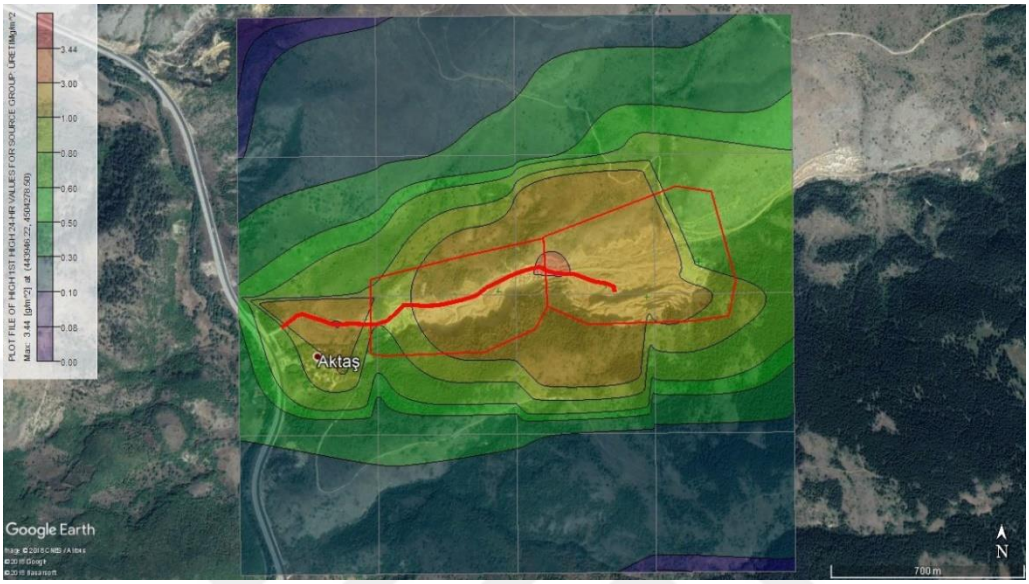
Şekil 4.39. Polar Grid Sistem Aylık Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 500 metre

Polar grid sistemde 500 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında aylık maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.22, Y:4504278.50 koordinatında 41,4 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Aylık maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 2,91 g/ (m^2 x ay) olarak bulunmuştur (Şekil 4.39).



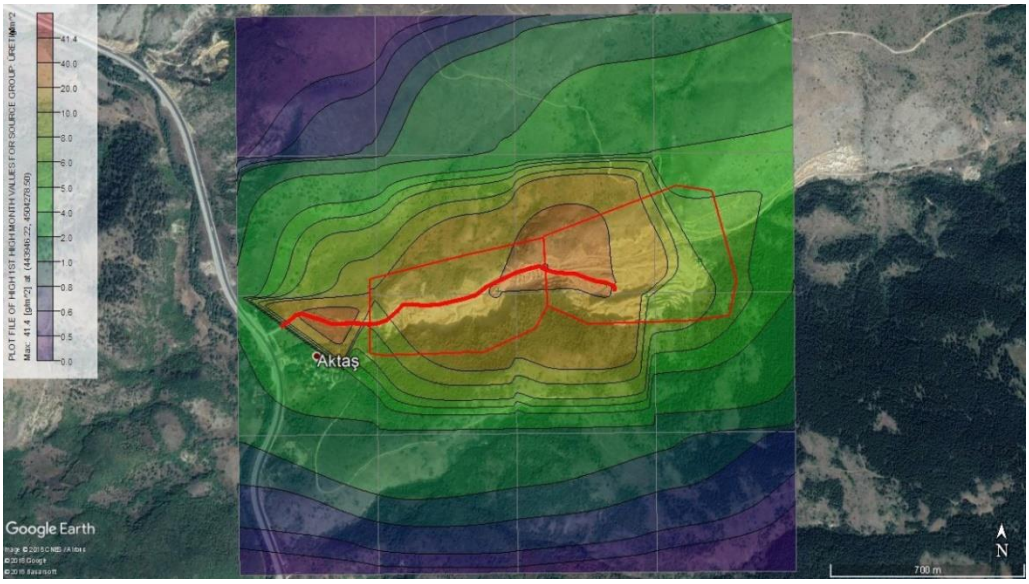
Şekil 4.40. Polar Grid Sistem Yıllık Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 500 metre

Polar grid sistemde 500 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında yıllık maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.22, Y:4504278.50 koordinatında 323 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Yıllık maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 19,90 g/ (m^2 x yıl) olarak bulunmuştur (Şekil 4.40).



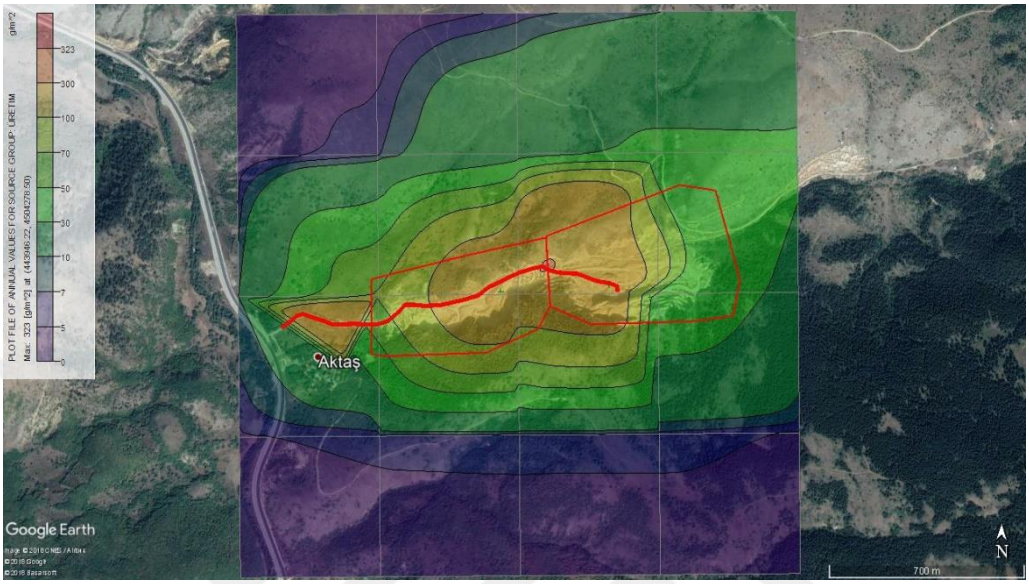
Şekil 4.41. Kartezyen Grid Sistem Günlük Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 500 metre

Kartezyen grid sistemde 500 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında günlük maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.22, Y:4504278.50 koordinatında 3,44 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Günlük maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 0,40 g/ (m^2 x gün) olarak bulunmuştur (Şekil 4.41).



Şekil 4.42. Kartezyen Grid Sistem Aylık Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 500 metre

Kartezyen grid sistemde 500 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında aylık maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.22, Y:4504278.50 koordinatında 41,4 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Aylık maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 2,62 g/ (m^2 x ay) olarak bulunmuştur (Şekil 4.42).



Şekil 4.43. Kartezyen Grid Sistem Yıllık Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 500 metre

Kartezyen grid sistemde 500 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında yıllık maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.22, Y:4504278.50 koordinatında 323 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Yıllık maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 17,92 g/ (m^2 x yıl) olarak bulunmuştur (Şekil 4.43).

4.2. AERMOD Sonuçları

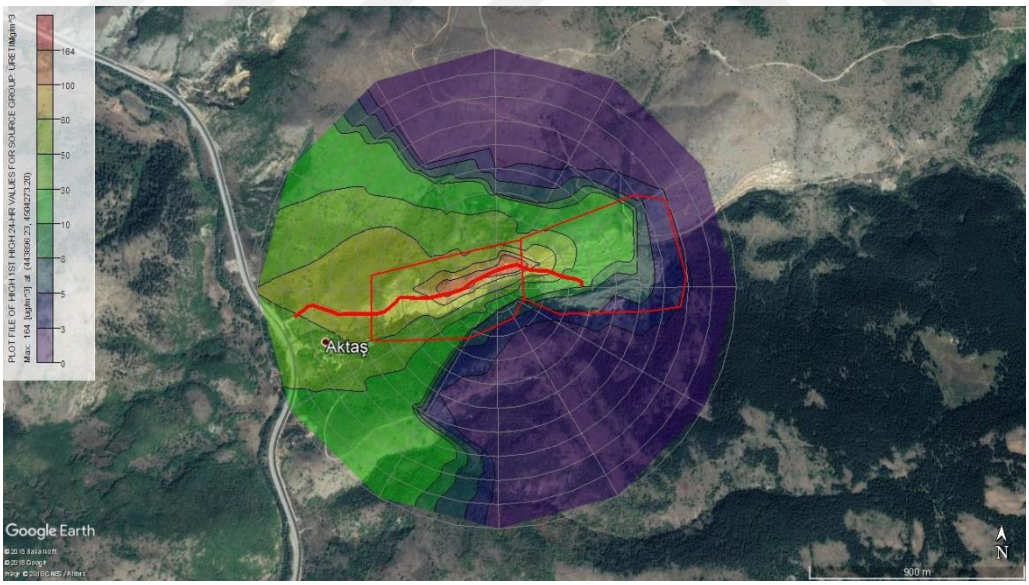
MCS Madene ait ocak ve kırma tesisi için AERMOD ile Havada Asılı Toz (PM10) ve çöken toz için hava kalitesi modelleme çalışması yapılmıştır. Yapılan modelleme çalışmasında 2016 yılı saatlik meteorolojik verileri kullanılmıştır. Modelleme çalışmasında grid sistemi olarak üniform polar grid receptor sistem ve üniform kartezyen grid sistemler seçilmiştir. Bu iki sistem arasında karşılaştırma yapılabilmesi amacı ile polar ve kartezyen sistemde;

- 100'er metre aralıklarla,
- 200'er metre aralıklarla,
- 500'er metre aralıklarla olmak üzere 3 farklı alıcı nokta sayısı belirlenmiştir.

Polar sistemde sırasıyla 100 metre, 200 metre ve 500 metre mesafelerle belirlenen alıcı nokta sayıları; 120, 60, 24'dür.

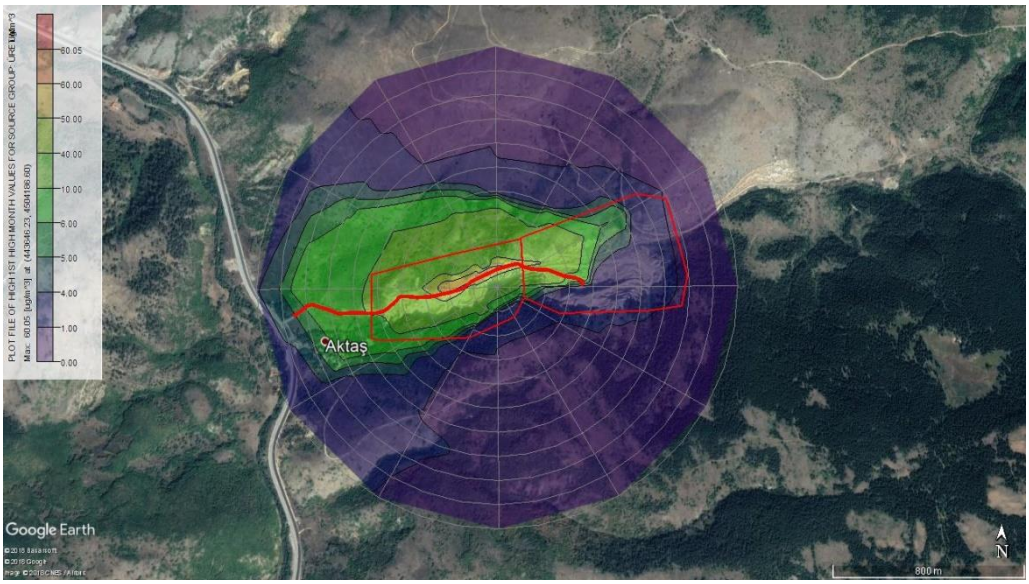
Kartezyen sistemde ise sırasıyla 100 metre, 200 metre ve 500 metre mesafelerde belirlenen alıcı nokta sayıları; 441, 121 ve 25'dir.

Belirlenen bu alıcı noktalara ek olarak tesis alanın güneybatısında yer alan Aktaş Köyü'ne bağlı bir konut da alıcı nokta olarak girilmiştir. Tesisin 2016 yılına ait emisyon raporuna ulaşılmıştır. Bu raporda tesis alanı içerisinde 6 noktada 2 ay süreyle yapılan çöken toz ölçüm noktaları çöken toz parametresi için model çalıştırılırken alıcı nokta olarak tanımlanmıştır. Bu sebeple model çalıştırılırken; PM10 için Aktaş Köyü alıcı nokta, çöken toz için ise 6 adet ölçüm noktası alıcı nokta tanımlanmıştır. Modelleme çalışmasında PM10 ve Çöken Toz için üretim faaliyeti için hesap yapılmış ve sonuçlar verilmiştir. ISCST3 her bir grid noktadaki en yüksek yer seviyesi konsantrasyonunu hesaplamaktadır. Yapılan çalışma sonucunda PM10 ve Çöken Toz için günlük, aylık ve yıllık yer seviyesi konsantrasyonları hesaplanmış ve haritaları elde edilmiştir. Elde edilen yer seviyesi konsantrasyonları ve haritalar aşağıda sunulmuştur (Şekil 4.44,79).



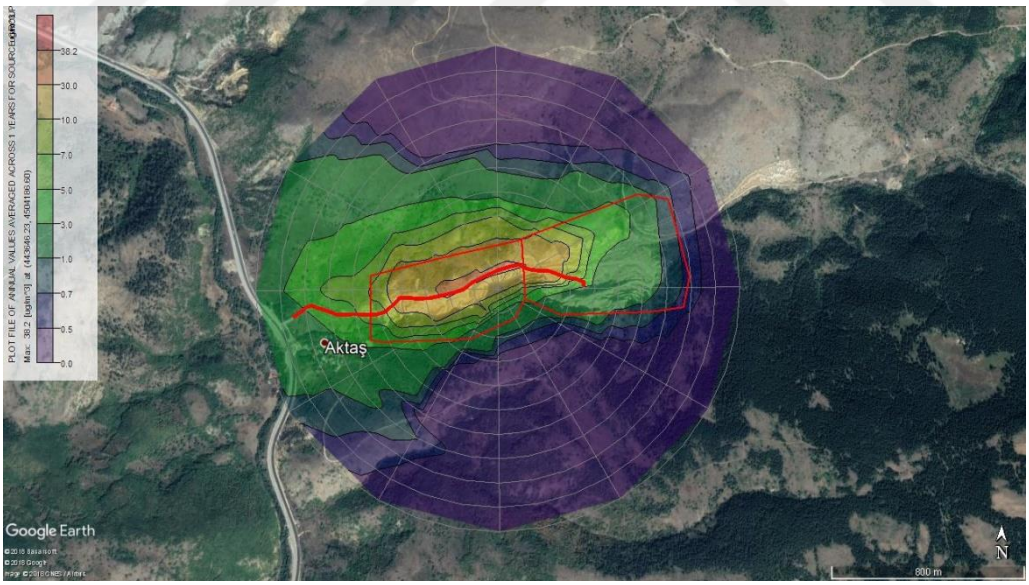
Şekil 4.44. Polar Grid Sistem Günlük PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 100 metre

Polar grid sistemde 100 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında günlük maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443896.23, Y:4504273.20 koordinatında 164 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Günlük maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 23,10 µg/ (m^3 x gün) olarak bulunmuştur (Şekil 4.44).



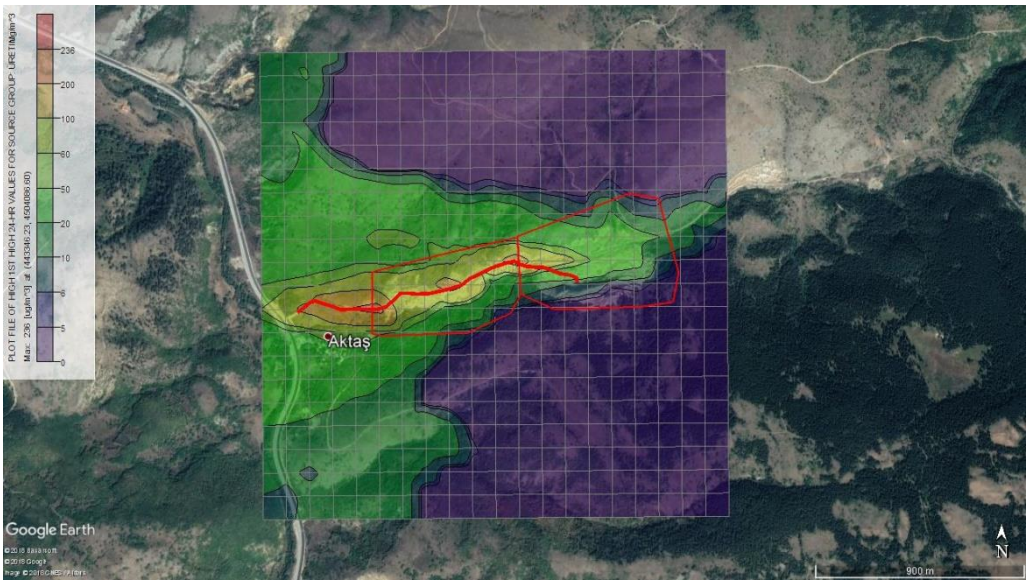
Şekil 4.44. Polar Grid Sistem Aylık PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 100 metre

Polar grid sistemde 100 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında aylık maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443646.23, Y:4504186.60 koordinatında 60,05 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Aylık maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 7,02 µg/ (m^3 x ay) olarak bulunmuştur (Şekil 4.45).



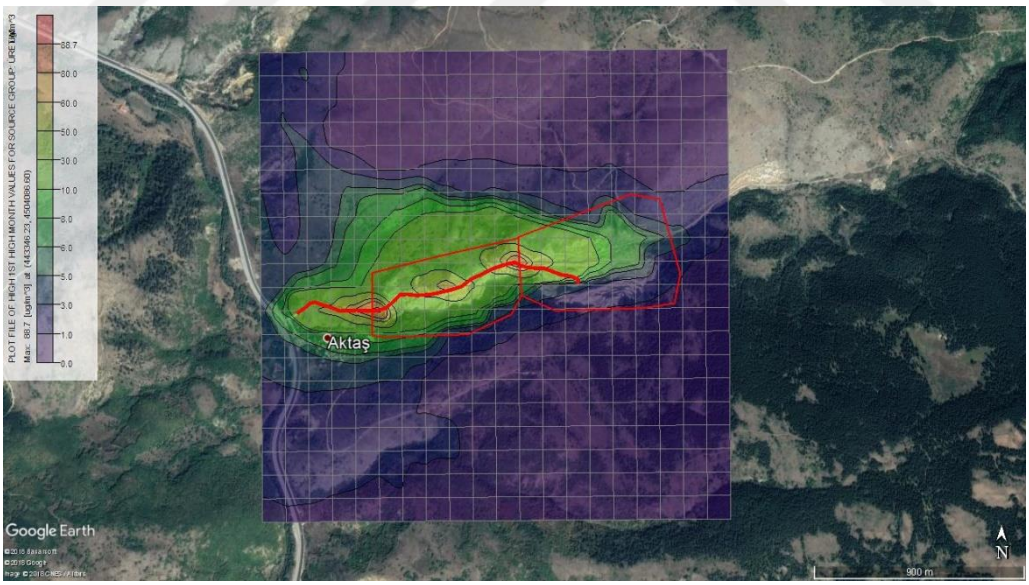
Şekil 4.46. Polar Grid Sistem Yıllık PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 100 metre

Polar grid sistemde 100 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında yıllık maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443646.23, Y:4504186.60 koordinatında 38,2 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Yıllık maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri ise 4,41 µg/ (m^3 x yıl) olarak bulunmuştur (Şekil 4.46).



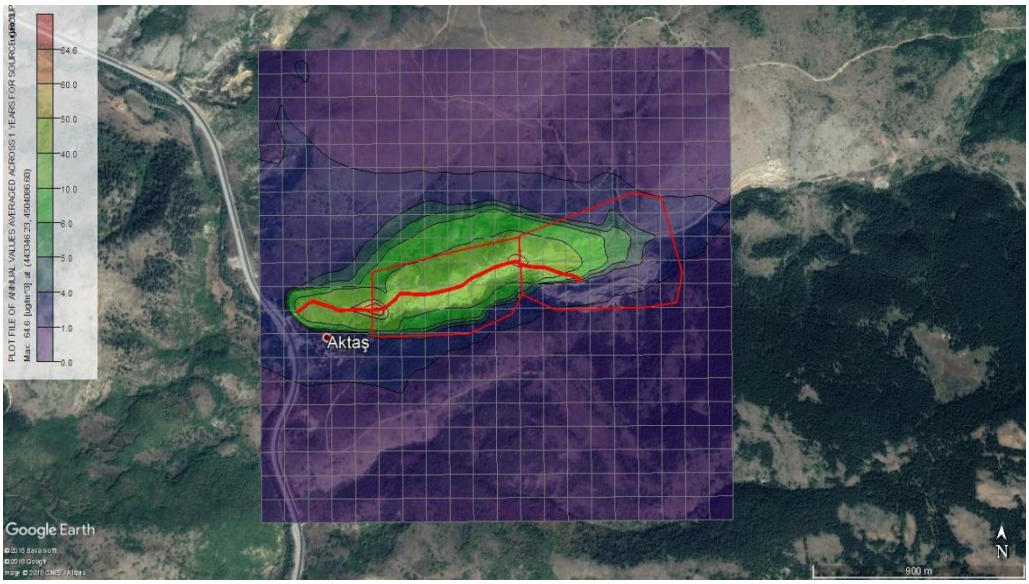
Şekil 4.47. Kartezyen Grid Sistem Günlük PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 100 metre

Kartezyen grid sistemde 100 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında günlük maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443346.23, Y:4504086.60 koordinatında 236 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Günlük maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri 15,26 µg/ (m^3 x gün) olarak bulunmuştur (Şekil 4.47).



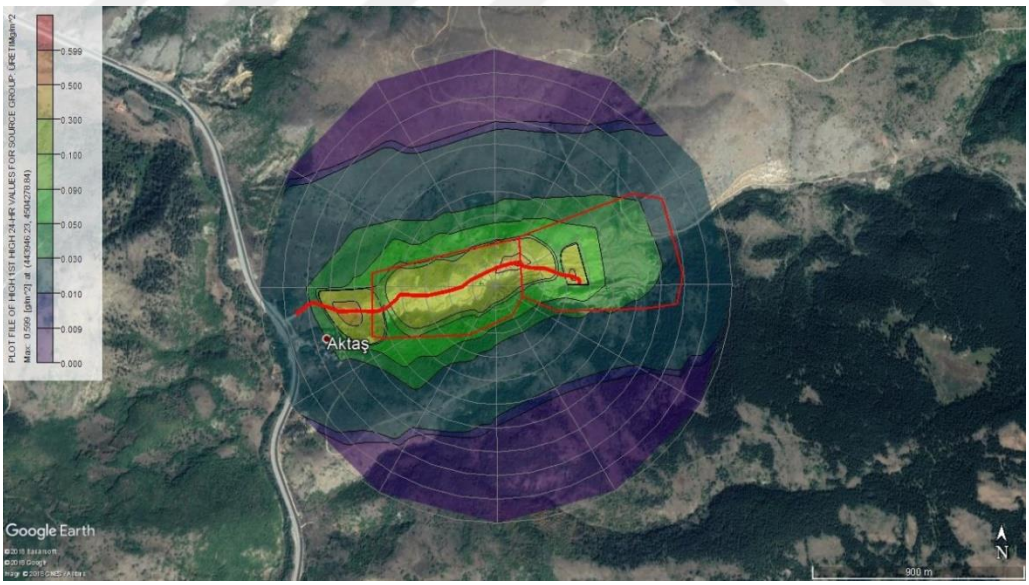
Şekil 4.48. Kartezyen Grid Sistem Aylık PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 100 metre

Kartezyen grid sistemde 100 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında aylık maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443346.23, Y:4504086.60 koordinatında 88,7 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Günlük maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri 3,55 µg/ (m^3 x ay) olarak bulunmuştur (Şekil 4.48).



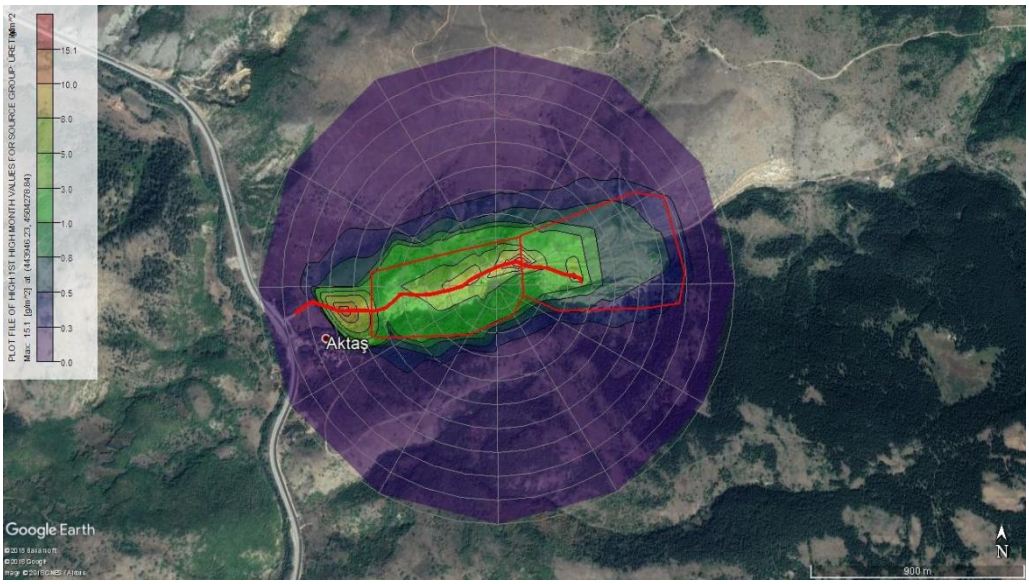
Şekil 4.49. Kartezyen Grid Sistem Yıllık PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 100 metre

Kartezyen grid sistemde 100 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında yıllık maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443346.23, Y:4504086.60 koordinatında 64,6 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Yıllık maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri 2,10 µg/ (m^3 x yıl) olarak bulunmuştur (Şekil 4.49).



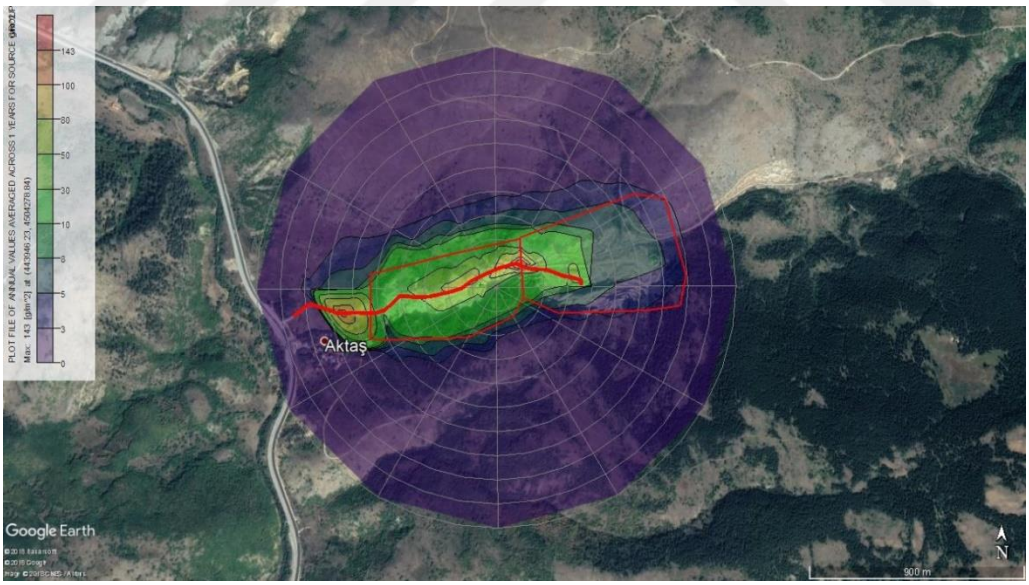
Şekil 4.50. Polar Grid Sistem Günlük Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 100 metre

Polar grid sistemde 100 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında günlük maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.23, Y:4504278.84 koordinatında 0,599 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Günlük maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri 0,05 g/ (m^2 x gün) olarak bulunmuştur (Şekil 4.50).



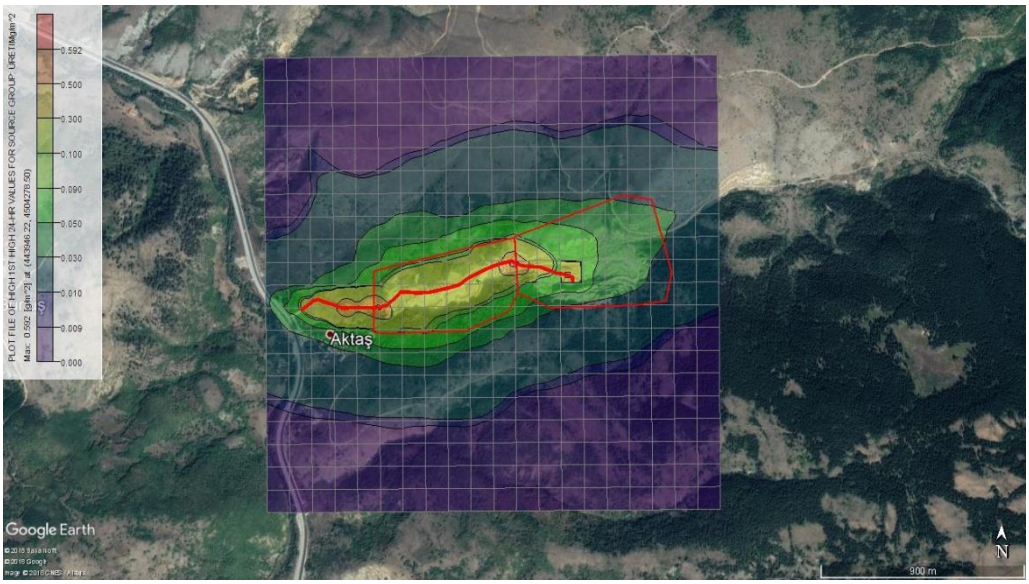
Şekil 4.51. Polar Grid Sistem Aylık Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 100 metre

Polar grid sistemde 100 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında aylık maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.23, Y:4504278.84 koordinatında 15,1 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Aylık maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri 0,85 g/ (m^2 x ay) olarak bulunmuştur (Şekil 4.51).



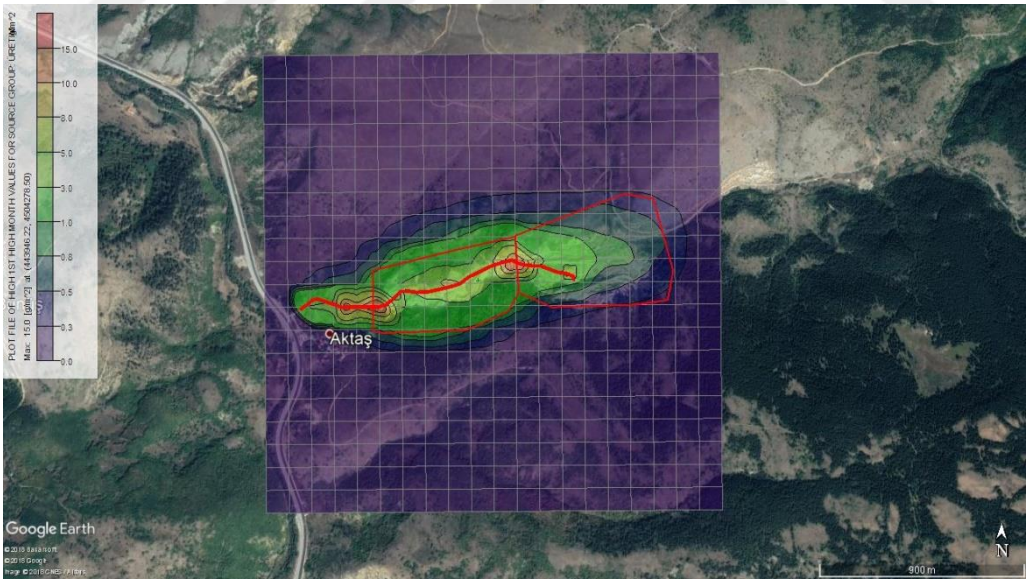
Şekil 4.52. Polar Grid Sistem Yıllık Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 100 metre

Polar grid sistemde 100 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında yıllık maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.23, Y:4504278.84 koordinatında 143 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Yıllık maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri 7,87 g/ (m^2 x yıl) olarak bulunmuştur (Şekil 4.52).



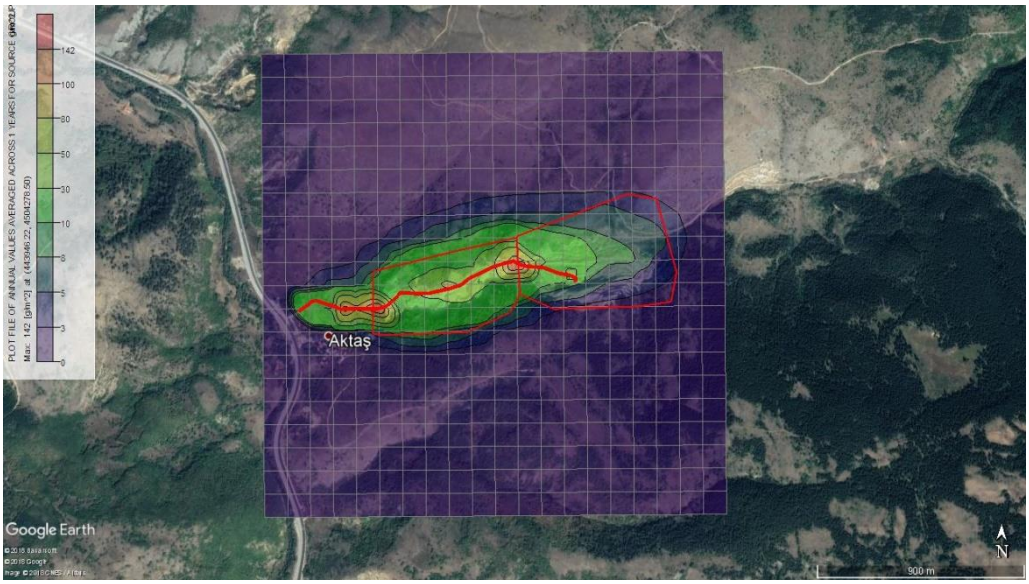
Şekil 4.53. Kartezyen Grid Sistem Günlük Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 100 metre

Kartezyen grid sistemde 100 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında günlük maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.22, Y:4504278.50 koordinatında 0,592 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Günlük maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri 0,02 g/ (m^2 x gün) olarak bulunmuştur (Şekil 4.53).



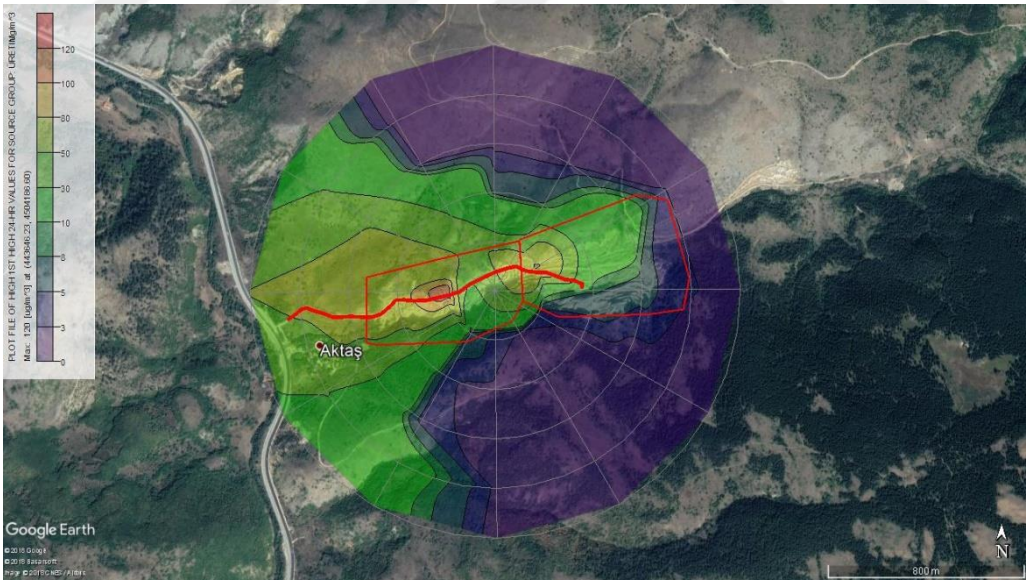
Şekil 4.54. Kartezyen Grid Sistem Aylık Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 100 metre

Kartezyen grid sistemde 100 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında aylık maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.22, Y:4504278.50 koordinatında 15,0 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Aylık maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri 0,37 g/ (m^2 x ay) olarak bulunmuştur (Şekil 4.54).



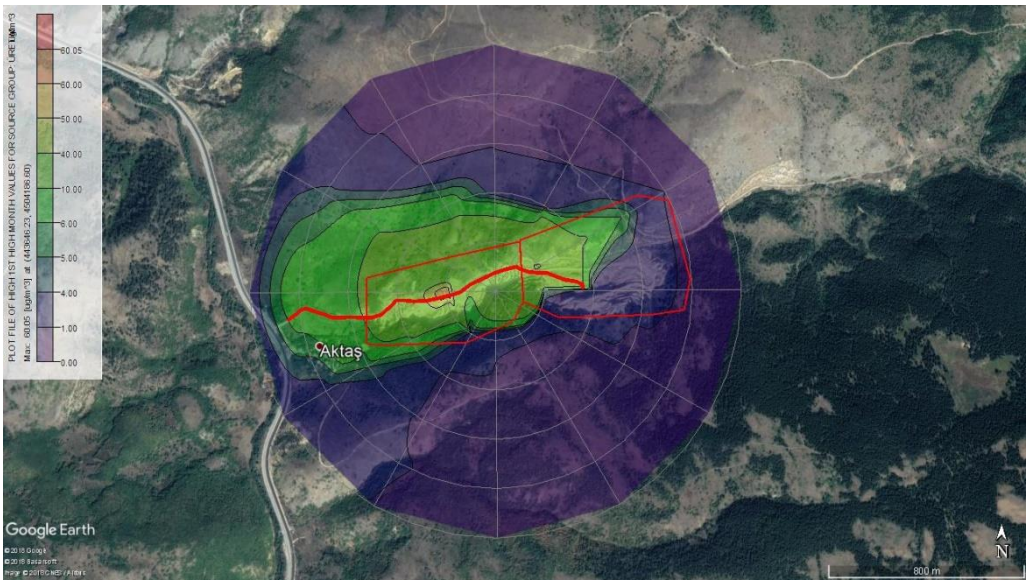
Şekil 4.55. Kartezyen Grid Sistem Yıllık Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 100 metre

Kartezyen grid sistemde 100 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında yıllık maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.22, Y:4504278.50 koordinatında 142 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Yıllık maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri 3,32 g/ (m^2 x yıl) olarak bulunmuştur (Şekil 4.55).



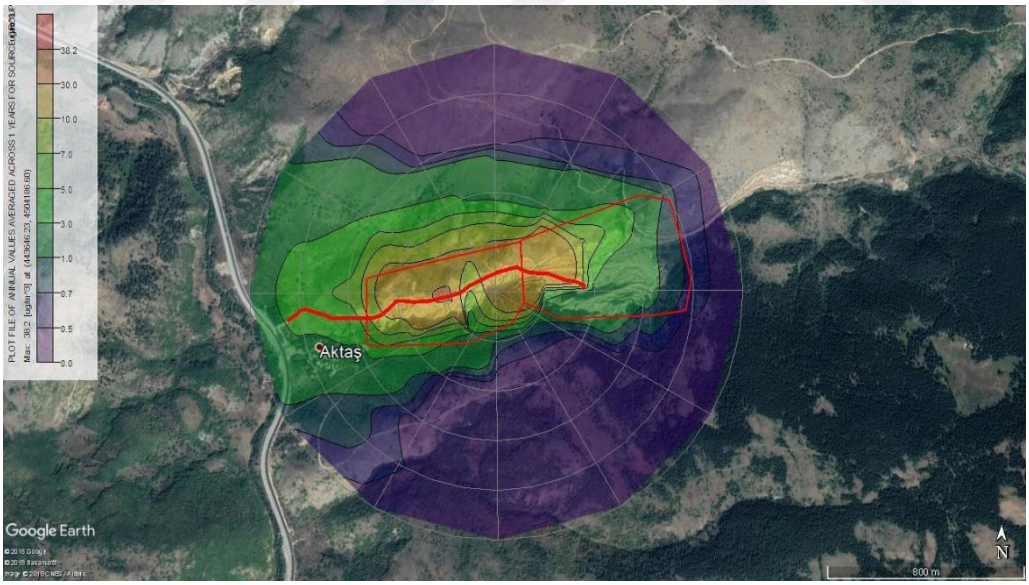
Şekil 4.56. Polar Grid Sistem Günlük PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 200 metre

Polar grid sistemde 200 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında günlük maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443646.23, Y:4504186.60 koordinatında 120 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Günlük maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri 19,34 µg/ (m^3 x gün) olarak bulunmuştur (Şekil 4.56).



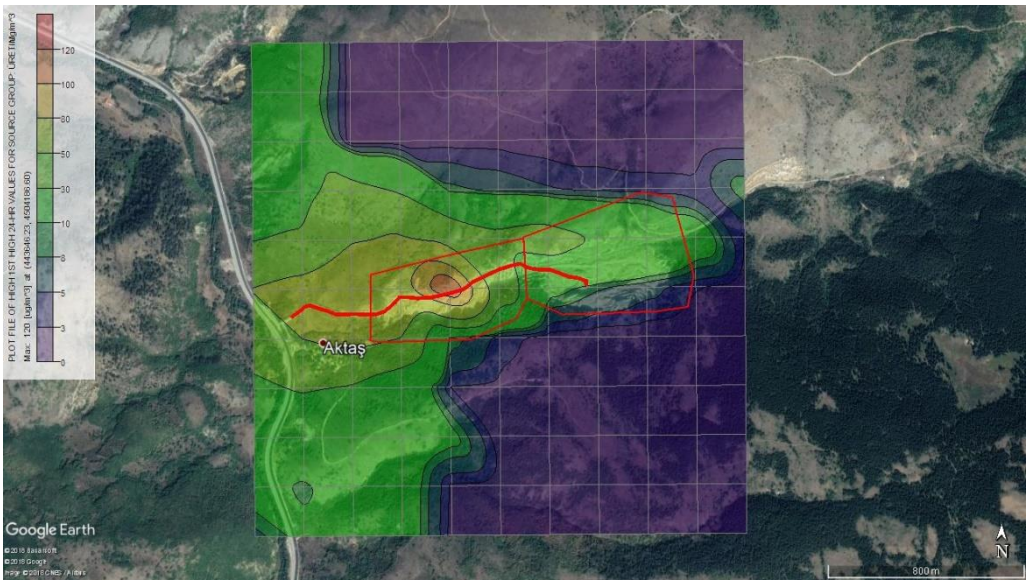
Şekil 4.57. Polar Grid Sistem Aylık PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 200 metre

Polar grid sistemde 200 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında aylık maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443646.23, Y:4504186.60 koordinatında 60,05 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Aylık maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri 5,63 µg/ (m^3 x ay) olarak bulunmuştur (Şekil 4.57).



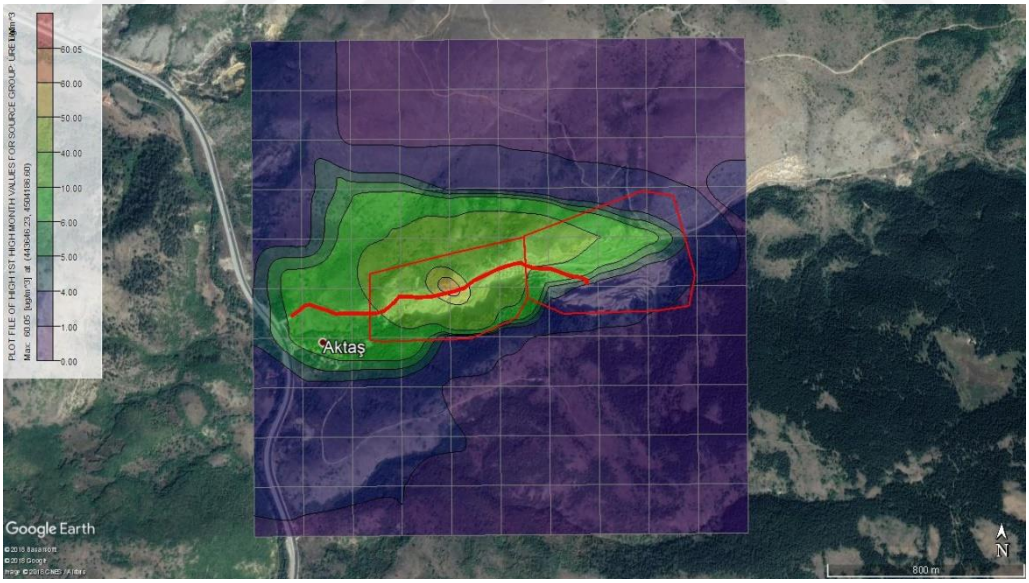
Şekil 4.58. Polar Grid Sistem Yıllık PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 200 metre

Polar grid sistemde 200 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında yıllık maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443646.23, Y:4504186.60 koordinatında 38,2 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Yıllık maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri 3,45 µg/ (m^3 x yıl) olarak bulunmuştur (Şekil 4.58).



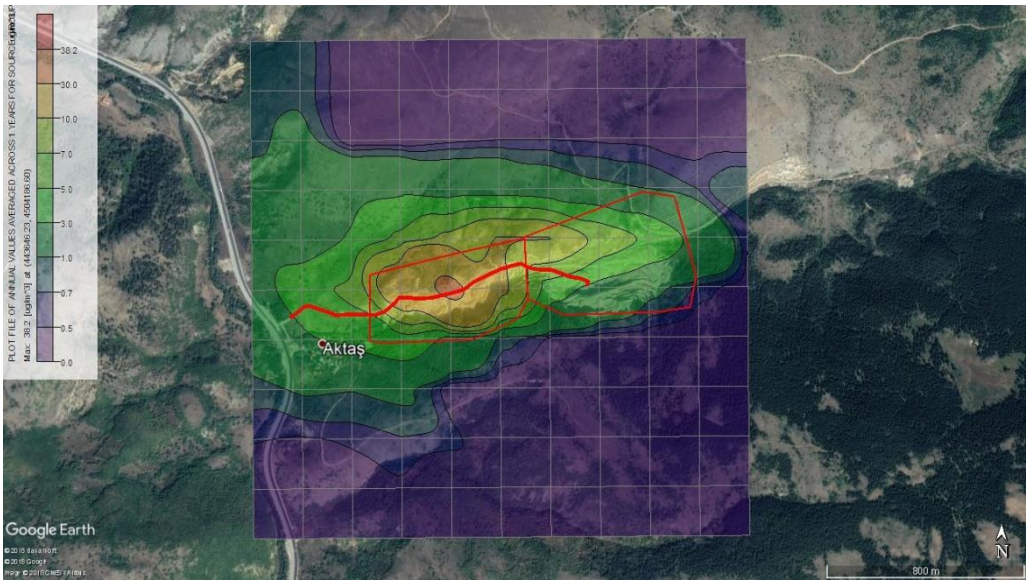
Şekil 4.59. Kartezyen Grid Sistem Günlük PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 200 metre

Kartezyen grid sistemde 200 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında günlük maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443646.23, Y:4504186.60 koordinatında 120 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Günlük maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri 13,42 µg/ (m^3 x gün) olarak bulunmuştur (Şekil 4.59).



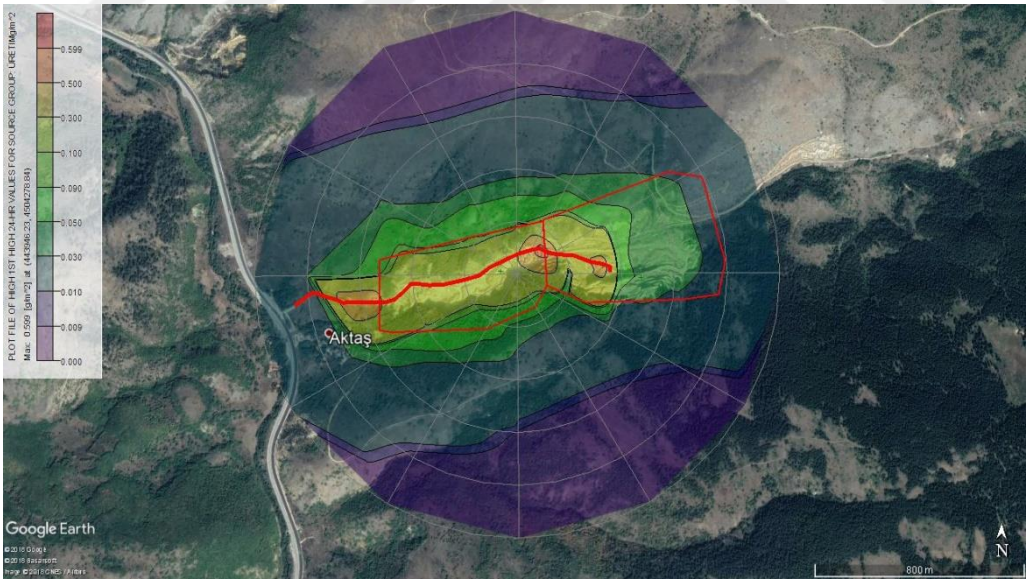
Şekil 4.60. Kartezyen Grid Sistem Aylık PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 200 metre

Kartezyen grid sistemde 200 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında aylık maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443646.23, Y:4504186.60 koordinatında 60,05 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Aylık maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri 2,91µg/ (m^3 x ay) olarak bulunmuştur (Şekil 4.60).



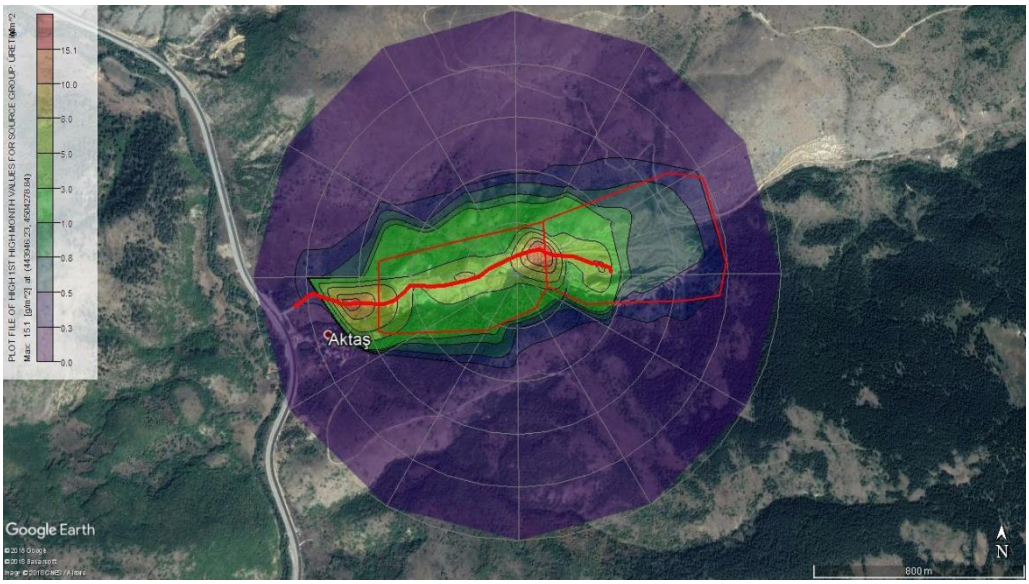
Şekil 4.61. Kartezyen Grid Sistem Yıllık PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 200 metre

Kartezyen grid sistemde 200 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında yıllık maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443646.23, Y:4504186.60 koordinatında 38,2 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Yıllık maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri 1,64 µg/ (m^3 x yıl) olarak bulunmuştur (Şekil 4.61).



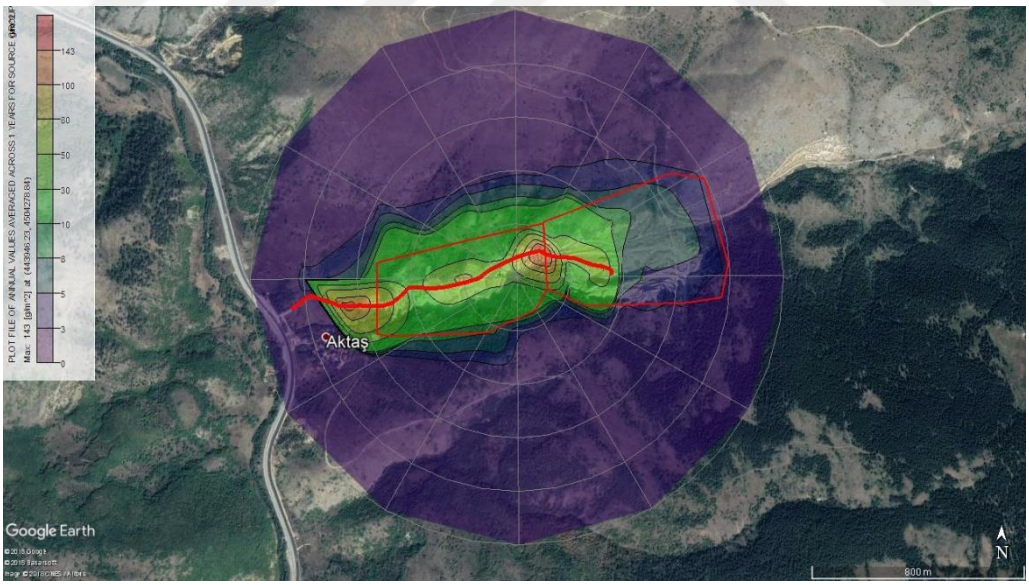
Şekil 4.62. Polar Grid Sistem Günlük Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 200 metre

Polar grid sistemde 200 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında günlük maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.23, Y:4504278.84 koordinatında 0,599 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Günlük maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri 0,04 g/ (m^2*gün) olarak bulunmuştur (Şekil 4.62).



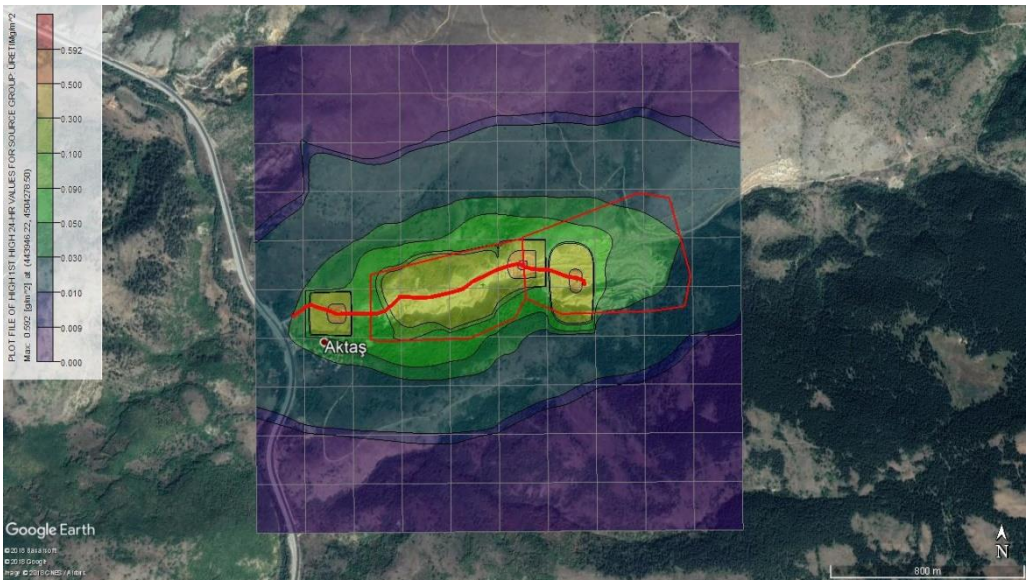
Şekil 4.63. Polar Grid Sistem Aylık Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 200 metre

Polar grid sistemde 200 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında aylık maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.23, Y:4504278.84 koordinatında 15,1 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Aylık maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri 0,62 g/ (m^2*ay) olarak bulunmuştur (Şekil 4.63).



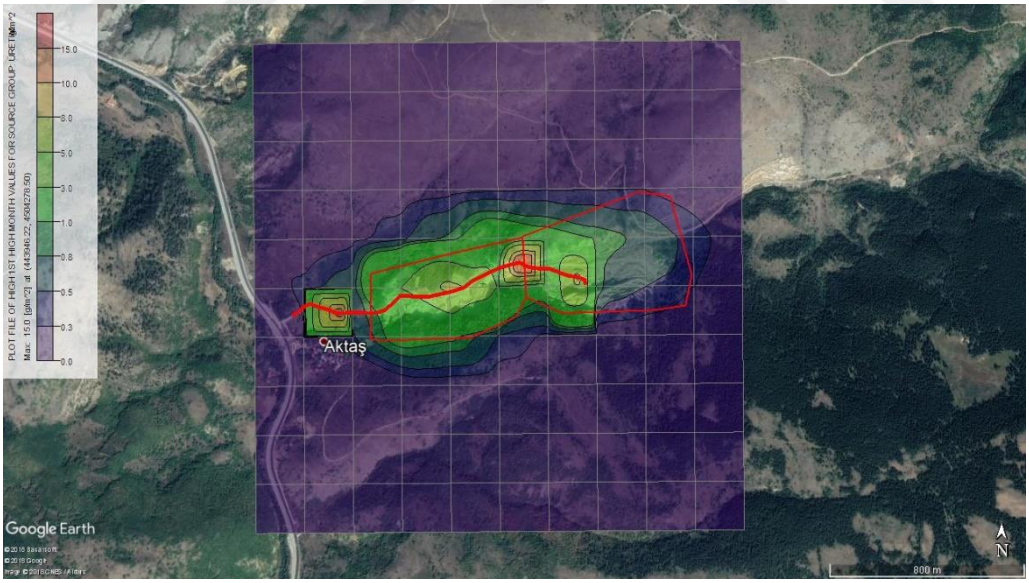
Şekil 4.64. Polar Grid Sistem Yıllık Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 200 metre

Polar grid sistemde 200 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında yıllık maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.23, Y:4504278.84 koordinatında 143 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Yıllık maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri 5,67 g/ (m^2*yıl) olarak bulunmuştur (Şekil 4.64).



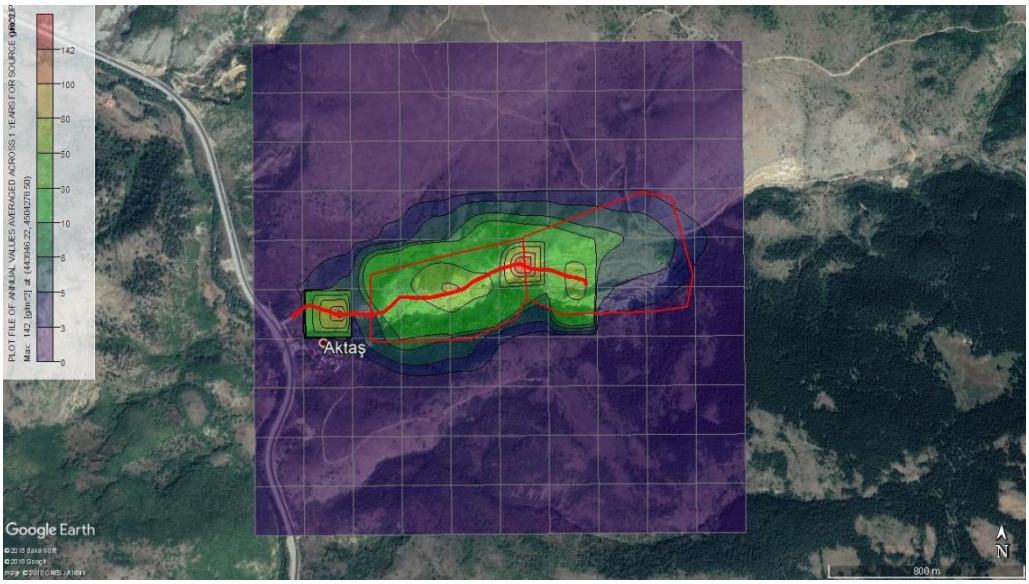
Şekil 4.65. Kartezyen Grid Sistem Günlük Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 200 metre

Kartezyen grid sistemde 200 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında günlük maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.22, Y:4504278.50 koordinatında 0,592 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Günlük maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri 0,02 g/ (m^2 x gün) olarak bulunmuştur (Şekil 4.65).



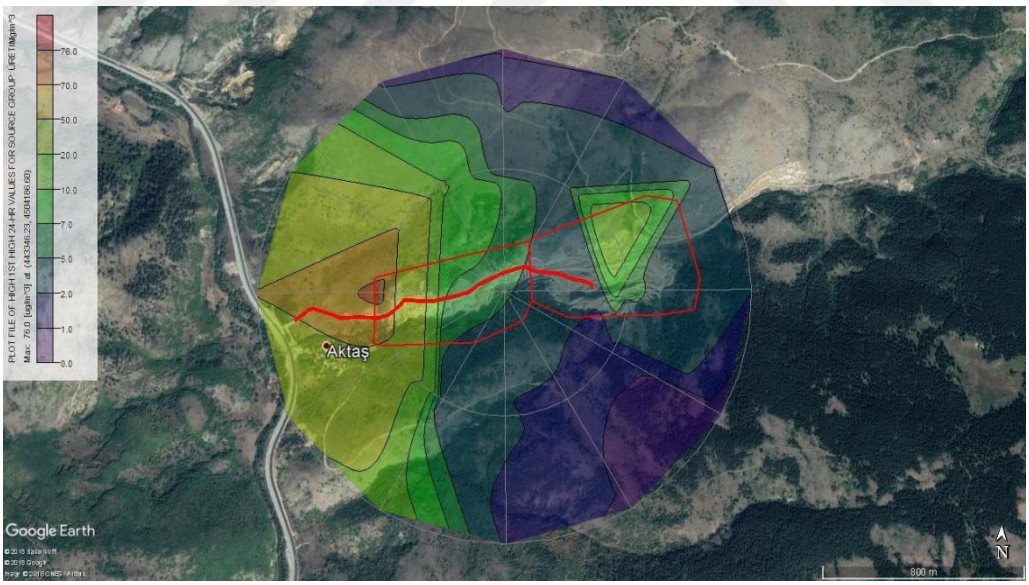
Şekil 4.66. Kartezyen Grid Sistem Aylık Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 200 metre

Kartezyen grid sistemde 200 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında aylık maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.22, Y:4504278.50 koordinatında 15,0 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Aylık maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri 0,27 g/ (m^2*ay) olarak bulunmuştur (Şekil 4.66).



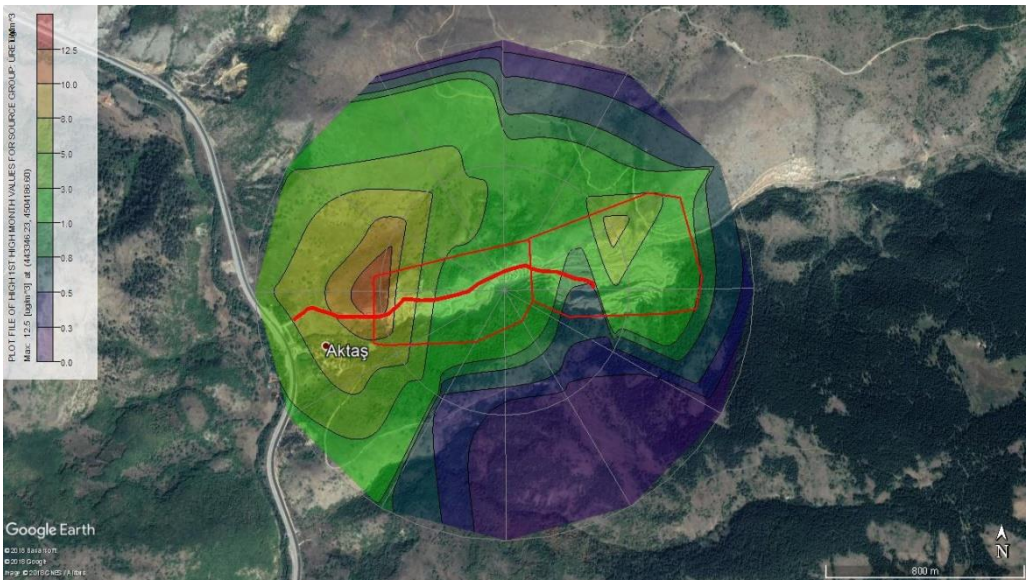
Şekil 4.67. Kartezyen Grid Sistem Yıllık Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 200 metre

Kartezyen grid sistemde 200 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında yıllık maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.22, Y:4504278.50 koordinatında 142 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Yıllık maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri 2,41 g/ (m^2*yıl) olarak bulunmuştur (Şekil 4.67).



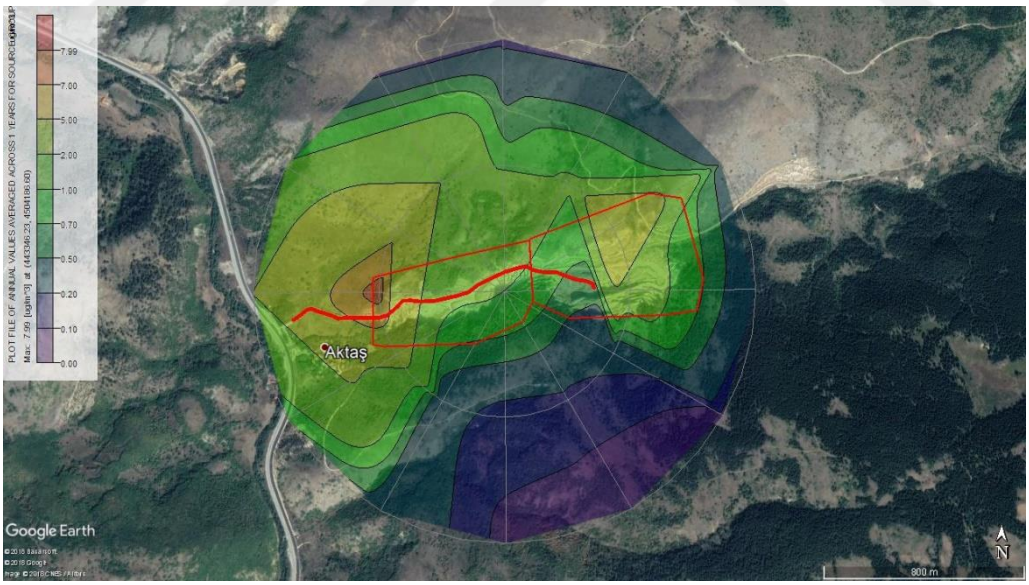
Şekil 4.68. Polar Grid Sistem Günlük PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 500 metre

Polar grid sistemde 500 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında günlük maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443346.23, Y:4504186.60 koordinatında 76,0 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Günlük maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri 13,99 µg/ (m^3 x gün) olarak bulunmuştur (Şekil 4.68).



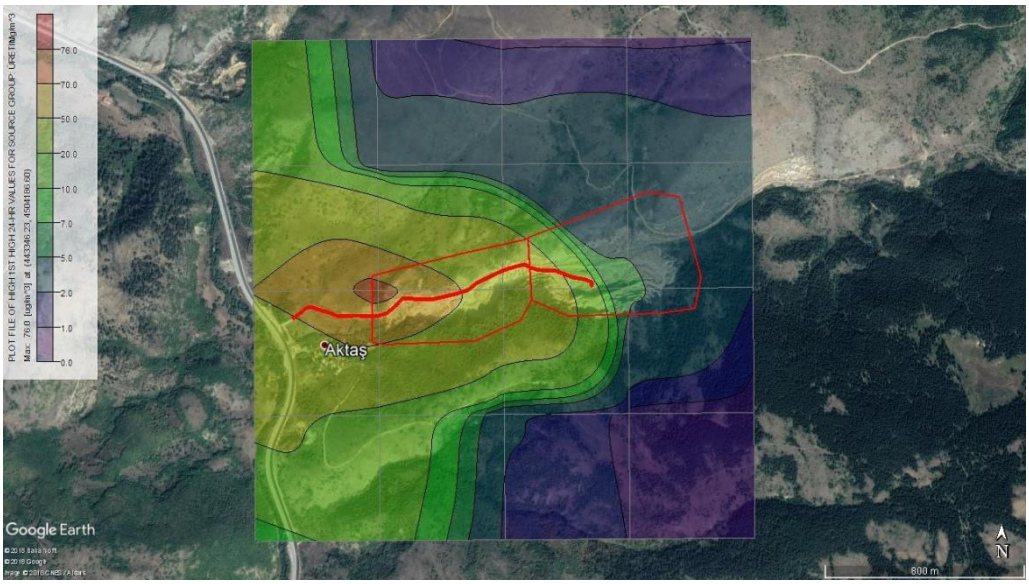
Şekil 4.69. Polar Grid Sistem Aylık PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 500 metre

Polar grid sistemde 500 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında aylık maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443346.23, Y:4504186.60 koordinatında 12,5 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Aylık maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri 2,35 µg/ (m^3 x ay) olarak bulunmuştur (Şekil 4.69).



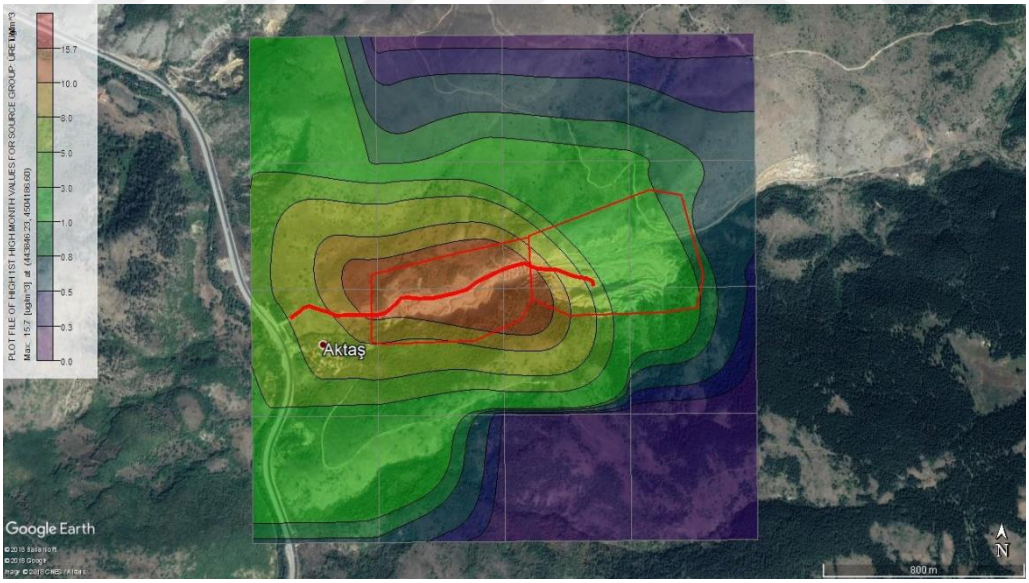
Şekil 4.70. Polar Grid Sistem Yıllık PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 500 metre

Polar grid sistemde 500 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında yıllık maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443346.23, Y:4504186.60 koordinatında 7,99 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Yıllık maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri 1,28 µg/ (m^3 x yıl) olarak bulunmuştur (Şekil 4.70).



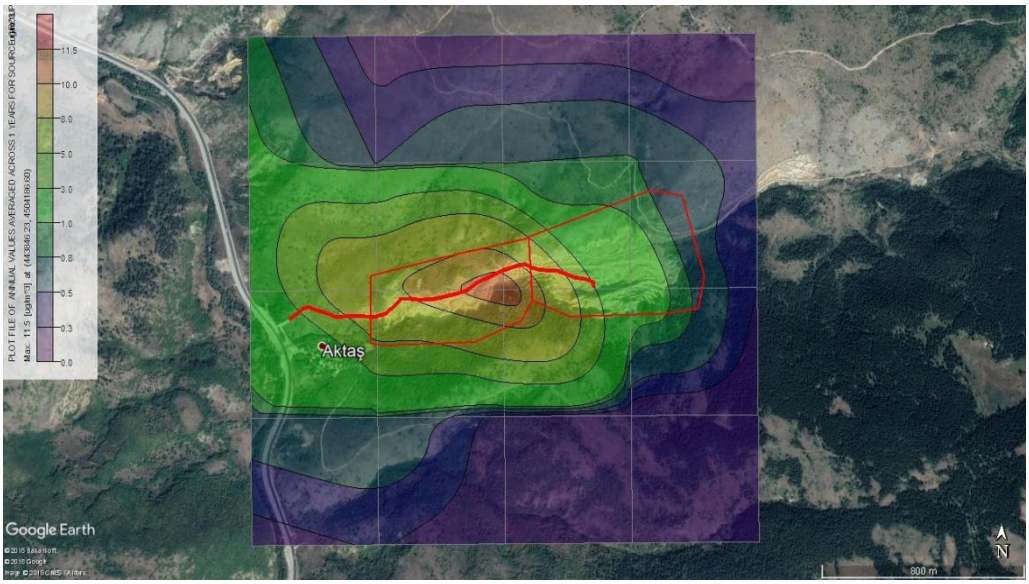
Şekil 4.71. Kartezyen Grid Sistem Günlük PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 500 metre

Kartezyen grid sistemde 500 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında günlük maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443346.23, Y:4504186.60 koordinatında 76,0 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Günlük maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri 11,79 µg/ (m^3 x gün) olarak bulunmuştur (Şekil 4.71).



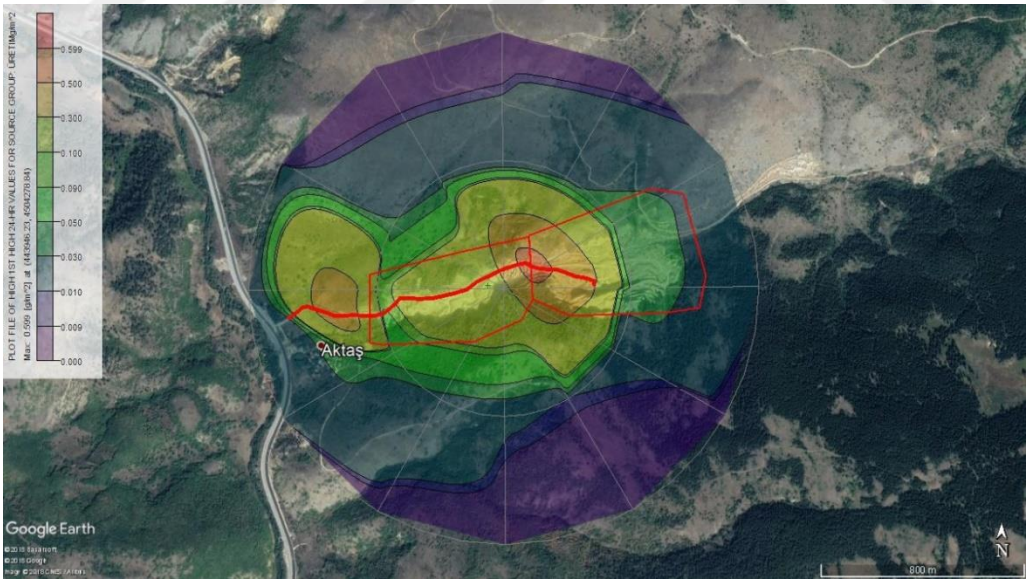
Şekil 4.72. Kartezyen Grid Sistem Aylık PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 500 metre

Kartezyen grid sistemde 500 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında aylık maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443846.23, Y:4504186.60 koordinatında 15,7µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Aylık maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri 2,05 µg/ (m^3 x ay) olarak bulunmuştur (Şekil 4.72).



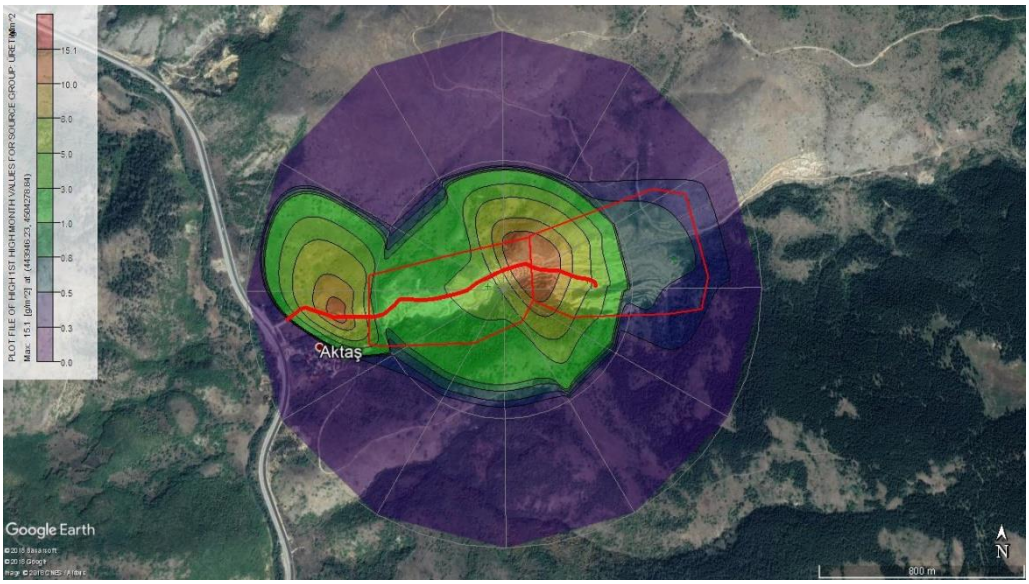
Şekil 4.73. Kartezyen Grid Sistem Yıllık PM10 Dağılımını Gösterir Harita – 500 metre

Kartezyen grid sistemde 500 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında yıllık maksimum PM10 konsantrasyonu X: 443846.23, Y:4504186.60 koordinatında 11,5 µg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Yıllık maksimum PM10 konsantrasyonlarının ortalama değeri 1,22 µg/ (m^3 x yıl) olarak bulunmuştur (Şekil 4.73).



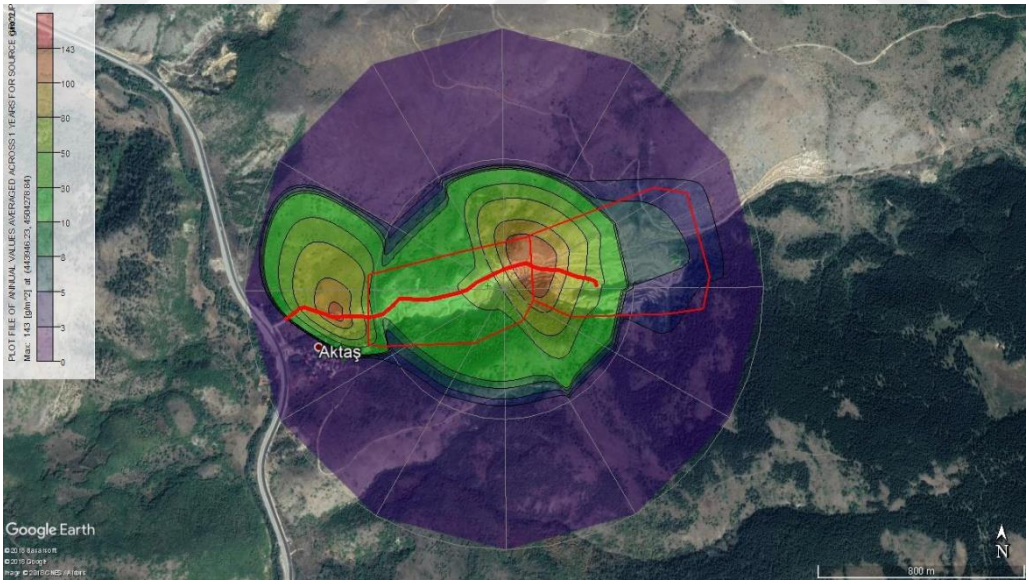
Şekil 4.74. Polar Grid Sistem Günlük Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 500 metre

Polar grid sistemde 500 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında günlük maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.23, Y:4504278,84 koordinatında 0,599 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Günlük maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri 0,02 g/ (m^2 x gün) olarak bulunmuştur (Şekil 4.74).



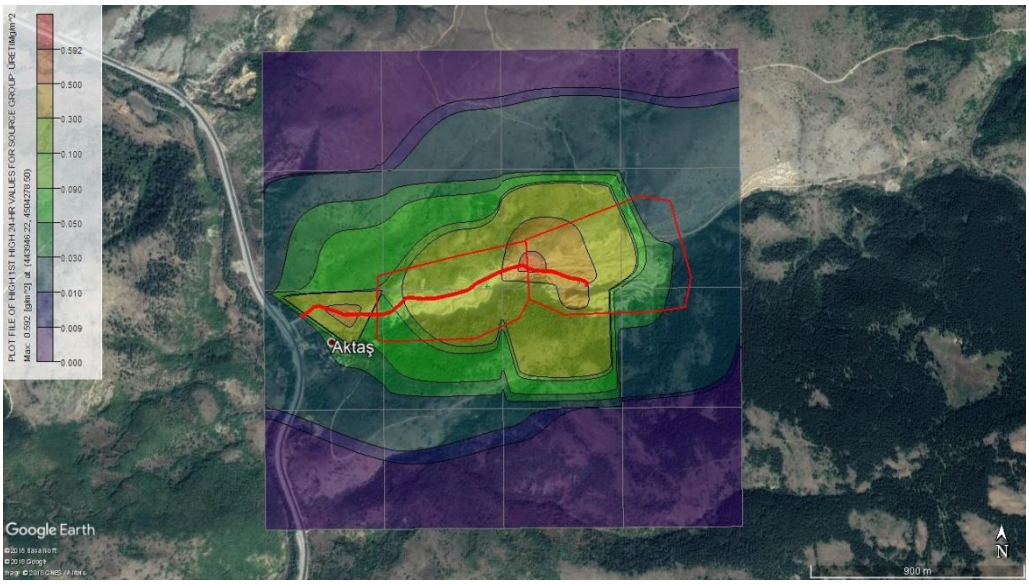
Şekil 4.75. Polar Grid Sistem Aylık Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 500 metre

Polar grid sistemde 500 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında aylık maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.23, Y:4504278.84 koordinatında 15,1 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Aylık maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri 0,22 g/ (m^2 x ay) olarak bulunmuştur (Şekil 4.75).



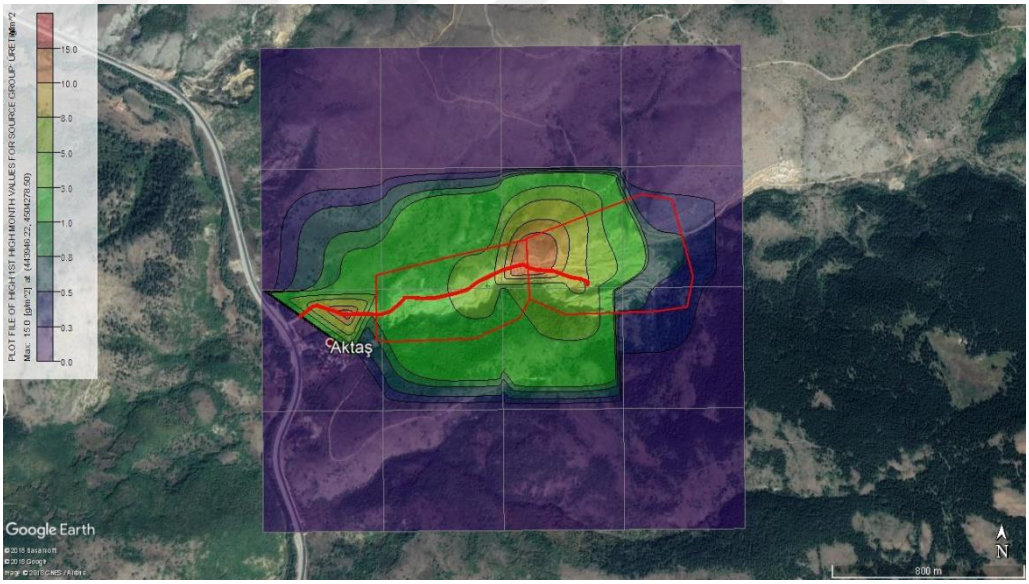
Şekil 4.76. Polar Grid Sistem Yıllık Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 500 metre

Polar grid sistemde 500 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında yıllık maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.23, Y:4504278.84 koordinatında 143 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Yıllık maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri 1,83 g/ (m^2 x yıl) olarak bulunmuştur (Şekil 4.76).



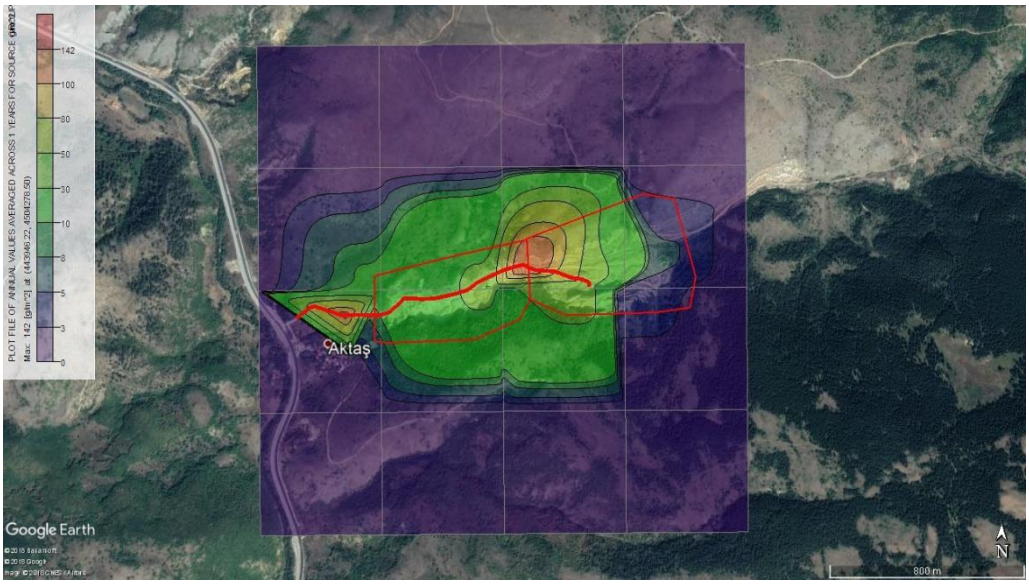
Şekil 4.77. Kartezyen Grid Sistem Günlük Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 500 metre

Polar grid sistemde 500 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında günlük maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.22, Y:4504278.50 koordinatında 0,592 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Günlük maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri 0,02 g/ (m^2 x gün) olarak bulunmuştur (Şekil 4.77).



Şekil 4.78. Kartezyen Grid Sistem Aylık Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 500 metre

Kartezyen grid sistemde 500 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında aylık maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.22, Y:4504278.50 koordinatında 15,0 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Aylık maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri 0,25 g/ (m^2 x ay) olarak bulunmuştur (Şekil 4.78).



Şekil 4.79. Kartezyen Grid Sistem Yıllık Çöken Toz Dağılımını Gösterir Harita – 500 metre

Kartezyen grid sistemde 500 metre aralıklarla yapılan hesaplamada, çalışma alanında yıllık maksimum Çöken Toz konsantrasyonu X: 443946.22, Y:4504278.50 koordinatında 142 g/m^2 olarak hesaplanmıştır. Yıllık maksimum Çöken Toz konsantrasyonlarının ortalama değeri 2,20 g/ (m^2 x yıl) olarak bulunmuştur (Şekil 4.79).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

ISCST3 ve AERMOD hava kalitesi model sonuçlarının karşılaştırılması için yapılan bu çalışmada kaynak modelleme alanın orta noktasında olması şartı ile 2 km x 2 km'lik model alanı belirlenmiştir. Bu alan içerisinde grid sistemi olarak üniform polar grid receptor sistem ve üniform kartezyen grid sistemler kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır.

ISCST3 programı ile yapılan modelleme sonucunda PM10 parametresi için polar sistem ve kartezyen sistemde 100'er metre aralıklarla belirlen alıcı noktalardaki yer seviyesi konsantrasyonlarının ortalama değerleri günlük, aylık ve yıllık olarak hesaplanmıştır. Çizelge 5.1 incelendiğinde kartezyen sistemde hesaplanan ortalama PM10 konsantrasyon değerlerinin polar sisteme göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.1. ISCST3 PM10 Sonuçlarının Ortalamasının Karşılaştırılması – 100 metre

	Birim	Polar Sistem	Kartezyen Sistem
Günlük	**µg / m^3 * gün**	40,30215	15,26304
Aylık	**µg / m^3 * ay**	13,96309	8,12131
Yıllık	**µg / m^3 * yıl**	10,03654	5,50563

ISCST3 programı ile yapılan modelleme sonucunda PM10 parametresi için polar sistem ve kartezyen sistemde 200'er metre aralıklarla belirlen alıcı noktalardaki yer seviyesi konsantrasyonlarının ortalama değerleri günlük, aylık ve yıllık olarak hesaplanmıştır. Çizelge 5.2 incelendiğinde kartezyen sistemde hesaplanan ortalama PM10 konsantrasyon değerlerinin polar sisteme göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.2. ISCST3 PM10 Sonuçlarının Ortalamasının Karşılaştırılması – 200 metre

	Birim	Polar Sistem	Kartezyen Sistem
Günlük	**µg / m^3 * gün**	36,74543	26,70524
Aylık	**µg / m^3 * ay**	12,40674	7,45617
Yıllık	**µg / m^3 * yıl**	8,69769	4,93933

ISCST3 programı ile yapılan modelleme sonucunda PM10 parametresi için polar sistem ve kartezyen sistemde 500'er metre aralıklarla belirlen alıcı noktalardaki yer seviyesi konsantrasyonlarının ortalama değerleri günlük, aylık ve yıllık olarak hesaplanmıştır. Çizelge 5.3 incelendiğinde kartezyen sistemde hesaplanan ortalama PM10 konsantrasyon değerlerinin polar sisteme göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.3. ISCST3 PM10 Sonuçlarının Ortalamasının Karşılaştırılması – 500 metre

	Birim	Polar Sistem	Kartezyen Sistem
Günlük	**µg / m^3 * gün**	28,39194	24,23429
Aylık	**µg / m^3 * ay**	7,67025	6,30362
Yıllık	**µg / m^3 * yıl**	5,12108	4,21637

ISCST3 programı ile yapılan modelleme sonucunda Çöken Toz parametresi için polar sistem ve kartezyen sistemde 100'er metre aralıklarla belirlen alıcı noktalardaki yer seviyesi konsantrasyonlarının ortalama değerleri günlük, aylık ve yıllık olarak hesaplanmıştır. Çizelge 5.4 incelendiğinde kartezyen sistemde hesaplanan ortalama Çöken Toz konsantrasyon değerlerinin polar sisteme göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.4. ISCST3 Çöken Toz Sonuçlarının Ortalamasının Karşılaştırılması – 100 metre

	Birim	Polar Sistem	Kartezyen Sistem
Günlük	**g / m^2 * gün**	0,75335	0,47638
Aylık	**g / m^2 * ay**	6,66801	3,37161
Yıllık	**g / m^2 * yıl**	49,14569	23,76870

ISCST3 programı ile yapılan modelleme sonucunda Çöken Toz parametresi için polar sistem ve kartezyen sistemde 200'er metre aralıklarla belirlen alıcı noktalardaki yer seviyesi konsantrasyonlarının ortalama değerleri günlük, aylık ve yıllık olarak hesaplanmıştır. Çizelge 5.5 incelendiğinde kartezyen sistemde hesaplanan ortalama Çöken Toz konsantrasyon değerlerinin polar sisteme göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.5. ISCST3 Çöken Toz Sonuçlarının Ortalamasının Karşılaştırılması – 200 metre

	Birim	Polar Sistem	Kartezyen Sistem
Günlük	**g / m^2 * gün**	0,65331	0,42991
Aylık	**g / m^2 * ay**	5,45379	2,91464
Yıllık	**g / m^2 * yıl**	39,96722	20,50783

ISCST3 programı ile yapılan modelleme sonucunda Çöken Toz parametresi için polar sistem ve kartezyen sistemde 500'er metre aralıklarla belirlen alıcı noktalardaki yer seviyesi konsantrasyonlarının ortalama değerleri günlük, aylık ve yıllık olarak hesaplanmıştır. Çizelge 5.6 incelendiğinde kartezyen sistemde hesaplanan ortalama Çöken Toz konsantrasyon değerlerinin polar sisteme göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.6. ISCST3 Çöken Toz Sonuçlarının Ortalamasının Karşılaştırılması – 500 metre

	Birim	Polar Sistem	Kartezyen Sistem
Günlük	**g / m^2 * gün**	0,46944	0,39788
Aylık	**g / m^2 * ay**	2,91353	2,61917
Yıllık	**g / m^2 * yıl**	19,89839	17,91984

AERMOD programı ile yapılan modelleme sonucunda PM10 parametresi için polar sistem ve kartezyen sistemde 100'er metre aralıklarla belirlen alıcı noktalardaki yer seviyesi konsantrasyonlarının ortalama değerleri günlük, aylık ve yıllık olarak hesaplanmıştır. Çizelge 5.7 incelendiğinde kartezyen sistemde hesaplanan ortalama PM10 konsantrasyon değerlerinin polar sisteme göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.7. AERMOD PM10 Sonuçlarının Ortalamasının Karşılaştırılması – 100 metre

	Birim	Polar Sistem	Kartezyen Sistem
Günlük	**µg / m^3 * gün**	23,10386	15,26304
Aylık	**µg / m^3 * ay**	7,01667	3,55123
Yıllık	**µg / m^3 * yıl**	4,40645	2,09870

AERMOD programı ile yapılan modelleme sonucunda PM10 parametresi için polar sistem ve kartezyen sistemde 200'er metre aralıklarla belirlen alıcı noktalardaki yer seviyesi konsantrasyonlarının ortalama değerleri günlük, aylık ve yıllık olarak hesaplanmıştır. Çizelge 5.8 incelendiğinde kartezyen sistemde hesaplanan ortalama PM10 konsantrasyon değerlerinin polar sisteme göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.8. AERMOD PM10 Sonuçlarının Ortalamasının Karşılaştırılması – 200 metre

	Birim	Polar Sistem	Kartezyen Sistem
Günlük	**µg / m^3 * gün**	19,34335	13,41570
Aylık	**µg / m^3 * ay**	5,63494	2,90932
Yıllık	**µg / m^3 * yıl**	3,44556	1,63936

AERMOD programı ile yapılan modelleme sonucunda PM10 parametresi için polar sistem ve kartezyen sistemde 500'er metre aralıklarla belirlen alıcı noktalardaki yer seviyesi konsantrasyonlarının ortalama değerleri günlük, aylık ve yıllık olarak hesaplanmıştır. Çizelge 5.9 incelendiğinde kartezyen sistemde hesaplanan ortalama PM10 konsantrasyon değerlerinin polar sisteme göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.9. AERMOD PM10 Sonuçlarının Ortalamasının Karşılaştırılması – 500 metre

	Birim	Polar Sistem	Kartezyen Sistem
Günlük	**µg / m^3 * gün**	13,98759	11,79255
Aylık	**µg / m^3 * ay**	2,34645	2,05269
Yıllık	**µg / m^3 * yıl**	1,27997	1,22481

AERMOD programı ile yapılan modelleme sonucunda Çöken Toz parametresi için polar sistem ve kartezyen sistemde 100'er metre aralıklarla belirlen alıcı noktalardaki yer seviyesi konsantrasyonlarının ortalama değerleri günlük, aylık ve yıllık olarak hesaplanmıştır. Çizelge 5.10 incelendiğinde kartezyen sistemde hesaplanan ortalama Çöken Toz konsantrasyon değerlerinin polar sisteme göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.10. AERMOD Çöken Toz Sonuçlarının Ortalamasının Karşılaştırılması – 100 metre

	Birim	Polar Sistem	Kartezyen Sistem
Günlük	**g / m^2 * gün**	0,04687	0,02391
Aylık	**g / m^2 * ay**	0,84779	0,36500
Yıllık	**g / m^2 * yıl**	7,78686	3,31651

AERMOD programı ile yapılan modelleme sonucunda Çöken Toz parametresi için polar sistem ve kartezyen sistemde 200'er metre aralıklarla belirlen alıcı noktalardaki yer seviyesi konsantrasyonlarının ortalama değerleri günlük, aylık ve yıllık olarak hesaplanmıştır. Çizelge 5.11 incelendiğinde kartezyen sistemde hesaplanan ortalama Çöken Toz konsantrasyon değerlerinin polar sisteme göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.11. AERMOD Çöken Toz Sonuçlarının Ortalamasının Karşılaştırılması – 200 metre

	Birim	Polar Sistem	Kartezyen Sistem
Günlük	**g / m^2 * gün**	0,03689	0,01963
Aylık	**g / m^2 * ay**	0,61880	0,26884
Yıllık	**g / m^2 * yıl**	5,67262	2,41249

AERMOD programı ile yapılan modelleme sonucunda Çöken Toz parametresi için polar sistem ve kartezyen sistemde 500'er metre aralıklarla belirlen alıcı noktalardaki yer seviyesi konsantrasyonlarının ortalama değerleri günlük, aylık ve yıllık olarak hesaplanmıştır. Çizelge 5.12 incelendiğinde kartezyen sistemde hesaplanan ortalama Çöken Toz konsantrasyon değerlerinin polar sisteme göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.12. AERMOD Çöken Toz Sonuçlarının Ortalamasının Karşılaştırılması – 500 metre

	Birim	Polar Sistem	Kartezyen Sistem
Günlük	**g / m^2 * gün**	0,02037	0,01772
Aylık	**g / m^2 * ay**	0,21581	0,25156
Yıllık	**g / m^2 * yıl**	1,83471	2,20343

ISCST3 ve AERMOD programları ile yapılan modelleme çalışmaları sonucunda PM10 parametresi için polar sistemde sırasıyla 100 metre, 200 metre ve 500 metre aralıklar 120, 60 ve 24'er adet alıcı noktada PM10 yer seviyesi konsantrasyon değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan yer seviyesi konsantrasyon değerlerinin ortalamaları Çizelge 5.13'de görülmektedir. AERMOD ile hesaplanan yer seviyesi konsantrasyon değerlerinin ortalaması ISCST3'e göre daha düşüktür. Ayrıca Çizelge 5.13'de görüldüğü gibi grid noktalar arası mesafeler artırıldıkça her iki programda da ortalama değerlerin düştüğü görülmektedir.

Çizelge 5.13. PM_{10} Sonuçlarının Ortalamasının Karşılaştırılması – Polar Sistem

	Mesafe	Alıcı Nokta Sayısı	Birim	ISCST3 Polar Sistem	AERMOD Polar Sistem
Günlük			**µg / m^3 * gün**	40,30215	23,10386
Aylık	**100 metre**	**120**	**µg / m^3 * ay**	13,96309	7,01667
Yıllık			**µg / m^3 * yıl**	10,03654	4,40645
Günlük			**µg / m^3 * gün**	36,74543	19,34335
Aylık	**200 metre**	**60**	**µg / m^3 * ay**	12,40674	5,63494
Yıllık			**µg / m^3 * yıl**	8,69769	3,44556
Günlük			**µg / m^3 * gün**	28,39194	13,98759
Aylık	**500 metre**	**24**	**µg / m^3 * ay**	7,67025	2,34645
Yıllık			**µg / m^3 * yıl**	5,12108	1,27997

ISCST3 ve AERMOD programları ile yapılan modelleme çalışmaları sonucunda PM10 parametresi için kartezyen sistemde sırasıyla 100 metre, 200 metre ve 500 metre aralıklar 441, 121 ve 25'er adet alıcı noktada PM10 yer seviyesi konsantrasyon değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan yer seviyesi konsantrasyon değerlerinin ortalamaları Çizelge 5.14'de görülmektedir. AERMOD ile hesaplanan yer seviyesi konsantrasyon değerlerinin ortalaması ISCST3'e göre daha düşüktür. Ayrıca Çizelge 5.14'de görüldüğü gibi grid noktalar arası mesafeler artırıldıkça her iki programda da ortalama değerlerin düştüğü görülmektedir.

Çizelge 5.14. PM10 Sonuçlarının Ortalamasının Karşılaştırılması – Kartezyen Sistem

	Mesafe	Alıcı Nokta Sayısı	Birim	ISCST3 Kartezyen Sistem	AERMOD Kartezyen Sistem
Günlük			**µg / m^3 * gün**	29,03005	15,26304
Aylık	**100 metre**	**441**	**µg / m^3 * ay**	8,12131	3,55123
Yıllık			**µg / m^3 * yıl**	5,50563	2,09870
Günlük			**µg / m^3 * gün**	26,70524	13,41570
Aylık	**200 metre**	**121**	**µg / m^3 * ay**	7,45617	2,90932
Yıllık			**µg / m^3 * yıl**	4,93933	1,63936
Günlük			**µg / m^3 * gün**	24,23429	11,79255
Aylık	**500 metre**	**25**	**µg / m^3 * ay**	6,30362	2,05269
Yıllık			**µg / m^3 * yıl**	4,21637	1,22481

ISCST3 ve AERMOD programları ile yapılan modelleme çalışmaları sonucunda Çöken Toz parametresi için polar sistemde sırasıyla 100 metre, 200 metre ve 500 metre aralıklar 120, 60 ve 24'er adet alıcı noktada Çöken Toz yer seviyesi konsantrasyon değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan yer seviyesi konsantrasyon değerlerinin ortalamaları Çizelge 5.15'de görülmektedir. AERMOD ile hesaplanan yer seviyesi konsantrasyon değerlerinin ortalaması ISCST3'e göre daha düşüktür. Ayrıca Çizelge 5.15'de görüldüğü gibi grid noktalar arası mesafeler artırıldıkça her iki programda da ortalama değerlerin düştüğü görülmektedir.

Çizelge 5.15. Çöken Toz Sonuçlarının Ortalamasının Karşılaştırılması – Polar Sistem

	Mesafe	Alıcı Nokta Sayısı	Birim	ISCST3 Polar Sistem	AERMOD Polar Sistem
Günlük			**g / m^2 * gün**	0,75335	0,04687
Aylık	**100 metre**	**120**	**g / m^2 * ay**	6,66801	0,84779
Yıllık			**g / m^2 * yıl**	49,14569	7,78686
Günlük			**g / m^2 * gün**	0,65331	0,03689
Aylık	**200 metre**	**60**	**g / m^2 * ay**	5,45379	0,61880
Yıllık			**g / m^2 * yıl**	39,96722	5,67262
Günlük			**g / m^2 * gün**	0,46944	0,02037
Aylık	**500 metre**	**24**	**g / m^2 * ay**	2,91353	0,21581
Yıllık			**g / m^2 * yıl**	19,89839	1,83471

ISCST3 ve AERMOD programları ile yapılan modelleme çalışmaları sonucunda Çöken toz parametresi için kartezyen sistemde sırasıyla 100 metre, 200 metre ve 500 metre aralıklar 441, 121 ve 25'er adet alıcı noktada Çöken toz yer seviyesi konsantrasyon değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan yer seviyesi konsantrasyon değerlerinin ortalamaları Çizelge 5.16'da görülmektedir. AERMOD ile hesaplanan yer seviyesi konsantrasyon değerlerinin ortalaması ISCST3'e göre daha düşüktür. Ayrıca Çizelge 5.16'da görüldüğü gibi grid noktalar arası mesafeler artırıldıkça her iki programda da ortalama değerlerin düştüğü görülmektedir.

Çizelge 5.16. Çöken Toz Sonuçlarının Ortalamasının Karşılaştırılması – Kartezyen Sistem

	Mesafe	Alıcı Nokta Sayısı	Birim	ISCST3 Kartezyen Sistem	AERMOD Kartezyen Sistem
Günlük			**g / m^2 * gün**	0,47638	0,02391
Aylık	**100 metre**	**441**	**g / m^2 * ay**	3,37161	0,36500
Yıllık			**g / m^2 * yıl**	23,76870	3,31651
Günlük			**g / m^2 * gün**	0,42991	0,01963
Aylık	**200 metre**	**121**	**g / m^2 * ay**	2,91464	0,26884
Yıllık			**g / m^2 * yıl**	20,50783	2,41249
Günlük			**g / m^2 * gün**	0,39788	0,01772
Aylık	**500 metre**	**25**	**g / m^2 * ay**	2,61917	0,25156
Yıllık			**g / m^2 * yıl**	17,91984	2,20343

Polar sistemde yapılan modelleme sonucu elde veriler 10.09.2016 -10.10.2016 tarihleri ve 10.10.2016-09.11.2016 tarihleri arasında gerçekleştirilen Çöken Toz ölçüm sonuçları ile Çizelge 5.17'de karşılaştırılmıştır. Çizelge 5.17'de ISCST3 ve AERMOD programlarında günlük, aylık ve yıllık olarak hesaplanan Çöken Toz konsantrasyonlarının hepsi mg / m^2 * gün birimine çevrilmiştir. Bunun nedeni ölçüm sonuçlarının mg / m^2 * gün biriminde olmasıdır. Ç1 ölçüm noktasında yapılan ölçüm sonucuna en yakın değer ISCST3 programının aylık olarak hesaplamış olduğu model sonucudur. Ç2 ölçüm noktasında yapılan ölçüm sonucuna en yakın değer ISCST3 programının yıllık olarak hesaplamış olduğu model sonucudur. Ç3 ölçüm noktasında yapılan ölçüm sonucuna en yakın değer ISCST3 programının yıllık olarak hesaplamış olduğu model sonucudur. Ç4 ölçüm noktasında yapılan ölçüm sonucuna en yakın değer AERMOD programının yıllık olarak hesaplamış olduğu model sonucudur. Ç5 ölçüm noktasında yapılan ölçüm sonucuna en yakın değer AERMOD programının yıllık olarak hesaplamış olduğu model sonucudur. Ç6 ölçüm noktasında yapılan ölçüm sonucuna en yakın değer AERMOD programının yıllık olarak hesaplamış olduğu model sonucudur.

Çizelge 5.17. Çöken Toz Ölçüm Sonuçları İle Polar Sistemde Hesaplanan Ölçüm Noktalarındaki Konsantrasyonların Karşılaştırılması

	Zaman Dilimi	Birim	ISCST3	AERMOD	Ölçüm Sonuçları 1.Ay Günlük Ortalamaları	Ölçüm Sonuçları 2.Ay Günlük Ortalamaları
Ç1	**Günlük**	**mg / m^2 * gün**	1039.14000	35.70000	115,516	115,656
Ç2			752.61000	33.28000	109,771	111,110
Ç3			1059.22000	41.70000	116,810	113,403
Ç4			2561.11000	380.79000	107,312	107,442
Ç5			3440.65000	598.73000	117,969	114,317
Ç6			1625.57000	184.29000	112,736	114,111
Ç1	**Aylık**	**mg / m^2 * gün**	129.43500	7.05933	115,516	115,656
Ç2			201.36433	21.62867	109,771	111,110
Ç3			271.18667	20.18900	116,810	113,403
Ç4			723.08767	184.39567	107,312	107,442
Ç5			1379.89467	502.27633	117,969	114,317
Ç6			696.07633	134.83100	112,736	114,111
Ç1	**Yıllık**	**mg / m^2 * gün**	45.06995	4.33655	115,516	115,656
Ç2			119.53296	16.30918	109,771	111,110
Ç3			138.73986	12.93523	116,810	113,403
Ç4			401.57553	121.81660	107,312	107,442
Ç5			885.98759	390.72058	117,969	114,317
Ç6			425.18277	100.78885	112,736	114,111

Kartezyen sistemde yapılan modelleme sonucu elde veriler 10.09.2016 -10.10.2016 tarihleri ve 10.10.2016-09.11.2016 tarihleri arasında gerçekleştirilen Çöken Toz ölçüm sonuçları ile Çizelge 5.18'de karşılaştırılmıştır. Çizelge 5.18'de ISCST3 ve AERMOD programlarında günlük, aylık ve yıllık olarak hesaplanan Çöken Toz konsantrasyonlarının hepsi mg / m^2 * gün birimine çevrilmiştir. Bunun nedeni ölçüm sonuçlarının mg / m^2 * gün biriminde olmasıdır. Ç1 ölçüm noktasında yapılan ölçüm sonucuna en yakın değer ISCST3 programının aylık olarak hesaplamış olduğu model sonucudur. Ç2 ölçüm noktasında yapılan ölçüm sonucuna en yakın değer ISCST3 programının yıllık olarak hesaplamış olduğu model sonucudur. Ç3 ölçüm noktasında yapılan ölçüm sonucuna en yakın değer ISCST3 programının yıllık olarak hesaplamış olduğu model sonucudur. Ç4 ölçüm noktasında yapılan ölçüm sonucuna en yakın değer AERMOD programının yıllık olarak hesaplamış olduğu model sonucudur. Ç5 ölçüm noktasında yapılan ölçüm sonucuna en yakın değer AERMOD programının yıllık olarak hesaplamış olduğu model sonucudur. Ç6 ölçüm noktasında yapılan ölçüm sonucuna en yakın değer AERMOD programının yıllık olarak hesaplamış olduğu model sonucudur.

Çizelge 5.18. Çöken Toz Ölçüm Sonuçları İle Kartezyen Sistemde Hesaplanan Ölçüm Noktalarındaki Konsantrasyonların Karşılaştırılması

	Zaman Dilimi	Birim	ISCST3	AERMOD	Ölçüm Sonuçları 1.Ay Günlük Ortalamaları	Ölçüm Sonuçları 2.Ay Günlük Ortalamaları
Ç1	**Günlük**	**mg / m^2 * gün**	1039.14000	35.69000	115,516	115,656
Ç2			752.61000	33.28000	109,771	111,110
Ç3			1059.22000	41.72000	116,810	113,403
Ç4			2561.11000	382.22000	107,312	107,442
Ç5			3440.65000	591.99000	117,969	114,317
Ç6			1625.57000	184.37000	112,736	114,111
Ç1	**Aylık**	**mg / m^2 * gün**	129.43500	7.05600	115,516	115,656
Ç2			201.36433	21.61433	109,771	111,110
Ç3			271.18667	20.20067	116,810	113,403
Ç4			723.08767	185.12233	107,312	107,442
Ç5			1379.89467	500.82933	117,969	114,317
Ç6			696.07633	134.89133	112,736	114,111
Ç1	**Yıllık**	**mg / m^2 * gün**	45.06995	4.33460	115,516	115,656
Ç2			119.53296	16.29641	109,771	111,110
Ç3			138.73986	12.94375	116,810	113,403
Ç4			401.57553	122.31490	107,312	107,442
Ç5			885.98759	389.22940	117,969	114,317
Ç6			425.18277	100.83290	112,736	114,111

ISCST3 ve AERMOD programları ile yapılan modelleme çalışmaları sonucunda PM10 parametresi için kartezyen sistem ve polar sistemde Aktaş köyünde yer alan tesise en yakın konut alıcı nokta olarak seçilmiştir. Bu alıcı nokta için ISCST3 model programında polar sistem ve kartezyen sistemde hesaplanan günlük PM10 konsantrasyonu 45,46888 µg/m^3*gün 'dür. AERMOD ile hesaplanan günlük PM10 konsantrasyonu ise sırasıyla polar sistem ve kartezyen sistemde; 46.45972 µg/m^3*gün , 46.45238 µg/m^3*gün 'dür. Çizelge 5.19'da da görüldüğü üzere AERMOD ile hesaplanan konsantrasyon ISCST3 ile hesaplanan konsantrasyon değerinden daha yüksektir.

Çizelge 5.19. Aktaş Köyü PM10 Model Sonuçları

Alıcı	Model	Parametre	Grid Sistemi	Günlük µg/m^3	Yıllık µg/m^3
Aktaş Köyü	**ISCST3**	**PM10**	Polar	45.46888	4.28833
			Kartezyen	45.46888	4.28833
Aktaş Köyü	**AERMOD**	**PM10**	Polar	46.45972	2.35597
			Kartezyen	46.45238	2.35525

Çizelge 5.19 incelendiğinde Aktaş köyü PM10 açısından HKİ göre hava kalitesi memnun edici ve hava kirliliği az riskli veya hiçbir riskin oluşmadığı grupta yer almaktadır.

Ülkemiz ve AB üye ülkelerde uygulanan sınır değerlere göre karşılaştırıldığında ise her iki sınır değerinde altında olduğu görülmektedir.

ISCST3 ve AERMOD programları ile yapılan modelleme çalışmaları sonucunda PM10 parametresi için kartezyen sistem ve polar sistemde Aktaş köyünde yer alan tesise en yakın konut alıcı nokta olarak seçilmiştir. Bu alıcı nokta için ISCST3 model programında polar sistem ve kartezyen sistemde hesaplanan aylık Çöken Toz konsantrasyonu 129.435 mg/m^2*gün 'dür. AERMOD ile hesaplanan günlük Çöken Toz konsantrasyonu ise sırasıyla polar sistem ve kartezyen sistemde; 7.05933 mg/m^2*gün, 7.05600 mg/m^2*gün 'dür. Çizelge 5.20'da da görüldüğü üzere AERMOD ile hesaplanan konsantrasyon ISCST3 ile hesaplanan konsantrasyon değerinden daha yüksektir.

Çizelge 5.20. Aktaş Köyü Çöken Toz Model Sonuçları

Alıcı	Model	Parametre	Sistem	Aylık	
				g/m2*ay	mg/m2*gün
Aktaş Köyü	**ISCST3**	**Çöken Toz**	Polar	3.88305	129.43500
			Kartezyen	3.88305	129.43500
Aktaş Köyü	**AERMOD**	**Çöken Toz**	Polar	0.21178	7.05933
			Kartezyen	0.21168	7.05600

ISCST3 ve AERMOD ile yapılan modelleme çalışmaları sonucunda kartezyen sistemde hesaplanan değerler polar sisteme göre farklılıklar göstermektedir. Çalışma alanının yerine ve çalışmanın yapım amaçlarına göre bu sistemlerin tercihlerinde değişiklikler olabilmektedir. Bizim yaptığımız çalışmada kartezyen sistemde hesaplanan değerlerin polar sisteme göre daha düşük olduğu görülmektedir. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca polar sistemde modelleme yapılması istenmesine rağmen, mevcut çalışmada her iki sistem içinde modelleme yapılarak farklılıklar görülmek istenmiştir. Çalışmamızda bulunan farklılığın nedeni olarak kartezyen sistemde hesaplama yapılırken ölü bölgelerin daha fazla oluşması düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Anonim. 2009, Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Türkiye, Resmi Gazete. 27277.

AERMOD, 2004, User's Guıde For The Ams/Epa Regulatory Model - Aermod. Nort Carolina, EPA.

Altıkat, A., Torun, F. E. ve Bayram, T. T., 2011, Küresel kirlilik: Dünya, Avrupa Birliği ve Türkiye'de hava kirliliği örneği, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 27 (2).

Andaç, İ., 2013, Payas Organize Sanayi Bölgesindeki endüstri tesislerinden kaynaklanan PM10 ve Çöken Partikül Madde ölçümlerinin ISCST3 modeliyle karşılaştırılması, *Çukurova Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü* Adana.

Bayat, B., 2011, Hava Kirliliği ve Kontrolü, *Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim*, 135, 55-59.

Çakır-Sümer, G., 2014, Hava kirliği kontrolü: Türkiye'de hava kirliliğini önlemeye yönelik yasal düzenlemelerin ve örgütlenmelerin incelenmesi, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 7 (13), 38-56.

Çiçek, İ., Türkoğlu, N. ve Gürgen, G., 2004, Ankara'da Hava Kirliliğinin İstatistiksel Analizi, *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14 (2), 1-18.

Çimen, M. ve Öztürk, S., 2010, Küresel Isınma, İklim Değişikliğinin Solunum Sistemi Üzerine Etkisi ve Büyükşehir Bronşiti, *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Tıp Dergisi*, 24 (2), 141-146.

Demir, S., 2007, Katı atık düzenli depo sahalarından kaynaklanan VOC emisyonlarının dağılımının modellenmesi, *YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*.

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

Dölek, E. ve Atımtay, A. T., 2008, ISCST3 Ve AERMOD Atmosferik Dağılım Modellerinin Karşılaştırılması Örnek Çalışma: Çayırhan Termik Santrali, *Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu*.

Elbir, T. ve Koca, H., 2013, Bir üniversite yerleşkesi içinde karayolu trafiğinden kaynaklanan hava kalitesinin belirlenmesi, *Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi* (2), 45-54.

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

Gökmen, S. Ö., 2012, Endüstriyel Bölgelerin Hava Kalitesine Etkilerinin Calpuff Dispersiyon Modeli İle İncelenmesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Gündoğdu, M. E., 2006, Meteorolojik parametrelerin hava kirliliğine etkilerinin yapay sinir ağları modeli ile incelenmesi, *YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*.

ISC3, 1995, User's Guide for the Industrial Source Complex (ISC3) Dispersion Models
Volume I - II. North Carolina, EPA.

Kandiş, H., Katırcı, Y. ve Karapolat, B., 2009, Karbonmonoksit zehirlenmesi, *Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 11 (3), 54-60.

Kunt, F., 2014, Bulanık mantık ve yapay sinir ağları yöntemleri kullanılarak Konya il merkezi hava kirliliği modellenmesi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Özdemir, E., Tuygun, G. T. ve Elbir, T., 2017, Kanal İstanbul Projesi Sonrası Deniz Yolu Trafiğinin Kent Atmosferinde Neden Olacağı Hava Kalitesinin Belirlenmesi. Kanal İstanbul Projesi Sonrası Deniz Yolu Trafiğinin Kent Atmosferinde Neden Olacağı Hava Kalitesinin Belirlenmesi. Antalya.

Özdemir, F., 2008, Türkiye genelinde kükürt dioksit ve partiküler madde kirlilik dağılımlarının analizi, *YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Öztürk, K., 2002, Küresel İklim Değişikliği ve Türkiyeye Olası Etkileri, *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22 (1).

Partigöç, N. S. ve Çubukçu, K. M., 2017, Hava Kirliliği ve Kent İlişkisine Ampirik Bakış: Ekolojik Sürdürülebilirlik Ekseninde Bir Değerlendirme, *Akademia Disiplinlerarası Bilimsel Araştırmalar Dergisi*.

Serdar, A. ve TANER, K., 2017, Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi'ndeki Elektrik Üretim Tesisinin NO2 Ve CO Emisyonlarının ISC3-ST İle Modellenmesi.

Şengün, T. ve Kıranşan, K., 2012, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde çöl tozlarının hava kalitesi üzerine etkisi, *Türk Coğrafya Dergisi* (59).

URL1, 2018, Çin'de Hava Kirliliği Tehlikeli Boyutlarda, http://aa.com.tr/tr/dunya/cinde-hava-kirliligi-tehlikeli-boyutlarda/810860 - Erişim Tarihi : 10.01.2018:

URL2, 2018, Hava Kalitesi İndeksi, http://www.havaizleme.gov.tr/hava.html Erişim Tarihi: 17.02.2018:

Zeydan, Ö., 2014, Zonguldak Bölgesi PM10 Dağılımının Modellenmesi, *Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kocaeli.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	İBRAHİM KARAÇOBAN
Uyruğu	**:**	TÜRKİYE CUMHURİYETİ
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	ANKARA / 12-05-1991
Telefon	**:**	0 543 402 61 84
Faks	**:**	-
e-mail	**:**	ibrahimkaracoban@hotmail.com.tr

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	**İnönü Lisesi, Altındağ, ANKARA**	**2009**
Üniversite	:	**Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, KONYA**	**2014**
Yüksek Lisans	:	**Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, KONYA**	**-**
Doktora	:	**-**	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2014-Devam.	**Akçev Müh. Dan. Mad. Çev. İnş. San. Ve Tic. Ltd. Şti.**	**Deney Sorumlusu**

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR

Dursun, S., Karaçaoban, I., 2017, Particle Matter Pollution Measurement Modelling in PVC Production Factory, 23-25 October 2017, Çukurova University "International Health and Environment Conference (USCEK-2017) Poster Presentation number: 198