



**BİR AKÜ GERİ DÖNÜŞÜM TESİSİNDEN
KAYNAKLANAN EMİSYONLARIN ÇEVRESEL
ETKİ ALANLARININ AERMOD HAVA KALİTESİ
DAĞILIM MODELLEMESİ İLE BELİRLENMESİ**

Kübra BOZ

**2022
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Kadir ULUTAŞ**

**BİR AKÜ GERİ DÖNÜŞÜM TESİSİNDEN KAYNAKLANAN
EMİSYONLARIN ÇEVRESEL ETKİ ALANLARININ AERMOD HAVA
KALİTESİ DAĞILIM MODELLEMESİ İLE BELİRLENMESİ**

Kübra BOZ

**T.C.
Karabük Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Kadir ULUTAŞ**

**KARABÜK
Ocak 2022**

Kübra BOZ tarafından hazırlanan “BİR AKÜ GERİ DÖNÜŞÜM TESİSİNDEN KAYNAKLANAN EMİSYONLARIN ÇEVRESEL ETKİ ALANLARININ AERMOD HAVA KALİTESİ DAĞILIM MODELLEMESİ İLE BELİRLENMESİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Dr. Öğr. Üyesi Kadir ULUTAŞ

.....

Tez Danışmanı, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından Oy Birliği ile Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 14/01/2022

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Prof. Dr. Hamiyet ŞAHİN KOL (KBÜ)

.....

Üye : Prof. Dr. Selami DEMİR (YTÜ)

Çevrimiçi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Kadir ULUTAŞ (KBÜ)

.....

KBÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Hasan SOLMAZ

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü



“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Kübra BOZ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BİR AKÜ GERİ DÖNÜŞÜM TESİSİNDEN KAYNAKLANAN EMİSYONLARIN ÇEVRESEL ETKİ ALANININ AERMOD HAVA KALİTESİ DAĞILIM MODELLEMESİ İLE BELİRLENMESİ

Kübra BOZ

Karabük Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Dr. Öğr. Üyesi Kadir ULUTAŞ

Ocak 2022, 85 sayfa

Hava kalitesi bir insanın yaşamını büyük ölçüde etkilemektedir. İnsanların hayat kalitesi soludukları hava ile doğru orantılıdır. Hava kirliliğinin insanlar, hayvanlar, bitkiler ve eşyalar üzerinde birçok olumsuz etkisi bulunmaktadır. Türkiye sanayisinde önemli bir yere sahip olan Aksaray’da hava kalitesini etkileyen birçok sanayi kuruluşu bulunmaktadır. Bu tezde Aksaray’da bulunan bir akü geri dönüşüm tesisinden açığa çıkan CO, NO₂ ve PM₁₀ emisyonlarının Environmental Protection Agency (EPA) tarafından onaylanmış olan AERMOD View yazılımı kullanılarak çevreye olan etkileri kirlilik haritaları oluşturularak değerlendirilmiştir. Bu modele göre 2 farklı senaryo oluşturulmuştur. Oluşturulan 1. senaryoda mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı, topoğrafya ve meteorolojik şartlara göre CO, NO₂ ve PM₁₀ emisyonlarının modellenmesi yapılmıştır. 2. senaryoda mevcut emisyon hızı, topoğrafya ve meteorolojik şartlarda baca yüksekliği %50 azaltılarak CO, NO₂ ve

PM₁₀ emisyonlarının modellenmesi yapılmıştır. Tesis bacasında yapılan ölçümlerde tesisten kaynaklanan kirletici parametrelerinin Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği limit değerlerinin altında olduğu görülmüştür. Ayrıca yapılan bu 2 farklı modellemenin sonuçlarına göre Aksaray’da bulunan akü geri dönüşüm tesisinden açığa çıkan CO, NO₂ ve PM₁₀ emisyonlarının hava kalitesine etkisinin kabul edilebilir düzeyde bazı yerleşim alanlarını etkilediği görülmüştür.

Anahtar Sözcükler : Hava Kirliliği, AERMOD, Dağılım Modeli, Akü Geri Dönüşümü.

Bilim Kodu : 90312

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

DETERMINATION OF ENVIRONMENTAL EFFECTS OF EMISSIONS FROM BATTERY RECYCLING FACILITY BY USING AERMOD AIR QUALITY DISPERSION MODELING

Kübra BOZ

**Karabük University
Institute of Graduate Programs
Department of Environmental Engineering**

Thesis Advisor:

Assist. Prof. Dr. Kadir ULUTAŞ

January 2022, 85 pages

Air quality greatly affects a person's life. The quality of life of people is directly proportional to the air they breathe. Air pollution has many negative effects on people, animals, plants and things. In Aksaray, which has an important place in the Turkish industry, there are many industrial establishments that affect the air quality. In this thesis, the effects of CO, NO₂ and PM₁₀ emissions from a battery recycling facility in Aksaray on the environment were evaluated by using the AERMOD View software approved by the Environmental Protection Agency (EPA) by creating pollution maps. According to this model, two different scenarios were created. In the first scenario created, CO, NO₂ and PM₁₀ emissions were modeled according to the existing stack height, emission rate, topography and meteorological conditions. In the second scenario, CO, NO₂ and PM₁₀ emissions were modeled by reducing the chimney height by 50% under the current emission rate, topography and

meteorological conditions. In the measurements made at the facility chimney, it was observed that the pollutant parameters originating from the facility were below the limit values of the Industrial Air Pollution Control Regulation. In addition, according to the results of these 2 different models, it was seen that the effects of CO, NO₂ and PM₁₀ emissions from the battery recycling facility in Aksaray on the air quality affect some residential areas at an acceptable level.

Key Word : Air pollution, AERMOD, Distribution Model, Battery Recycling.

Science Code : 90312



TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca, bana her zaman destek olan, çalışmamın her safhasında yol gösteren, bilgi ve tecrübelerini paylaşmak için bana daima vakit ayıran başta çok değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Kadir ULUTAŞ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek Lisans eğitimim boyunca benden yardımlarını esirgemeyen ve her zaman yanımda olan Dr. Öğr. Üyesi Nesli AYDIN'a teşekkür ederim.

Çalışmanın modelleme aşamasında özveri ile yardım eden Mustafa TEL'e, veri temin imkanı sundukları için Öztuğrul Metal Nakliye İnşaat Maden Tarım Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi'ne teşekkür ederim.

Ayrıca yüksek lisans eğitimim boyunca maddi ve manevi desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen annem Nermin BOZ'a ve babam Mustafa BOZ'a teşekkürlerimi borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xv
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	3
HAVA KİRLİLİĞİ, AKÜ GERİ DÖNÜŞÜMÜ, AERMOD HAVA DAĞILIM MODELLEMESİ	3
2.1. HAVA KİRLİLİĞİ.....	3
2.1.1. Hava Kirliliği Kaynakları	4
2.1.1.1. Birincil Kaynaklar.....	4
2.1.1.2. İkincil Kaynaklar	5
2.1.2. Hava Kirliliğinin Çevreye Etkileri.....	6
2.1.2.1. Kirleticilerin Mülkiyet Üzerine Etkisi	6
2.1.2.2. Kirleticilerin Bitkiler Üzerine Etkisi.....	7
2.1.2.3. Kirleticilerin Hayvanlar Üzerine Etkisi	8
2.1.2.4. Kirleticilerin İnsanlar Üzerine Etkisi	8
2.1.3. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği	9
2.2. AKÜ GERİ DÖNÜŞÜMÜ	10
2.2.1. Akü Tanımı.....	11
2.2.2. Akü Çalışma Prensibi	12
2.2.3. Akünün Çevreye Olan Etkileri	13
2.2.3.1. Kurşunun İnsan Sağlığına Etkileri	14

	<u>Sayfa</u>
2.2.3.2. Akü Asidinin (Elektrolit) Zararları	15
2.2.3.3. Plastiğin Zararları.....	16
2.2.4. Atık Akü Geri Dönüşümü.....	16
2.2.4.1. Ön İşlemler.....	18
2.2.5. Akü Geri Dönüşüm Tesisinden Açığa Çıkan Kirleticiler.....	23
2.2.5.1. Azot Oksitler	23
2.2.5.2. Kükürt Dioksit	23
2.2.5.3. Karbonmonoksit.....	24
2.2.5.4. Toz	25
2.2.5.5. Hidroklorik Asit	26
2.2.5.6. Hidroflorik Asit.....	26
2.2.5.7. Uçucu Organik Bileşikler	27
2.2.5.8. Kurşun.....	28
2.2.6. Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği.....	28
2.3. AERMOD HAVA MODELLEMESİ	29
2.3.1. AERMOD Hava Modellemesi Tanımı	29
2.3.2. AERMOD Hava Modellemesinin Çalışması için Gerekli Bilgiler.....	31
2.3.3. AERMOD Hava Kalitesi Modeli Verileri	32
2.3.3.1. Emisyon Kaynakları.....	32
2.3.3.2. Alıcı Noktalar.....	33
2.3.3.3. Topoğrafya Yapısı	33
2.3.3.4. Meteorolojik Veriler	34
2.3.4. AERMOD Modelinin Çalışma Prensipleri	34
BÖLÜM 3	37
METERYAL METOT	37
3.1. FABRİKA HAKKINDA BİLGİ	37
3.1.1. Ölçüm Yapılacak Olan Baca Bilgileri	37
3.2. AKSARAY HAKKINDA BİLGİ	38
3.2.1. Coğrafi Konumu ve Coğrafyası.....	38
3.2.2. Aksaray'daki Hava Kalitesi Ölçüm İstasyonları	40
3.2.3. Aksaray İli'nin İklim Şartları.....	40
3.3. AKSARAY'A AİT VERİLER.....	40

Sayfa

3.3.1. AERMOD Hava Kalitesi Dağılım Modeli Çalışma Alanı	40
3.3.2. AERMOD Hava Kalitesi Modellemesinde Kullanılan Meteorolojik Veriler	41
3.3.2.1. AERMOD Modellemesinde Kullanılan 24 Saatlik Meteorolojik Yüzey Verileri	41
3.3.2.2. AERMOD Modellemesinde Kullanılan Bölgelere Ait 00/12 Saatlik Meteoroloji Yükseklik Verileri	43
3.3.2.3. AERMOD Modellemesinde Kullanılan Diğer Parametreler	44
 BÖLÜM 4	 46
MODELLEME ÇALIŞMALARI	46
4.1. UYGULANAN SENARYOLAR.....	46
4.1.1. Mevcut Şartlara Göre (Baca Yüksekliği, Emisyon Hızı ve Meteorolojik Şartlar) Modellemenin Yapılması	46
4.1.2. Mevcut Emisyon Hızı, Meteorolojik Şartlar ve Baca Yüksekliği %50 Azaltıldığında Modellemenin Yapılması	47
 BÖLÜM 5	 48
MODELLEME SONUÇLARI VE TARTIŞMA	48
5.1. MEVCUT ŞARTLARA GÖRE MODELLEMENİN SONUÇLARI	48
5.2. MEVCUT ŞARTLARDA BACA YÜKSEKLİĞİ %50 AZALTILDIĞINDA MODELLEMENİN SONUÇLARI	61
 BÖLÜM 6	 75
SONUÇLAR	75
 KAYNAKLAR	 79
 ÖZGEÇMİŞ	 85

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Otomobil (starter) akü.....	12
Şekil 2.2. Atık akü geri kazanımındaki süreçlerin akış şeması.....	19
Şekil 2.3. Elektroliz yöntemi akış şeması	21
Şekil 2.4. Alıcı (reseptör) noktaları.....	33
Şekil 2.5. Havada kirletici maddenin dağılımı.....	35
Şekil 2.6. Gauss formülü.....	36
Şekil 3.1. Aksaray ili'nin konumu	39
Şekil 3.2. Aksaray ilinde bulunan hava kalitesi ölçüm cihazlarının yerleri	40
Şekil 3.3. Aksaray'da AERMOD hava kalitesi dağılım modeli emisyon kaynağı ve çalışma alanı.....	41
Şekil 3.4. Meteorolojik veri setlerinin format dönüşüm şeması	44
Şekil 3.5. Aksaray rüzgar gülü grafiği.	45
Şekil 5.1. Mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre saatlik CO emisyon dağılımı.....	49
Şekil 5.2. Mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre 8 saatlik CO emisyon dağılımı.....	50
Şekil 5.3. Mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre 24 saatlik CO emisyon dağılımı.....	51
Şekil 5.4. Mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre yıllık CO emisyon dağılımı.	52
Şekil 5.5. Mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre saatlik NO ₂ emisyon dağılımı.	54
Şekil 5.6. Mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre 24 saatlik NO ₂ emisyon dağılımı.	55
Şekil 5.7. Mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre yıllık NO ₂ emisyon dağılımı.....	56
Şekil 5.8. Mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre saatlik PM ₁₀ emisyon dağılımı.....	58
Şekil 5.9. Mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre 24 saatlik PM ₁₀ emisyon dağılımı.....	59
Şekil 5.10. Mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre yıllık PM ₁₀ emisyon dağılımı.	60

Şekil 5.11. Mevcut emisyon hızı ve meteorolojik şartlarda baca yüksekliği %50 azaltıldığında saatlik CO emisyon dağılımı.	62
Şekil 5.12. Mevcut emisyon hızı ve meteorolojik şartlarda baca yüksekliği %50 azaltıldığında 8 saatlik CO emisyon dağılımı.	63
Şekil 5.13. Mevcut emisyon hızı ve meteorolojik şartlarda baca yüksekliği %50 azaltıldığında 24 saatlik CO emisyon dağılımı.	64
Şekil 5.14. Mevcut emisyon hızı ve meteorolojik şartlarda baca yüksekliği %50 azaltıldığında yıllık CO emisyon dağılımı.	65
Şekil 5.15. Mevcut emisyon hızı ve meteorolojik şartlarda baca yüksekliği %50 azaltıldığında saatlik NO ₂ emisyon dağılımı.	67
Şekil 5.16. Mevcut emisyon hızı ve meteorolojik şartlarda baca yüksekliği %50 azaltıldığında 24 saatlik NO ₂ emisyon dağılımı.	68
Şekil 5.17. Mevcut emisyon hızı ve meteorolojik şartlarda baca yüksekliği %50 azaltıldığında yıllık NO ₂ emisyon dağılımı.	69
Şekil 5.18. Mevcut emisyon hızı ve meteorolojik şartlarda baca yüksekliği %50 azaltıldığında saatlik PM ₁₀ emisyon dağılımı.	71
Şekil 5.19. Mevcut emisyon hızı ve meteorolojik şartlarda baca yüksekliği %50 azaltıldığında 24 saatlik PM ₁₀ emisyon dağılımı.	72
Şekil 5.20. Mevcut emisyon hızı ve meteorolojik şartlarda baca yüksekliği %50 azaltıldığında yıllık PM ₁₀ emisyon dağılımı.	73

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Ölçüm yapılan baca bilgileri.....	38
Çizelge 3.2. 24 saatlik yüzey meteorolojik verilerine ait istasyon bilgileri.	42
Çizelge 3.3. Saatlik meteorolojik yüzey veri seti içerik görüntüsü.	42
Çizelge 3.4. 00/12 saatlik meteoroloji yükseklik verilerine ait istasyon bilgileri.....	43
Çizelge 3.5. Aksaray'daki çalışma alanı için Kayseri'den alınan yükseklik veri seti içerik görüntüsü.....	44
Çizelge 3.6. Yıllık yüzey yansıma katsayıları.....	45
Çizelge 4.1. Senaryo 1 için gerekli modelleme verileri.	46
Çizelge 4.2. Senaryo 2 için gerekli modelleme verileri.	47
Çizelge 5.1. Mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı, meteorolojik şartlar ve topoğrafyaya göre oluşturulan CO emisyon sonuç raporu.....	53
Çizelge 5.2. Mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlarda oluşturulan NO ₂ emisyon sonuç raporu.....	57
Çizelge 5.3. Mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı, meteorolojik şartlar ve topoğrafyaya göre oluşturulan PM ₁₀ emisyon sonuç raporu.....	61
Çizelge 5.4. Mevcut emisyon hızı, meteorolojik şartlar, topoğrafya ve baca yüksekliği %50 azaltıldığında oluşturulan CO emisyon sonuç raporu. 66	
Çizelge 5.5. Mevcut emisyon hızı, meteorolojik şartlar, topoğrafya ve baca yüksekliği %50 azaltıldığında oluşturulan NO ₂ emisyon sonuç raporu.70	
Çizelge 5.6. Mevcut emisyon hızı, meteorolojik şartlar ve baca yüksekliği %50 azaltıldığı durumda oluşturulan PM ₁₀ emisyon sonuç raporu.	74

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

Ar	: argon
Cd	: kadmiyum
CH ₄	: metan
CO	: karbon monoksit
CO ₂	: karbon dioksit
H ⁺	: hidrojen
H ₂ O	: su
H ₂ S	: hidrojen sülfür
H ₂ SO ₄	: sülfürik asit
HC	: hidrokarbonlar
HCl	: hidrojen klorür
He	: helyum
HF	: hidroflorik asit
HF	: hidrojen florür
HNO ₃	: nitrik asit
HSO ₄	: bisülfat
Kr	: kripton
m ²	: metrekaare
N ₂	: azot
Na ₂ SO ₄	: sodyum sülfat
NaCl	: sodyum klorür
Ne	: neon
NO ₂	: azot dioksit
NO ₃	: azot trioksit
NO _x	: azot oksit
O ₂	: oksijen

O ₃	: ozon
Pb	: kurşun
PbO	: kurşun oksit
PbO ₂	: kurşun (IV) oksit
PbO ₂	: kurşun (IV) oksit
PbSO ₄	: kurşun (II) sülfat
PbSO ₄	: kurşun sülfat
PM ₁₀	: partikül madde
SO ₂	: kükürt dioksit
SO ₃	: kükürt trioksit
Tl	: talyum

KISALTMALAR

AERMOD	: Amerikan Meteoroloji Kurumu-Çevre Koruma Ajansı Düzenleyici Model
CALPUFF	: California Puff Modeli
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
ÇED	: Çevresel Etki Değerlendirme
EPA	: Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı
ISCST3	: The Industrial Source Complex Short Term Model Version 3
ISP	: Imperial Smelting Proses
KVS	: Kısa Vade Sınır
PM	: Partikül Madde
UOB	: Uçucu Organik Bileşik
UVS	: Uzun Vade Sınır
VOC	: Uçucu Organik Bileşik

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Geçmişten bugüne kadar meydana gelen teknolojik ve sosyolojik gelişmeler sonucunda sanayileşme hızlanmıştır. Sanayileşmenin bu kadar gelişmesi sonucunda da hava kirliliği artmaktadır. Dünya nüfusunun hızla artmasıyla ve ihtiyaç duyulan enerji kullanımı, endüstrinin gelişmesi ve şehirleşmeyle birlikte hava kirliliği artmaktadır. Hava kirliliği insan sağlığı ve diğer canlılar üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Atmosfer, yabancı maddelerin havaya karışmasıyla kirlenmektedir [1]. Hava kirliliği, önemli ihtiyaçlarımızdan olan enerji üretimi, ısınma ve ulaşım gibi faaliyetlerin sonucunda ortaya çıkan bir çevre kirliliği çeşididir. 20. yüzyılın ikinci yarısından sonra, hava kirliliğine bağlı olarak oluşan ölümler sebebiyle hava kalitesi ehemmiyet kazanmış ve bütün dünyada bu alanda çalışmalar yapılmıştır [2].

Gelişmiş olan ülkeler hava kalitesi hakkında çıkan yönetmeliklerinde hava kirleticilerinin sınır değerlerini çok düşük tutmaktadır. Ayrıca gelişmiş olan ülkeler temiz ve alternatif yakıtlar kullanmaya başlamıştır. Böylelikle hava kirliliği problemi gelişmiş olan ülkelerde oldukça azalmıştır. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde ise hava kirliliği en büyük sorunlardan bir tanesidir [2].

Bu çalışmanın ana amacı, Aksaray Organize Sanayi Bölgesinde bulunan akü geri dönüşüm fabrikasında oluşan CO, NO₂ ve PM₁₀ emisyonlarının atmosferdeki dağılımı ile çevresel etki alanını belirlemektir. Atmosferdeki dağılımlar AERMOD hava kalitesi dağılım modellemesi ile belirlenmiştir.

AERMOD hava dağılım modellemesi ile fabrikadan yayılan kirleticilerin maksimum konsantrasyona ulaştığı koordinat ve zaman çalışma alanı haritası üzerinde görülebilmektedir. Bu tez çalışmasına konu olan fabrikadan yayılan kirleticilerin

yaşam alanı üzerinde olumsuz etkiye sahip olmadığı ve kirleticilerin dağılımında baca yüksekliğinin en önemli faktörler arasında yer aldığı çalışmanın hipotezleridir.

Tez çalışmasında kirliliğin en yüksek olduğu zaman ve mekan belirlenmektedir. Böylece fabrika kaynaklı hava kirliliği dağılımını net bir şekilde ortaya konacak ve kirliliğin dağılımında baca yüksekliği faktörünün etkileri belirlenecektir.

Hazırlanmış olan bu tez çalışması 6 bölümden oluşmaktadır.

- Birinci bölüm “giriş” bölümü olup burada tez hakkında kısa açıklamalar yapılmıştır.
- İkinci bölümde hava kirliliği, akü geri dönüşümü ve AERMOD hava kalitesi dağılım modellemesi hakkında detaylı bir literatür taraması yapılmıştır.
- Üçüncü bölümde modellemenin yapılacağı Aksaray ili, akü geri dönüşüm fabrikası ve modelleme verileri hakkında detaylı bir biçimde bilgi verilmiştir.
- Dördüncü bölümde oluşturulan senaryolar hakkında bilgiler verilmiştir.
- Beşinci bölümde ise, her bir senaryo için AERMOD hava kalitesi dağılım modellemesi yapılmış ve oluşan kirlilik dağılım haritaları yorumlanmıştır.
- Altıncı bölümde çalışmanın sonuçları ayrıntılı olarak açıklanmış ve elde edilen veriler sonucunda değerlendirmeler yapılmıştır.

BÖLÜM 2

HAVA KİRLİLİĞİ, AKÜ GERİ DÖNÜŞÜMÜ, AERMOD HAVA DAĞILIM MODELLEMESİ

2.1. HAVA KİRLİLİĞİ

Atmosferde bulunan havanın içinde doğal bir şekilde bulunmayan partiküllerin ve gazların canlı hayatına ve ekosisteme zarar verecek miktarda ve uzun sürede havada bulunmaları hava kirliliği olarak tanımlanmaktadır [2]. En genel tanımıyla kirlilik bir ortam ya da bileşenin doğal yapısının değişmesi, bozulması ve bu olayların çevre ya da insanlar üzerinde olumsuz etkilere neden olacak düzeyde oluşmasıdır [1]. Hava kirliliği havada bulunan katı, sıvı ve gaz şeklindeki yabancı maddelerin ekolojik dengeye ve insan sağlığına zarar verecek oranda ve yoğunlukta bulunması ya da yapısına yabancı maddelerin girmesi sonucu insan sağlığını ve ekolojiyi olumsuz biçimde etkilenmesi demektir [1].

Soluduğumuz kükürt dioksit (SO_2), partikül madde (PM_{10}), nitrojen oksitler (NO_x) ve ozon (O_3) gibi kirleticilerin çevreyi ve sağlığı olumsuz etkileyecek seviyelerde olması hava kirliliği olarak tanımlanmaktadır. Bu kirlilik, atmosferdeki doğal süreçleri bozmakta ve toplum sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir ve son 30 yılda dünyada hava kirliliği seviyesi sürekli olarak izlenmektedir. Ancak hava kirliliği seviyesi sürekli izlenmesine rağmen kirlilik seviyeleri özellikle büyük şehirlerde güvenlik sınırlarını aşmaktadır [3].

Atmosfere dağılan kirleticiler katı, sıvı ve gaz halinde bulunurlar. Birkaç farklı kaynaktan dağılarak meydana gelen kirletici maddeler toz, is, sis, buhar, kül, duman vb. olarak havada bulunurlar. Atmosferde bulunan bu kirleticiler, atmosfere doğrudan verilen kirleticiler ve atmosferdeki kimyasal olaylar sonucu meydana gelen kirleticiler olmak üzere ikiye ayrılır. Havaya kirletici kaynaklar tarafından verilen

kirleticiler kükürt dioksit (SO₂), azot oksitler (NO_x), karbon monoksit (CO), hidrokarbonlar (HC) ve asılı vaziyette bulunan katı partiküllerdir [4].

2.1.1. Hava Kirliliği Kaynakları

Temiz havanın doğaya ve canlılara zarar verecek bir hale gelmesi kirletici adı verilen unsurların fazlalaşmasıyla meydana gelmektedir [5]. Atmosferin doğal bileşiminde bulunmayan ya da atmosferin doğal bileşiminde bulunduğu farklı miktarlarda olan maddelere yabancı madde ya da kirletici denir [6].

2.1.1.1. Birincil Kaynaklar

Birincil kirleticiler doğrudan bir kaynak vasıtasıyla atmosfere salınan ve değişmeyen kirleticilerdir [5]. Atmosfere bu kirleticileri bırakan kaynaklar da 2 ana grupta incelenir. Bunlar doğal kaynaklar ve yapay (antropojenik) kaynaklardır [7].

Doğal Kaynaklar

Tabiatta gerçekleşen doğal olaylar sebebiyle açığa çıkan maddeler hava kirlenmesine neden olmaktadır. Doğal hava kirliliği kaynakları, insanların hiçbir etkisinin olmadığı ve doğal olayların etkisi ile oluşan kirleticiler anlamına gelmektedir [1].

Hava kirlenmesine sebebiyet veren doğal kaynaklar şunlardır;

- Orman, bitki örtüsü ve anız yangınları
- Yanardağ/volkan faaliyetleri
- Okyanus spreyleri
- Buharlaşma ve biyojenik kaynaklar [1].

Antropojenik (Yapay) Kaynaklar

İnsanların neden olduğu kaynaklardır. Teknolojik imkânların artmasıyla birlikte yapay (antropojenik) kaynaklardan meydana gelen kirleticiler oluşma esnasında

(kaynakta) ya da sonradan (bacada) kontrol tedbirleri alınarak kontrolü yapılabilir. Bu sayede atmosfere salınacak kirletici miktarları oldukça aza indirilebilir [4].

Hava kirliliğinin kontrol edilebilmesi açısından yapay kaynaklar oldukça önemlidir. Yapay kaynaklarda farklı şekillerde sınıflandırılmaktadır. Yapay (antropojenik) kaynaklar da kaynağın fiziksel olarak yerinin zamana bağlı olarak değişip değişmemesine göre "sabit kaynaklar" ve "hareketli kaynaklar" olmak üzere 2'ye ayrılır [4].

Sabit Kaynaklar: Kirletici kaynağının yeri sabitse ve zamanla yeri değişmiyorsa bunlar sabit kaynaklardır. Sabit kaynaklara örnek olarak evsel ısınma tesisleri, termik santraller ve sanayi tesisleri verilebilir [4].

Sabit kaynaklar ayrıca duman davranışı bakımından “noktasal kaynaklar” ve “alan kaynaklar” olarak 2'ye ayrılır. Bir üretim faaliyetinden sonra meydana gelen hava kirleticilerin tek noktadan (bacadan) atmosfere salındığı kaynaklara noktasal kaynaklar, kirleticilerin geniş bir alanda atmosfere yayıldığı kaynaklara ise alan kaynak denmektedir. Açık ocak şeklinde üretim yapılan maden ocakları alan kaynağa, bacası bulunan fabrikalar ise noktasal kaynağa örnek olarak verilebilmektedir [4].

Hareketli Kaynaklar: Hava kirliliğine sebep olan kaynağın yeri zamanla değişiyor ise bu kaynaklara hareketli kaynaklar denir. Hareketli kaynaklara örnek olarak hareket halindeki taşıtlar verilebilmektedir [4].

2.1.1.2. İkincil Kaynaklar

Bir kaynak vasıtasıyla direkt bir şekilde atmosfere salınmayıp, atmosferik reaksiyonların etkisiyle birlikte sonradan oluşan kirleticiler ikincil kirleticilerdir [7].

İkincil kirleticiler; doğrudan bir kaynaktan atmosfere atılmış kirleticiler değildir. İkincil kirleticiler atmosferdeki fiziksel, kimyasal ya da biyokimyasal reaksiyonların etkisiyle sonradan oluşurlar. Atmosferik dinamiklerin de etkisiyle oluşan en bilinen ikincil kirletici ozondur. Kükürt Trioksit (SO_3), Sülfürik Asit (H_2SO_4), aldehytler,

ketonlar, asitler bu yolla üretilmiş kirleticilere örnek olarak verilebilir. Partikül maddeler hem birincil hem de ikincil kirleticiler sınıfına girmektedir [8].

2.1.2. Hava Kirliliğinin Çevreye Etkileri

Kirletici tanım olarak insanlara, hayvanlara, bitki örtüsüne veya malzemeye zarar verebilecek herhangi bir maddedir. Tehlikeli kimyasallar kazara çevreye bulaşabilir ancak endüstriyel tesislerden ve diğer faaliyetlerden bir takım hava kirleticileri salınmakta ve insan sağlığı ve çevre üzerinde olumsuz etkilere neden olabilmektedir [9].

İnsanlar için en önemli olan gaz oksijendir. Kirletici gazların havada bulunması olduğu kadar havadaki oksijen miktarının azlığı da, temiz havanın bileşiminde yer alan gazların oranındaki değişim de hava kirliliği olarak adlandırılmaktadır. Nüfus miktarında artış, kentleşme, ulaşımın yoğunlaşması ve sanayileşme hava kirliliği artışını da beraberinde getirmektedir. Bu olaylar solunan havanın içeriğindeki etkilerini artırmaktadır. Ulaşım, endüstri ve ısınmadan kaynaklanan kirleticiler hava kirliliğinin en önemli etkenlerini oluşturmaktadır. Ayrıca meteorolojik olaylar, topoğrafik yapı, dispersiyon ve kimyasal dönüşüm süreçleri de hava kirliliği ve iklim üzerinde çok önemli olan olumsuz etkilere sebep olmaktadır [10].

Yeryüzüne kirletici kaynaklardan dağılan kirleticilere örnek olarak kükürt dioksit, azot oksitler, karbon monoksit, hidrokarbonlar ve havada asılı olan katı partiküller verilebilmektedir. Bu kirleticilerle atmosferde oluşan kimyasal reaksiyonların en önemlisi fotokimyasal olaylardır. Fotokimyasal olaylardan en önemlisi olan floroklorokarbonlar, güneşten yayılan zararlı ışınlarla karşı atmosferi koruyan ozon tabakasında çok büyük zararlara sebebiyet vermektedir [4].

2.1.2.1. Kirleticilerin Mülkiyet Üzerine Etkisi

Kirleticilerin eşyalar üzerinde de birçok etkisi bulunmaktadır. En çok bilinen etkisi ise bina cephelerinde, kumaşlarda ve eşyalar üzerinde lekeler meydana getirmesidir. Bunların yüzeylerinde smogların birikmesiyle birlikte 0,3 µ büyüklüğünde

bozulmalar ve lekelenmeler oluşmaktadır. Zaman geçtikçe eşyaların yüzeylerinde oluşan bu birikmeler yüzeyi tahrip etmektedir ya da renk değişimine sebep olmaktadır. Ayrıca hava kirliliği aynı zamanda korozyonu da hızlandırmaktadır. Ayrıca ozon, kauçuk ve lastik gibi malzemelerin esnekliğini de yok etmektedir. Ayrıca H₂S kurşunlu boyalara da son derece zarar vermektedir. Nemli havalarda boyanın içerisinde bulunan kurşunlar tepkimeye girerek kurşun sülfür bileşiğinin oluşmasına sebebiyet vermektedir [6].

2.1.2.2. Kirleticilerin Bitkiler Üzerine Etkisi

Havada bulunan kirleticiler atmosferin doğal yapısını ve bileşimini bozmakta ve canlılar üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır [11]. Hava kirliliğinin bitkilere verdiği zararlar; [6].

- Yaprak dokularını zedeler.
- Yaprakları sarartır veya başka renklere dönüştürerek yeşilliğini kaybettirir.
- Bitkilerin büyümesini yavaşlatır.

Yem bitkileri, süs bitkileri ve sebzeler hava kirlenmesinden oldukça etkilenmektedir. Bitkilerin büyüme hızlarında yavaşlama meydana gelir, meyvelerin boyutlarında değişimler olur ve besin değeri düşer. Ayrıca bitkilerin çiçeklerinde de tahribata yol açmaktadır. Kükürt dioksit yonca, pamuk, buğday ve elma türlerine; florlu bileşikler çayır ve çam kozalarına; ozon domates, patates, tütün, benekli fasulye ve ıspanak gibi bitkilere zarar vermektedir [6].

Hava kirliliğinin bitkiler üzerindeki etkilerini azaltmak için alınacak bazı tedbirler şunlardır; [11].

- -NO₂ ve SO₂ gibi gazları arıtmak için desülfirizasyon tesisleri kurulması sağlanmalıdır.
- Jeotermal kaynaklar ve güneş enerjisi gibi kirlilik oluşturmeyen ya da az miktarda kirlilik oluşturan enerji kaynakları kullanılmalıdır.
- -Araçlara egzozlarından çıkan gazları tutacak katalizör takılmalıdır.

- -Yerleşim yoğunluğu azaltılmalıdır.
- -Hava kirliliği hakkında insanlar eğitilmelidir [11].

2.1.2.3. Kirleticilerin Hayvanlar Üzerine Etkisi

Ülkemizde ve gelişmiş ülkelerde hayvancılık ile uğraşan işletme sayısı oldukça artmaktadır. Bu artış ile birlikte hayvancılık bir endüstri dalı olarak karşımıza çıkmaktadır [12]. Hava kirliliğinin hayvanlar üzerinde de oldukça fazla olumsuz etkisi bulunmaktadır. Geçmişte meydana gelen büyük hava kirliliği olaylarında kirleticiler hayvanlara büyük zararlar vermiştir. Hayvanlar üzerinde kronik zehirlenmeler olmaktadır [6]. Bu kronik zehirlenmeler yem bitkilerinde absorbe edilen kirleticilerden oluşmaktadır. Arsenik, kurşun ve molibden bu zehirlenmelere sebep olan ağır metallerdir. Örneğin 1955 yılında atlar ve sığırlar çinko ve kurşundan zehirlenmişlerdir. Florlu bileşikler de sığırlar ve koyunlarda diş hastalığına neden olmaktadır [6].

2.1.2.4. Kirleticilerin İnsanlar Üzerine Etkisi

Hava kirliliğinin insan sağlığı üzerinde birçok etkisi bulunmaktadır. Hava kirleticileri düşük konsantrasyonlarda olsa bile kanserojen etkileri oldukça fazladır. Kirlilik ile alerjik solunum yolu hastalıkları arasında bir ilişki bulunmaktadır. Bu anlamda ana kirleticiler nitrik oksit, ozon ve partikül maddedir. Hava kirleticilerinin neden olduğu hastalıkların başında akciğer kanseri, bronşit, eklem romatizması, raşitizm ve birçok kalp hastalıkları gelmektedir. Ayrıca hava kirliliği göz yanmaları, görme bulanıklığı, nefes darlığı, iştahsızlık, kan zehirlenmesi gibi hastalıklara da sebebiyet vermektedir [13,14].

Hava kirleticileri içinde en çok bilinen partiküllerden bir tanesi de kurşun partikülleridir. Yapılan araştırmalara göre kurşun tanelerinin kırmızı kan hücrelerinin gelişmesine ve olgunlaşmasına etki etmektedir. Kurşun partikülleri kanda ve idrarda bulunmaktadır. Bir diğer araştırmaya göre ise şehirde yaşayan insanlar da bulunan kurşun miktarının kır yerleşmelerinde yaşayan insanlara göre daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca sigara da insanlardaki kurşun miktarını artırmaktadır. İnsan

vücudundaki kurşun miktarı ayrıca içilen su ve yenilen gıda ile birlikte de artmaktadır [6].

2.1.3. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayınlanan 03.07.2009 tarih ve 27277 sayılı resmi gazetede yürürlüğe giren Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik hava kalitesinin değerlendirilmesinde en çok kullanılan yönetmeliklerden bir tanesidir.

Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin amacı, enerji üretim ve sanayi tesislerinin faaliyeti ile havaya yayılan gaz, buhar, is, duman, toz ve aerosol halinde bulunan emisyonları kontrol altına almak, insanı ve etrafını hava kirlenmelerinden doğacak tehlikelerden korumak, hava kirliliği nedeniyle çevrede oluşan umuma ve komşuluk ilişkilerine zararlar veren olumsuz etkileri gidermektir. Ayrıca bu etkilerin ortaya çıkmasını engellemeye ilişkin usul ve esasları belirlemek bu yönetmeliğin amaçlarındandır [15].

Hava kalitesinin belirlenmesinde tesis etki alanında hava kalitesi sınır değerleri kullanılmaktadır. Bu değerler Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Tesis etki alanında hava kalitesi sınır değerleri [15].

Parametreler	Süresi	Birimi	YIL						2024 ve sonrası
			2014	2015	2016	2017	2018	2019-2023	
SO ₂	Saatlik (bir yılda 24 defadan fazla aşılmaz)	µg/m ³	500	470	440	410	380	350	350
	24 saatlik		250	225	200	175	150	125	125
	UVS		60	60	60	60	60	60	60
	**Yıllık ve kış dönemi (1 Ekim-31 Mart)		20	20	20	20	20	20	20
NO ₂	Saatlik (bir yılda 18 defadan fazla aşılmaz)	µg/m ³	300	290	280	270	260	250	200*
	Yıllık		60	56	52	48	44	40*	40
Havada Asılı Partikül Madde (PM 10)	24 saatlik (bir yılda 35 defadan fazla aşılmaz)	µg/m ³	100	90	80	70	60	50	50
	Yıllık		60	56	52	48	44	40	40
Pb	Yıllık	µg/m ³	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5
CO	Maksimum günlük 8 saatlik ortalama	mg/m ³	16	14	12	10	10	10	10
Cd	UVS	µg/m ³	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
HCl	KVS	µg/m ³	150	150	150	150	150	150	150
	UVS		60	60	60	60	60	60	60
HF	Saatlik	µg/m ³	30	30	30	30	30	30	30
	KVS		5	5	5	5	5	5	5
H ₂ S	Saatlik	µg/m ³	100	100	100	100	100	100	100
	KVS		20	20	20	20	20	20	20
Toplam Organik Bileşikler (karbon cinsinden)	Saatlik	µg/m ³	280	280	280	280	280	280	280
	KVS		70	70	70	70	70	70	70
Çöken toz	KVS	mg/m ² gün	390	390	390	390	390	390	390
	UVS		210	210	210	210	210	210	210
Çöken tozda	Pb ve bileşikleri	mg/m ² gün	250	250	250	250	250	250	250
	Cd ve bileşikleri		3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75
	Tl ve bileşikleri		5	5	5	5	5	5	5

*Sınır değer 2024 yılı hedeflerine ulaşılan kadar yıllık eşit olarak azaltılacaktır.

** Eko sistemin korunması

2.2. AKÜ GERİ DÖNÜŞÜMÜ

Son zamanlarda kurşun tüketimi oldukça fazlalaşmıştır. Özellikle geri dönüşümü mümkün olan ve içeriğinde kurşun bulunan ürünlerin kullanımı önemli miktarda artmıştır. Hurda akümülatörler geri dönüştürülebilir kurşun içerikli ürünlerin başında gelmektedir. Son yıllarda akü geri dönüşümü yatırımcıya getirdiği kar nedeniyle oldukça gelişmiştir [16].

Hurda akülerin içerisinde bulunan kurşunun geri dönüşümü yapılabilmektedir. Ayrıca kurşun ve kurşun bileşikleri haricinde atık akülerde bulunan plastik ve diğer değerli malzemelerin geri dönüşümü de lisansı bulunan firmalar aracılığıyla sağlanmaktadır. Ancak akü asidi olarak kullanılan sülfürik asidin bertarafı yapılamamaktadır. Sülfürik asit çevreye oldukça zarar vermektedir [16,17].

Kurşun toksik bir metaldir. Ayrıca geri kazanılması gereken doğal bir kaynaktır. Bu metalin giderimi konvansiyonel yöntemlerle yapılabilmektedir [18]. Amerikan Çevre Koruma Ajansı (EPA), kurşunu altı kritik hava kirleticilerinden biri olarak görmektedir [19]. Kurşun birçok endüstriyel ve madencilik kaynağından ortaya çıkmaktadır. İnorganik halde bulunan kurşun suda +2 değerlikli olarak bulunmaktadır. Kurşun, doğal su sistemlerine de dahil olmaktadır [20].

2.2.1. Akü Tanımı

Kimyasal olarak enerji depolayabilen ve gerektiğinde oluşan bu kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine çevirebilen cihazlara akü (akümülatör) denilmektedir [17]. Ayrıca Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği'nin dördüncü maddesinde akü “kimyasal enerjinin doğrudan dönüşümü ile üretilen elektrik enerjisi kaynağı” olarak tanımlanmaktadır [21]. Akümülatörlerin bir diğer anlamı ise akım toplardır. Akümülatörler kendi içerisinde akım üreten bir sisteme sahiptir [17].

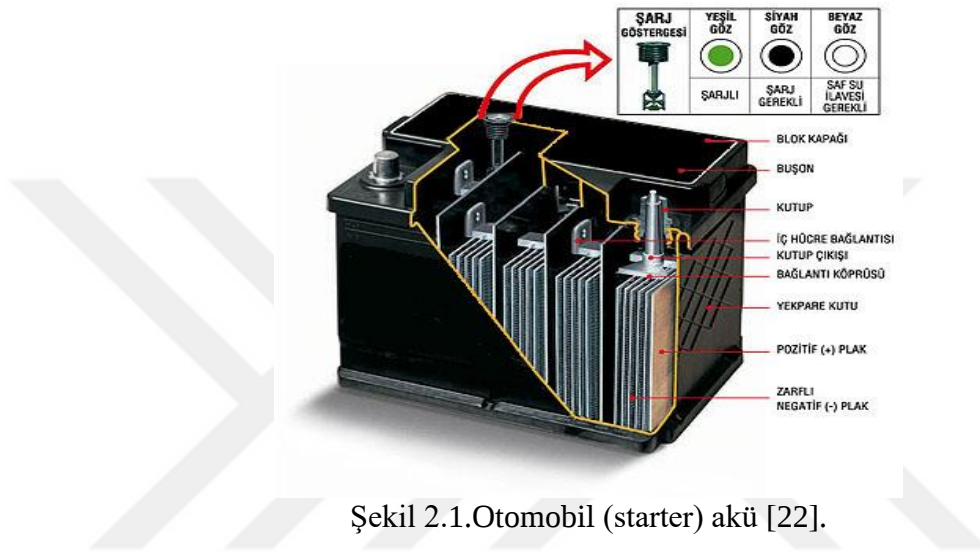
Akülerin 3 temel görevi bulunmaktadır;

- Şarj sisteminde meydana gelen elektrik enerjisini kimyasal enerjiye çevirerek depo eder.
- Gerekli olan durumlarda kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine çevirir ve geri verir.
- Elektrik devrelerinde gerilim dengesini sağlamaktadır [17].

Basit bir starter akünün görünümü Şekil 2.1’de gösterilmiştir. Aküler genel olarak 2’ye ayrılır [22].

1-Starter Aküler (SLI, Başlatma, Aydınlatma, Ateşleme): Otomobiller, hafif ticari araçlar, ağır ticari araçlar, deniz araçları, motosikletler, golf araçları, bahçe araçları.

2-Endüstriyel Aküler, (Stasyonel, Traksiyonel ve özel amaçlı kullanım aküleri): Telekom santralleri, enerji santralleri, forkliftler, kesintisiz güç kaynakları.



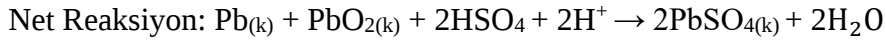
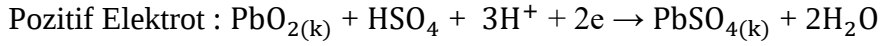
Şekil 2.1.Otomobil (starter) akü [22].

Avrupa Komisyonu, AB pazarına sunulan pil sayısının önümüzdeki yıllarda keskin bir şekilde artacağını düşünmektedir. Bu durum özellikle şehirlerde yaşayan büyük ve artan nüfustan kaynaklanabilmektedir. Ayrıca, AB'de elektrikli araç pazarı büyümeye devam etmektedir. 2025 yılına kadar AB'deki toplam pil depolama kapasitesinin 11.500 MW ile 14.500 MW arasında olacağı düşünülmektedir [23,24]. Bu nedenle atık pil ve akümülatörlerin yönetim sisteminin güçlendirilmesine ihtiyaç olduğu açıktır [25].

2.2.2. Akü Çalışma Prensibi

Kurşun asit aküler, elektrot için kurşunu, elektrolit olarak seyreltilmiş sülfürik asiti kullanan akülerdir [21]. Kurşun asit aküler mantık olarak yükleme-boşaltma mantığını kullanmaktadır [26].





Yukarıdaki deşarj reaksiyonu esnasında elektrotta bulunan pasta elektrolitte bulunan sülfatla etkileşime girerek PbSO_4 oluşmasına neden olmaktadır. Deşarjla geçen süre uzadıkça pastada bulunan aktif madde (Pb , PbO , PbO_2) azalmakta ve PbSO_4 miktarı artmaktadır. Aküye yükleme işlemi yapılarak oluşan bu reaksiyon tersine çevrilebilir. Bu esnada ise sülfat iyonları elektrolite geri verilmektedir [27]. Bu yapılan şarj-deşarj olayı akünün ömrü son bulana kadar sürekli yapılabilmektedir. Fakat geri dönüşümü mümkün olmayan bazı mekanizmalardan dolayı akünün ömrü bitmektedir [27]. Izgara ve plakalarda anodik korozyon, aktif maddelerin bozunması (pastanın dökülmesi, tortu oluşumu), geri dönüşümü mümkün olmayan sülfat oluşumu, kısa devreler, su kaybı gibi temel nedenlerden dolayı akülerin ömrü dolabilir. Akülerin ömrünün dolmasındaki temel sebepler ayrı ayrı olabileceği gibi bir arada da olabilmektedir [28]. Akülerin ömrünün dolmasındaki temel sebepler sonucunda ızgara üzerinde gerçekleşen reaksiyonlarda azalma meydana gelmektedir. Ayrıca pasif PbSO_4 oluşumu ile birlikte artık yükleme gerçekleşmeyeceği için aküler hurdaya çıkarılmaktadır [29].

Akü deşarj olduğunda her iki elektrotta bulunan aktif maddelerde elektro-kimyasal bir değişim oluşmaktadır. Akünün çalışma prensibi negatif elektrottaki maddenin oksijenle reaksiyona girerek elektronlarını serbest bırakmasıdır. Yani daha negatif bir hale gelmesidir. Böylelikle pozitif elektrotta bulunan madde azalarak elektrot daha pozitif hale gelmektedir. Böylelikle elektronlar pozitif ve negatif kutupları birleştiren bir devre vasıtasıyla elektrotlar arasında dolanmaktadır [30].

2.2.3. Akünün Çevreye Olan Etkileri

Aküler 3 ana malzemeden oluşmaktadır. Bu malzemeler kurşun, sülfürik asit ve plastiktir. Bu malzemelerin hepsinin çevreye farklı farklı etkileri bulunmaktadır. Aküler uygun koşullarda saklanmalı ve koruma önlemleri alınarak geri dönüşümü sağlanmalıdır. Ancak bu önlemler alınmadan çevreye doğrudan bırakılan aküler çevreye büyük zararlar vermektedir. Bu akülerin doğaya bırakılması ile birlikte

evreyeye kurşun, kurşun bileşikli sülfürik asit ve atık plastik yayılmaktadır. Bu sebeple kaynak suları, içme suları, göller, denizler ve toprak kirlenmektedir. Bu kirlenmeler ile birlikte topraklarda çoraklaşma bitkilerde ise kurumalar meydana gelmektedir. Ayrıca bazen insanlar akünün içerisindeki kurşunu çıkararak kurşun elde etmek için aküleri yakmaktadır. Bu yanma ile bacadan havaya karışan kurşun emisyonunda artış ile birlikte havadaki denge bozularak hava kirliliğı meydana gelmektedir [17].

2.2.3.1. Kurşunun İnsan Sağlığına Etkileri

Kurşun özellikle gelişmekte olan ölkelerde halk sağlığı için gerçek bir tehdittir. Buna göre, bu metalin tehlikelerini engellemek için iş ve halk sağlığı adına büyük çaba sarf edilmiştir. Yüksek düzeyde kurşuna maruz kalmak savunmasız olan insan vücudunu olumsuz yönde etkilemektedir [31]. Kurşun, hava, su ve gıda kaynaklarına maruz kalma yoluyla tüm biyolojik sistemleri etkileyen en tehlikeli ve kümülatif çevresel kirleticilerden biri olarak kabul edilmektedir [32]. Kurşun zehirlenmesi insanlık tarafından yüzyıllar öncesinden beri bilinmektedir. Kurşun zehirlenmeleri 18. yüzyıldaki sanayi devrimleri sırasında ortaya çıkmıştır. Kurşunun vücutta biyolojik olarak bilinen bir işlevi yoktur ve bu nedenle vücuda girdiğinde kalıcı olabilecek ve ölüme yol açabilecek ciddi sağlık etkilerine neden olur [31].

Tüm ağır metal zehirlenmeleri arasında kurşun zehirlenmesi oldukça fazla görülmektedir. Kurşun kullanımı eski zamanlardan beri oldukça fazladır ve önemli fiziko-kimyasal özelliklerinden dolayı tüm dünyada kullanılmaktadır. 17. yüzyıldan itibaren sanayileşmenin başlamasıyla birlikte kullanımı fazlalaşmıştır. Bu nedenle insanlarda toksisiteye neden olmaktadır. Özellikle oyun alanlarının yakınında kurşunla ilgili mesleklerin olduğu sitelerde bulunan çocuklar daha yüksek risk altındadır. Mesleki olarak kurşuna maruz kalan işçiler de kurşun zehirlenmesi riski altındadır. Mesleki olarak kurşuna maruz kalan insanlar kurşunla ilgili risklerden kaçınmak için kanlarındaki kurşun seviyeleri için sık sık kontrol edilmelidir. Vücutta kurşundan etkilenmeyen hemen hemen hiçbir fonksiyon yoktur. Kurşun toksisitesi sindirim sistemi, sinir sistemi, solunum sistemi, üreme sistemi fonksiyonlarını bozmaktadır. Ayrıca kurşun, enzimlerin normal aktivitelerini gerçekleştirmesini

engeller. Kurşun, normal DNA transkripsiyon sürecini bile bozar ve kemiklerde sakatlığa neden olur [33].

Kurşunun hava, su ve toprağa vereceği zararlı etkileri en aza indirmek ve önlemek için Türkiye’de çeşitli yönetmelikler yayınlanmıştır. Bu yönetmeliklerden bazıları şunlardır.

- 08.06.2010 tarih ve 27605 sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren “Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirilenmiş Sahalara Dair Yönetmelik”
- 03.07.2009 tarih ve 27277 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan “Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği”
- 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği”
- 06.06.2008 tarih ve 26896 sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren “Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği”.

2.2.3.2. Akü Asidinin (Elektrolit) Zararları

%40-45 sülfürik asit ve %55-60 saf suyun birleşimiyle elektrolit meydana gelmiştir. Bütün asitlerde bulunan korozyon yapıcı sülfürik asitte aktiflik açısından oldukça fazladır. Sülfürik asit insan vücuduna temas ettiğinde deri ve alt katmanlarında bulunan kas ve kemik dokusunu yakmakta ve eritmektedir. Sülfürik asit insan vücudunun büyük bir kısmına yada hayati organlara temas ettiğinde ise ölümle sonuçlanabilmektedir. Sülfürik asit buharının çok solunmasıyla birlikte akciğer hastalıkları, solunum yollarında iltihaplanma veya kanser riski artmaktadır [17].

Sülfürik asit reaksiyona girebilme özelliğinden dolayı da oldukça tehlikelidir. Sülfürik asit yanıcı özelliği olan malzemeleri tutuşturacak ısıyı üreterek diğer kimyasallarla reaksiyona girebilmektedir. Çeşitli metal bileşikleri sülfürik asitle reaksiyona girerek kolayca çözünür. Bu çözünme ile birlikte son derece yanıcı özelliğe sahip olan hidrojen gazı açığa çıkabilmektedir [21].

2.2.3.3. Plastiğin Zararları

Akü imalatında plastikler de oldukça kullanılmaktadır. Plastikler genel olarak akü kabı ve seperatör yapımında kullanılmaktadır. Plastikler çöpe atıldığı zaman çürüme yapmaz, paslanmaz, çözünmez, biyolojik olarak bozulmaz ve yıllarca aynı şekilde kalmaktadır. Örneğin bazı plastikler doğada yaklaşık 700 yıl bozulmadan kalmaktadır. Plastikler suyu ve toprağı kirletmektedir. Ayrıca plastikler suda yaşayan canlılara zarar vererek onların ölümüne bile neden olabilmektedir [21].

2.2.4. Atık Akü Geri Dönüşümü

İnsanlar tarafından kullanılan akülerin geri dönüşümü gelişmiş ülkelerde oldukça çok kullanılan bir yöntemdir. Kurşunun birincil üretimi ikincil üretimine göre oldukça pahalıdır. Bu sebeple ikincil üretimden faydalanmak daha cazip bir hal almaktadır. Akülerin içeriğinde bulunan kurşun miktarının fazla olması, çevreyi kirletmesi ve geri dönüşümünün kolay olması sebebiyle ülkeler tarafından akü geri dönüşümü avantajlı bir yöntemdir [17, 21]. Gelişmekte olan ülkelerde bile geri dönüşüm, ucuz olmasından dolayı elle yapılan teknikler ile yürütülmektedir. Geri dönüştürülen aküler kırılır, akülerin içleri boşaltılır, ayrılır ve el ile fırınlara konmaktadır. Çıkarılan kurşun temizlenmekte ve daha sonra elle külçelere konulmaktadır. Bu durum da işçiler, etrafta yaşayan insanlar ve çevre için potansiyel tehlike oluşturmaktadır [21].

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın yayınladığı 31.08.2004 tarih ve 25569 sayılı Resmi Gazetede yürürlüğe giren Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği'ne göre piyasada bulunan bütün akülerin hurda olması durumunda lisansı bulunan alanlarda depolanması gerektiği ve akülerin geri kazanımlarının da lisansı bulunan tesislerde yapılması gerekmektedir [34].

Gelişmekte olan ülkelerde kurşun metalinin geri dönüşümü, hem endüstriyel imkanlarla hem de resmiyeti olmayan küçük girişimlerle yapılmaktadır. Geri dönüşümü mümkün olan ve geri dönüşümü yapılan atıklar arasında aküler diğer atıklara göre oldukça büyük bir paya sahiptir. Endüstriyel kurşun eriticileri ikincil

kurşun metalini eritmek için ızgara metali ve kurşun içeren bir karışım kullanmaktadır. Resmiyeti olmayan küçük girişimciler ise lehim veya balık ağıları için kullanılan ağırlıkları üretmek için kullanılmış akülerin metalik kısımlarını kullanmaktadır. Geri kalan kısımları ise atılmaktadır [17, 21]. Atık akü miktarları ile bunlardan geri kazanılan kurşun miktarları arasında sabit sayılabilecek bir oran bulunmaktadır. Bu oran her yıl için ortalama %60 civarındadır. Geri kazanım süreçleri tam olarak çalıştığı takdirde bu belirlenen oran, akülerin ne miktarda kurşun içerdiğine bağlı olarak değişim göstermektedir [33].

Akü geri dönüşümünde kullanılan 2 proses bulunmaktadır. Birincisi akünün bileşenlerinden ayrılması ve her birinin ayrı olarak işlem görmesidir. İkincisi ise akü asitinin ayrıştırılarak geriye kalan plastik ve kurşunun birlikte işlem görmesidir. Birinci prosesin avantajı akünün her bir parçasının geri kazanılmasını sağlamasıdır. İkinci yöntemde ise kurşun ve akü asidi geri kazanılabilmektedir. Ayrıca ikinci yöntem ekonomiktir ancak çevre yönünden riski bulunmaktadır. [17].

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın yayınladığı 31.08.2004 tarih ve 25569 sayılı resmi gazetede yürürlüğe giren Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği'ne göre atık akümülatör geri kazanım ve geçici depolama tesislerinin bazı şartlara uyması gerekmektedir. Bu şartlardan bir kısmı şunlardır [21].

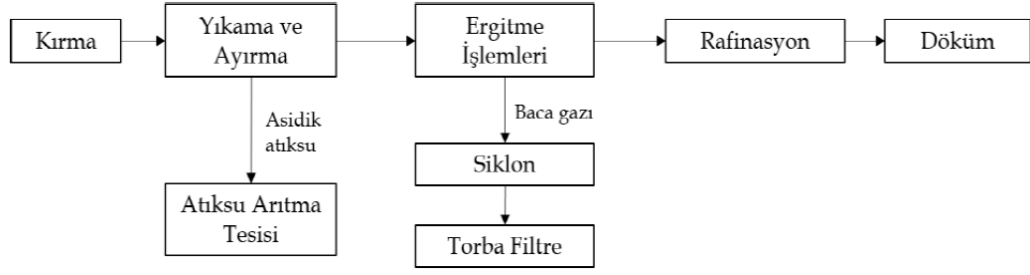
- Atık akümülatör geri kazanım ve geçici depolama tesislerinde giriş bölümü, atık akümülatör kabul ünitesi, atık akümülatör proses bölümü ve diğer çalışma bölümlerinin olması gerekmektedir.
- Atık akümülatör geri kazanım ve geçici depolama tesislerinin atık akümülatör nakliye araçlarının giriş çıkışına uygun olması gerekmektedir.
- Atık akümülatör geri kazanım ve geçici depolama tesislerinin çevresinin koruma altına alınması, giriş ve çıkışın denetlendiği bir çit veya duvar olması, alana personelden başkasının izinsiz girmesinin yasaklanması gerekmektedir.
- Atık akümülatör geri kazanım ve geçici depolama tesislerinin alanının atık akümülatörle temasta olan kısımlarında zemin geçirimsizliğinin sağlanması, bu amaçla, kalınlığı en az 25 cm olan betonarme veya asfalt zeminin

yapılması ve duvarların aside karşı dayanıklı malzeme ile kaplanması gerekmektedir.

- Atık akümülatör geri kazanım ve geçici depolama tesislerinde bulunan sızdırma ve akıntı yapmayan atık akümülatörlerin en fazla 5 tanesi üst üste konulması, sızdıran akümülatörlerin ise sızdırmaz polipropilen kaplarda muhafaza edilmesi gerekmektedir.
- (Değişik: RG 3/3/2005-25744) Atık akümülatörlerin içerisinde bulunan asitler için deşarj izni alınmış arıtma üniteleri ve asit nötralizasyon ünitesi bulunması gerekmektedir.
- Atık akümülatör geri kazanım ve geçici depolama tesislerinde bulunan atık kabul alanı ve işletme alanının yağmura karşı korunması gerekmektedir.
- Atık akümülatör geri kazanım ve geçici depolama tesislerinin sahasında ortaya çıkan yağmur suları, yıkama ve benzeri atık suların ayrı toplanarak, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde yer alan sınır değerlere uygun şekilde arıtılması gerekmektedir.
- Atık akümülatör geri kazanım ve geçici depolama tesislerinin içinde meydana gelebilecek döküntü ve sızıntıları önlemek amacıyla gerekli tertibat ve emici malzemelerin bulundurulması ve bu malzemelerin tesis içinde kolay şekilde kullanılabilmesini sağlayacak uygun noktalarda depolanması gerekmektedir.
- Atık akümülatör geri kazanım ve geçici depolama tesislerinin çalışma alanlarında oluşan gürültünün, 11/12/1986 tarihli ve 19308 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Gürültü ve Kontrol Yönetmeliği kriterleri doğrultusunda en son tekniklerle mümkün olduğunca azaltılması, vibrasyona ve çevre kirliliğine neden olacak noktalarda gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir.

2.2.4.1. Ön İşlemler

Ön işlemler genel olarak fiziksel işlemleri içermektedir. Bunlar kırma, yıkama ve ayırma işlemleridir. Bu işlemler iş akım şemasında birbirini takip etmektedir. Bu işlemlerin asıl amacı aküyü metal, oksit, sülfatlı ve organik bileşenler şeklinde ayrılmasını sağlamaktır. Atık akülerin geri dönüşümünde birbiriyle bağlantılı olan üç ayrı süreç vardır. Bu süreçler Şekil 2.2’de gösterilmektedir [34].



Şekil 2.2. Atık akü geri kazanımındaki süreçlerin akış şeması [34].

Kırma

Kırma işlemi fiziksel kuvvet uygulamaya dayalı bir işlemdir. Bu işlem farklı şekillerde yapılabilmektedir. Çoğu akü geri dönüşüm tesisinde aküler bir bütün halinde kırma işlemine tabi tutulmaktadır [34]. Bazı tesislerde ise öncelikle akülerin kapakları kesilmektedir. Böylelikle içinde bulunan kurşundan yapılmış plakalar aküden ayrılmaktadır [35]. Böylelikle plakalar diğer bileşenlerden ayrı olarak ergitilecektir. Ayrı olarak ergitme klasik olarak ergitmeye göre daha çok verimle kurşun geri kazanımı sağlayabilmektedir. Kırma işleminde aküler tamamen ya da içindeki plakalar alındıktan sonra çekiçli değirmenlere iletilmektedir. Bu işlem esnasında elektrot pastası, tüm plastik parçalar, sülfürik asit, ebonit ve diğer bileşenler ezilmekte ve küçük parçalara ayrılmaktadır [34].

Yıkama ve Ayırma

Bu işlem, temel olarak yoğunluk farkından faydalanarak su ile yıkama işlemine denmektedir. Burada parçalanmış akü parçaları suya atılarak üzerinde bulunan sülfürik asit ve diğer safsızlıklardan arındırılması amaçlanmaktadır. Kırma işlemi sırasında ayrılan plakalar da üzerinde bulunan sülfürik asitten ayrılması için yıkanmaktadır. Sülfürik asitten ayrılmadığında ergitme fırınında zararlı kükürtlü gazların oluşmasına sebep olmaktadır. Bu sebeple bu aşama oldukça önem taşımaktadır. Yıkama işlemi esnasında elektrot pastası, kurşun plaka parçaları gibi metal, metal alaşımı veya metal bileşiği bileşenler dipte birikmektedir. Bunları ayırmak için ızgara ve filtre yardımıyla 3 ayrı hat oluşturulmaktadır. Birinci hat plastik malzemeyi, ikinci hat kurşun içerikli malzemeyi üçüncü hat ise atık proses

suyunu içermektedir. Bu proses suyu seyreltik bir sülfürik asit çözeltisidir. Bu atıksular geri kullanılabileceği özel bir sanayi kuruluşu olmadığında nötralizasyondan sonra alıcı ortama deşarj olabilecek kaliteye getirilebilmektedir. Ayrıca arıtılan bu atıksu aynı proseste tekrar kullanılabilmektedir [34].

Ergitme İşlemleri

Bu aşamada ayrılan kurşun plakaları, kurşun sülfat/oksit, kurşun külçeler özel olarak tasarlanan ocaklarda ortalama 900-1200°C sıcaklıklarda eritmeye tabi tutulurlar. Ergitme işlemleri genelde kesikli süreçlerdir. Ayrıca bu işlem için birçok farklı çeşitte eritme fırını bulunmaktadır [34]. Kullanılan fırın türleri Çizelge 2.2’de gösterilmiştir.

İşlem kontrol teknikleriyle birlikte fırın sızdırmazlığı (veya sızdırmaz fırınların kullanımı), işlem tesislerinden kaynaklanan emisyonları önlemek veya sınırlamak için mümkün olan her yerde uygulanması gereken bir tekniktir [36].

Çizelge 2.2. Ergitme fırınları [36].

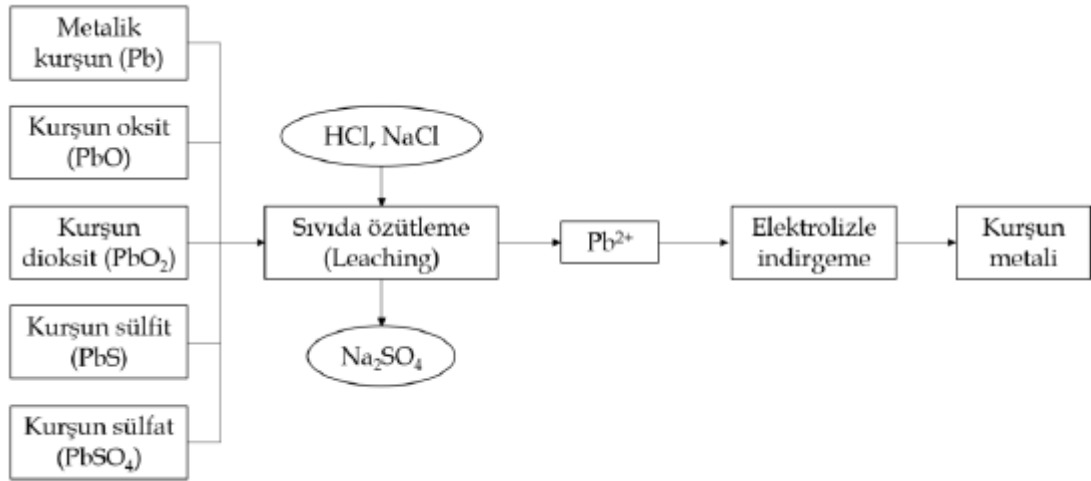
Fırın Çeşidi	Fırında Kullanılan Kurşun Çeşidi	Açıklama
Reverber Fırın	Diğer ikincil malzeler yada hurdalar	-
Yüksek Fırın	Birçok ikincil malzemeler, konsantreler	-
Döner Fırın	Diğer ikincil malzeler yada hurdalar	Substratla reaksiyon ve oksitleme
ISA Smelt Fırın	İkincil malzemeler, konsantreler ve ara bileşikler	-
QSL Fırın	İkincil malzemeler, konsantreler	-
Kivcet Fırın	İkincil malzemeler, konsantreler	-
Mini Smelter Fırın	Hurda	-

Elektroliz Yöntemi

Yüksek maliyetli olmasından dolayı elektroliz yöntemi fazla tercih edilmektedir. Dünyada bazı ticari uygulamaları bulunmaktadır. Bu yöntem sıvıda özütleme ve elektrolizle indirgeme aşamalarından oluşmaktadır [34].

Sıvıda Özütleme: Elektroliz yönteminin ilk basamağı olan sıvıda özütlemeye kırılan hurda aküden çıkan kurşun içerikli her malzemenin içindeki kurşun, asit ilave edilerek suda çözünmüş Pb^{+2} iyonlarına dönüştürülür. Bu işlem sırasında sodyum klorür ilavesi ile, beslemede kurşun sülfat bulunuyorsa, bundan kaynaklanan sülfat iyonları da sodyum sülfat kristalleri halinde biriktirilmektedir [34].

Elektroliz ile İndirgeme: Burada sudaki Pb^{2+} iyonları indirgenir ve metalik kurşun haline gelmektedir. Elde edilen kurşun %99 saflığa sahiptir. Bu kurşun elektroliz havuzunun içerisinden toplanıp doğrudan döküm potalarına atılmaktadır [27]. Elektroliz yöntemi akış şeması Şekil 2.3’de verilmektedir.



Şekil 2.3. Elektroliz yöntemi akış şeması [34].

Rafinasyon ve Döküm İşlemleri

Herhangi bir kaynaktan bulunan kurşunun içeriğinde bakır, bizmut, antimon, arsenik ve kalay gibi metaller bulunmaktadır. Geri dönüştürülen malzemelerde bulunan metaller ise genellikle bakır ve antimondur. Ham olan kurşuna elektrolitik

rafinasyon, pirometalurjik rafınasyon olmak üzere 2 farklı rafınasyon yapılmaktadır [36]. Elektrolitik rafınasyon, belirli saflıkta rafine bakır elde edilmesini sağlayan bir elektroliz işlemidir. Elektrolitik rafınasyon çözünebilir bakır anotlarla yapılmaktadır [37]. Pirometalurjik rafınasyon ise sıvı veya gaz yakıtlarla ısıtılan bir dizi kazan ile yapılmaktadır [35]. Bu yöntem ile kurşunun bakır, kalay ve antimondan arındırılması aşığıdaki gibidir [34].

Bakır Giderimi: Bakır elementi külçe kurşundan giderimi ve ayrımı yapılan ilk elementtir. Bakır elementi kurşundan sülfıt cürufu olarak ayrılmaktadır. Külçe kurşunda bulunan kükürt miktarı az ise, kükürt tozu ya da pirit ilave edilmektedir. Sülfıt cürufu mekanik sıyırıcılar yoluyla metal yüzeyinden ayrılmaktadır. Ayrıca mekanik cürufu konteynerlerde saklanmaktadır [36].

Antimon Giderimi: Külçe kurşunda bulunan antimon kurşundan oksitleme ile uzaklaştırılmaktadır. “Kurşun yumuşatma” olarak da bilinmektedir. Kurşunun sodyum nitrat ve kostik soda karışımı ile tepkimeye girmesiyle başlamaktadır. Oksitleyici olarak hava ve oksijen kullanılabilir. Bu basamağı oksit cürufunu uzaklaştırmak için uygulanan mekanik sıyırma işlemi takip etmektedir. Tuzlu cürufun içerisinde buna rağmen çok miktarda kurşun bulunuyorsa, bu cürufun içinde bulunan kurşun küçültülerek elektrolitik rafınasyon ile geri kazanılabilir [36].

Kalay Giderimi: Kalay giderimi tıpkı antimon giderimi gibi sodyum nitrat (NaNO_3) ilave edilerek yapılmaktadır. Yani iki metalin giderimi de aynı işlemle yapılmaktadır [36].

Rafınasyon işleminden sonra elde edilen yüksek saflıktaki kurşun elementi (%99), bloklara dökülür. İşlemden geriye kalan duman, cüruflar, oksitler ve diğer kalıntılar genellikle küçük bir yüksek fırında veya döner fırında ergitilmesi sağlanır. Daha sonra ergitilen kalıntıların rafınasyon devresine geri dönmeleri sağlanmaktadır [36].

2.2.5. Akü Geri Dönüşüm Tesisinden Açığa Çıkan Kirleticiler

2.2.5.1. Azot Oksitler

Azot ve oksijenin reaksiyona girmesiyle oluşan azot oksitler en önemli kirletici gazlardan bir tanesidir. Özellikle azot monoksit ve azot dioksit en çok karşımıza çıkan gazlardandır. Azot monoksit bileşiği renksiz ve kokusuzdur. Ayrıca yüksek sıcaklıkta azot ile oksijenin reaksiyona girmesiyle oluşan bir gazdır. Azot dioksit ise yakıcı bir kokusu bulunan, kırmızı renkli ve azot monoksitin güneş ışığıyla birlikte oksijenle verdiği reaksiyonla meydana gelen bir gazdır. Su ile reaksiyona girdiğinde nitrik asite dönüşebilmektedir [6].

Atmosferde bulunan azot bileşiğinin oksitlerine dönüşmesi yanma sonucu meydana gelmektedir. NO_x bileşikler genelde trafikte bulunan motorlu araçların egzozları ile sabit olan yakma tesislerinde oluşmaktadır. NO_x bileşikler yakıt içinde bulunan azotlu maddelerden oluştuğu gibi, yakma tesislerinde yüksek sıcaklıkta kullanılan azot ve oksijenin birleşmesiyle de meydana gelmektedir. Havaya karışan en önemli kirletici emisyonlar olarak bilinen NO_x 'ler havada kararlı ve kararsız halde bulunmaktadır [38]. NO_x bileşiği asit yağmurlarıyla bitki örtüsü ve ormanlara zarar vermektedir [39].

2.2.5.2. Kükürt Dioksit

Kükürt Dioksit, havadaki birinci kirletici olarak bilinmektedir. Çünkü kükürt dioksit yanıcı değildir, renksizdir ve gaz halinde bulunmaktadır. Atmosferde 40 günden uzun süre kararlı halde bulunabilmektedir. Genellikle kükürt dioksitler fosil yakıt kökenlidir. Ayrıca özellikle uygun bulunmayan yanma veya yakmalar sonucunda kirlilik etkisi daha da fazlalaşmaktadır. Atmosferde bulunan kükürt dioksit gazının %80'i noktasal baca kaynaklıdır [39].

İnsanlar tarafından meydana getirilen kükürt dioksit gazı kömür ve fuel-oil'in yapısında bulunan kükürtün yanması ile oluşmaktadır. Kükürt dioksit genel olarak endüstriyel prosesler, ısınma amaçlı kullanılan evsel yakıtlar, termik santraller ve

dizel yakıtlı taşıtların kullanımı ile açığa çıkmaktadır. Atmosferde bulunan kükürt dioksit konsantrasyonu, genel olarak evsel ısıtma için kömür kullanımının fazla olduğu illerde oldukça yüksektir. Gelişen teknoloji ve daha az kirlilik meydana getiren enerji kaynaklarının kullanılması ile birlikte atmosferde bulunan kükürt dioksit miktarında azalma meydana gelmektedir. Kükürt dioksitin dış ortamdaki konsantrasyonları genellikle şehir merkezlerinde ve endüstri alanlarında oldukça fazladır [40].

Kükürt oksitler bitkilere zarar vermektedir. Ayrıca metal yüzeyleri korozyon etkisiyle aşındırmakta, yapı malzemelerini tahrip etmekte ve asit yağmurları sebebiyle bitki örtüsü ve ormanlara da zarar vermektedir. Kükürt dioksit gazını uzun süre solumak solunum yolu hastalıklarına sebebiyet vermektedir [41].

Kükürt dioksit gazı 0.3-1.0 ppm derişimlerinde ise ağızda karakteristik bir tat bırakmakta, 3.0 ppm'in üstünde ise boğucu bir hisse yol açmaktadır. Havada hızlı bir oksitlenme geçirerek kükürt trioksit ve sülfatlara dönüşmektedir. Kükürt trioksit, sülfürik asitin anhidritidir. Kükürt trioksit yağmur ve yoğunlaşmış nem damlalarıyla birleşerek havada bu asiti oluşturmaktadır. Kükürt oksitler partiküler maddelerle birleştiğinde sülfürlü smog oluşmasına sebep olmaktadır. Sülfürlü smog oluştuğunda bu gazlar daha tehlikeli bir hal almaktadır [6].

Kükürt dioksit suda çözünen bir gazdır ve kana kolayca girebilmektedir. Havada en çok rastlanan kirletici gaz olan kükürt dioksit üst solunum yolları hastalıklarının artmasına ve bu hastalıkların iyileşmesinde güçlüğe sebep olmaktadır. Özellikle yaşlılar ve çocuklarda bronşit gibi hastalıklara sebep olmaktadır. Genellikle kronik etkilerden çok akut etkisi bulunmaktadır [42].

2.2.5.3. Karbonmonoksit

Karbonmonoksit kapalı ortamda bulunduğu zaman en büyük ve en tehlikeli kirletici olmaktadır. Rengi yoktur. Kokusuzdur ve tatsızdır. Karbonmonoksit havanın ortalama molekül ağırlığına eşit bir gazdır. Kaynaklandığı yerde iyi bir dağılım göstermemekte ve varlığı fark edilmemektedir. Karbonmonoksit gazı yanma ile

oluşmaktadır [38]. Karbonmonoksit yakıtların yetersiz olarak yanması ile birlikte ortama yayılmaktadır. Karbonmonoksit gazının kaynağı taşıtların egzozlarından çıkan egzoz dumanıdır [43]. İllerdeki karbonmonoksitin dağılımı trafiğin yoğunluğuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Konsantrasyonu yollarda en yüksek seviyelerde iken yoldan uzaklaştıkça konsantrasyon azalmaktadır [40].

Yüksek CO konsantrasyonlarına kısa süreli maruz kalma bile büyük olasılıkla akut sağlık etkilerine neden olacaktır [44]. Kanda oksijen taşımaya yardımcı olan hemoglobin üzerinde önemli bir etkisi vardır. Kanda bulunan oksijen karbon monoksit ile yer değiştirdiğinde oksijen yetersiz kalmaktadır ve ölümlere neden olmaktadır [40].

2.2.5.4. Toz

Partikül madde havada bulunan katı partiküller ve sıvı damlacıkların karışımıdır. Bu parçacıklar farklı boyutlarda olabilmektedir [45]. Kimyasal durumlarına göre partikül maddeler organik, inorganik veya bunların karışımından meydana gelebilmektedir [46]. Aerodinamik çapı 2.5 µm den büyük partiküller “kaba partiküller”, 2.5 µm den daha küçükler “ince partiküller” olarak iki gruba ayrılır [8].

Tozların oluşma nedeni doğal veya yapay bir şekilde olabilmektedir. Ne şekilde oluşursa oluşsun tozlar görüş mesafesini kısaltan ve canlıların sağlığını olumsuz yönde etkileyen bir kirlilik çeşididir. Tozları meydana getiren maddeler kimyasal açıdan aktif olduğu ve birçok şekilde canlıların sağlığını etkilediği gibi, üzerine adsorplandığı farklı kirletici gazlarında, havadaki yoğunluklarından çok daha yoğun bir şekilde hassas olan canlı dokularına ulaşmasına sebep olabilir ve yüksek derecede tahribat yapmaktadır [47].

Tozluluğun en önce maddenin türü, taneciklerin irilikleri ve havada bulunan diğer gaz, su buharı gibi maddelerin varlığıyla ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Tozluluğa maruz kalma süresi de oldukça önemli bir kriterdir [47].

Partiküler maddeden kaynaklanan hava kirliliği üzerine yapılan çalışmada solunum yolu rahatsızlıkları, akciğer fonksiyonları, kalp ve solunum yolu problemleri sebebiyle hastanelere başvuran insan sayısında ve ölümlerde ilişki tespit edilmiştir [48]. Ayrıca partikül maddelerin kimyasal bileşimi de sağlık açısından oldukça önemlidir. İçerisinde bulunan ağır metaller ve kanserojen kimyasallar sebebiyle sağlık üzerinde önemli tehdit oluşturabilmektedir. Partikül maddelerin insanlar tarafından uzun süre boyunca solunması kansere sebep olmaktadır [49].

2.2.5.5. Hidroklorik Asit

Hidroklorik asit, insanlar arasında tuz ruhu olarak bilinmektedir. Temizlik malzemesi olarak kullanıldığı zaman beton borulardan meydana gelen atık su kanallarına zarar vermektedir. Hidroklorik asit genellikle gıda ve benzeri sanayi kollarında, diğer sanayi kollarında ve temizleme işlerinde kullanılmaktadır. Hidroklorik asitin görünüşü berrak olmalı, gözle görülebilir safsızlıklar bulundurulmamalıdır. Hidroklorik asitin renkleri kullanıldığı yerlere göre değişiklik göstermektedir [50].

Hidroklorik asit, gıda, tekstil, metal ve kauçuk endüstrilerinde ağartma maddesi olarak alkali maddelerin nötralizasyonu için yaygın olarak kullanılmaktadır. Toprağa salındığında nötralize olur ve suya maruz kaldığında hızla hidrolize olur. Toprak yoluyla taşıma, yeraltı suyunu kirletebilir ve bazı toprak materyallerini çözebilir. HCl gazına veya HCl solüsyonlarına maruz kalma, göz tahrişine ve görme kaybıyla birlikte kalıcı hasara neden olabilir. Dermal maruziyet yanıklara neden olabilir. HCl'nin solunması hemen öksürük ve boğulma hissi ile şiddetli tahrişe neden olur. HCl, insanlar için kanserojen olarak sınıflandırılmaz [51].

2.2.5.6. Hidroflorik Asit

Hidroflorik asit hidrojen florürün sudaki çözeltisi anlamına gelmektedir [52]. Hidrojen florür renksiz bir sıvıdır ve hidrojen ile florürden oluşur. Çözünmüş haldeyken hidroflorik asit olarak adlandırılır. hidroflorik asit hidrokarbonların üretiminde kullanılmaktadır. Yüksek derecede aşındırıcı özelliklerinden dolayı hidroflorik asit yutma, soluma ve deriye maruz kalma yoluyla toksiktir [53].

2.2.5.7. Uçucu Organik Bileşikler

Uçucu Organik Bileşikler (VOC) yapılarında çok fazla kimyasal bulundurmaktadır. Ortam havasında genellikle kimyasal olarak gaz halinde bulunan organik bileşikler bulunmaktadır. Atmosferde gaz halinde bulunabilecekleri gibi partikül madde içeriğinde de olabilir. Atmosferdeki uçucu organik bileşiklerin konsantrasyonu emisyonlar, buharlaşma, depolanma ve güneş ışığı bulunduğunda fotokimyasal reaksiyon süreçlerine bağlı olarak değişmektedir. Uçucu Organik Bileşiklerin en önemli kaynakları motorlu taşıtlar, yakıtların tam olarak yanmaması, benzin vb. gibi maddelerin buharlaşması, bitki ve hayvanların çürümesi ve ayrışması, kimyasal üretim yapan endüstri tesisleri ve güç santralleridir [8].

Uçucu organik bileşikler hidrokarbonlardan (alkanlar, aklenler ve aromatikler) oluştuğu gibi halokarbonlar ve oksijenatlardan (alkoller, aldehitler ve ketonlar) da oluşabilmektedir. VOC'lar havada damlacık şeklinde bulunmaktadır. VOC'lar ayrıca kirletici sınıfına girmektedir. Uçucu organik bileşikler gün ışığıyla beraber azot oksitlerle birleşerek kimyasal reaksiyona girmektedirler. Bu reaksiyon ile birlikte ozon gibi ikincil kirleticiler meydana gelmektedir [4].

Uçucu organik bileşikler (VOC'ler), oda sıcaklığında kolayca buharlaşan organik kimyasal bileşiklerdir. VOC'ler evde ve işte yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle havadaki uçucu organik bileşikler maruz kalmak kaçınılmazdır. Endüstriyel deşarj ve dezenfeksiyon işlemi nedeniyle içme suyu da yaygın bir maruziyet kaynağıdır [54]. VOC'ler, değişken lipofiliklik ve uçuculuğa sahip bir sıvı organik kimyasallar sınıfındadır. Bu özellikleri daha küçük moleküler boyut ve yük eksikliği ile birleştiğinde, solumayı ana maruz kalma yolu haline getirir VOC'ler ayrıca suda çözünmeyen malzemeleri çözmek, seyreltmek veya dağıtmak için sıklıkla kullanılır [55]. Bitkiler, izopren ve seskiterpenler gibi önemli miktarda VOC yayma potansiyeline sahiptir. Bu tür VOC'ler, yüzey seviyesi ozon gibi ikincil fitotoksik kirleticiler üretmek için fotokimyasal reaksiyonlarda yer alır [56].

2.2.5.8. Kurşun

Kurşun, yerkabuğundaki ağır metallerin en bol olanıdır. Tarih öncesi çağlardan beri kullanılmaktadır ve çevrede yaygın olarak dağıtılmış ve harekete geçirilmiştir [57]. Kurşuna maruz kalma ve alımı zamanla artmıştır. Hem mesleki hem de çevresel maruziyetler, birçok gelişmekte olan ve sanayileşen ülkede ve ayrıca bazı gelişmiş ülkelerde ciddi bir sorun olmaya devam etmektedir. Bununla birlikte, çoğu gelişmiş ülkede, kurşunun insan çevresine girişi, büyük ölçüde halk sağlığı kampanyaları ve özellikle petrolde ticari kullanımındaki düşüş nedeniyle son yıllarda azalmıştır. Akut kurşun zehirlenmesi bu tür ülkelerde nadirdir, ancak düşük seviyelerde metale kronik maruziyet, özellikle bazı azınlıklar ve sosyoekonomik açıdan dezavantajlı gruplar arasında hala bir halk sağlığı sorunudur [57].

Kurşun, kan basıncında yükselme, böbrek hasarı, beyin hasarı, çocukların öğrenme yeteneğinin azalması, çocukların davranış bozuklukları vb. gibi çeşitli istenmeyen etkilere neden olabilmektedir [58]. Gelişmekte olan ülkelerde, kurşuna maruz kalmanın halk sağlığı üzerindeki etkisine ilişkin farkındalık artmaktadır. Ancak bu ülkelerin çok az bir kısmı sorunla önemli ölçüde mücadele etmek için politikalar ve düzenlemeler geliştirmiştir [57].

2.2.6. Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği

Türkiye’de atık pil ve akümülatörlerin kontrolü Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 31 Ağustos 2004 tarih ve 25569 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği” hükümlerine göre sağlanmaktadır.

Pil ve akümülatörlerin üretiminden nihai bertarafına kadar olan; Çevresel açıdan belirli kriter, temel koşul ve özelliklere sahip pil ve akümülatörlerin üretiminin sağlanmasına, çevreye ve insan sağlığına zarar verecek biçimde dolaylı olarak veya doğrudan alıcı ortama verilmesinin önlenmesine, işaretleme ve etiketleme ile pil ve akümülatör ürünlerinin kalite kontrolünün, ithalatının kontrolünün ve içerdiği zararlı madde miktarının kontrolünün yapılmasına, ihracat, ithalat ve transit geçişlerine

ilişkin esasların belirlenmesine, yönetiminde gerekli olan idari ve teknik standartların sağlanmasına, zararlı madde içeren pil ve akümülatörlerin üretilmesinin, satışının, ihracatının ve ithalatının önlenmesine, atık pil ve akümülatörlerin geri kazanım veya nihai bertarafı için toplama sisteminin kurulmasına ve yönetim planının oluşturulmasına yönelik prensip, politika ve programların belirlenmesi için hukuki ve teknik esasları düzenlemek Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği'nin amaçlarıdır [21].

Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği; pil ve akümülatör ürünlerinin işaretlenmesi ve etiketlenmesi, kullanılan atıklarının evsel ve diğer atıklardan ayrı bir şekilde toplanması, üretilmesinde zararlı madde miktarının azaltılması, taşınması, bertarafı ile ithalat, transit geçiş ve ihracatına ilişkin yasak, sınırlama ve yükümlülükleri, alınacak önlemleri, yapılacak denetimleri, ve bu durumda oluşan sorumlulukları düzenlemektedir [21].

2.3. AERMOD HAVA MODELLEMESİ

2.3.1. AERMOD Hava Modellemesi Tanımı

Hava kalitesinin belirlenmesinde EPA tarafından kabul edilmiş modeller kullanılmaktadır. Bu modeller 3 tanedir.

- AERMOD (American Meteorological Society/Environmental Protection Agency)
- ISC3 (Industrial Source Complex Short Term 3)
- CALPUFF (California puff modeli) [59].

Bu üç modele ait özelliklerin karşılaştırması Çizelge 2.3'de verilmiştir.

Çizelge 2.3. Hava Kalitesi Modellerinin Özellikleri [60, 61].

Özellikleri	ISC3	AERMOD	CALPUFF
Model yöntemi	Kararlı halde bulunan Gauss duman dağılımı	Kararlı halde bulunan Gauss duman dağılımı	Kararsız halde bulunan Lanrangian Puff dağılımı
Modellenen kaynak tipleri	Noktasal alan, hacimsel kaynaklar	Noktasal alan, hacimsel kaynaklar	Noktasal kaynaklar (devamlı yada değişken olan emisyonlar), çizgisel kaynaklar, hacimsel kaynaklar, alansal kaynaklar
Meteorolojik veri girişleri	-Kabul edilen tek bir veri vardır. Sadece rüzgar hızı profili girilmektedir.	-İsteğe bağlı olarak birçok veri girilebilir. AERMOD elinde bulunan tüm ölçüm verilerini kullanarak rüzgar, sıcaklık ve türbülans profillerini oluşturmaktadır.	- Üç boyutlu olan meteorolojik değişkenlerin alanları (rüzgar hızı ve yönü, sıcaklık), karışım yüksekliği, sürtünme hız ölçeği, yağışlılık oranı alanlarının değişkenleri, dikey ve yatay türbülans dağılım oranları profilleri oluşturulmaktadır.
Modelleme alanı topoğrafyasının karakterizasyonu	-Yalnızca kentsel ve kırsal seçeneği -Her bir alıcı noktanın yüksekliği	-Farklı yüzey karakteristikleri için albedo ve bowen oranı, aylık pürüzlülük kullanıcılar tarafından seçilebilir	- Hd tepe üzeri puff akımları ve yükseklik difüzyon oranı deneyleri Tepe civarında Hd altı puff sapması dağılımı ve tepe etrafında sarılması
Modellemenin yapılacağı mesafe	50 kilometreye kadar yapılmaktadır.	50 kilometreye kadar yapılmaktadır.	250 kilometreye kadar yapılmaktadır.
Dikey rüzgar hesapları	Hesaplanmamaktadır.	Hesaplanmamaktadır.	PUFF hesaplamaları

2005 yılında EPA tarafından resmi olarak kabul edilen AERMOD modeli ilk defa 1991 yılında geliştirilmiştir. AERMOD dağılım modeli, sanayi tesislerinden kaynaklanan emisyonların kısa mesafede (en çok 50 km) dağılımını inceleyen bir dağılım modelidir [41].

AERMOD dağılım modeli, kaynaktan en çok 50 km uzaklığa kadar olan alanlar için çalışabilmektedir. Kompleks olan endüstriyel kaynaklar için (alansal, çizgisel, hacimsel kaynaklar, tek veya çoklu noktasal kaynak) kullanılabilir. Sabit ve değişken emisyon bilgileriyle gaz ile partikül birikimini, ıslak ve kuru çökme konsantrasyonlarını verebilmektedir. Kentsel ve Kırsal yerleşim yerleri için konsantrasyon tahmini yapılabilir [41].

2.3.2. AERMOD Hava Modellemesinin Çalışması için Gerekli Bilgiler

AERMOD dağılım modellemesi kararlı bir hal olan Gauss dağılım modelidir. AERMOD dağılım modellemesi sabit olan bir kaynaktan atmosferdeki kirleticilerin dağılımını hesaplamak için kullanılmaktadır. AERMOD dağılım modellemesinin çalışması için emisyon envanteri ile meteorolojik verilerin bulunması gerekmektedir. AERMOD dağılım modellemesi 3 bölümden oluşmaktadır;

- AERMET: Dağılım modeli için gereken atmosferik parametreleri hesaplamaktadır.
- AERMOD: AERMET aracılığıyla oluşan meteorolojik verileri kullanıp kirletici dağılımlarını simüle etmektedir.
- AERMAP Modülü: Dağılımın haritalandırılmasını sağlayan bölümü içermektedir [1].

AERMOD View Modellemesi programı modelin çalıştırılmasında gerekli olan ve içeriğinin belirlenmesi gereken 6 bölümden oluşmaktadır;

- Kontrol Bölümü: Modelleme programında bütün parametrelerin kontrolün yapıldığı bölümdür. Kontrol kısmında kullanıcın isteğine bağlı olarak veriler girilmektedir. Bunlar oluşturulacak olan modelin senaryosunu oluştururken kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca kullanıcıya seçme şansı sunmaktadır [41].
- Kaynak Bölümü: Hava kirletici emisyonlarının hepsinin yapıldığı bölümdür. Kaynak bölümünde hava kirletici emisyonlarının tanımı yapılmaktadır. Bu bölümde kaynak tipi, kirletici tipi, kaynak sayısı, kaynağın yükseltisi ve özelliklerine dair bilgiler istenmektedir [41].
- Alıcı (Reseptör) Bölümü: Hava kalitesi etkilerinin görülmek istendiği spesifik olan noktaların tanımlandığı bölümdür. Yani kısacası reseptör noktalarının belirlendiği bölümdür. Reseptör bölümünde alıcı noktaların tanımı yapılmaktadır. Alıcı noktalar birbirinden bağımsız noktalar olarak tanımlandığı gibi kartezyen grid şeklinde de tanımlanabilmektedir. Kaynaktan ortalama 4 km uzaklık için 100 metrelik boşluklarla gridleme,

merkezden 10 metre uzaklık için 250 metre ve kaynaktan 16 km uzaklıktaki alanlar için 500 metrelik gridleme “iyi” olarak isimlendirilmektedir [62].

- Meteoroloji Bölümü: Atmosferik koşulların programa tanımlandığı kısımdır. Meteoroloji bölümünde yapılacak modelde kullanılan meteorolojik veri dosyası ve verilerin temin edildiği meteoroloji istasyonu bilgileri kullanılmaktadır. AERMOD modelinde yüzey ve yüzey üstü olmak üzere iki farklı meteorolojik dosya kullanılmaktadır [41].
- Topoğrafik Bölüm: Arazi özelliklerinin tanımının yapıldığı bölümdür. Topoğrafik bölüm ise programda bulunan AERMAP içeriğine çalışılacak bölge için temin edilen topoğrafik görüntünün belirtilmesiyle çalışmaktadır [41].
- Çıktı Bölümü: Modelin neticesinde istenilen çıktı türlerinin tanımlandığı bölümdür [4].

2.3.3. AERMOD Hava Kalitesi Modeli Verileri

AERMOD View hava kalitesi dağılım modeli girdiler ve çıktılar olmak üzere 2 tane bölümden oluşmaktadır. Girdiler bölümünde kirletici kaynaklarının emisyon miktarları, meteorolojik veriler, topoğrafik veriler ve atmosfer kimyası ile ilgili bilgiler bulunmaktadır. Bu bilgiler modelin girdi kısmını oluşturmaktadır. Böylelikle matematiksel ifadeler kullanılarak kirletici kaynaklarının atmosferde taşınım ile dispersiyonu ya da fiziksel ve kimyasal dönüşümleri ve uzaklaştırma prosesleri model yardımıyla oluşturulmaktadır [41].

AERMOD View hava kalitesi dağılım modelini çalıştırabilmek için model girdisi olarak emisyon tipleri ve miktarı, emisyon kaynakları alıcı ortam şartları, topoğrafya bilgileri ve meteorolojik veri bilgileri girilmelidir [39, 40].

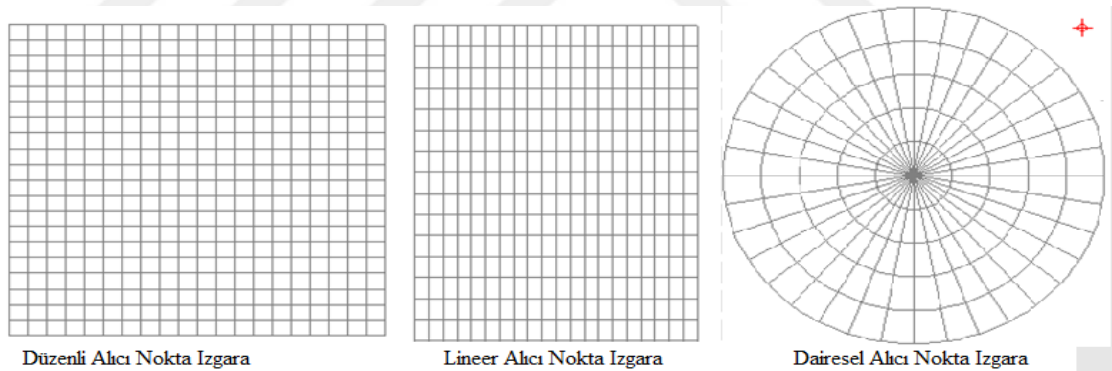
2.3.3.1. Emisyon Kaynakları

AERMOD View modellemesi kullanılırken modelleme kaynakları çizgisel, alansal, hacimsel ve noktasal olmak üzere 4’e ayrılmaktadır [63].

Karayolları, stabilize yollar, enerji iletim hattı gibi kaynaklar çizgisel kaynaklara örnek olarak verilebilir. Alansal kaynaklara ise maden alanları, inşaat temel alanları, atık su arıtma tesisi havuzları örnek olarak verilebilir. Hacimsel kaynaklar için depo içindeki kimyasal sıvılar, doğalgaz tankları örnek olarak verilebilir. Fabrika bacaları, enerji santrali bacaları noktasal kaynaklar için örnek teşkil edebilir. Noktasal kaynaklarda emisyon kaynaklarına ait birim olarak g/s kullanılırken alansal kaynaklarda g/m^2 -s kullanılmaktadır [39].

2.3.3.2. Alıcı Noktalar

Emisyon kaynaklarından ortaya çıkan kirletici konsantrasyonlarının hangi noktalarda hesaplanacağına ait veriler AERMOD View alıcı noktalarda hesaplanmaktadır. Alıcı (reseptör) noktaları düzenli, dairesel, noktasal veya lineer olarak yapılabilmektedir (Şekil 2.4.). Bu alıcı noktaları otomatik olarak ve modelcinin çalışma talebine göre yapılabilmektedir [39].



Şekil 2.4. Alıcı (reseptör) noktaları [39].

2.3.3.3. Topoğrafya Yapısı

Çalışma alanı için yükseklik, enlem ve boylam verileri internetten temin edildiği gibi harita uygulamaları, araziye dayalı ölçüm teknikleri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) gibi uygulamalarla da ortaya konabilmektedir. Model alanına ait koordinatlı olarak x, y ve z verileri SRTM1/SRT3 uydu verilerinden elde edilebilmektedir. Koordinatlı topoğrafik veri setleri elle veya otomatik olarak girilebilmektedir [39].

Kirletici kaynağının merkezden yaklaşık 4 km uzaklık için 100 metrelik boşluk olacak şekilde gridleme, merkezden 10 metre uzaklık için 250 metre ve kaynaktan 16 km uzaklıktaki alanlar için 500 metrelik olacak gridleme “iyi” olarak tanımlanmaktadır [62]. Çalışma alanı için her bir grid kesişim noktaları için farklı hesap yapılmaktadır. Bu sebeple grid uzunlukları oluşturulurken bu sebepler düşünülerek grid uzunlukları genellikle 500 m olarak alınmaktadır [46].

2.3.3.4. Meteorolojik Veriler

Çalışma alanında meydana gelen meteorolojik durumların en doğru şekilde alınması modelleme açısından oldukça önemlidir. Bu sebeple meteorolojik veriler çalışma alanına en yakın Meteoroloji Genel Müdürlüğü istasyonlarından alınması gerekmektedir. Oluşturulan modellemede meteorolojik veri olarak saatlik bazda yıllık veri kullanılmaktadır [46].

Çalışma alanının yakınında 12 saatte bir ölçülen yüksekliğe bağlı üst atmosfer verileri ve 24 saatlik günlük veriler kullanılmaktadır. 12 saatte bir ölçülen yükseklik verileri her 10 mb’da sıcaklık, basınç, nem, değişen atmosferik rüzgâr hızı ve yönü verileridir. Günlük 24 saatlik veriler ise 10 m yükseklikte ölçülmüş ve günlük hayatta hissedilen rüzgâr hızı ve yönü, nem, basınç, sıcaklık, yağış, bulutluluk, kapalılık gibi verilerdir [39].

AERMOD View modelleme programının ön işlemcisi olan AERMET View programında kullanmak üzere Meteoroloji Müdürlüğünden alınan ham meteorolojik veriler Lakes Environmental Web Lakes Türkiye ana bayisi tarafından işlenir ve programda kullanılmaktadır [47].

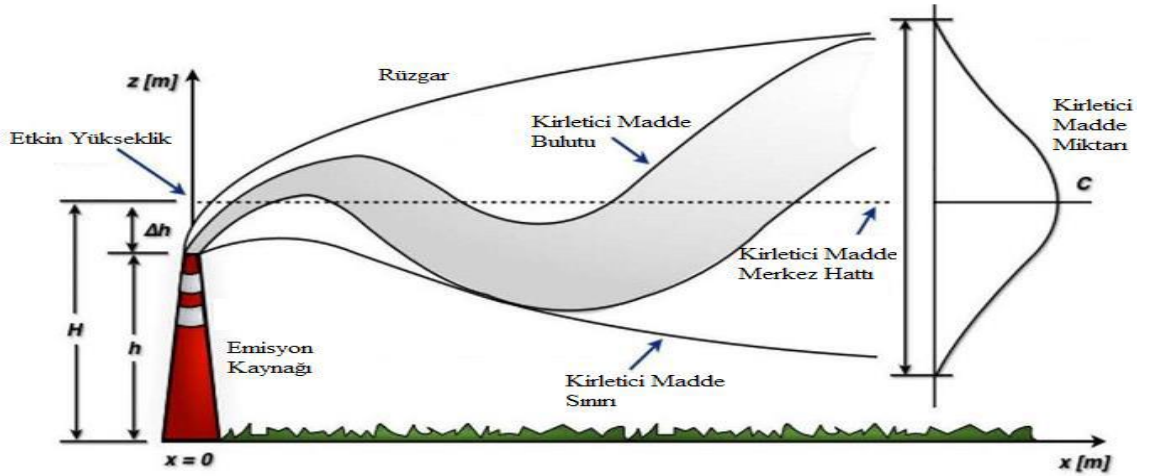
2.3.4. AERMOD Modelinin Çalışma Prensipleri

EPA tarafından kabul edilen AERMOD Gauss Dağılım Modelinin kabulleri aşağıda verilmektedir.

- Reaktif olmayan stabil kirleticiler için kullanılmaktadır.

- İnsanların sağlığını birinci dereceden etkilemekte olan $0,1 \mu\text{m}$ ile $100 \mu\text{m}$ arasındaki aerosol emisyonlarında çok başarılıdır. Diğer boyutlardaki tanecikler için düzenleme gerektirmektedir.
- Havadaki basınç koridorunda meteorolojik parametrelerin sabit olduğu düşünülmektedir.
- Meteorolojik veri içeriğinde Pasquill-Gifford standartları kabul edilmektedir.
- Modeli yapan kişi tarafından kirletici konsantrasyonu zamansal olarak tanımlanmaktadır [39].

Hava kirliliğine neden olan kirleticilerin düz zeminde değil arazi tipi, toprak veya bina üzerinde salındığında noktasal kaynaktan çıkan maddelerin bir kısmı su birikintisinde, toprakta veya bitki üzerinde kalırken bir kısmı da zeminde kalmaktadır. Hava kalitesi modellerinde maddenin dağılımı kapsamında EPA gibi uluslararası kuruluşlarca da kabul gören Gauss formülü (Şekil 2.5) kullanılmaktadır [39].



Şekil 2.5. Havada kirletici maddenin dağılımı [39].

Rüzgarın etkisiyle bir noktadan atılan kirleticilerin dağılımı Şekil 2.5'deki gibi olmaktadır. Kirletici baca yüksekliği h seviyesinden atmosfere bırakılmıştır. Kirletici atılan gazların sıcaklığından meydana gelen termal kaldırma kuvveti ve bacadaki çıkış hızından (V_s) oluşan momentum kuvvetiyle Δh kadar daha artmaktadır. Yani kısaca kirletici etkin baca yüksekliği olarak bilinen bir yükseklikten atmosfere bırakılmaktadır [41]. Gauss formülü Şekil 2.6'da verilmiştir.

$$C(x,y,z) = \frac{Q}{2*\pi*\mu*\sigma_y*\sigma_z} * [\exp(\frac{-y^2}{2*\sigma_y^2})] * \{ \exp(\frac{-(z-H)^2}{2*\sigma_z^2}) + \exp(\frac{-(z+H)^2}{2*\sigma_z^2}) \}$$

Şekil 2.6. Gauss formülü [64].

Bu formülde:

C: Emisyon konsantrasyonu

Q : Kaynaktan yayılan kirleticiye ait kütle debisi (kg/saat)

x, y : Noktasal koordinatlar

z : Yükseklik (m)

U : Etkin baca yüksekliğindeki rüzgâr hızı (m/s)

H : Etkin baca yüksekliği

σ_y : Yatay yayılım katsayısı

σ_z : Düşey yayılım katsayısı

olarak belirtilmiştir [64].

Gauss dispersiyon modelinde kabul edilen kabuller;

- Baca taban merkez koordinatı $x=0$, $y=0$, $z=0$ konumunda olarak kabul edilmektedir.
- Kirleticiler etkin baca yüksekliğinden atmosfere bırakılmaktadır.
- Rüzgar hızı sabittir ve $u \geq (m/sn)$ 'dir
- Rüzgarın esme yönü $+x$ 'dir.
- Dumanın dikey ve yatay düzlemdeki dağılımı Gauss dağılımını oluşturmaktadır.
- Yeryüzünde reaksiyon veya bir çökme bulunmamaktadır.
- Atmosferde en yüksek karışım yüksekliğine ulaşan duman hüzmesi de oradan aynı şekilde yansımaktadır.
- Kirleticiler hiçbir reaksiyona girmemektedir.
- Kirleticiler rüzgar hızı (u) ile x yönünde hareket etmektedir. y ve z yönlerinde ise türbülant dispersiyon şeklinde dağılımı yapılmaktadır [41].

BÖLÜM 3

METERYAL METOT

Bu çalışmada mevcut şartların ve farklı baca yüksekliği durumunun kirletici dağılımı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Modellemede kullanılan veriler bu bölümde sunulmuştur.

3.1. FABRİKA HAKKINDA BİLGİ

Çalışmada incelenen tesis Aksaray ilinin güneyinde, Aksaray-Adana yolunun 10. km'sindeki Organize Sanayi Bölgesinde bulunmaktadır. Bu fabrika atık akü geri kazanımı, hurda kurşun geri kazanımı, kurşundan kaynaklanan cüruf, baca gazı tozu ve atık su arıtma tesisi çamurlarının geri kazanımı faaliyeti yapmaktadır. Kurşun içeren atıklardan saf külçe kurşunlar elde edilme işlemi yapılmaktadır. Fabrikaya en yakın olan yerleşim yeri kuş uçuşu yaklaşık 3,9 km güneyinde bulunan Bağlı Köyü ve 3,5 km kuzey batısında bulunan Bahçesaray (Hamidiye)'dir. Ayrıca fabrikanın 600 metre güneydoğusunda ağıl bulunmaktadır. Organize Sanayi Bölgesi alanı içerisinde bulunan tesis, toplam 8.450 m² kapalı alandadır. Faaliyetin toplam alanı 22.926,21 m² dir. Fabrikanın çevresinde benzer faaliyeti gerçekleştiren döküm firmaları, geri kazanım firmaları bulunması ve kolay ulaşım imkânları ile proje için gerekli alanın burada var olması sebebiyle proje yeri olarak bu bölge seçilmiştir. Fabrikada toplam 15 personel çalışmaktadır. Bir vardiya ile günde 8 saat ve yılda 300 gün çalışılmaktadır.

3.1.1. Ölçüm Yapılacak Olan Baca Bilgileri

Fabrikada 1 adet baca yani emisyon kaynağı bulunmaktadır. Emisyon kaynağında CO, NO₂, VOC, toz, hız-debi, nem, inorganik flor, standart yanma gazları,

polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH), kanserojen madde ölçümü ve ağır metal vb. ölçümleri yapılmaktadır.

Kirleticilerin kütsel emisyon hızlarının noktasal kaynak için g/s biriminde olması gerekmektedir. Baca yüksekliği, baca iç çapı, emisyon hızı, gaz çıkış hızı, sıcaklığı ve baca koordinatları gibi bilgiler noktasal kaynakların değeriendirilmesi için gerekli olan parametrelerdir. Bu parametreler ve bilgiler firmadan temin edilmiştir. Ölçüm yapılan baca bilgileri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Ölçüm yapılan baca bilgileri.

Baca Adı	Kurşun Ergitme Bacası
Baca Çapı (m)	1,30
Anma Isıl Gücü (MW)	4,00
Kullanılan Yakıt	Doğalgaz
Bacanın Yerden Yüksekliği (m)	44,00
Bacanın Çatıdan Yüksekliği (m)	Bağımsız
Baca Gazı Hızı (m/sn)	7,237
Baca Gazı Sıcaklığı (°C)	46,867
Baca Gazı Debisi (m³/saat)	34579,416
Kuru Baca Gazı Debisi (Nm³/saat)	25368,178
Nem (%)	3,358
Basınç(Kpa)	90,122

3.2. AKSARAY HAKKINDA BİLGİ

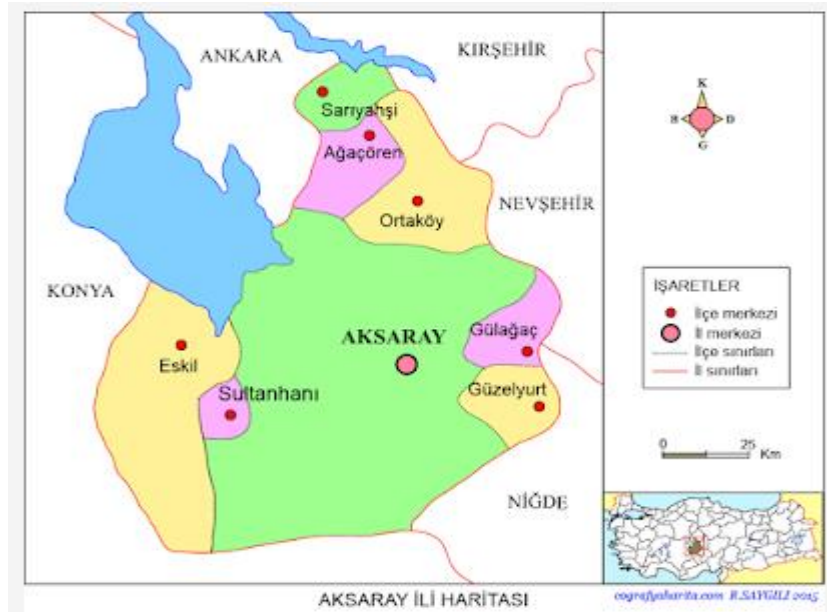
3.2.1. Coğrafi Konumu ve Coğrafiyası

Aksaray ilk olarak 1923 yılında il olmuştur. Daha sonra 1933 yılında Niğde’ye ilçe olarak bağlanmıştır. Ancak daha sonra 1989 yılında tekrar il olmuştur. Aksaray’ın ilçeleri; Ortaköy, Sarıyahşı, Sultanhanı, Güzelyurt, Gülağaç, Eski ve Ağaçören’dir. Aksaray göç verme eğiliminde olan bir ildir. 2019 TÜİK verilerine göre Aksaray’ın nüfusu 412.172 kişidir. Aksaray ili Türkiye’nin 2. büyük gölü olan Tuz Gölünün güneydoğusunda yer almaktadır. Ayrıca Aksaray’ın yeryüzü şekillerini Ekecik Dağı, Melendiz Dağı ve Hasan Dağı gibi eski volkanik dağlar ve bu volkanik dağlardan

püskürmüş olan lavlar sonucunda oluşan platolar ve ovalar meydana getirmektedir [65].

Karasal iklime sahip olan Aksaray'ın bitki örtüsünü ilkbaharda yeşeren çayırlar, gelincik, papatya ve keven gibi otlarla, yaprakları dikensi olan yarı kurakçıl bitkiler oluşturmaktadır. Yazın kurak ve sıcak olduğu için ilkbaharda yeşeren otlar sonbaharda kurumaktadır. Ayrıca Hasandağı ve Ekecik dağında meşe korulukları bulunmaktadır. Ayrıca bu bölgede kavak, söğüt, yabani armut, palamut, alıç, kıvılcık ve meyve ağaçları da bulunmaktadır. Keven ve deve dikenine de çok sık rastlanılmaktadır [65].

Aksaray ili, İstanbul, Ankara, Edirne, Adana, İskenderun karayolu ve Samsun, Kayseri, Konya, Antalya karayolu üzerinde bulunmaktadır. Aksaray 33-35 derece doğu meridyenleri ve 38-39 derece kuzey paralelleri arasındadır. Kuzeyde Ankara, Güneydoğuda Niğde, Doğuda Nevşehir ve Batısında Konya bulunmaktadır. Aksaray'ın yüzölçümü 7626 km²'dir. Bu yüzölçümünün 5713 km²'sini tarım arazisi, çayırılık, otlaklar ve mera oluşturmaktadır. Aksaray yüzey şekilleri açısından düzlüktür. Aksaray ilinin orta kesimleri, kuzeyi, güneyi tamamen ovalıklarla çevrilidir [65].



Şekil 3.1. Aksaray ili'nin konumu [65].

3.2.2. Aksaray'daki Hava Kalitesi Ölçüm İstasyonları

Aksaray il merkezinde 1 adet hava kalitesi ölçüm istasyonu bulunmaktadır. Bu hava kalitesi ölçüm istasyonu partikül madde ve SO₂ olmak üzere yalnızca 2 parametre bazında ölçüm yapmaktadır. Aksaray ilinde Ulusal İzleme Ağı haricinde herhangi bir hava kalitesi istasyonu bulunmamaktadır [65]. Aksaray ilinde bulunan hava kalitesi ölçüm cihazlarının yerleri Şekil 3.2'de verilmektedir.



Şekil 3.2. Aksaray ilinde bulunan hava kalitesi ölçüm cihazlarının yerleri [65].

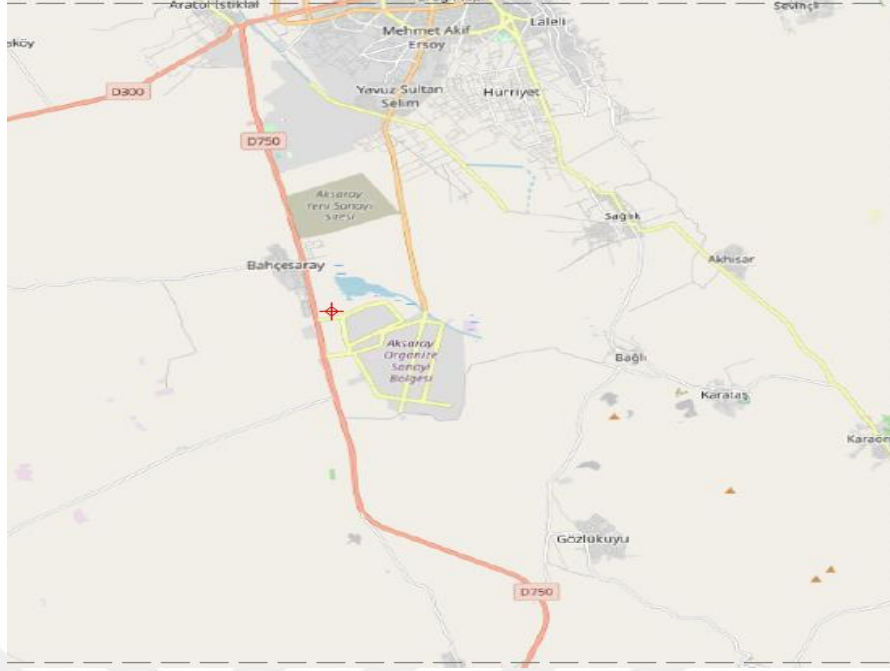
3.2.3. Aksaray İli'nin İklim Şartları

Aksaray'da İç Anadolu Bölgesinde görülen karasal iklim hakimdir. Yazları sıcak ve kurak, kışlar ise soğuk ve karlı geçmektedir. Yağışlar çoğunlukla ilkbahar ve kış mevsiminde görülmektedir. Yaz kış ile gece-gündüz arasındaki sıcaklık farkları oldukça fazladır. Aksaray Türkiye'nin en kurak havzası içerisinde yer almaktadır. Temmuz ve Ağustos ayları en kurak geçen aylardır [65].

3.3. AKSARAY'A AİT VERİLER

3.3.1. AERMOD Hava Kalitesi Dağılım Modeli Çalışma Alanı

Aksaray'da yapılacak olan AERMOD hava kalitesi modellemesi için emisyon kaynağı, model çalışma alanı ve sınırları Şekil 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.3. Aksaray’da AERMOD hava kalitesi dağılım modeli emisyon kaynağı ve çalışma alanı.

3.3.2. AERMOD Hava Kalitesi Modellemesinde Kullanılan Meteorolojik Veriler

Modelin çalışması için gerekli olan meteorolojik veriler; 24 saatlik yüzey verileri ve 00/12 saatlik yükseklik verileridir. Bu veriler Karabük Üniversitesi aracılığıyla resmi yazı ile Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nden alınmıştır.

3.3.2.1. AERMOD Modellemesinde Kullanılan 24 Saatlik Meteorolojik Yüzey Verileri

Çalışmanın etki alanları farklı baca yüksekliklerine göre değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelerde tesisin bulunduğu Aksaray iline ait veriler kullanılmıştır. Aksaray iline ait kullanılan 24 saatlik yüzey meteorolojik verilerin elde edildiği istasyonlara ait veriler Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. 24 saatlik yüzey meteorolojik verilerine ait istasyon bilgileri.

İstasyon Numarası	17192
İstasyon Adı	Aksaray
İstasyon İlçesi	Merkez
Enlem	38.3705
Boylam	33.9987
Rakım	970

Aksaray için yapılan modellemelerde 01.01.2015 - 31.12.2019 yıllarına ait 5 yıllık veriler kullanılmıştır. Aksaray için yapılan modellemenin 24 saatlik yüzey veri setlerinin içerisinde 7 tane veri tipi kullanılmıştır. Bunlar;

- Rüzgar Hızı (m/sn)
- Rüzgar Yönü (0-360 derece)
- Sıcaklık (Santigrat Derece)
- Bulutluluk (Kapalılık)
- Yağış (mm)
- Nem (%)
- Basınç (mb)'tır [40].

Aksaray için veri içerik düzenleme görüntüsü Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. Saatlik meteorolojik yüzey veri seti içerik görüntüsü.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	KLAVUZ_YIL.yil	KLAVUZ_YIL.Ay	KLAVUZ_YIL.Gun	KLAVUZ_YIL.Saat	hız	yon	sck_Sıcaklık	Basınç	Kapalılık_8	YAGIS	Nem
2	2015	1	1	0	0,8	145	7,1	904,6	5	0	57
3	2015	1	1	1	0,8	170	7,3	904,5	6	0	54
4	2015	1	1	2	0,7	274	7,4	904,6	6	0	57
5	2015	1	1	3	1,5	337	6,7	904,8	6	0	67
6	2015	1	1	4	1,3	3	5,8	904,9	6	0	74
7	2015	1	1	5	1,4	13	5,7	905,2	7	0	75

↓

43797	2019	12	31	19	1	262	3,8	908	7	0	83
43798	2019	12	31	20	0,8	261	3,3	908,4	7	0	85
43799	2019	12	31	21	0,6	258	3	908,3	7	0	86
43800	2019	12	31	22	0,7	168	2,8	907,7	7	0	88
43801	2019	12	31	23	0,5	276	2,8	906,8	7	0	89

3.3.2.2. AERMOD Modellemesinde Kullanılan Bölgelere Ait 00/12 Saatlik Meteoroloji Yükseklik Verileri

Farklı baca yüksekliklerine göre değerlendirilen çalışma etki alanının belirlenmesi için yükseklik meteorolojik verilerine gereksinim duyulmaktadır. Aksaray iline ait kullanılan 00/12 meteoroloji yükseklik verilerin elde edildiği istasyonlara ait veriler Çizelge 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.4. 00/12 saatlik meteoroloji yükseklik verilerine ait istasyon bilgileri

İstasyon Numarası	17196
İstasyon Adı	Kayseri Bölge
İstasyon İlçesi	Kayseri Melikgazi
Enlem	38.6870
Boylam	35.5000
Rakım	1094

Aksaray için yapılan modellemede 01.01.2015 - 31.12.2019 yıllarına ait 5 yıllık veriler kullanılmıştır. Aksaray için yapılan modellemenin 5 yıllık yükseklik veri setlerinin içerisinde 6 tane veri tipi kullanılmıştır. Bunlar ;

- Rüzgar Hızı (m/sn)
- Rüzgar Yönü (0-360 derece)
- Sıcaklık (Santigrat Derece)
- Yükseklik (m)
- Nem (%)
- Basınç (mb)’tır [40].

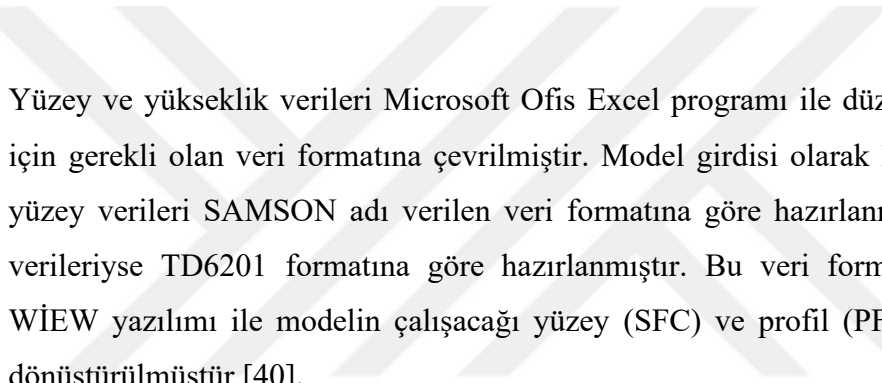
Aksaray’daki çalışma alanı için Kayseri’den alınan yükseklik veri seti içerik görüntüsü Çizelge 3.5’te verilmiştir.

Çizelge 3.5. Aksaray'daki çalışma alanı için Kayseri'den alınan yükseklik veri seti içerik görüntüsü.

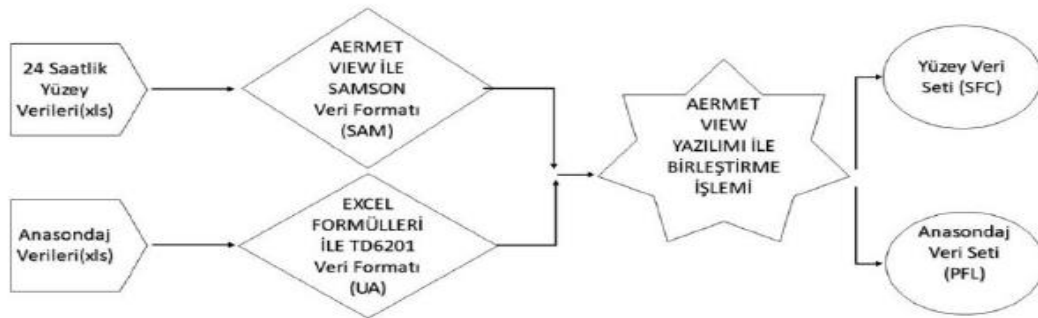
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Kimlik	Istasyon_No	Istasyon_Adi	YIL	AY	GUN	SAAT	BASINC_SEVYESI_hPa	YUKSEKLİK	SICAKLIK	NISPI_NEM	ISBA_SICAKLIĞI	RUZGAR_YONU	RUZGAR_HIZI_knot
2	1	17196	KAYSERİ BÖLGE	2015	10	23	12	890	1096	20,7	47	9	360	2,9
3	2	17196	KAYSERİ BÖLGE	2015	10	23	12	880	1198	20	45	7,8	195	1,5
4	3	17196	KAYSERİ BÖLGE	2015	10	23	12	870	1295	19,8	45	7,5	194	2,3
5	4	17196	KAYSERİ BÖLGE	2015	10	23	12	860	1392	18,8	46	7	200	3,7
6	5	17196	KAYSERİ BÖLGE	2015	10	23	12	850	1496	17,6	50	6,9	205	4,8
7	6	17196	KAYSERİ BÖLGE	2015	10	23	12	840	1595	16,9	51	6,8	207	6
8	7	17196	KAYSERİ BÖLGE	2015	10	23	12	830	1694	15,8	54	6,4	210	7,2



123410	123409	17196	KAYSERİ BÖLGE	2019	12	31	12	590	4318	-18,3	78	-21,4	164	2,3
123411	123410	17196	KAYSERİ BÖLGE	2019	12	31	12	580	4447	-19,2	75	-22,7	162	1,7
123412	123411	17196	KAYSERİ BÖLGE	2019	12	31	12	570	4577	-20,1	79	-23,1	159	1,6
123413	123412	17196	KAYSERİ BÖLGE	2019	12	31	12	560	4707	-21,3	80	-24,1	160	1,6
123414	123413	17196	KAYSERİ BÖLGE	2019	12	31	12	550	4840	-22,1	76	-25,4	141	1,4



Yüzey ve yükseklik verileri Microsoft Ofis Excel programı ile düzenlenerek model için gerekli olan veri formatına çevrilmiştir. Model girdisi olarak kullanılan saatlik yüzey verileri SAMSON adı verilen veri formatına göre hazırlanmıştır. Yükseklik verileriye TD6201 formatına göre hazırlanmıştır. Bu veri formatları AERMET WIEW yazılımı ile modelin çalışacağı yüzey (SFC) ve profil (PFL) veri setlerine dönüştürülmüştür [40].



Şekil 3.4. Meteorolojik veri setlerinin format dönüşüm şeması [40].

3.3.2.3. AERMOD Modellemesinde Kullanılan Diğer Parametreler

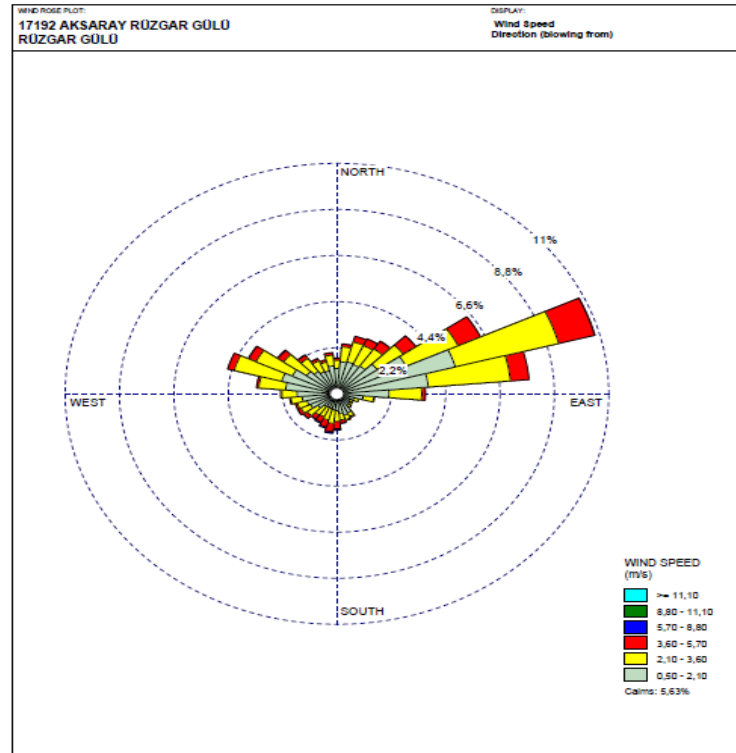
AERMET yazılımıyla beraber SFC ve PFL dosyaları oluşturulmaktadır. Bu işlem yapılırken meteorolojik verilerin yüzey tiplerine göre Roughness, Bowen ve Albedo gibi yansıma katsayıları kullanılmaktadır. Bu katsayılar otomatik olarak tanımlanmaktadır. Bu katsayılar ile SFC ve PFL dosyaları oluşturulmuştur. Bu tezde

model çalışma alanı şehir alanı olduğundan kullanılan ortalama katsayılar Çizelge 3.6'daki gibidir.

Çizelge 3.6. Yıllık yüzey yansıma katsayıları.

Surface Roughness	1
Bowen Ratia	1,625
Albedo	0,2075

Aksaray için 01.01.2015 - 31.12.2019 yıllarına ait meteorolojik veri setleri ile üretilen rüzgar gülü grafiği aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.5. Aksaray rüzgar gülü grafiği.

BÖLÜM 4

MODELLEME ÇALIŞMALARI

4.1. UYGULANAN SENARYOLAR

Yapılan bu tez çalışmasında akü geri dönüşüm tesisinden açığa çıkan temel kirleticilerin (CO, NO₂ ve PM₁₀) emisyon ölçüm raporundaki emisyon kaynakları ve miktarları dikkate alınmıştır. Model bölgesinde hava kalitesini anlamak amacıyla 2 farklı senaryo oluşturulmuştur. Bu iki farklı senaryoya göre model sonuçları yorumlanmıştır.

4.1.1. Mevcut Şartlara Göre (Baca Yüksekliği, Emisyon Hızı ve Meteorolojik Şartlar) Modellemenin Yapılması

Oluşturulan 1. senaryoda tesis Aksaray'daki mevcut konumunda yer almaktadır. Emisyon raporuna göre baca yüksekliği 44 m, CO emisyon hızı 0,34881 kg/saat, NO₂ emisyon hızı 0,41676 kg/saat ve PM₁₀ emisyon hızı 0,023445 kg/saat olarak alınmıştır. Modelin çalışması için gerekli olan meteorolojik veriler; 24 saatlik yüzey verileri ve 00/12 saatlik yükseklik verileridir. Bu veriler Karabük Üniversitesi aracılığıyla resmi yazı ile Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır. Senaryo 1 için gerekli modelleme verileri Çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Senaryo 1 için gerekli modelleme verileri.

Tesis Konumu	Aksaray
Meteorolojik ve Yükselti Verileri	Aksaray Meteorolojik Verileri
Baca Yüksekliği	44 m
CO Emisyon Hızı	0,34881 kg/saat
NO ₂ Emisyon Hızı	0,41676 kg/saat
PM ₁₀ Emisyon Hızı	0,023445 kg/saat

4.1.2. Mevcut Emisyon Hızı, Meteorolojik Şartlar ve Baca Yüksekliği %50 Azaltıldığında Modellemenin Yapılması

Oluşturulan 2. senaryoda tesis baca yüksekliği %50 azaltılarak 22 m olarak alınmıştır. Böylece baca yüksekliğinden kaynaklanan kirletici dağılımları arasındaki fark incelenmiştir. Ayrıca tesis Aksaray'daki mevcut konumunda yer almaktadır. Emisyon raporuna göre CO emisyon hızı 0,34881 kg/saat, NO₂ emisyon hızı 0,41676 kg/saat ve PM₁₀ emisyon hızı 0,023445 kg/saat olarak alınmıştır. Modelin çalışması için gerekli olan meteorolojik veriler; 24 saatlik yüzey verileri ve 00/12 saatlik yükseklik verileridir. Bu veriler Karabük Üniversitesi aracılığıyla resmi yazı ile Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır. Senaryo 2 için gerekli modelleme verileri Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Senaryo 2 için gerekli modelleme verileri.

Tesis Konumu	Aksaray
Meteorolojik ve Yükselti Verileri	Aksaray Meteorolojik Verileri
Baca Yüksekliği	22 m
CO Emisyon Hızı	0,34881 kg/saat
NO ₂ Emisyon Hızı	0,41676 kg/saat
PM ₁₀ Emisyon Hızı	0,023445 kg/saat

BÖLÜM 5

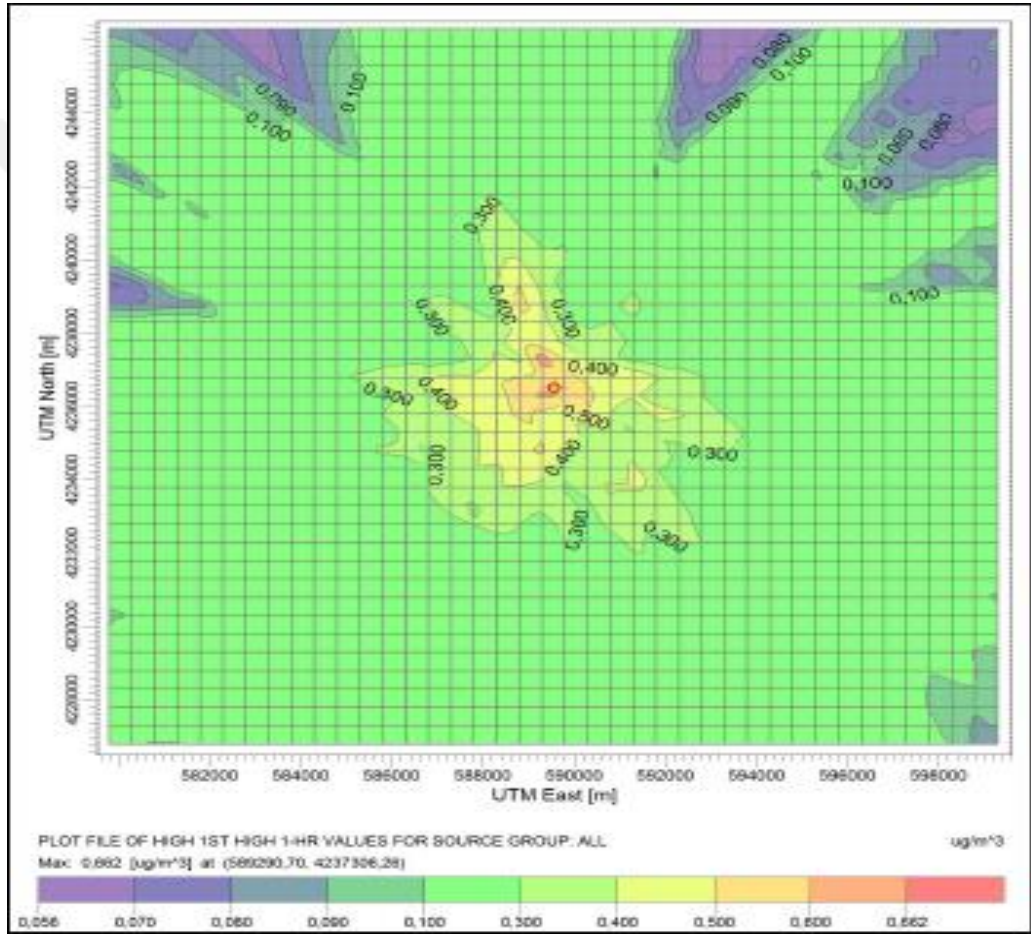
MODELLEME SONUÇLARI VE TARTIŞMA

5.1. MEVCUT ŞARTLARA GÖRE MODELLEMENİN SONUÇLARI

Oluşturulan 1. senaryoda Aksaray organize sanayi bölgesinde yer alan akü geri dönüşüm tesisinin mevcut baca yüksekliği, emisyon hızları ve meteorolojik şartları göz önüne alınarak AERMOD Wiew hava kalitesi dağılım modeli çalıştırılmıştır. Böylece mevcut şartlarda dağılım modelleri ile üretilen bilgiler sayesinde tesisin çevresel etki alanı araştırılmıştır.

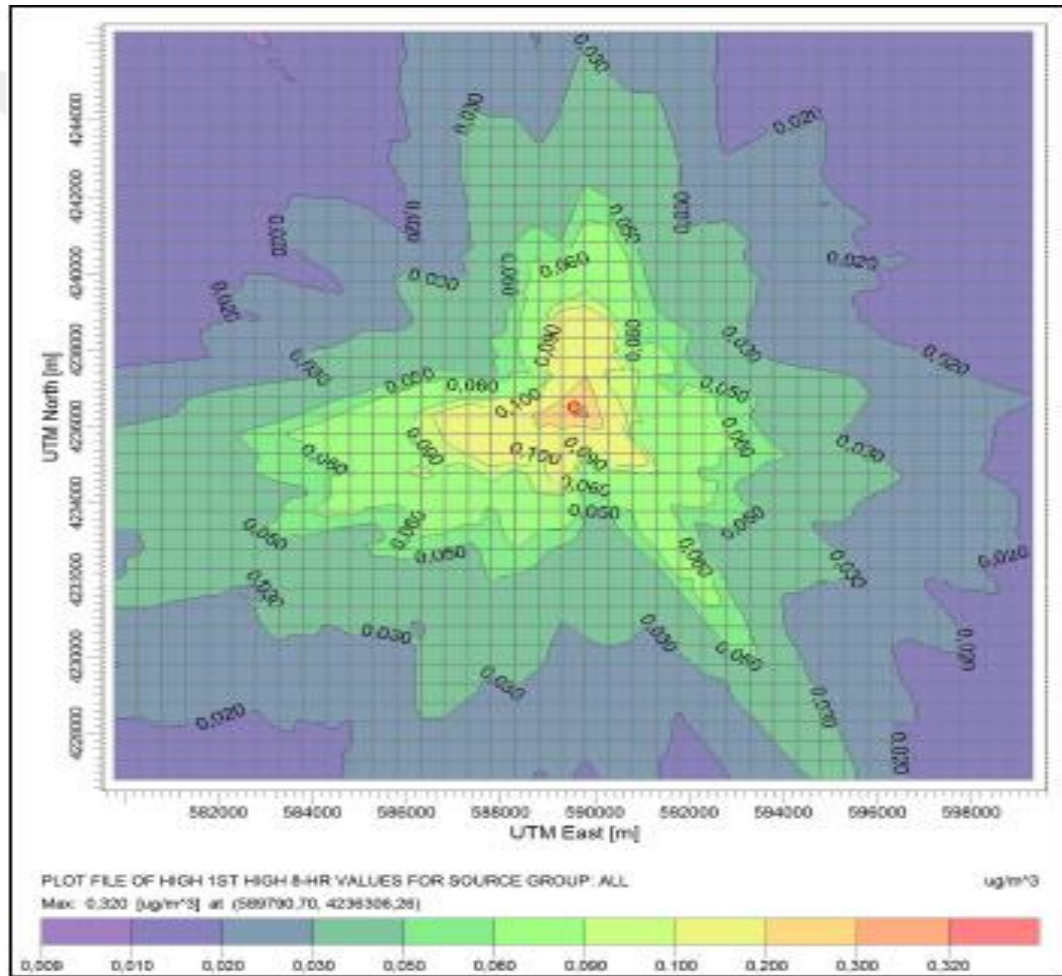
Aksaray organize sanayi bölgesinde yer alan akü geri dönüşüm tesisinden açığa çıkan CO, NO₂ ve PM₁₀ emisyonlarının modelleme sonuçları aşağıda verilmiştir.

Şekil 5.1’de verilen mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre AERMOD hava kalitesi modeli kullanılarak oluşturulan saatlik CO emisyon dağılımına göre CO emisyon konsantrasyonu minimum 0,056 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, maksimum 0,662 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ’tür. Şekil 3.5’de verilen bölgeye ait rüzgar gülünde de görüldüğü üzere hakim rüzgarın kirleticilerin dağılımında etkili olduğu görülmüştür. Şekil 5.1’de görüldüğü üzere kirleticiler emisyon kaynağının doğu, kuzey ve güneybatı kısmında diğer yönler göre orta yoğunlukta daha etkilidir.



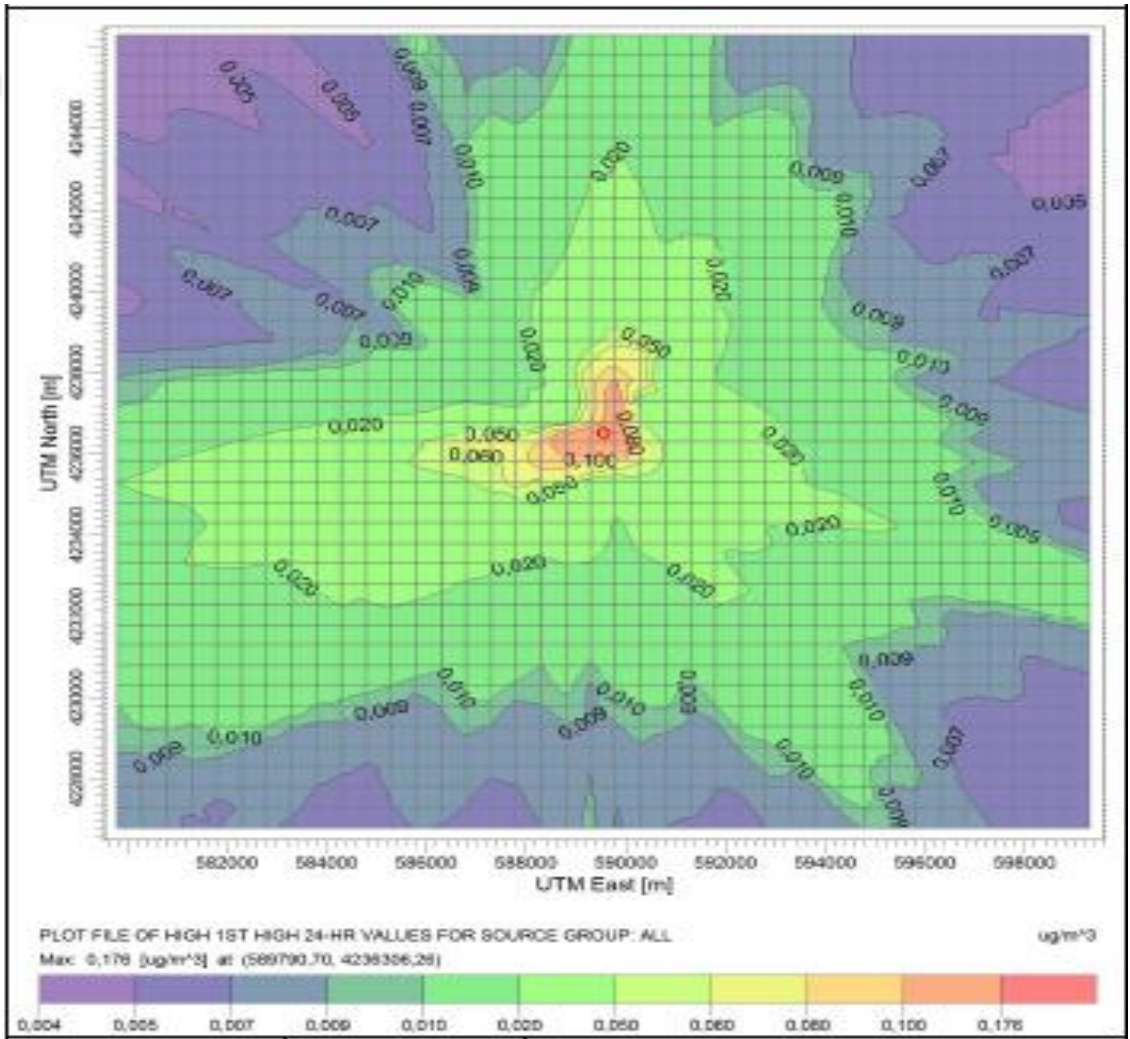
Şekil 5.1. Mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre saatlik CO emisyon dağılımı.

Şekil 5.2’de verilen mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre AERMOD hava kalitesi modeli kullanılarak oluşturulan 8 saatlik CO emisyon dağılımına göre CO emisyon konsantrasyonu minimum 0,009 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, maksimum 0,320 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ’tür. Şekil 3.5’de verilen bölgeye ait rüzgar gülünde de görüldüğü üzere hakim rüzgarın kirleticilerin dağılımında etkili olduğu görülmüştür. Şekil 5.2’de görüldüğü üzere kirleticiler emisyon kaynağının kuzey ve batı yönleri orta yoğunlukta diğer yönlere göre daha fazla etkilediği, düşük yoğunlukta ise bu yönlere ilave olarak güneydoğu yönünü de etkilemektedir.



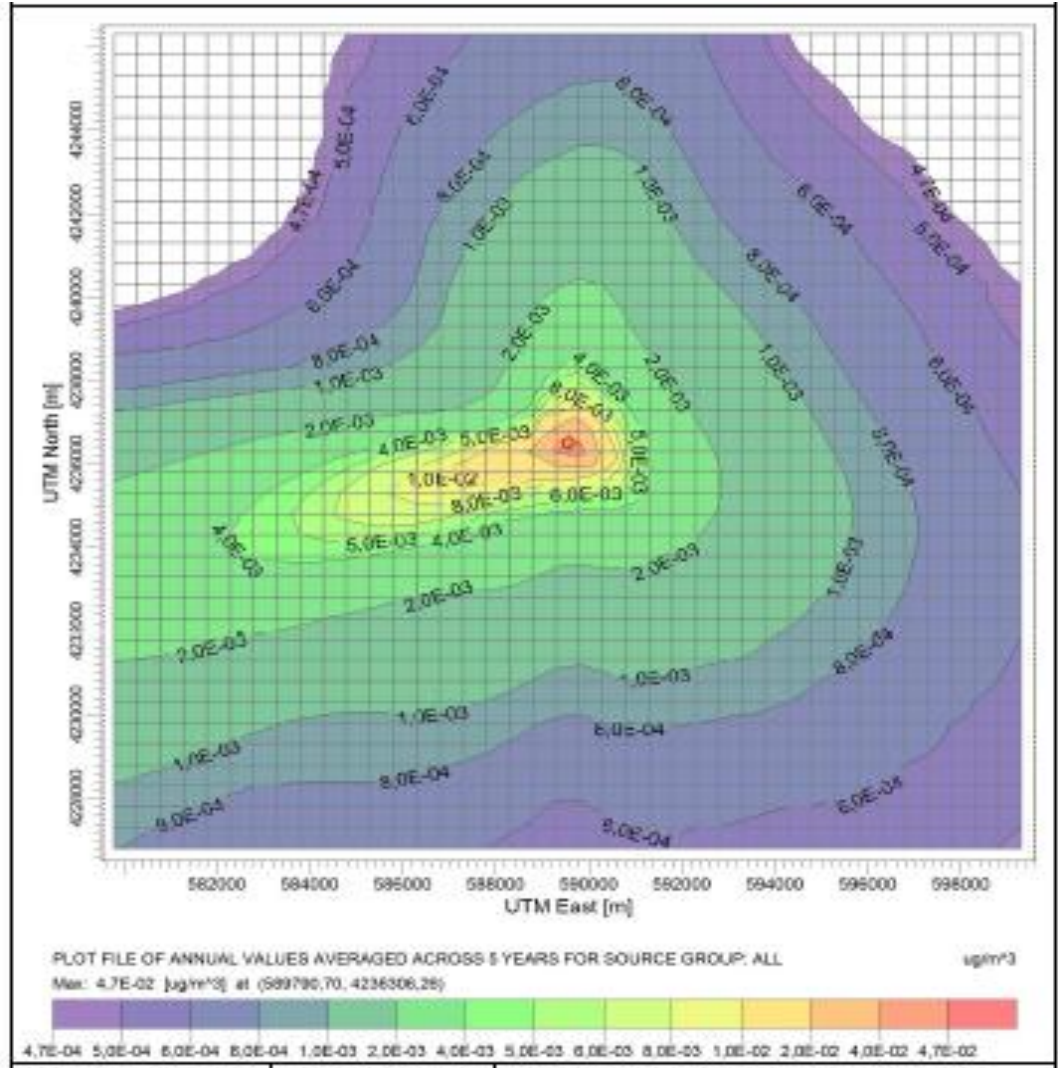
Şekil 5.2. Mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre 8 saatlik CO emisyon dağılımı.

Şekil 5.3’de verilen mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre AERMOD hava kalitesi modeli kullanılarak oluşturulan 24 saatlik CO emisyon dağılımına göre CO emisyon konsantrasyonu minimum 0,004 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, maksimum 0,176 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ’tür. Şekil 3.5’de verilen bölgeye ait rüzgar gülünde de görüldüğü üzere hakim rüzgarın kirleticilerin dağılımında etkili olduğu görülmüştür. Şekil 5.3’de görüldüğü üzere kirleticiler emisyon kaynağının kuzey ve batı yönlerini orta yoğunlukta diğer yönlere göre daha fazla, düşük yoğunlukta ise bu yönlere ilave olarak güneydoğu yönünü de etkilemektedir.



Şekil 5.3. Mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre 24 saatlik CO emisyon dağılımı.

Şekil 5.4’de verilen mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre AERMOD hava kalitesi modeli kullanılarak oluşturulan yıllık CO emisyon dağılımına göre CO emisyon konsantrasyonu minimum $4,7 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$, maksimum $4,7 \times 10^{-2} \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’tür. Şekil 3.5’de verilen bölgeye ait rüzgar gülünde de görüldüğü üzere hakim rüzgarın kirleticilerin dağılımında etkili olduğu görülmüştür. Şekil 5.4’de görüldüğü üzere kirleticiler emisyon kaynağının batı yönünü diğer yönlerle göre daha fazla etkilemektedir.



Şekil 5.4. Mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre yıllık CO emisyon dağılımı.

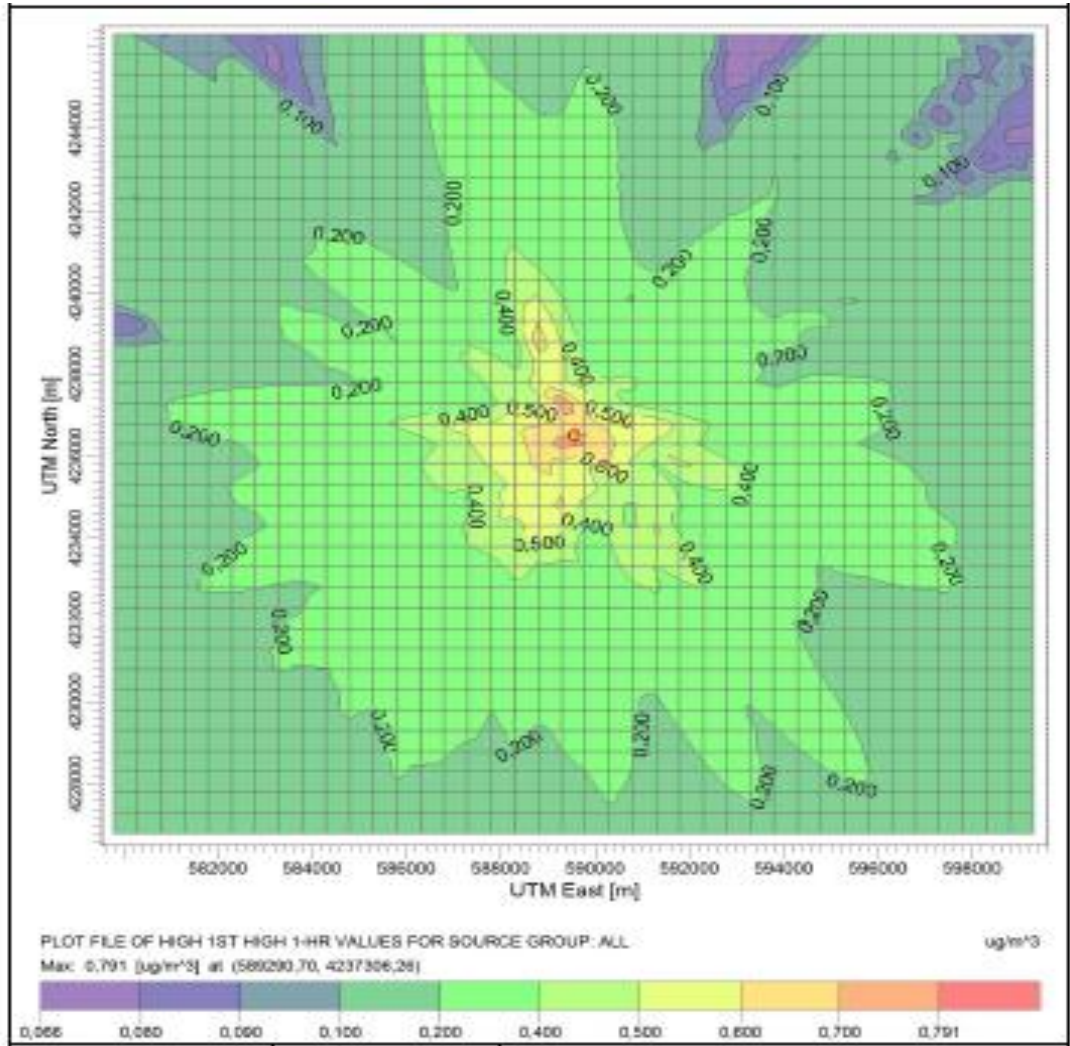
Çizelge 5.1’de verilen mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı, meteorolojik şartlara göre oluşturulan CO emisyon sonuç raporunda AERMOD Wiew modeli çalıştırıldığında en yüksek saatlik CO değeri 0.66192 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 8 saatlik en yüksek CO değeri 0.31988 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 24 saatlik en yüksek CO değeri 0.17552 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ve yıllık en yüksek CO değeri 0.04732 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ’tür. Sonuç raporuna göre x koordinatı saatlik 589290.70 m, 8 saatlik, 24 saatlik ve yıllık ise 589790.70 m, y koordinatı saatlik 4237306,26 m, 8 saatlik, 24 saatlik ve yıllık ise 4236306.26 m olarak belirlenmiştir. En yüksek saatlik CO değeri 20.01.2015 tarih saat 7:00’de, en yüksek 8 saatlik CO değeri 03.12.2016 tarih saat 16:00’da ve en yüksek 24 saatlik CO değeri ise 31.05.2017 tarih saat 24:00’de alınmıştır.

Çizelge 5.1. Mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı, meteorolojik şartlar ve topoğrafyaya göre oluşturulan CO emisyon sonuç raporu.

Ortalama Dönem	Maksimum	Birimler	X (m)	Y (m)	Maksimum Tarihi, Başlama Saati
1 Saatlik	0.66192	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	589290.70	4237306.26	20.01.2015, 7:00
8 Saatlik	0.31988	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	589790.70	4236306.26	03.12.2016, 16:00
24 Saatlik	0.17552	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	589790.70	4236306.26	31.05.2017, 24 :00
Yıllık	0.04732	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	589790.70	4236306.26	-

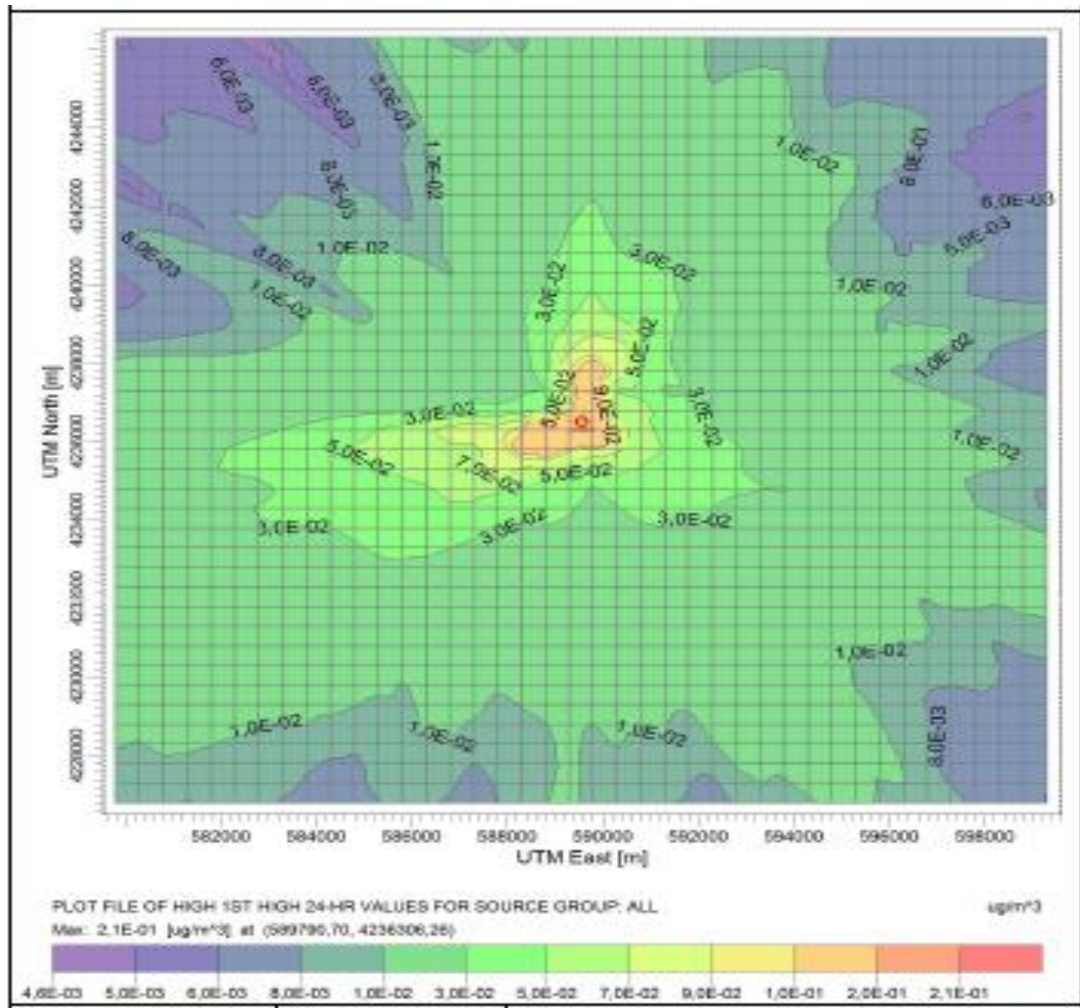
Sonuç olarak Aksaray’da bulunan bu akü geri kazanım tesisinin mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı, meteorolojik şartlarda CO parametresi açısından hava kalitesinin iyi olduğu, hava kirliliğinin ise Çizelge 2.1’de bulunan tesis etki alanında hava kalitesi sınır değerlerini aşmadığı tespit edilmiştir.

Şekil 5.5’de verilen mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre AERMOD hava kalitesi modeli kullanılarak oluşturulan saatlik NO₂ emisyon dağılımına göre NO₂ emisyon konsantrasyonu minimum 0,066 µg/m³, maksimum 0,791 µg/m³’tür. Şekil 3.5’de verilen bölgeye ait rüzgar gülünde de görüldüğü üzere hakim rüzgarın kirleticilerin dağılımında etkili olduğu görülmüştür. Şekil 5.5’de görüldüğü üzere kirleticiler emisyon kaynağının güneybatı kısmında diğer yönlerle göre orta yoğunlukta daha etkilidir.



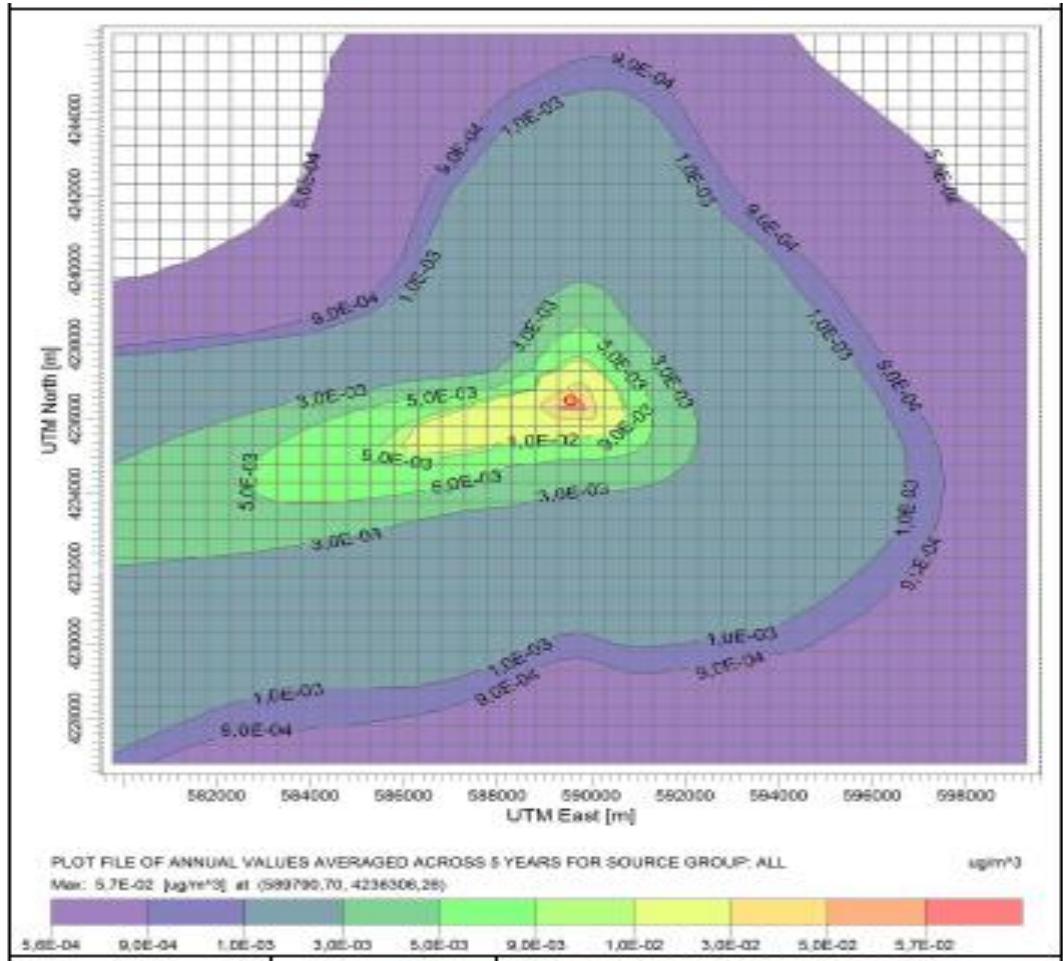
Şekil 5.5. Mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre saatlik NO₂ emisyon dağılımı.

Şekil 5.6’da verilen mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre AERMOD hava kalitesi modeli kullanılarak oluşturulan 24 saatlik NO₂ emisyon dağılımına göre NO₂ emisyon konsantrasyonu minimum $4,6 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$, maksimum $2,1 \times 10^{-1} \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’tür. Şekil 3.5’de verilen bölgeye ait rüzgar gülünde de görüldüğü üzere hakim rüzgarın kirleticilerin dağılımında etkili olduğu görülmüştür. Şekil 5.6’da görüldüğü üzere kirleticiler emisyon kaynağının kuzey ve batı yönlerini orta yoğunlukta diğer yönlere göre daha fazla etkilemektedir.



Şekil 5.6. Mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre 24 saatlik NO₂ emisyon dağılımı.

Şekil 5.7’de verilen mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre AERMOD hava kalitesi modeli kullanılarak oluşturulan yıllık NO₂ emisyon dağılımına göre NO₂ emisyon konsantrasyonu minimum $5,6 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$, maksimum $5,7 \times 10^{-2} \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’tür. Şekil 3.5’de verilen bölgeye ait rüzgar gülünde de görüldüğü üzere hakim rüzgarın kirleticilerin dağılımında etkili olduğu görülmüştür. Şekil 5.7’de görüldüğü üzere kirleticiler emisyon kaynağının batı yönünü diğer yönlerle göre daha fazla etkilemektedir.



Şekil 5.7. Mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre yıllık NO₂ emisyon dağılımı.

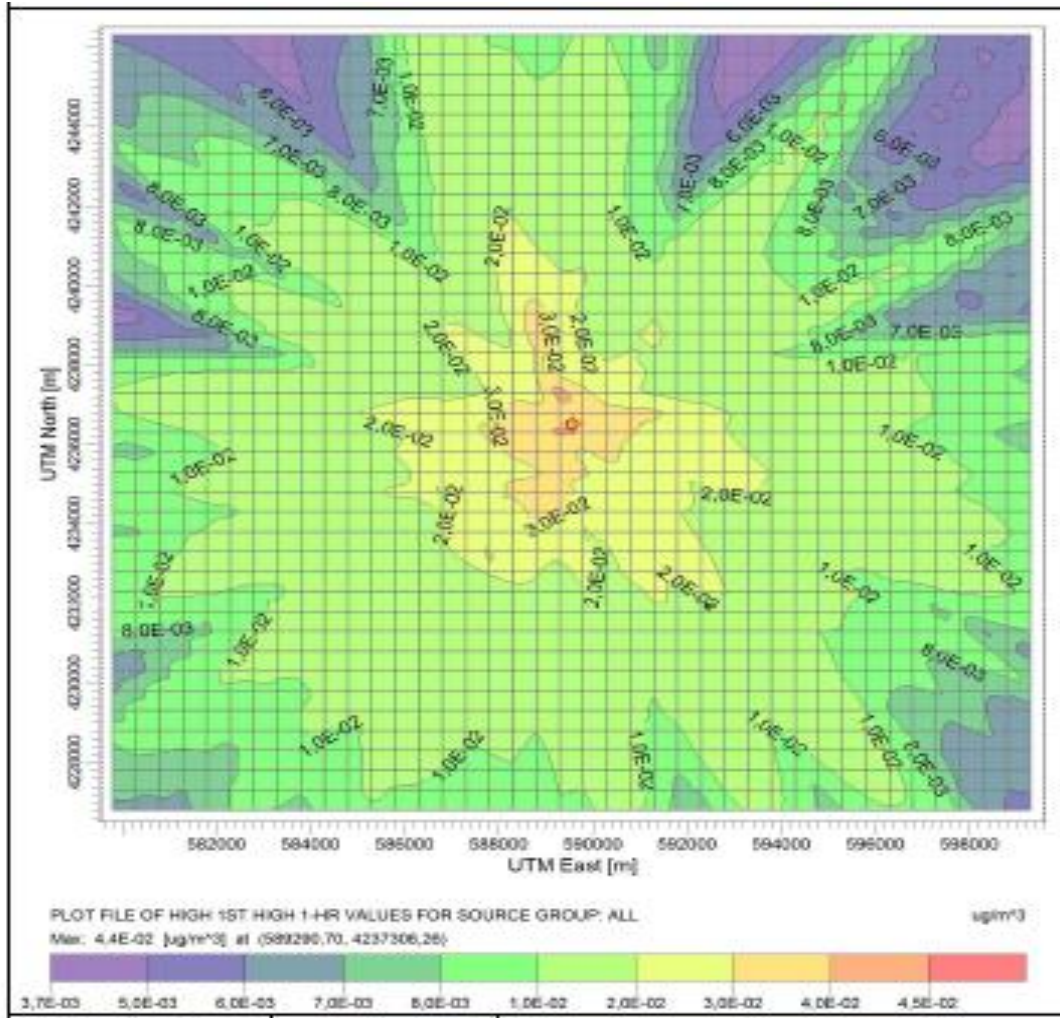
Çizelge 5.2’de verilen mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı , meteorolojik şartlar ve topoğrafyaya göre oluşturulan NO₂ emisyon sonuç raporuna göre AERMOD Wiew modeli çalıştırıldığında en yüksek saatlik NO₂ değeri 0.79086 µg/m³, 24 saatlik en yüksek NO₂ değeri 0.20971 µg/m³ ve yıllık en yüksek NO₂ değeri 0.05654 µg/m³’tür. Sonuç raporuna göre x koordinatı saatlik 589290.70 m, 24 saatlik ve yıllık ise 589790.70 m, y koordinatı saatlik 4237306,26 m, 24 saatlik ve yıllık ise 4236306.26 m olarak alınmıştır. En yüksek saatlik NO₂ değeri 20.01.2015 tarih saat 7:00’de ve en yüksek 24 saatlik NO₂ değeri ise 31.05.2017 tarih saat 24:00’de alınmıştır.

Çizelge 5.2. Mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlarda oluşturulan NO₂ emisyon sonuç raporu.

Ortalama Dönem	Maksimum	Birimler	X (m)	Y (m)	Maksimum Tarihi, Başlama Saati
1 Saatlik	0.79086	µg/m ³	589290.70	4237306.26	20.01.2015, 7:00
24 Saatlik	0.20971	µg/m ³	589790.70	4236306.26	31.05.2017, 24 :00
Yıllık	0.05654	µg/m ³	589790.70	4236306.26	-

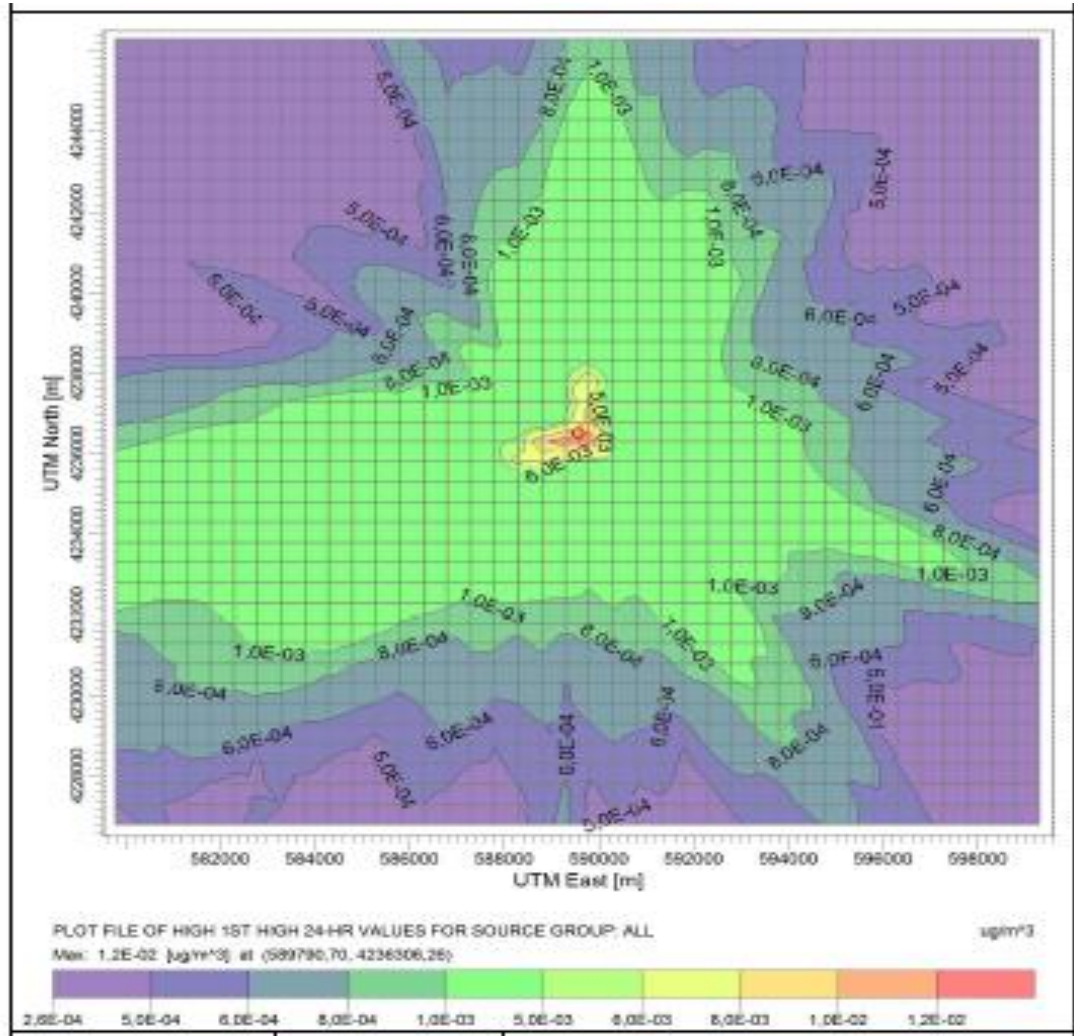
Sonuç olarak Aksaray’da bulunan bu akü geri kazanım tesisinin mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı, meteorolojik şartlarda NO₂ parametresi açısından hava kalitesinin iyi olduğu, hava kirliliğinin ise Çizelge 2.1’de bulunan tesis etki alanında hava kalitesi sınır değerlerini aşmadığı tespit edilmiştir

Şekil 5.8’de verilen mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre AERMOD hava kalitesi modeli kullanılarak oluşturulan saatlik PM₁₀ emisyon dağılımına göre PM₁₀ emisyon konsantrasyonu minimum $3,7 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$, maksimum $4,4 \times 10^{-2} \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’tür. Şekil 3.5’de verilen bölgeye ait rüzgar gülünde de görüldüğü üzere hakim rüzgarın kirleticilerin dağılımında etkili olduğu görülmüştür. Şekil 5.8’de görüldüğü üzere kirleticiler emisyon kaynağının doğu, kuzey ve güneybatı kısmında diğer yönler göre yoğunlukta daha etkilidir. Orta yoğunluktaki kirleticiler ise diğer yönler göre kuzeydoğuda daha az etkili olduğu görülmektedir.



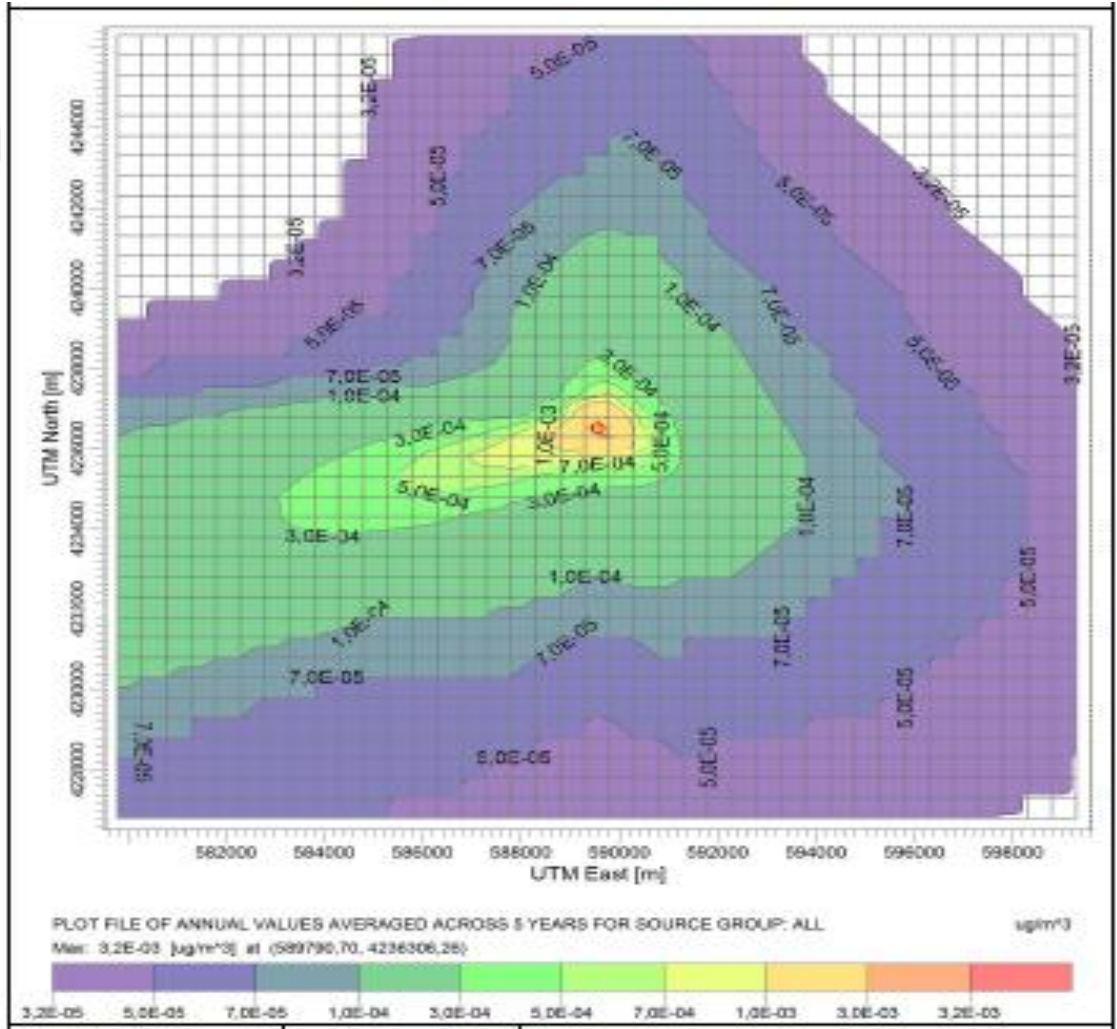
Şekil 5.8. Mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre saatlik PM₁₀ emisyon dağılımı.

Şekil 5.9’da verilen mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre AERMOD hava kalitesi modeli kullanılarak oluşturulan 24 saatlik PM₁₀ emisyon dağılımına göre PM₁₀ emisyon konsantrasyonu minimum $2,6 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$, maksimum $1,2 \times 10^{-2} \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’tür. Şekil 3.5’de verilen bölgeye ait rüzgar gülünde de görüldüğü üzere hakim rüzgarın kirleticilerin dağılımında etkili olduğu görülmüştür. Şekil 5.9’da görüldüğü üzere kirleticiler emisyon kaynağının güneydoğu, kuzey ve batı yönlerini diğer yönlere göre daha fazla etkilemektedir. Düşük yoğunluktaki kirleticilerden etkilenen alan, yoğun ve orta yoğunluktaki kirleticilerden etkilenen alandan daha fazladır.



Şekil 5.9. Mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre 24 saatlik PM₁₀ emisyon dağılımı.

Şekil 5.10’da verilen mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre AERMOD hava kalitesi modeli kullanılarak oluşturulan yıllık PM₁₀ emisyon dağılımına göre PM₁₀ emisyon konsantrasyonu minimum $3,2 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$, maksimum $3,2 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’tür. Şekil 3.5’de verilen bölgeye ait rüzgar gülünde de görüldüğü üzere hakim rüzgarın kirleticilerin dağılımında etkili olduğu görülmüştür. Şekil 5.10’de görüldüğü üzere kirleticiler emisyon kaynağının batı yönünü diğer yönlere göre daha fazla etkilemektedir.



Şekil 5.10. Mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre yıllık PM₁₀ emisyon dağılımı.

Çizelge 5.3’de verilen mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı, meteorolojik şartlar ve topoğrafyaya göre oluşturulan PM₁₀ emisyon sonuç raporuna göre AERMOD Wiew modeli çalıştırıldığında en yüksek saatlik PM₁₀ değeri 0.04450 µg/m³, 24 saatlik en yüksek PM₁₀ değeri 0.01180 µg/m³ ve yıllık en yüksek PM₁₀ değeri 0.00318 µg/m³’tür. Sonuç raporuna göre x koordinatı saatlik 589290.70 m, 24 saatlik ve yıllık ise 589790.70 m, y koordinatı saatlik 4237306,26 m, 24 saatlik ve yıllık ise 4236306.26 m olarak alınmıştır. En yüksek saatlik PM₁₀ değeri 20.01.2015 tarih saat 7:00’de ve en yüksek 24 saatlik PM₁₀ değeri ise 31.05.2017 tarih saat 24:00’de alınmıştır.

Çizelge 5.3. Mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı, meteorolojik şartlar ve topoğrafyaya göre oluşturulan PM₁₀ emisyon sonuç raporu.

Ortalama Dönem	Maksimum	Birimler	X (m)	Y (m)	Maksimum Tarihi, Başlama Saati
1 Saatlik	0.04450	µg/m ³	589290.70	4237306.26	20.01.2015, 7:00
24 Saatlik	0.01180	µg/m ³	589790.70	4236306.26	31.05.2017, 24 :00
Yıllık	0.00318	µg/m ³	589790.70	4236306.26	-

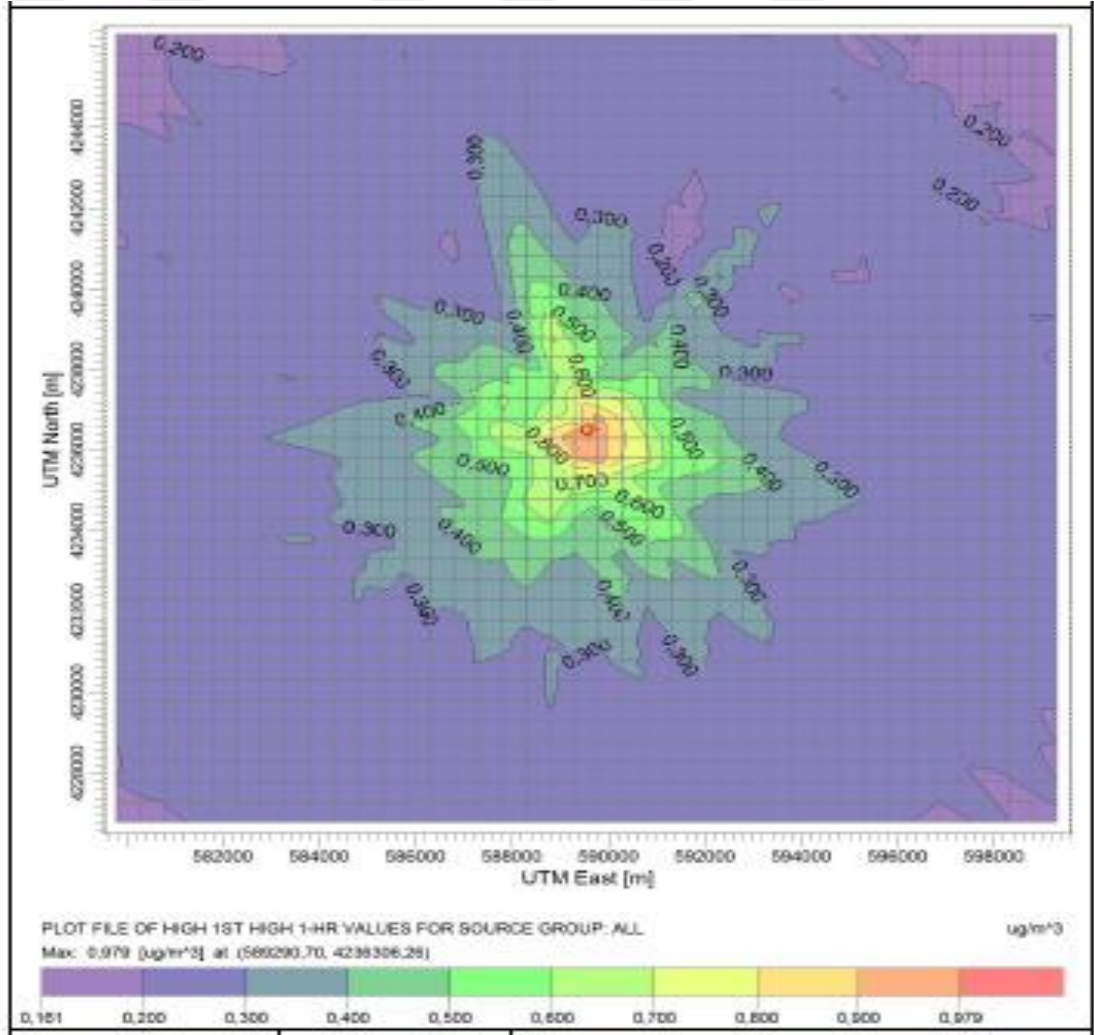
Sonuç olarak Aksaray’da bulunan bu akü geri kazanım tesisinin mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı, meteorolojik şartlarda PM₁₀ parametresi açısından hava kalitesinin iyi olduğu, hava kirliliğinin ise Çizelge 2.1’de bulunan tesis etki alanında hava kalitesi sınır değerlerini aşmadığı tespit edilmiştir

5.2. MEVCUT ŞARTLARDA BACA YÜKSEKLİĞİ %50 AZALTILDIĞINDA MODELLEMENİN SONUÇLARI

Oluşturulan 2. senaryoda Aksaray organize sanayi bölgesinde yer alan akü geri dönüşüm tesisinin mevcut şartlarda baca yüksekliği %50 azaltılarak AERMOD View hava kalitesi dağılım modeli çalıştırılmıştır. Böylece baca yüksekliği %50 azaltıldığında dağılım modelleri ile üretilen bilgiler sayesinde tesisin hava kalitesine olan etkisi araştırılmıştır.

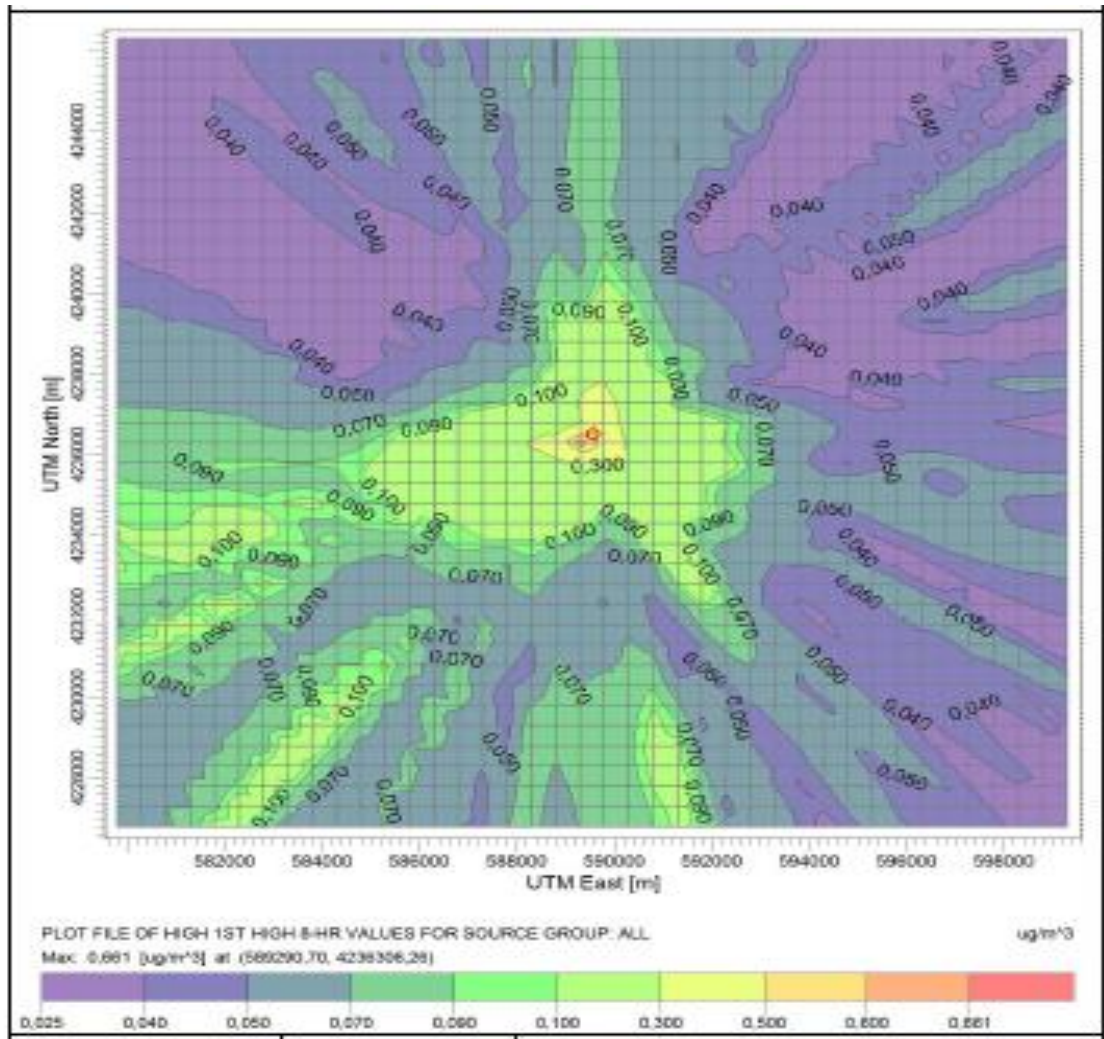
Aksaray organize sanayi bölgesinde yer alan akü geri dönüşüm tesisinden açığa çıkan CO, NO₂ ve PM₁₀ emisyonlarının baca yüksekliği %50 azaltıldığında oluşan modelleme sonuçları aşağıda ve verilmiştir.

Şekil 5.11’da verilen mevcut emisyon hızı, meteorolojik şartlar ve baca yüksekliği %50 azaltıldığında AERMOD hava kalitesi modeli kullanılarak oluşturulan saatlik CO emisyon dağılımına göre saatlik CO emisyon konsantrasyonu minimum 0,161 µg/m³, maksimum 0,979 µg/m³’tür. Kirletici dağılımı mevcut baca yüksekliğindeki dağılıma benzemektedir. Ancak beklendiği üzere baca yüksekliği azaldığından dolayı kirleticinin daha dar bir alana dağıldığı görülmektedir.



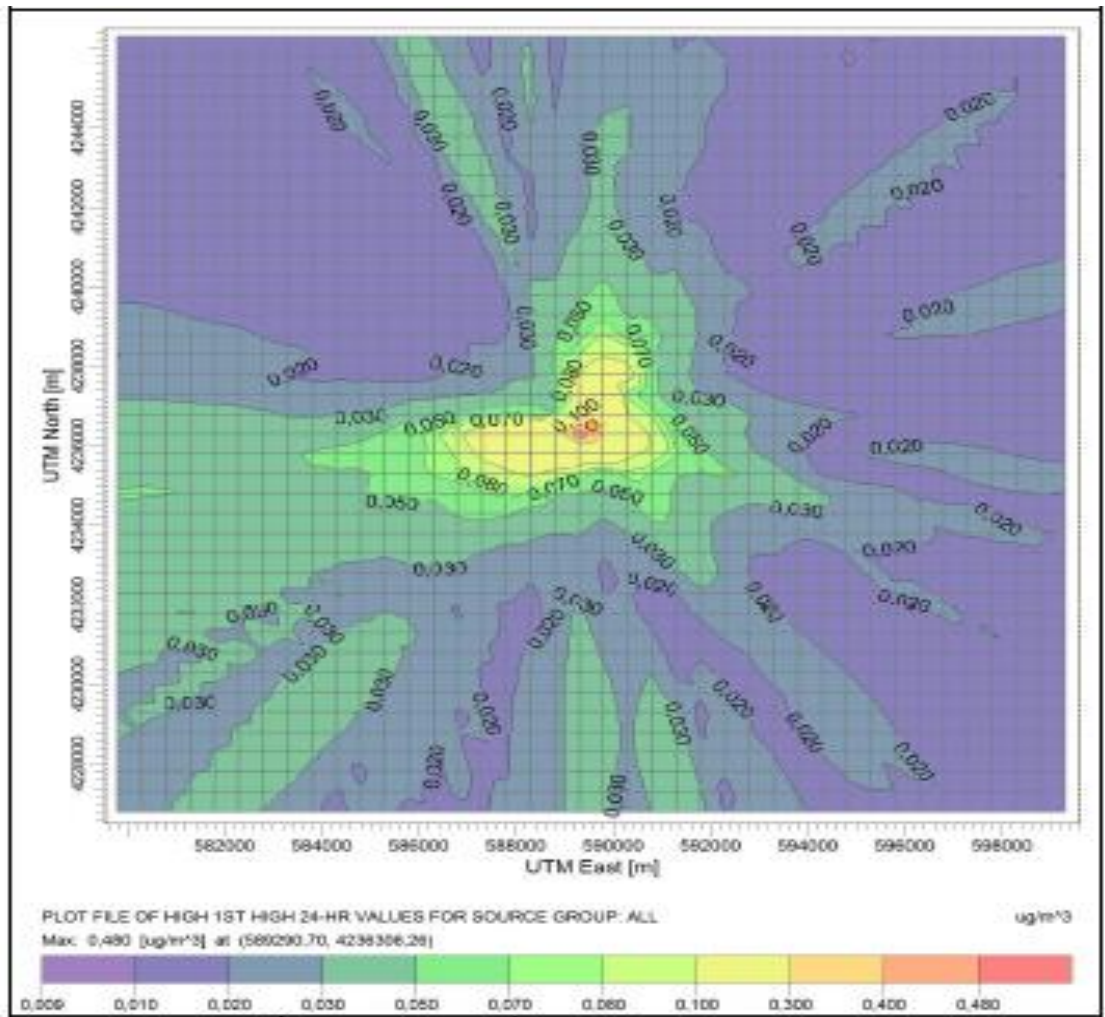
Şekil 5.11. Mevcut emisyon hızı ve meteorolojik şartlarda baca yüksekliği %50 azaltıldığında saatlik CO emisyon dağılımı.

Şekil 5.12’de verilen mevcut emisyon hızı, meteorolojik şartlar ve baca yüksekliği %50 azaltıldığında AERMOD hava kalitesi modeli kullanılarak oluşturulan 8 saatlik CO emisyon dağılımına göre CO emisyon konsantrasyonu minimum 0,025 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, maksimum 0,661 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ’tür. Baca yüksekliği azaldığından dolayı kirlenici etki alanının azaldığı görülmüştür. Ancak beklenmedik bir şekilde batı, güneybatı ve doğuda mevcut baca yüksekliğindeki modelden farklı olarak kirli alanlar görülmüştür. Şeklin geneli göz önüne alındığında bunun hakim rüzgar yönünden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



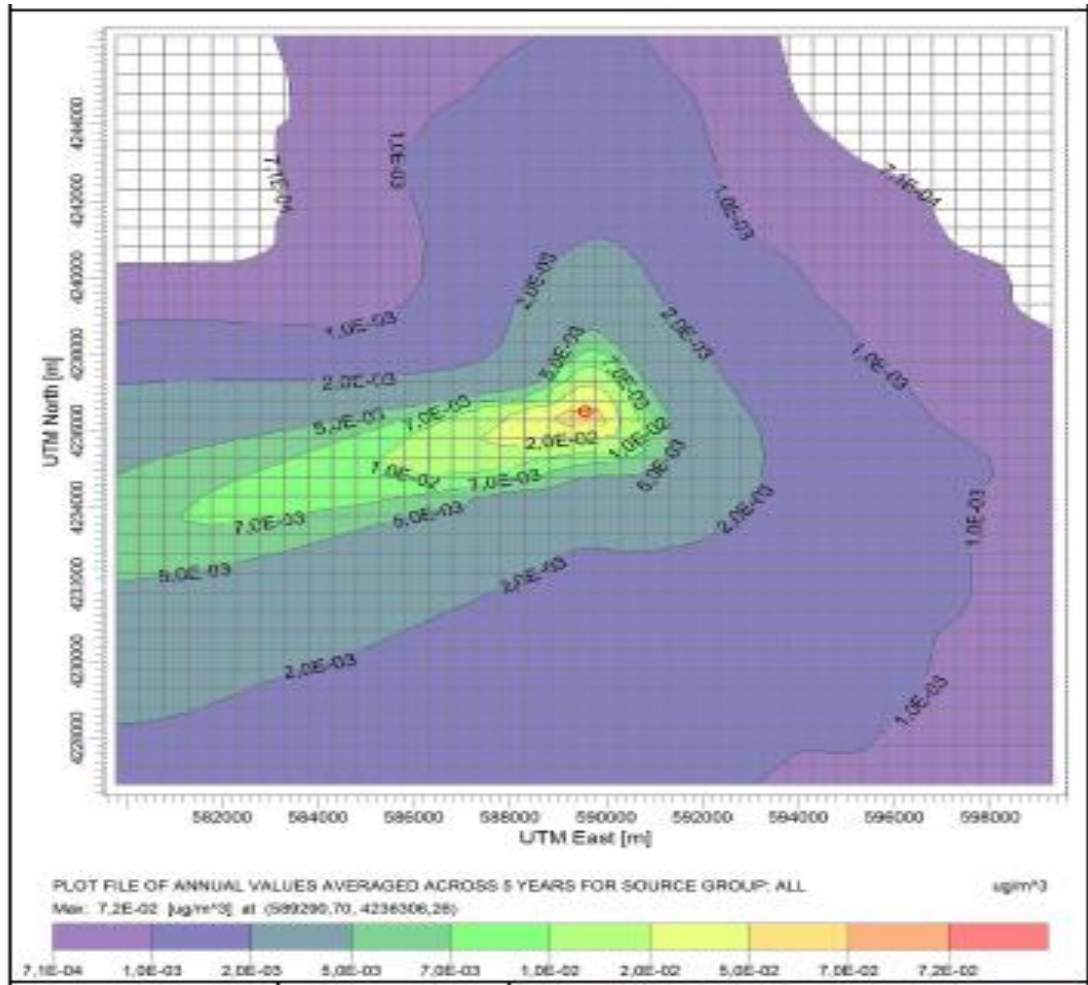
Şekil 5.12. Mevcut emisyon hızı ve meteorolojik şartlarda baca yüksekliği %50 azaltıldığında 8 saatlik CO emisyon dağılımı.

Şekil 5.13’de verilen mevcut emisyon hızı, meteorolojik şartlar ve baca yüksekliği %50 azaltıldığında AERMOD hava kalitesi modeli kullanılarak oluşturulan 24 saatlik CO emisyon dağılımına göre CO emisyon konsantrasyonu minimum 0,009 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, maksimum 0,480 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ’tür. Baca yüksekliği azaldığından dolayı kirletici etki alanının azaldığı görülmüştür. Ancak beklenmedik bir şekilde batı, güneybatı ve doğuda mevcut baca yüksekliğindeki modelden farklı olarak kirli alanlar görülmüştür. Şeklin geneli göz önüne alındığında bunun hakim rüzgar yönünden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



Şekil 5.13. Mevcut emisyon hızı ve meteorolojik şartlarda baca yüksekliği %50 azaltıldığında 24 saatlik CO emisyon dağılımı.

Şekil 5.14’de verilen mevcut emisyon hızı, meteorolojik şartlar ve baca yüksekliği %50 azaltıldığında AERMOD hava kalitesi modeli kullanılarak oluşturulan yıllık CO emisyon dağılımına göre CO emisyon konsantrasyonu minimum $7,1 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$, maksimum $7,2 \times 10^{-2} \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’tür. Kirletici dağılımı mevcut baca yüksekliğindeki dağılıma benzemektedir. Ancak beklendiği üzere baca yüksekliği azaldığından dolayı kirleticinin daha dar bir alana dağıldığı görülmektedir.



Şekil 5.14. Mevcut emisyon hızı ve meteorolojik şartlarda baca yüksekliği %50 azaltıldığında yıllık CO emisyon dağılımı.

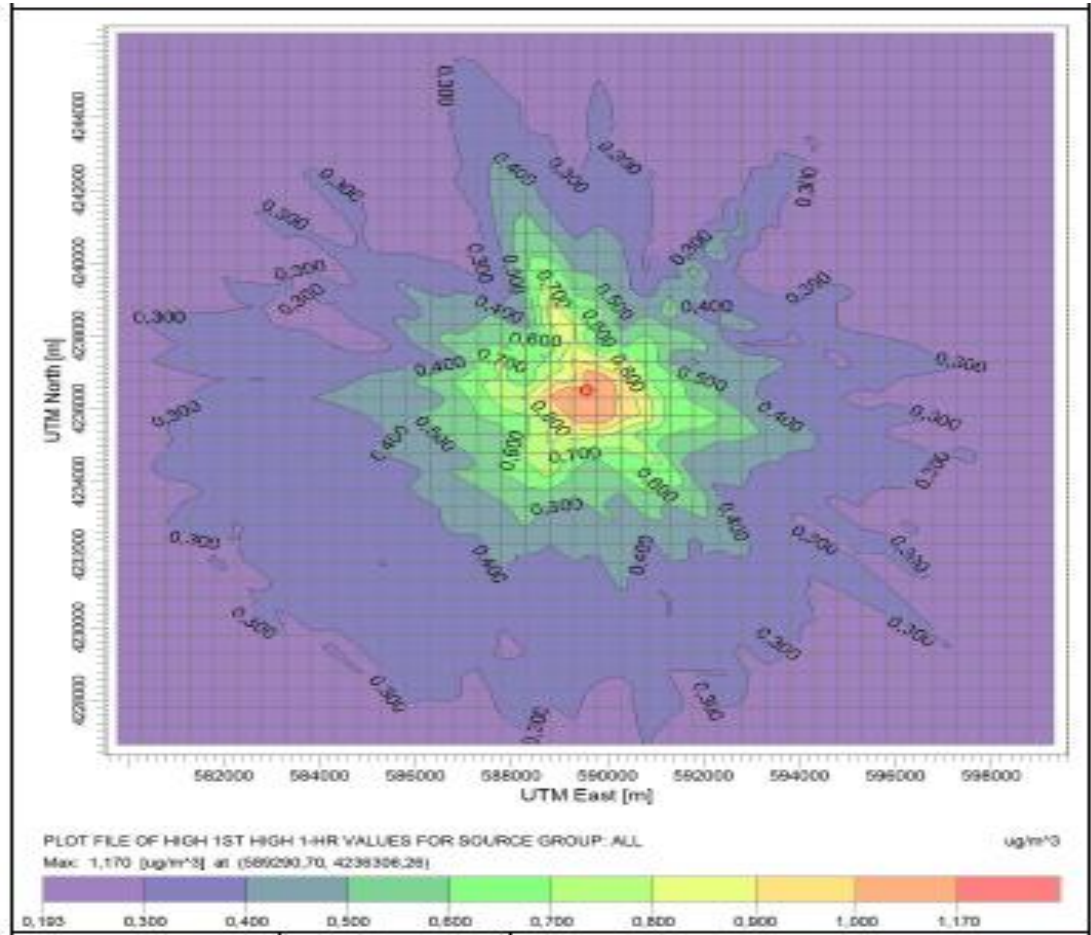
Çizelge 5.4’de mevcut emisyon hızı, meteorolojik şartlar ve baca yüksekliği %50 azaltıldığında oluşturulan CO emisyon sonuç raporuna göre AERMOD Wiew modeli çalıştırıldığında en yüksek saatlik CO değeri 0.97902 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 8 saatlik en yüksek CO değeri 0.66090 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 24 saatlik en yüksek CO değeri 0.47996 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ve yıllık en yüksek CO değeri 0.07176 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ’tür. Sonuç raporuna göre x koordinatı 589290.70 m, y koordinatı 4237306,26 m olarak alınmıştır. En yüksek saatlik CO değeri 03.07.2016 tarih saat 17:00’da, en yüksek 8 saatlik CO değeri 10.04.2015 tarih saat 24:00’da ve en yüksek 24 saatlik CO değeri ise 24.06.2016 tarih saat 24:00’de alınmıştır.

Çizelge 5.4. Mevcut emisyon hızı, meteorolojik şartlar, topoğrafya ve baca yüksekliği %50 azaltıldığında oluşturulan CO emisyon sonuç raporu.

Ortalama Dönem	Maksimum	Birimler	X (m)	Y (m)	Maksimum Tarihi, Başlama Saati
1 Saatlik	0.97902	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	589290.70	4236306.26	03.07.2016, 17:00
8 Saatlik	0.66090	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	589290.70	4236306.26	10.04.2015, 24:00
24 Saatlik	0.47996	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	589290.70	4236306.26	24.06.2016, 24 :00
Yıllık	0.07176	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	589290.70	4236306.26	-

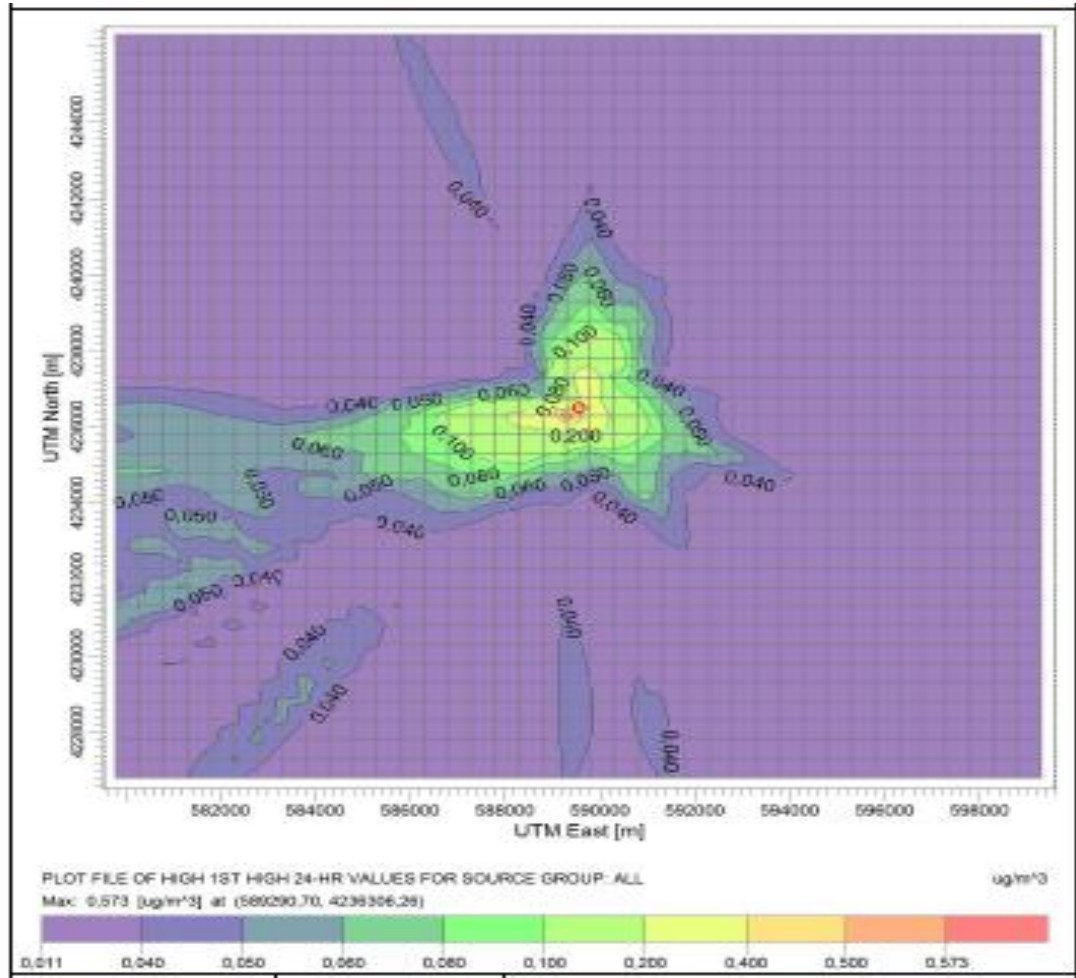
Sonuç olarak Aksaray’da bulunan bu akü geri kazanım tesisinin mevcut emisyon hızı, meteorolojik şartlar ve baca yüksekliği %50 azaltıldığında CO parametresi açısından hava kalitesinin iyi olduğu, hava kirliliğinin ise Çizelge 2.1’de bulunan tesis etki alanında hava kalitesi sınır değerlerini aşmadığı tespit edilmiştir.

Şekil 5.15’de verilen mevcut emisyon hızı, meteorolojik şartlar ve baca yüksekliği %50 azaltıldığında AERMOD hava kalitesi modeli kullanılarak oluşturulan saatlik NO₂ emisyon dağılımına göre NO₂ emisyon konsantrasyonu minimum 0,193 µg/m³, maksimum 1,170 µg/m³’tür. Kirletici dağılımı mevcut baca yüksekliğindeki dağılıma benzemektedir. Ancak beklendiği üzere baca yüksekliği azaldığından dolayı kirleticinin daha dar bir alana dağıldığı görülmektedir.



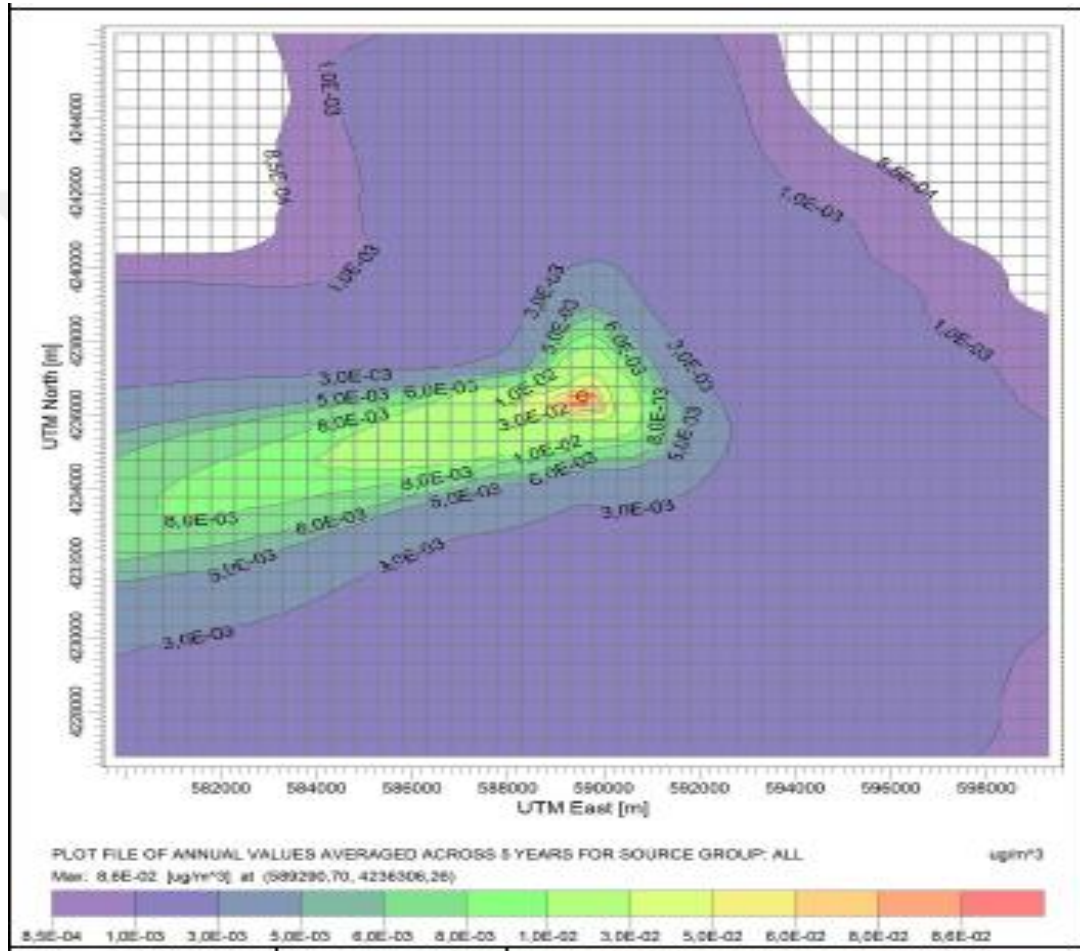
Şekil 5.15. Mevcut emisyon hızı ve meteorolojik şartlarda baca yüksekliği %50 azaltıldığında saatlik NO₂ emisyon dağılımı.

Şekil 5.16’da verilen mevcut baca yüksekliği, emisyon hızı ve meteorolojik şartlara göre AERMOD hava kalitesi modeli kullanılarak oluşturulan 24 saatlik NO₂ emisyon dağılımına göre NO₂ emisyon konsantrasyonu minimum 0,011 µg/m³, maksimum 0,573 µg/m³’tür. Kirletici dağılımı mevcut baca yüksekliğindeki dağılıma benzemektedir. Ancak beklendiği üzere baca yüksekliği azaldığından dolayı kirleticinin daha dar bir alana dağıldığı görülmektedir.



Şekil 5.16. Mevcut emisyon hızı ve meteorolojik şartlarda baca yüksekliği %50 azaltıldığında 24 saatlik NO₂ emisyon dağılımı.

Şekil 5.17’de verilen mevcut emisyon hızı, meteorolojik şartlar ve baca yüksekliği %50 azaltıldığında AERMOD hava kalitesi modeli kullanılarak oluşturulan yıllık NO₂ emisyon dağılımına göre NO₂ emisyon konsantrasyonu minimum $8,5 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$, maksimum $8,6 \times 10^{-2} \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’tür. Kirletici dağılımı mevcut baca yüksekliğindeki dağılıma benzemektedir. Ancak beklendiği üzere baca yüksekliği azaldığından dolayı kirleticinin daha dar bir alana dağıldığı görülmektedir.



Şekil 5.17. Mevcut emisyon hızı ve meteorolojik şartlarda baca yüksekliği %50 azaltıldığında yıllık NO₂ emisyon dağılımı.

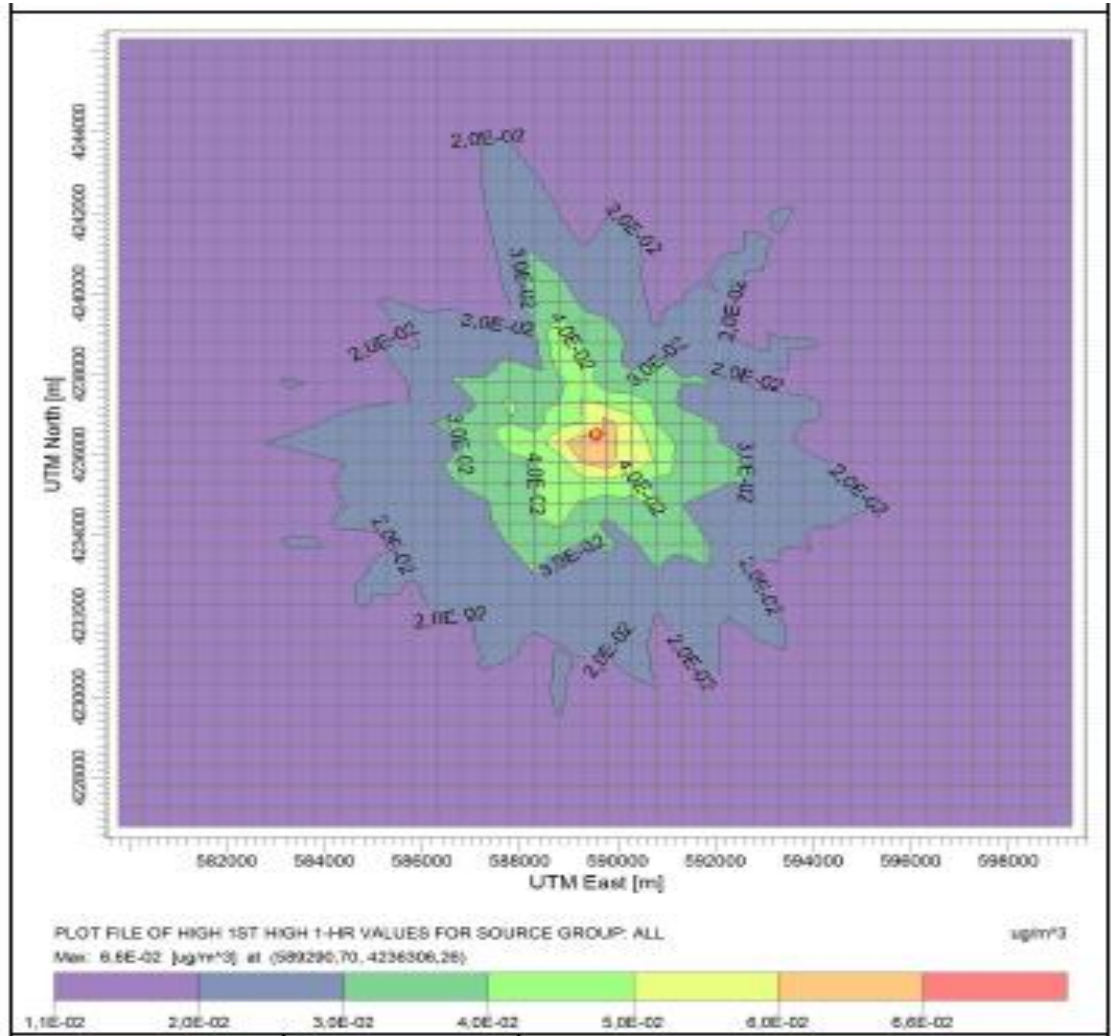
Çizelge 5.5’de verilen mevcut emisyon hızı, meteorolojik şartlar ve baca yüksekliği %50 azaltıldığında oluşturulan NO₂ emisyon sonuç raporuna göre AERMOD Wiew modeli çalıştırıldığında en yüksek saatlik NO₂ değeri 1.16973 µg/m³, 24 saatlik en yüksek NO₂ değeri 0.57345 µg/m³ ve yıllık en yüksek NO₂ değeri 0.08574 µg/m³’tür. Sonuç raporuna göre x koordinatı 589290.70 m, y koordinatı 4237306.26 m olarak alınmıştır. En yüksek saatlik NO₂ değeri 03.07.2016 tarih saat 17:00’da ve en yüksek 24 saatlik NO₂ değeri ise 24.06.2016 tarih saat 24:00’de alınmıştır.

Çizelge 5.5. Mevcut emisyon hızı, meteorolojik şartlar, topoğrafya ve baca yüksekliği %50 azaltıldığında oluşturulan NO₂ emisyon sonuç raporu.

Ortalama Dönem	Maksimum	Birimler	X (m)	Y (m)	Maksimum Tarihi, Başlama Saati
1 Saatlik	1.16973	µg/m ³	589290.70	4236306.26	03.07.2016, 17:00
24 Saatlik	0.57345	µg/m ³	589290.70	4236306.26	24.06.2016, 24 :00
Yıllık	0.08574	µg/m ³	589290.70	4236306.26	-

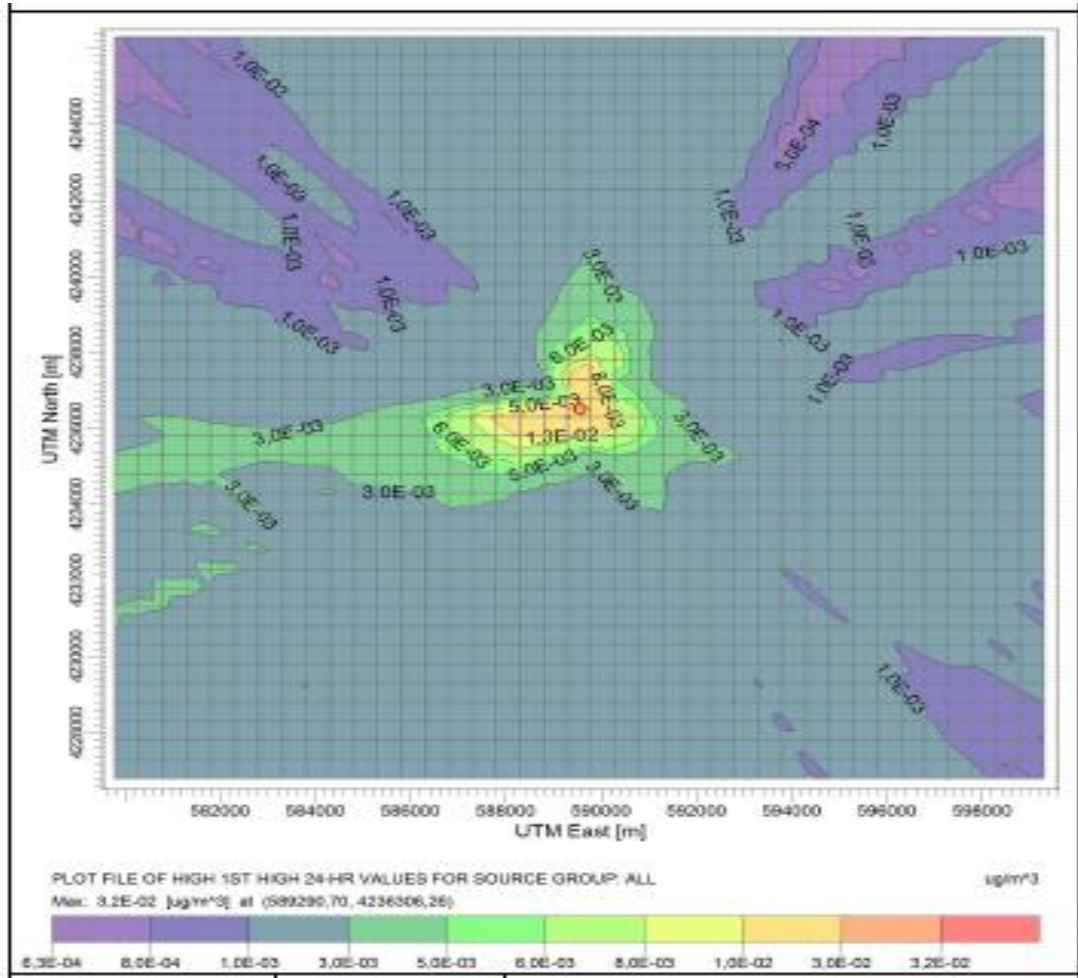
Sonuç olarak Aksaray’da bulunan bu akü geri kazanım tesisinin mevcut emisyon hızı, meteorolojik şartlar ve baca yüksekliği %50 durumda NO₂ parametresi açısından hava kalitesinin iyi olduğu, hava kirliliğinin ise Çizelge 2.1’de bulunan tesis etki alanında hava kalitesi sınır değerlerini aşmadığı tespit edilmiştir.

Şekil 5.18’de mevcut emisyon hızı, meteorolojik şartlar ve baca yüksekliği %50 azaltıldığında AERMOD hava kalitesi modeli kullanılarak oluşturulan saatlik PM₁₀ emisyon dağılımına göre PM₁₀ emisyon konsantrasyonu minimum $1,1 \times 10^{-2} \mu\text{g}/\text{m}^3$, maksimum $6,6 \times 10^{-2} \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’tür. Kirletici dağılımı mevcut baca yüksekliğindeki dağılıma benzemektedir. Ancak beklendiği üzere baca yüksekliği azaldığından dolayı kirleticinin daha dar bir alana dağıldığı görülmektedir.



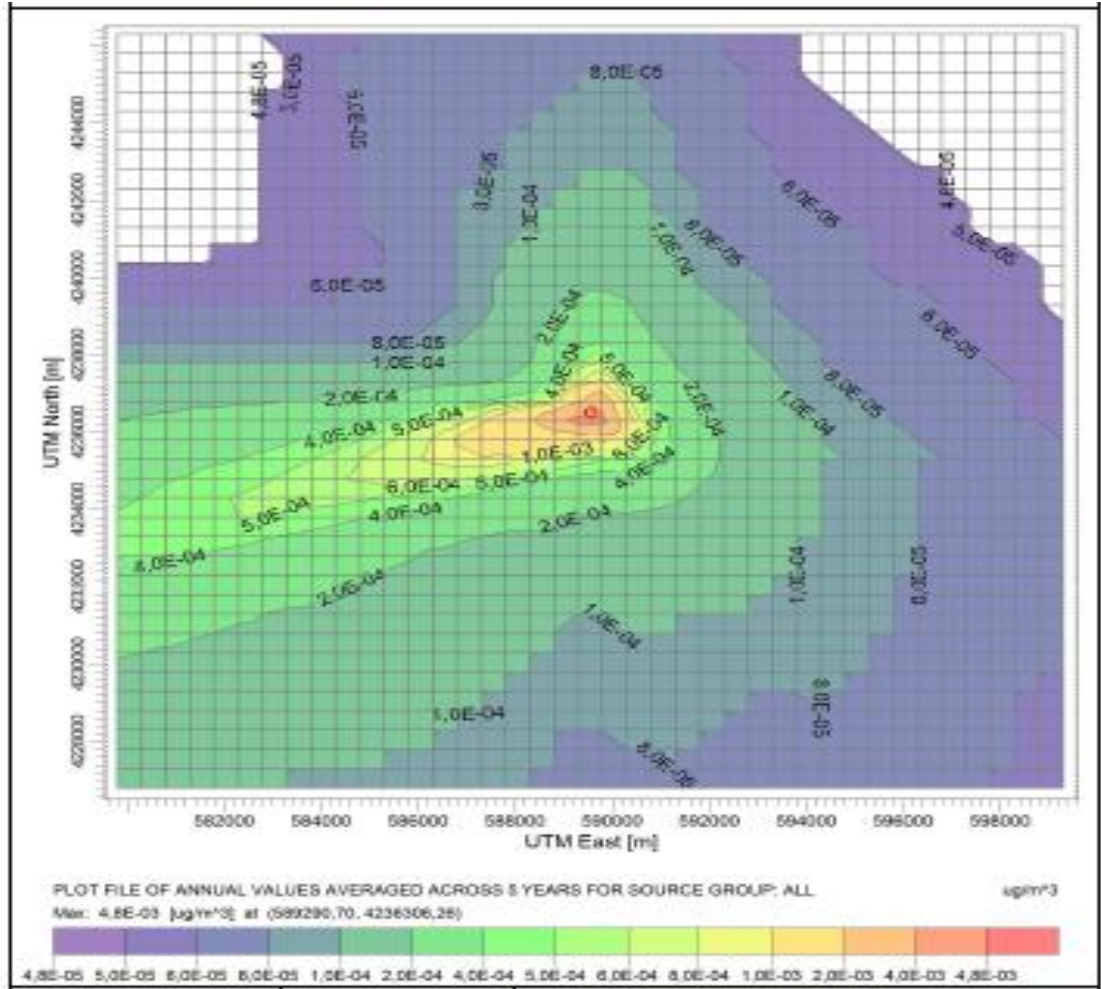
Şekil 5.18. Mevcut emisyon hızı ve meteorolojik şartlarda baca yüksekliği %50 azaltıldığında saatlik PM₁₀ emisyon dağılımı.

Şekil 5.19’da verilen mevcut emisyon hızı, meteorolojik şartlar ve baca yüksekliği %50 azaltıldığında AERMOD hava kalitesi modeli kullanılarak oluşturulan 24 saatlik PM₁₀ emisyon dağılımına göre PM₁₀ emisyon konsantrasyonu minimum $6,3 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$, maksimum $3,2 \times 10^{-2} \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’tür. Kirletici dağılımı mevcut baca yüksekliğindeki dağılıma benzemektedir. Ancak beklendiği üzere baca yüksekliği azaldığından dolayı kirleticinin daha dar bir alana dağıldığı görülmektedir.



Şekil 5.19. Mevcut emisyon hızı ve meteorolojik şartlarda baca yüksekliği %50 azaltıldığında 24 saatlik PM₁₀ emisyon dağılımı.

Şekil 5.20’de verilen mevcut emisyon hızı, meteorolojik şartlar ve baca yüksekliği %50 azaltıldığında AERMOD hava kalitesi modeli kullanılarak oluşturulan yıllık PM_{10} emisyon dağılımına göre PM_{10} emisyon konsantrasyonu minimum $4,8 \times 10^{-5} \mu g/m^3$, maksimum $4,8 \times 10^{-3} \mu g/m^3$ ’tür. Her iki durumda da hakim rüzgarın etkisi görülmektedir. Kirletici dağılımı mevcut baca yüksekliğindeki dağılıma benzemektedir. Ancak beklendiği üzere baca yüksekliği azaldığından dolayı kirleticinin daha dar bir alana dağıldığı görülmemektedir.



Şekil 5.20. Mevcut emisyon hızı ve meteorolojik şartlarda baca yüksekliği %50 azaltıldığında yıllık PM_{10} emisyon dağılımı.

Çizelge 5.6’da verilen mevcut emisyon hızı, meteorolojik şartlar ve baca yüksekliği %50 azaltıldığında oluşturulan PM₁₀ emisyon sonuç raporuna göre AERMOD Wiew modeli çalıştırıldığında en yüksek saatlik PM₁₀ değeri 0.06582 µg/m³, 24 saatlik en yüksek PM₁₀ değeri 0.03227 µg/m³ ve yıllık en yüksek PM₁₀ değeri 0.00482 µg/m³’tür. Sonuç raporuna göre x koordinatı 589290.70 m, y koordinatı 4237306,26 m olarak alınmıştır. En yüksek saatlik PM₁₀ değeri 03.07.2016 tarih saat 17:00’de ve en yüksek 24 saatlik PM₁₀ değeri ise 24.06.2016 tarih saat 24:00’de alınmıştır.

Çizelge 5.6. Mevcut emisyon hızı, meteorolojik şartlar ve baca yüksekliği %50 azaltıldığı durumda oluşturulan PM₁₀ emisyon sonuç raporu.

Ortalama Dönem	Maksimum	Birimler	X (m)	Y (m)	Maksimum Tarihi, Başlama Saati
1 Saatlik	0.06582	µg/m ³	589290.70	4236306.26	03.07.2016, 17:00
24 Saatlik	0.03227	µg/m ³	589290.70	4236306.26	24.06.2016, 24 :00
Yıllık	0.00482	µg/m ³	589290.70	4236306.26	-

Sonuç olarak Aksaray’da bulunan bu akü geri kazanım tesisinin mevcut emisyon hızı, meteorolojik şartlar ve baca yüksekliği %50 azaltıldığı durumda PM₁₀ parametresi açısından hava kalitesinin iyi olduğu, hava kirliliğinin ise Çizelge 2.1’de bulunan tesis etki alanında hava kalitesi sınır değerlerini aşmadığı tespit edilmiştir.

BÖLÜM 6

SONUÇLAR

Bu çalışma CO, NO₂ ve PM₁₀ emisyonlarının kirlilik düzeylerini belirlemek ve oluşan kirliliğin kent üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla Aksaray’da yapılan ilk modelleme konulu tez çalışmasıdır. Ayrıca bu çalışmada farklı baca yüksekliklerinin emisyon dağılımlarına etkisi incelenmiştir. Bölgedeki bu kaynaklardan oluşan kirleticiler için emisyon envanteri oluşturulup elde edilen emisyonlar AERMOD View modeline girilmiş ve bu tesisin hava kalitesine etkisini mekânsal olarak belirlemek için kirlilik haritaları oluşturulmuştur.

Bu çalışmada oluşturulan 2 farklı senaryo kapsamında AERMOD View modellemesi çalıştırılarak toplam 20 adet modelleme haritası oluşturulmuştur. Bu haritalar mevcut topoğrafik durumda oluşturulan modelleme haritalarıdır. Birinci senaryoda tesisin mevcut durumu modellenmiştir. Mevcut durumda CO, NO₂ ve PM₁₀ emisyonlarının minimum ve maksimum emisyon hızları belirlenmiş ve emisyon dağılımlarının çevreye etkileri değerlendirilmiştir. İkinci senaryoda baca yüksekliği %50 azaltıldığında CO, NO₂ ve PM₁₀ emisyonlarının minimum ve maksimum emisyon hızları belirlenmiş ve emisyon dağılımlarının çevreye etkisi değerlendirilmiştir.

CO emisyonlarının baca yüksekliği değişiminden kaynaklanan farklılıklar saatlik olarak değerlendirildiğinde beklenildiği gibi en yüksek konsantrasyon 0.979 µg/m³ (03.07.2016, 17:00) olarak baca yüksekliği %50 azaltıldığı durumda belirlenmiştir.

CO emisyonlarının baca yüksekliği değişiminden kaynaklanan farklılıklar 8 saatlik olarak değerlendirildiğinde beklenildiği gibi en yüksek konsantrasyon 0.661 µg/m³ (10.04.2015, 24:00) olarak baca yüksekliği %50 azaltıldığı durumda belirlenmiştir.

CO emisyonlarının baca yüksekliği değişiminden kaynaklanan farklılıklar 24 saatlik olarak değerlendirildiğinde beklenildiği gibi en yüksek konsantrasyon $0.480 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24.06.2016, 24:00) olarak baca yüksekliği %50 azaltıldığı durumda belirlenmiştir.

CO emisyonlarının baca yüksekliği değişiminden kaynaklanan farklılıklar yıllık olarak değerlendirildiğinde beklenildiği gibi en yüksek konsantrasyon $0.718 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak baca yüksekliği %50 azaltıldığı durumda belirlenmiştir.

NO₂ emisyonlarının baca yüksekliği değişiminden kaynaklanan farklılıklar saatlik olarak değerlendirildiğinde beklenildiği gibi en yüksek konsantrasyon $1.170 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (03.07.2016, 17:00) olarak baca yüksekliği %50 azaltıldığı durumda belirlenmiştir.

NO₂ emisyonlarının baca yüksekliği değişiminden kaynaklanan farklılıklar 24 saatlik olarak değerlendirildiğinde beklenildiği gibi en yüksek konsantrasyon $0.573 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24.06.2016, 24:00) olarak baca yüksekliği %50 azaltıldığı durumda belirlenmiştir.

NO₂ emisyonlarının baca yüksekliği değişiminden kaynaklanan farklılıklar yıllık olarak değerlendirildiğinde beklenildiği gibi en yüksek konsantrasyon $0.085 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak baca yüksekliği %50 azaltıldığı durumda belirlenmiştir.

PM₁₀ emisyonlarının baca yüksekliği değişiminden kaynaklanan farklılıklar saatlik olarak değerlendirildiğinde beklenildiği gibi en yüksek konsantrasyon $0.066 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (03.07.2016, 17:00) olarak baca yüksekliği %50 azaltıldığı durumda belirlenmiştir.

PM₁₀ emisyonlarının baca yüksekliği değişiminden kaynaklanan farklılıklar 24 saatlik olarak değerlendirildiğinde beklenildiği gibi en yüksek konsantrasyon $0.032 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24.06.2016, 24:00) olarak baca yüksekliği %50 azaltıldığı durumda belirlenmiştir.

PM₁₀ emisyonlarının baca yüksekliği değişiminden kaynaklanan farklılıklar saatlik olarak değerlendirildiğinde beklenildiği gibi en yüksek konsantrasyon $0.004 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak baca yüksekliği %50 azaltıldığı durumda belirlenmiştir.

Ayrıca oluşturulan 2 farklı senaryo karşılaştırıldığında çıkan diğer sonuçlar ise aşağıda verilmektedir.

- Mevcut şartlarda baca yüksekliği %50 azaltılarak oluşturulan AERMOD modelleme haritaları incelendiğinde emisyon etki olanı azalmış ancak kirletici konsantrasyonu artmıştır.
- Oluşturulan 2 farklı senaryo için CO, NO₂ ve PM₁₀ emisyonlarının hava kalitesi üzerindeki etkisi kabul edilebilir düzeydedir.
- 5 yıllık veriye göre hazırlanan rüzgar gülünde görüldüğü gibi hakim rüzgar yönü doğu kuzeydoğu yönündedir. Modelleme sonucu elde edilen kirletici dağılımlarının yıllık değerlendirmesi rüzgar yönü de yıllık verilere göre hazırlandığı için birbiriyle daha net örtüşmektedir.
- Ayrıca tesisin emisyon kaynağı olan bacasında yapılan ölçümler Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde bahsedilen sınır değerlerini aşmadığını göstermektedir.
- Fabrikaya en yakın olan yerleşim yeri kuş uçuşu yaklaşık 3,9 km güneyinde bulunan Bağlı Köyü ve 3,5 km kuzey batısında bulunan Bahçesaray (Hamidiye)'dir. Oluşturulan haritalar incelendiğinde fabrika emisyonlarının bu alanları düşük konsantrasyonda etkilediği gözlemlenmektedir.

Tez sonuçlarından yapılan çıkarımlar ve öneriler ise aşağıda verilmektedir;

- AERMOD View gibi modellerin lisanslı bir firma tarafından kullanımının sağlanması daha başarılı sonuçlara ulaşılmasını sağlayacak ve hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik politikaların belirlenmesine katkı sunacaktır. Bunun için yetkili otoriteler ve tesis yöneticileri tarafından bu modellemelerin incelenebilmesi, kullanılabilmesi ve öğretilbilmesi için bir birim kurulması faydalı olacaktır. Bu kurulan birim sayesinde oluşturulan

modellemeler yerel, bölgesel, ulusal ölçekte bu birimdeki uzmanlar tarafından kontrol edilecek ve yorumlanabilecektir.

- Bazı durumlarda AERMOD View gibi modellerin çalıştırılmasında çalışma alanına ait meteorolojik veriler yetersiz olmaktadır. Meteoroloji istasyonlarından alınan verilerin eksik olması modelleme sonuçlarını olumsuz yönde etkilemektedir.
- Ülkemizdeki hızlı ve çarpık kentleşme, topoğrafik yapıyı belirlemede bazen yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle modelleme için kullanılan topoğrafik verilerin doğru ve güncel olması gerekmektedir. Çünkü bu durum model sonuçları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.
- Bu tez çalışması ile fabrika kaynaklı hava kirliliği dağılımı net bir şekilde ortaya çıkarılmış ve kirliliğin dağılımında baca yüksekliği faktörünün etkisi görülmüştür.
- Bu çalışma kirletici kaynaklarının dağılımını bilimsel olarak net bir şekilde ortaya koyarak ve bu alanda akademik olarak uzman yetiştirilmesine katkı sunmuştur.

KAYNAKLAR

1. Gökmen, S.Ö., “Endüstriyel Bölgelerin Hava Kalitesine Etkilerinin CALPUFF Dispersiyon Modeli ile İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, (2012).
2. Zeydan, Ö., “Zonguldak Bölgesi PM10 Konsantrasyonu Dağılımının Modellenmesi”, Doktora Tezi, **Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Kocaeli, (2014).
3. Al-Qaysi, N. H. H., “Air Pollution Modeling Of Turkey Wide By Geographic Information System”, Ph. D. Thesis, **Selcuk University The Graduate School of Natural and Applied Sciences**, Konya, 1-6 (2019).
4. [4] Kudal, S., “Hava Kirliliğinin Çevresel ve Mekânsal Modellenmesi, Analiz ve Tematik Haritalarla Görselleştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, (2009).
5. Kocabaş, A., “Ekoloji Çevre Biyolojisi”, **Dora Yayıncılık**, Bursa, 442-455 (2012).
6. Bayat, B., “Hava Kirliliği ve Kontrolü”, **Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim**, 135, 55-59 (2011).
7. Altıntaş, S., “Ergene Havzasında Hava Kirliliğinin Sağlık Etkilerinin Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, **Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Tekirdağ, (2020).
8. Mangır, N., “İstanbul'da 2010 Yılına Ait Hava Kirliliği Envanterinin Halk Sağlığı Açısından Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, (2014).
9. Kampa, M., & Castanas, E., “Human Health Effects Of Air Pollution” **Environmental Pollution**, 151(2), 362-367, (2007).
10. İbadullayeva, J., Jumaniyazova, K., Azimzadeh, S., Canıgür, S., Esen F., “Çevre Kirliliğinin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri”, **Türk Tıp Öğrencileri Araştırma Dergisi**, 1 (3) : 52-58 (2019).
11. Elkoca, E., “Hava Kirliliği ve Bitkiler Üzerindeki Etkileri”, **Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 34(4): 367- 374 (2002).
12. Kılıç İ., “Hayvan Barınaklarından Kaynaklanan Hava Kirleticiler ile İlgili Dünyadaki Yasal Düzenlemelerin İncelenmesi”, **Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 8 (2):111-120 (2013).

13. Folinsbee, L. J., "Human Health Effects Of Air Pollution", **Environment Health Perspectives**, 100, 45-56 (1993).
14. I., Davila, J., Mullol, J., Bartra, A del Cuvillo., M., Ferrer., I., Jauregui, J, Montoro, J Sastre, A Valero., "Effect Of Pollutants Upon Patients With Respiratory Allergies" **J Investig Allergol Clin Immunol**, Vol. 17, Suppl. 2: 9-20 (2007).
15. İnternet: Mevzuat Bilgi Sistemi, "**Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği**",
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=13184&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> (2021).
16. Erkan, V.Ö., "Ecotoxicity Evaluation Of Slag From Spent Battery Recycling: Reduction Of Lead By Stabilization/Solidification". Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, (2012).
17. Görgüç, S.Ö., "Hurda Akümülatörlerin Geri Kazanımı ve Çevreye Etkileri". Yüksek Lisans Tezi, **Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Konya, (2009).
18. Gürel, L., "Akü Sanayi Atıksularından Kurşunun Emülsiyon Sıvı Membran Tekniği Kullanılarak Giderilmesi ". Yüksek Lisans Tezi, **Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Samsun, (2005).
19. Landis, W.G. and Yu, M. H., "Introduction To Environmental Toxicology: Impacts Of Chemicals Upon Ecological Systems", Second Edition, **Lewis Publishers**, Inc. Boca Raton, FL, (1998).
20. Manahan, S.E., "Environmental Chemistry", Seventh Edition, **Lewis Publishers**, Boca Raton, FL, 912 (1999).
21. İnternet: Mevzuat Bilgi Sistemi, "**Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği**",
<https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=7118&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetmeligi&mevzuatTertip=5> (2021).
22. Tombul, B., "Akülerin Çevreye Zararları ve Geri Kazanılması". Yüksek Lisans Tezi, **Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, (2005).
23. İnternet: "**European Commission. Batteries and Accumulators**",
https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-andrecycling/batteries-and-accumulators_en (2021).
24. İnternet: Nr Ewidencyjny, "**Najwyższy Izba Kontroli. System Gospodarowania Zuz'ytymi Bateriami i Akumulatorami**",
<https://www.nik.gov.pl/kontrole/P/17/109/> (2021).

25. Dobrowolski, Z., Sulkowski, L., Danielak, W., “ Management Of Waste Batteries And Accumulators: Quest Of European Union Goals” **Energies**, 14, 6273, (2021).
26. Yolcu, B.M., “Atık Akü Pastalarından Elektrolitik Olarak Kurşun Geri Kazanımı”. Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, (2013).
27. Secretariat of the Basel Convention, “Technical Guidelines For The Environmentally Sound Management Of Waste Lead-Acid Batteries”, **Basel Convention**, Switzerland (2003).
28. Ruetschi, P. “Aging Mechanisms And Service Life Of Lead-Acid Batteries”, **Journal of Power Sources**, 33-44 (2004).
29. Sönmez, Ş., “Atık Kurşun Asit Akümülatörü Pastasının Değerlendirilmesi”, Doktora Tezi, **İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, (2006).
30. Tibet, Y., "Atık Akülerin Değerlendirilmesinde Oluşan Cürufaların Bertarafı ". Doktora Tezi, **Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Samsun, (2016).
31. Assi, M.A., Hezmee M. N. M., Haron, A.W., Sabri, M. Y. M., and Rajion, M.A., “The Detrimental Effects Of Lead On Human And Animal Health”, **Vet World**, 9(6): 660–671, (2016).
32. Patra, R. C, Rautray, A. K, “Swarup D. Oxidative Stress İn Lead And Cadmium Toxicity And İts Amelioration ” **J. Vet.**, Intern Med.,(2011).
33. Wani, A. L., Ara, A. and Usmani, J.A., “Lead Toxicity: A Review”, **Interdiscip Toxicol**, 8(2): 55–64, (2015).
34. İnternet: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, “**Sektörel Atık Kılavuzları Atık Akü Geri Kazanımı**”, <http://webdosya.csb.gov.tr/csb/dokumanlar/cygm0050.pdf> (2021).
35. M. T. Gönüllü, A. Ekerim ve K. B. Varınca, “Bir Hurda Akü Geri Dönüşüm Tesisi Değerlendirmesi”, **Proceedings of 3rd International Foundry and Environment Symposium**, İstanbul, (2010).
36. European Commission, Reference Document on Best Available Techniques in the Non Ferrous Metals Industries, **European Commission**, (2001).
37. Alver, Ü., Sarı, A., Güler, O., “Elektroliz Yöntemi İle Metal Saflaştırma ve Geri Kazanımı”, Laboratuvar Föyü, **Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği**, Trabzon, (2016).

38. İlkılıç, C. ve Behçet, R., “Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığı ve Çevre Üzerindeki Etkisi”, **Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları**, 66-72 (2006).
39. Tel, M., “Niğde İl Merkezinde Eysel Isınma Kaynaklı Emisyonların Aermod View Hava Kalitesi Modeli Kullanılarak İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Niğde, (2019).
40. Özdemir, F., “Türkiye Geneline Kükürt Dioksit Ve Partiküler Madde Kirlilik Dağılımlarının Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, **Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, (2008).
41. Erdoğan, E., “Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinde Modellerin Kullanımının Karar Verme Sürecindeki Rolü”, Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, (2012).
42. Etikan, İ., “Hava Kirliliği ile İlgili Ölçümlerle Meteorolojik Ölçümlerin Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlerle İncelenmesi”, Doktora Tezi, **Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, (1996).
43. Aydın, Ö., “Havadaki SO₂ ve PM Konsantrasyonunun İstatistiksel Yöntemlerle Modellenmesi: Zonguldak Şehir Örneği” Yüksek Lisans Tezi, **Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Zonguldak, (2006).
44. Abayomi, T., "AERMOD Modeling Of Air Pollutant Emissions From Backup Generator Use In Lagos, Nigeria", MSc Thesis, **The University of Texas**, Arlington, USA, (2017).
45. İnternet: Environmental Protection Agency (EPA), “**Particulate Matter (PM) Pollution**”, <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics> (2006).
46. Ulutaş, K., “Gebze Ortam Havaındaki Partikül Maddenin Ağır Metal İçeriğinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü**, Gebze, (2010).
47. Tırıs, M., Kalafatoğlu, E., Okutan, H., “Hava Kirliliği Kaynakları ve Kontrolü” **Tübitak-Mam Matbaası**, ISBN: 975-403-004-9, Gebze, Kocaeli (1993).
48. Brunekreef, B. ve Holgate, S. T., “Air Pollution And Health”. **The Lancet**, October 19;360(9341):1233-42 (2002).
49. Pope, C.A., Burnett, R.T., Thun, M. ve ark., “Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality And Long-Term Exposure To Fine Particulate Air Pollution”, **JAMA**, March 6;287(9):1132-41 (2002).
50. Liman, C., “Hidroklorik Asit (HCl) Ve Nitrik Asit’in (HNO₃) Beton Dayanımına Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, **Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Sakarya, (2006).

51. Abdullahi, M., Nikfar S., “Hydrochloric Acid”, **Encyclopedia of Toxicology (Third Edition)**, 960-963, (2014).
52. Kodik, M. S, “Deneyisel Hidroflorik Asit Deri Yanıklarında, Acil Uygulanan Tedavi Metodlarının İyileşme Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması”, Uzmanlık Tezi, **Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi**, İzmir, (2011).
53. Gad, S. E., Sullivan, Jr. D.W., “Hydrofluoric Acid”, **Encyclopedia of Toxicology (Third Edition)**, 964-966, (2014).
54. Anand, S. S., Philip, B. K., Mehendale, H. M., “Volatile Organic Compounds”, **Encyclopedia of Toxicology (Third Edition)**, 967-970, (2014).
55. Ananda, S. S., Mehendale, H. M., “Volatile Organic Compounds (VOC)”, **Encyclopedia of Toxicology (Second Edition)**, 450-455,(2005).
56. Pandey, B., Choudhary, K. K., “Chapter 9 - Air Pollution: Role İn Climate Change And Its Impact On Crop Plants”, **Climate Change and Agricultural Ecosystems**, 211-247, (2015).
57. Tong, S., Von Schirnding, Y. and Prapamontol, T., “Environmental Lead Exposure: A Public Health Problem Of Global Dimensions”, **Bulletin of the World Health Organization**, 78 (9), (2000).
58. Tiwari, S., Tiwari, H., Tripathi, I. P., “Effects of Lead on Environment”, **International Journal of Emerging Research in Management & Technology**, ISSN: 2278-9359 (Volume-2, Issue-6), (2013).
59. Zengin, N., “Bursa Organize Sanayi Bölgelerindeki Bazı Tekstil Firmalarından Kaynaklanan CO ve NOx Emisyonlarının Aermid ile Modellenmesiyle Kent Atmosferindeki Dağılımının Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, **Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Bursa, (2019).
60. Dölek, E., " Comparison Of ISCST3 And AERMOD Air Dispersion Models: Case Study Of Çayırhan Thermal Power Plant". Yüksek Lisans Tezi, **Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, (2017).
61. EPA, “AERMOD Description Of Model Formulation”,**Environmental Protection Agency**, North Carolina, 16-18 (2009).
62. Hill, J., Donaldson, I., Harrison, D., “An Valuation Of AERMOD Model Sensitivity To Variations İn Landuse Characteristics”, **Trinity Consultants**, Dallas, (2009).
63. Environmental Protection Agency (EPA), “Revision To The Guideline On Air Quality Models: Adoption Of A Preferred General Purpose (Flat And Complex Terrain) Dispersion Model And Other Revisions”, **Environmental Protection Agency**, Vol. 70, No. 216, (2005).

64. Boadh, R., Satyanarayana, A. N. V., Krishna R.T.V.B.P.S., “Comparison And Evaluation Of Air Pollution Dispersion Models Aermol And ISCST-3 During Pre-Monsoon Month Over Ranchi”, **Journal of Industrial Pollution Control**, 33(1), 674-685, (2017).
65. İnternet: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, “Aksaray İli 2019 Yılı Çevre Durum Raporu ”, https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/aksaray_-cdr2019-20201127145504.pdf (2021).



ÖZGEÇMİŞ

Kübra BOZ ilk ve orta öğrenimini Karabük'te tamamladı. Safranbolu Fatih Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2012 yılında Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nde öğrenime başlayıp 2017 yılında iyi derece ile mezun olmuştur. İngilizce hazırlık öğrenimini iyi dereceyle bitirmiş, iyi derecede İngilizce bilmektedir. Eylül 2017 tarihinde Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı. 2019-2021 yılları arasında Aksaray Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'nde çevre mühendisi olarak görev yapmıştır. Nisan 2021 tarihinden itibaren Karabük Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'nde çevre mühendisi olarak görev yapmaktadır.