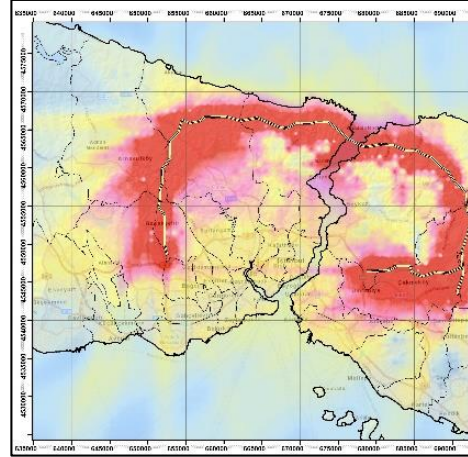
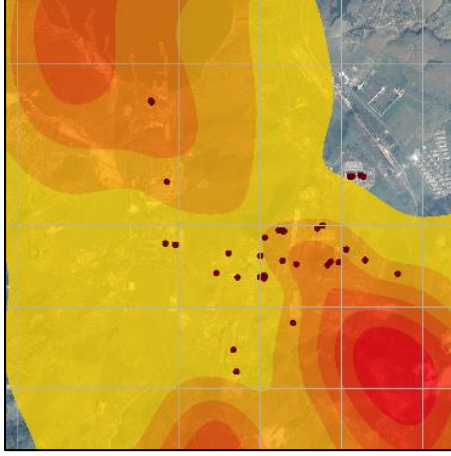




Hava Kalitesinin Modellenmesi ve Ölçülmesi

UYGULAMA KILAVUZU
(TASLAK)

*Sanayiden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Belirlenmesi ve Azaltılmasına Yönelik
Uygulamanın Kolaylaştırılmasının Sağlanması Projesi*

İçindekiler

1. GİRİŞ.....	1
2. HAVA KALİTESİ MODELLEMESİ	2
2.1. Veri İhtiyacı ve Temini	2
2.1.1. Kirletici Kaynak Türleri	2
2.1.2. Emisyonların Belirlenmesi	3
2.1.3. Tesis Etki Alanının Belirlenmesi	4
2.1.4. Alıcı Noktalarının Belirlenmesi	7
2.1.5. Meteorolojik Verilerin Temini	10
2.1.6. Topoğrafik Verilerin Temini	11
2.2. HKKD Hesapları	11
2.2.1. HKKD'lerin Hesaplanma Koşulu	12
2.2.2. Kullanılacak Dağılım Modeli	12
2.2.3. Bina Etkisinin Hesaplanması	13
3. HAVA KALİTESİ ÖLÇÜMÜ	14
3.1. İzlenecek Kirleticilerin Belirlenmesi.....	16
3.2. Mevcut (Arkaplan) Hava Kalitesi için Ölçüm Gerekliliği	16
3.3. Ölçüm Planlaması	16
3.4. Ölçüm Metodu.....	16
3.5. Ölçüm Süresi	17
3.6. Ölçüm Yüksekliği.....	17
3.7. İnceleme Alanı ve Ölçüm Noktaları	17
3.8. Ölçüm Frekansı	17
4. KAYNAKLAR.....	18

1. GİRİŞ

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı için hazırlanan ve T.C. Kalkınma Bakanlığı tarafından desteklenen “Sanayiden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Belirlenmesi ve Azaltılmasına Yönelik Uygulamanın Kolaylaştırılmasının Sağlanması Projesi” kapsamında hazırlanan bu Sektörel Uygulama Kılavuzları dizisi, sanayi tesislerindeki emisyon kaynaklarının ve bu kaynaklardan atmosfere verilen emisyonların belirlenmesi, emisyonların ölçümü ve izlenmesi ile bu emisyonların önlenmesi/azaltılması amacıyla ilgili sanayi tesisi çalışanları ve Bakanlık çalışanlarına yol gösterici olması amacıyla hazırlanmıştır. Bu kılavuzlarla;

- Bakanlık merkez ve taşra teşkilatları tarafından yürütülen tesis inceleme, kontrol ve denetim işlemlerinin kolaylaştırılması ve ülke çapında eş uygulamanın sağlanması,
- Sektördeki tesisler ile bunlara ölçüm hizmeti veren kurum ve kuruluşların ölçüm/izleme çalışmalarında uygulama birliğinin sağlanması,
- Tesislerin izin ve denetim süreçlerinde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’na yapacakları beyanlarda veri kalitesinin yükseltilmesi,
- Tesislere emisyon azaltma ve kontrol çalışmalarında yardımcı olunması hedeflenmektedir.

Bu kılavuzda, mevcut veya yeni kurulacak tesislerin etki alanında Hava Kirlenmesine Katkı Değerleri (HKKD)’nin bir hava kalitesi dağılım modeli kullanılarak hesaplanması ve tesis etki alanında hava kalitesinin ölçülmesine ilişkin esaslar verilmiştir.

2. HAVA KALİTESİ MODELLEMESİ

Bir bölgede hava kalitesinin belirlenmesi için kirleticilerin ortam havasında ölçülmesi gerekir. Hava kalitesi ölçümleri, gerçekleştirildiği bölgede ve/veya yakın çevresinde bulunan çok sayıdaki kirletici kaynağın birlikte neden olduğu kümülatif hava kalitesini gösterir. Kirletici kaynakların tekil katkılarının belirlenmesi için hava kalitesi ölçümleri tek başına yeterli değildir. Bu amaçla, hava kalitesi dağılım modelleri kullanılır.

Hava kalitesi dağılım modelleri, mevcut tesislerin veya gelecekte kurulması planlanan yeni tesislerin neden olduğu/olacağı Hava Kirlenmesine Katkı Değerlerinin (HKKD) hesaplanması amacıyla kullanılır. Modeller, kirleticilerin atmosferde maruz kalacağı fiziksel ve kimyasal süreçleri matematiksel olarak simüle edebilen araçlardır. Bu araçlar ile, bir emisyon kaynağının etki alanı içinde ve kaynaktan belirli mesafe uzaklıklarda bu kaynağın neden olduğu kirleticilerin yer seviyesindeki konsantrasyonları ya da çökeltme miktarları hesaplanır.

Modeller, hava kalitesi değerlendirme çalışmalarında temel bir araç olarak kullanılmaktadır. Modelleme çalışmaları ile birlikte eş zamanlı gerçekleştirilen hava kalitesi ölçümleri, her iki analiz tekniğinin güçlü ve zayıf yönlerine bağlı olarak tamamlayıcı bir şekilde kullanılabilir. Ölçümler aynı zamanda model tahminlerinin doğruluğunu değerlendirmede de oldukça yararlıdır.

Modelleme çalışmalarında kullanılan modelin türüne göre veri ihtiyacı değişmekle birlikte tüm modellerde üç tür veri ortaktır. Bunlar; kirletici kaynak bilgileri ve kütsel kirletici debileri (emisyon), meteoroloji ve topoğrafyadır. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (SKHKKY) kapsamında bir modelleme çalışmasında ihtiyaç duyulan veri türleri, bunların kaynakları ve hava kalitesine katkı değerlerinin hesaplanmasına ilişkin detaylı bilgi aşağıda verilmiştir.

2.1. Veri İhtiyacı ve Temini

2.1.1. Kirletici Kaynak Türleri

Hava kirliliğine neden olan faaliyetlerin tamamı kirletici kaynak olarak değerlendirilir. Hava kalitesi dağılım modellerinde kirletici kaynaklar, emisyonların bacalardan ya da baca dışı alanlardan atmosfere verilmesine göre noktasal ve alansal kaynaklar olarak ikiye ayrılır.

Noktasal kaynaklar, sanayi tesislerinin bacaları için kullanılır. Bu tür kaynaklar için baca yüksekliği ve baca çapı temel parametrelerdir. Alansal kaynaklar ise emisyonların atmosfere bir bacadan ziyade bir yüzeyden yayıldığı durumlarda kullanılır. Bu durumda, noktasal kaynaklardaki baca yüksekliğinin karşılığı, alansal kaynaklar için etkili emisyon yüksekliğidir. Bu yükseklik, emisyonların atmosfere bırakıldığı noktanın yerden olan yüksekliğidir. Alansal

kaynaklara örnek olarak, tozumaya neden olan malzemelerin açık alanda depolanması gösterilebilir. Bu durumda yığın yüksekliği, etkili emisyon yüksekliği olarak kabul edilir.

Alansal kaynaklar, faaliyetin türüne ve kaynağın geometrik görüntüsüne göre çizgisel ve hacimsel kaynaklar olarak iki alt gruba ayrılır. Çizgisel kaynaklar, aslında dar ve uzun alansal kaynakların uç uca eklenmesi (örneğin karayolları gibi) iken hacimsel kaynaklar emisyonların atmosfere bir kirleticili bulutu şeklinde verildiği dolayısıyla yüksekliği, genişliği ve derinliği olan bir bulut görünümünde olan kaynaklardır (açık maden ocaklarındaki patlatma faaliyeti gibi).

Sanayi tesislerinin tüm bacaları ayrı noktasal kaynaklar olarak tanımlanmalıdır. Ancak, çok sayıda bacanın birlikte bulunduğu ve bunlarla tekil olarak çalışmanın mümkün olmadığı durumlarda (örneğin bir yerleşim alanındaki konutların bacaları gibi) tüm bacaların içine girdiği arazi alansal kaynak olarak değerlendirilebilir.

2.1.2. Emisyonların Belirlenmesi

Emisyonların bacalardan atmosfere salınması sırasında geçerli olan işletme şartlarının dikkate alınması esastır. İşletme şartlarında bacalarda ölçülen emisyonlara ilişkin bazı parametreler (kütlesel emisyon debisi, atık gaz sıcaklığı, hacimsel atık gaz debisi) saatlik ortalama değerler olarak modele girdi olarak verilir. Emisyonlar zaman ile periyodik olarak değişim gösteriyorsa (gün içindeki vardiyalar, yıl içindeki mevsimlik faaliyetler, vb.) bu değişimler modelde tanımlanır.

Sürekli Emisyon Ölçüm Sistemleri (SEÖS) ile izlenen bacalarda mümkünse emisyon ve diğer baca gazı parametreleri (debi, hız, sıcaklık, vb.) saatlik bazda bir zaman serisi olarak en az 1 yıllık bir dönem için modele girdi olarak hazırlanır. Böyle bir zaman serisi elde etmek mümkün değilse, bu durumda maksimum kapasite koşullarındaki emisyonlar dikkate alınır.

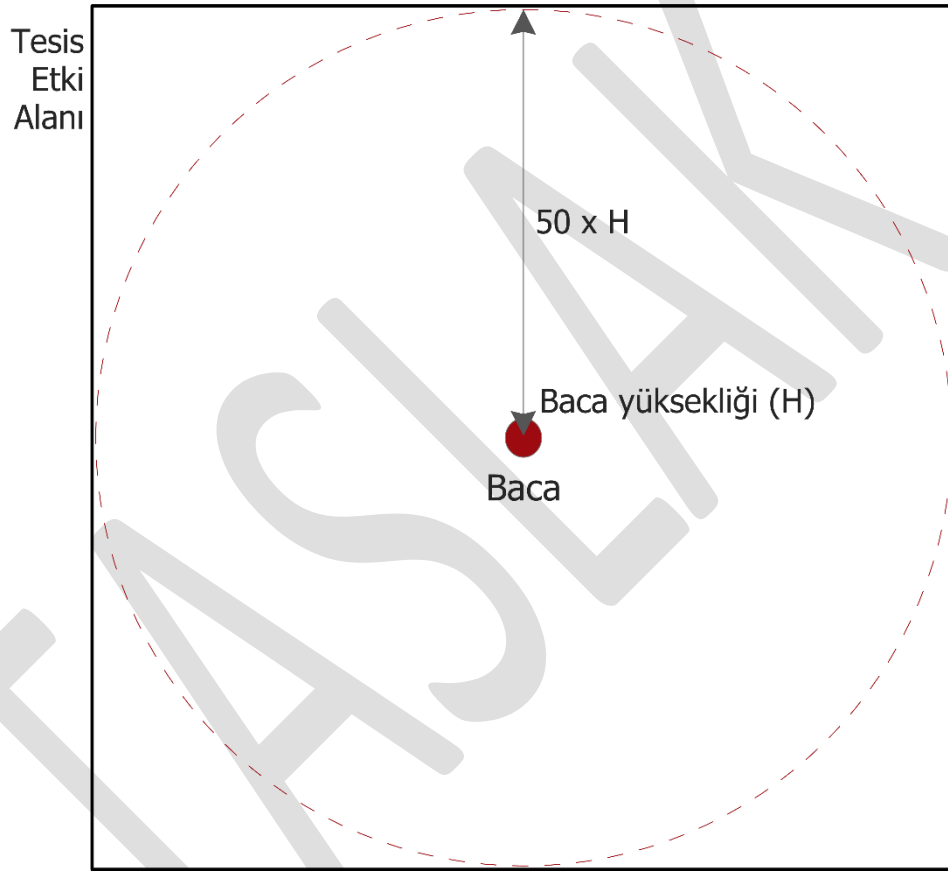
Her bir alansal kaynak için emisyonlar ayrı belirlenmelidir. Bir alan içindeki faaliyet ya da faaliyetlerden kaynaklanan emisyonlar, bu alanın yüzölçümüne bölünerek birim alandan kaynaklanan emisyonlar elde edilir ve modele girdi olarak verilir. Maden ocakları gibi çok sayıda alansal kaynağın bir arada bulunduğu işletmelerde bu faaliyetler (patlatma, kırma, eleme, depolama, taşıma, vb.) ayrı ayrı ve gerçekleştikleri alan içinde tanımlanır. Emisyonların zamansal değişim göstermesi durumunda bu değişimler kirleticili kaynak bazında modelde tanımlanır.

Yeni kurulacak tesisler ya da ölçümün mümkün olmadığı mevcut tesisler için emisyonlar literatürde yer alan emisyon faktörleri ile belirlenir. Emisyon faktörleri, ulusal veri tabanlarından sağlanır. Ulusal veri tabanında bulunmayan faktörler, Amerikan Çevre Koruma Örgütü (USEPA)'nın AP-42 ya da Avrupa Birliği'nin EMEP/CORINAIR gibi uluslararası geçerliliği olan emisyon faktörü veri tabanlarından temin edilir (USEPA, 2019; EMEP/EEA, 2019).

2.1.3. Tesis Etki Alanının Belirlenmesi

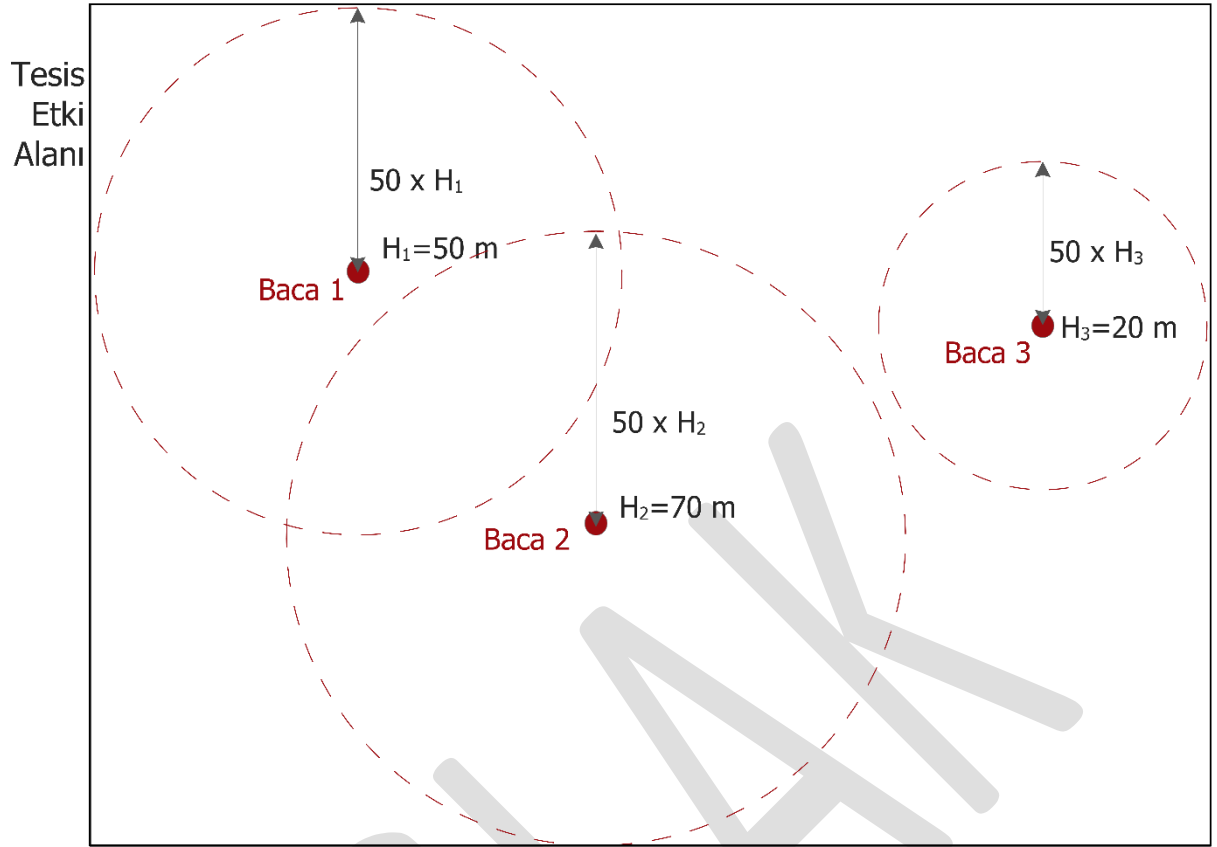
Tesis etki alanı; mevcut bir noktasal emisyon kaynağı için bacanın bulunduğu noktadan (merkezden) itibaren en az baca yüksekliğinin 50 (elli) katı yarıçapa sahip dairesel alanı çevreleyen kare şeklindeki alandır. Şayet, baca yüksekliği 20 m'den daha küçük ise bu mesafe en az 1 km olarak alınır. Gerekli görüldüğü durumlarda yetkili merci tarafından bu mesafeler arttırılabilir.

Şekil 1'de mevcut bir noktasal emisyon kaynağına (bacaya) ait tesis etki alanının belirlenmesinde kullanılan yöntem şematik olarak verilmiştir.



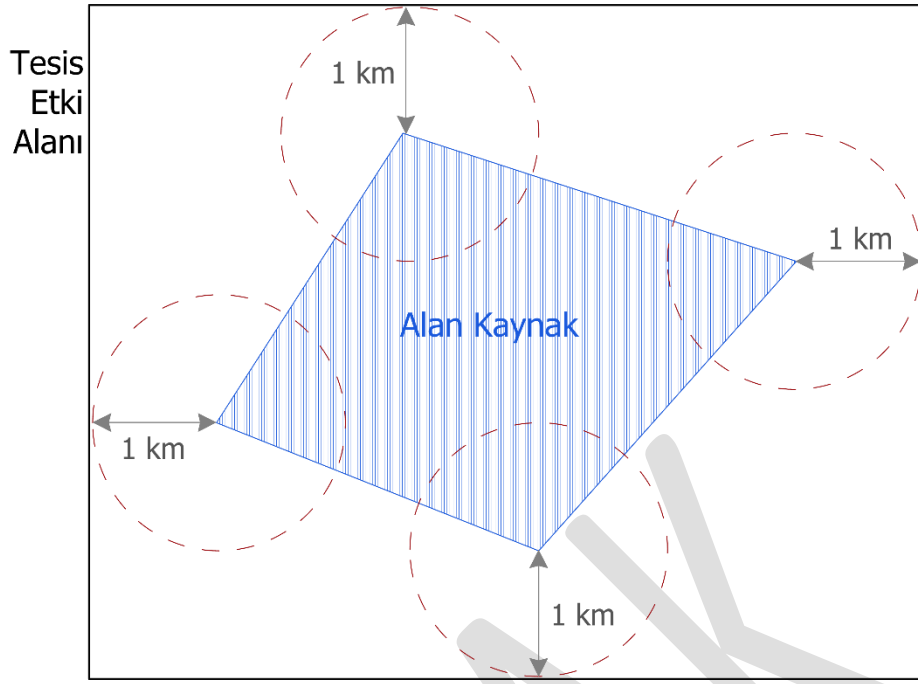
Şekil 1. Tek bir noktasal emisyon kaynağının etki alanının belirlenmesi

Tesiste birden fazla noktasal emisyon kaynağının (bacanın) bulunması durumunda tesis etki alanı; her bir kaynağın tekil dairesel etki alanını içine alan dikdörtgen şeklindeki toplam alandır. Şekil 2'de birden fazla bacaya sahip bir tesisin etki alanının belirlenmesine bir örnek verilmiştir.

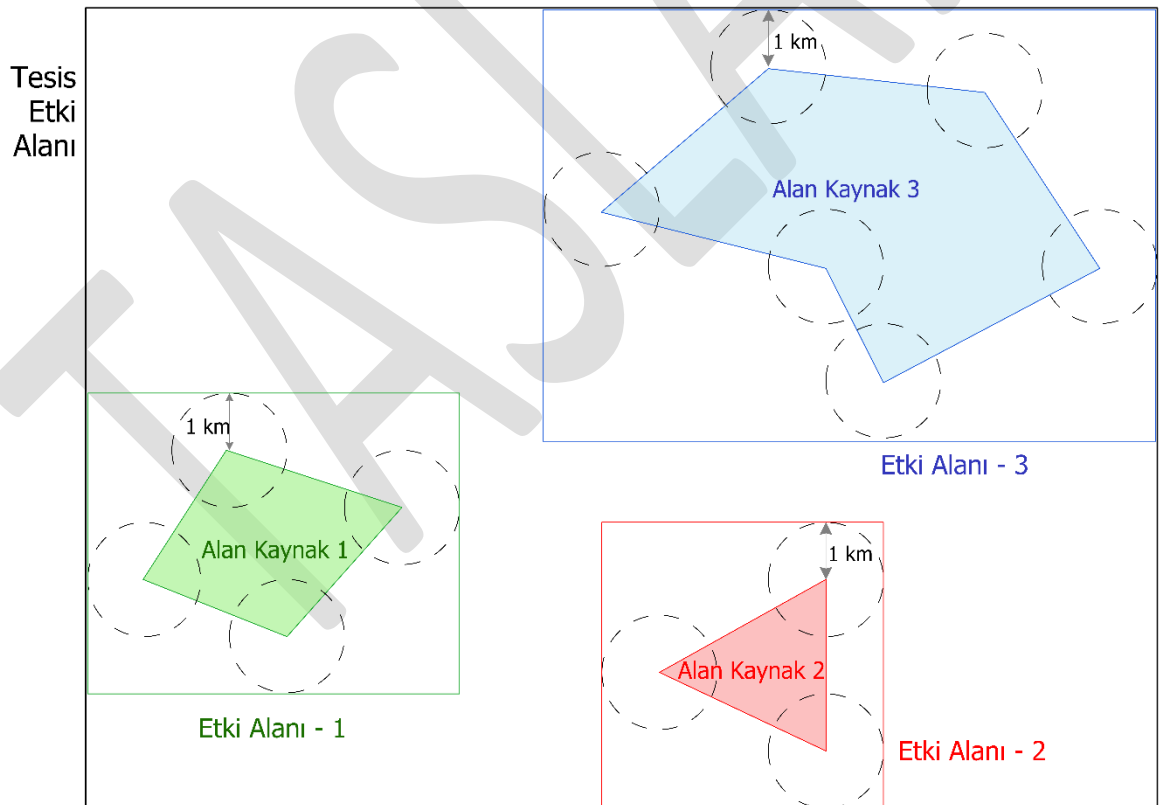


Şekil 2. Birden fazla bacası olan tesisin etki alanının belirlenmesi

Kirletici kaynağın alansal kaynak niteliği taşıması durumunda, bu alanın sınırları dikkate alınarak tüm dış noktalarından en az 1 km uzaklıkta olacak şekilde bir tesis etki alanı seçilir. Şekil 3'te tek bir alansal kaynağa sahip tesisin etki alanının belirlenmesi gösterilmiştir. Birden fazla alansal kaynağın bir arada bulunması durumunda ise tekil olarak belirlenen etki alanlarının içine girdiği daha büyük bir etki alanı dağılım hesaplarında kullanılır. Şekil 4'te buna bir örnek verilmiştir.



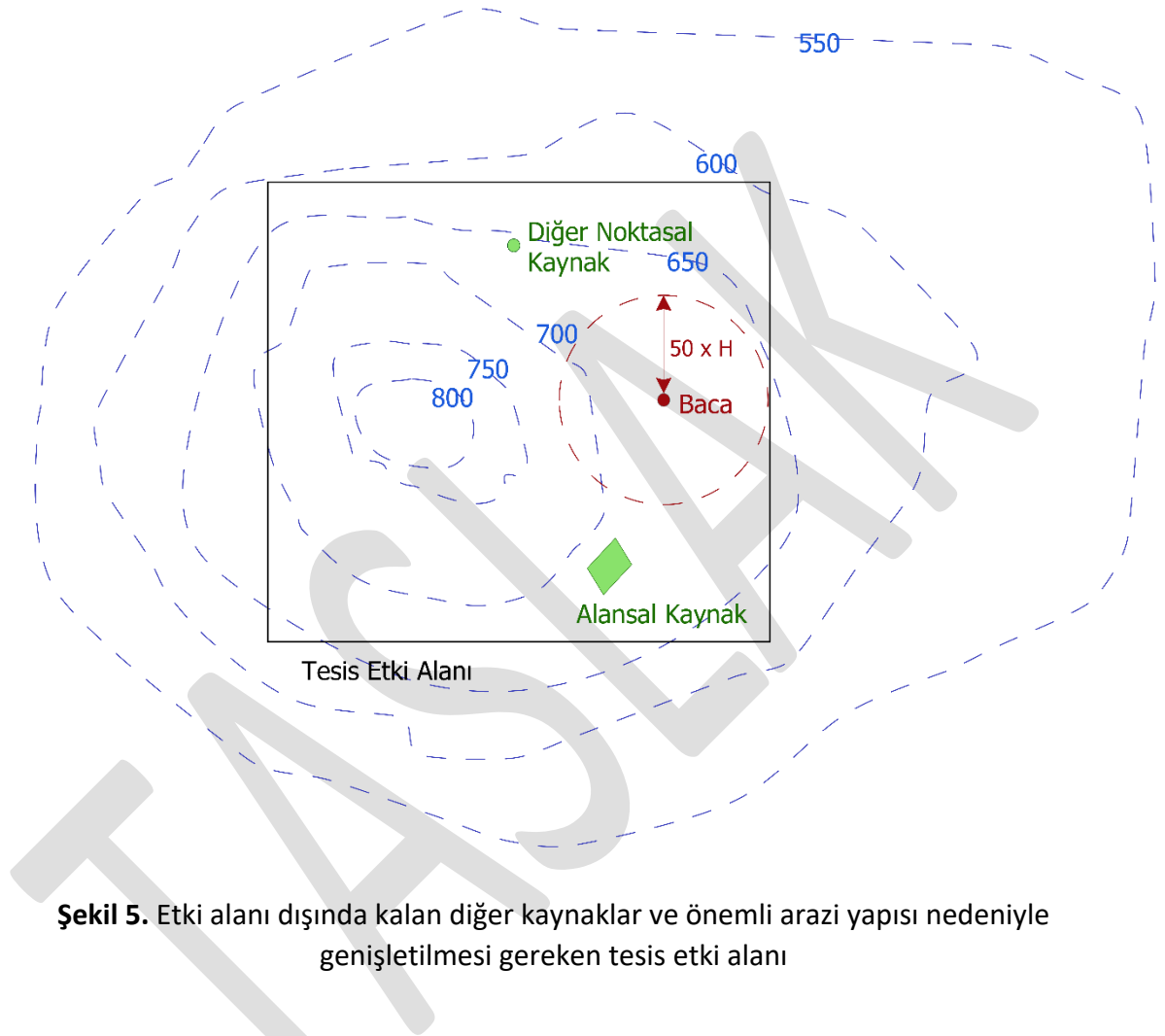
Şekil 3. Tek alansal kaynak için etki alanının belirlenmesi



Şekil 4. Birden fazla alansal kaynak için etki alanının belirlenmesi

Konum itibariyle belirlenen etki alanının dışında kalan, ancak etki alanındaki hava kirlenmesine katkı sağlayabilecek kadar yakın mesafede bulunan başka kirletici kaynakların varlığı durumunda yetkili merci onayı ile seçilen etki alanı bu kaynakları da içine alacak

şekilde genişletilebilir. Benzer bir durum, belirlenen etki alanı dışında kalan ancak kirleticilerin dağılımını etkileyebilecek topoğrafyaya sahip önemli bir arazi yapısının bulunması durumunda da geçerlidir. Şekil 5'te bir bacanın etki alanı dışında kalan diğer bir noktasal ve bir alansal kaynağın varlığından dolayı ve bacaya yakın önemli bir topoğrafik engelin bulunması nedeniyle etki alanının hepsini içine alacak şekilde genişletilmesine bir örnek verilmiştir.

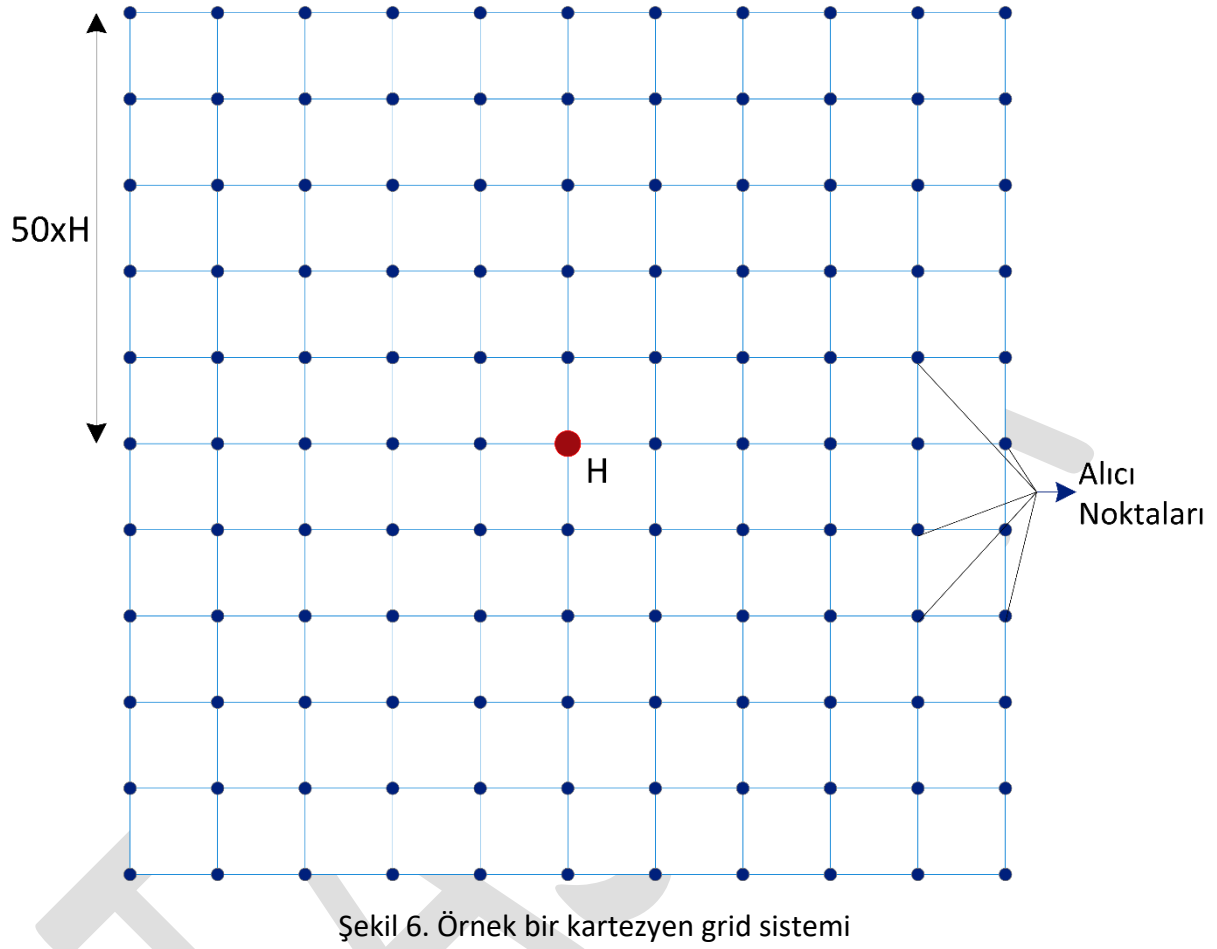


Şekil 5. Etki alanı dışında kalan diğer kaynaklar ve önemli arazi yapısı nedeniyle genişletilmesi gereken tesis etki alanı

2.1.4. Alıcı Noktalarının Belirlenmesi

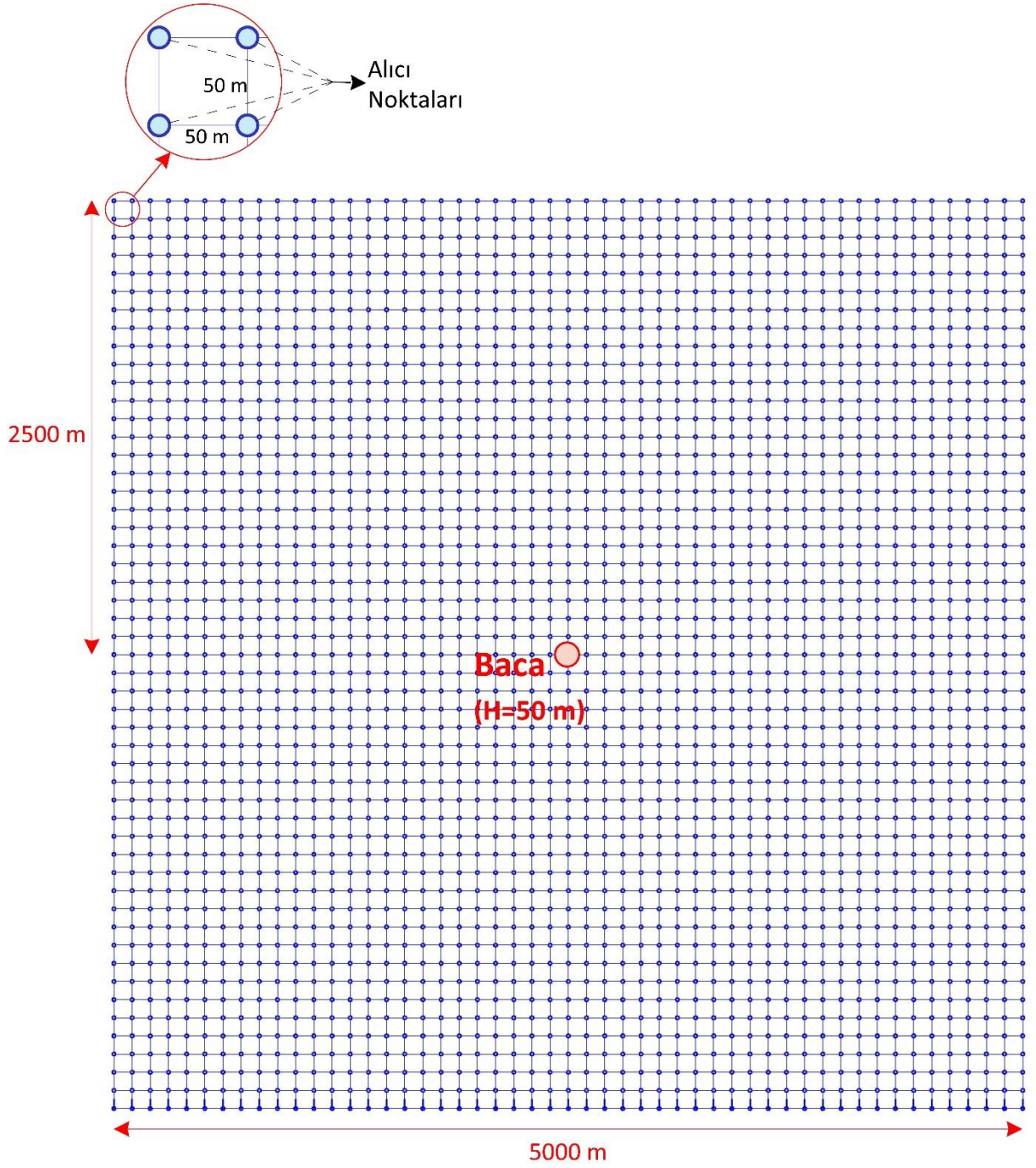
Tesis etki alanında HKKD'leri, birbirine eşit mesafede bulunan çok sayıdaki noktada eş zamanlı olarak hesaplanır. Bu noktaların konumları, tesis etki alanına bir ızgara (grid) sisteminin uygulanması ile belirlenir. Geometrik olarak dikdörtgen ya da kare şekline sahip tesis etki alanı, birbirine eşit mesafede yatay ve düşey çizgilerin çizilmesi ile gridlere bölünür. Böylece, yatay ve düşey çizgilerin kesiştiği çok sayıda nokta elde edilir. Bu noktalar, model tarafından HKKD hesaplarının yapılacağı noktalar olup alıcı (reseptör) noktaları olarak adlandırılır. Tüm alıcı noktaların bir araya gelmesi ile oluşan dikdörtgen (ya da kare) şeklindeki grid sistemine Kartezyen grid sistemi adı verilir.

Kartezyen grid sisteminde sol alt köşe başlangıç kabul edilerek tüm alıcı noktalar için hem yatay hem de düşey yönde iki boyutlu (X ve Y eksenleri boyunca) bir koordinat tanımlaması yapılır. Model çalışmalarında alıcı noktaların tarifi bu koordinat sistemi kullanılarak yapılır. Şekil 6'da örnek bir kartezyen grid sistemi ve alıcı noktaları görülmektedir. Modelleme çalışmalarında tüm kirletici kaynaklar aynı grid sistemi içinde bulunmalıdır.



Şekil 6. Örnek bir kartezyen grid sistemi

İki alıcı nokta arasındaki yatay mesafe ne kadar az olursa; tesis etki alanı içinde beklenen en büyük HKKD'nin yeri ve miktarı o kadar doğru ve güvenilir elde edilir. İki alıcı nokta arasındaki mesafe, noktasal kaynaklar için en fazla baca yüksekliği kadar seçilir. Örneğin; 70 m yüksekliğinde tek bacası olan bir tesisin etki alanındaki iki alıcı nokta arasındaki mesafe en fazla 70 m olarak seçilir. Şekil 7'de tek bacası olan bir tesis için örnek bir grid sistemi verilmiştir.



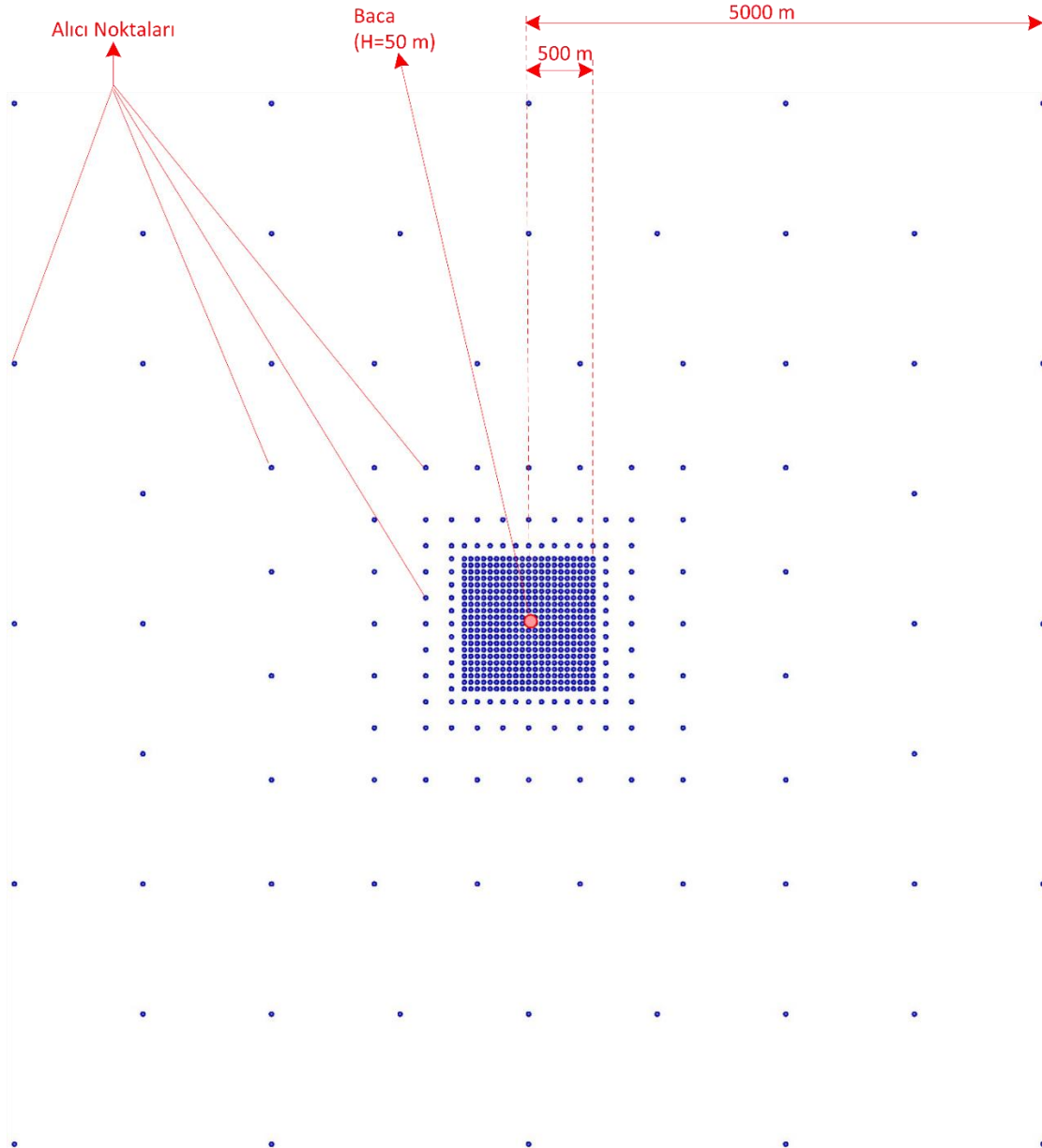
Şekil 7. Baca yüksekliği ile ilişkili alıcı noktaların belirlenmesi

Farklı baca yüksekliklerine sahip birden fazla bacanın bulunması durumunda en küçük baca yüksekliğine sahip baca esas alınarak grid sistemi oluşturulur. Baca yüksekliği ve/veya etkili emisyon yüksekliğinin 50 m'nin altında olduğu durumlarda, iki alıcı nokta arasındaki mesafe 50 m olarak kullanılır.

Bazı özel durumlarda yetkili makamın onayı ile yukarıda tanımlanan grid sistemlerinde değişiklik yapılabilir. Nnoktasal emisyon kaynağından (bacadan), baca yüksekliğinin 10 katı kadar bir mesafe içinde yukarıda verilen kriterlere dikkat edilmesi, bu mesafeden sonra 50

katı olan mesafeye kadar alıcı noktalar arasındaki mesafeler orantılı olarak arttırılabilir. Bu durum Şekil 8’de şematik olarak verilmektedir.

HKKD değerleri, tüm alıcı noktalarında yer seviyesinde 1,5 m sabit bir yükseklikte hesaplanır.



Şekil 8. Baca yüksekliğinin 10 katı mesafeden sonra seyrekleşen alıcı noktaları

2.1.5. Meteorolojik Verilerin Temini

Modelleme çalışmalarında kullanılacak meteorolojik veriler, kirletici kaynakların bulunduğu bölgenin karakteristik meteorolojik özelliklerini temsil etmelidir. Bu nedenle, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)’ne ait meteoroloji istasyonu ağı

içinde öncelikli olarak tesis etki alanı içine giren bir istasyon bulunuyorsa bu istasyona, bulunmuyorsa bölgeye en yakın istasyona ait veriler kullanılmalıdır. İstasyonların konumlarına ve türlerine göre seçimi MGM'nin <https://www.mgm.gov.tr/kurumsal/istasyonlarimiz.aspx> web sitesinden yapılır. Seçilecek istasyonlar; saatlik bazda rüzgar hızı ve yönü, sıcaklık, basınç, nem, yağış, vb. meteorolojik parametreleri rasat edebilen istasyonlar olmalıdır. Bölgede MGM'ne ait bir istasyonun bulunmaması durumunda yetkili makamın onayı ile aynı standartlarda donatılmış özel bir istasyonun verileri kullanılabilir.

Modelleme çalışmaları en az 1 yıllık bir dönem için saatlik bazda temin edilen meteoroloji verisi ile gerçekleştirilir. Çalışılacak takvim yılı seçilirken bölgenin uzun dönem ortalamalarını temsil etmesine dikkat edilir. Bu amaçla, aynı istasyonda modelleme için seçilen yılın ve uzun yılların (en az 30 yıl) rüzgar gülleri ayrı ayrı çizilerek seçilen yılın uzun yıllardaki hakim rüzgar yönlerini temsil edip etmediği incelenir. 30 yıldan daha az veri olması durumunda yetkili makamın onayı ile tüm veri uzun yıllar ortalaması olarak değerlendirilebilir.

Bir istasyonun kabul edilebilir olması için yıl boyunca saatlik bazda en az %90 ve üzeri doluluk oranında veriye sahip olması gerekir. Saatlik olarak temin edilen veri seti içinde ardışık 2 saati aşmayan ölçüm boşlukları uygun ara değerler ile doldurulabilir. Daha uzun boşlukların doldurulması uygun değildir.

Seçilen meteoroloji istasyonunun yukarıdaki koşulları sağlamaması durumunda modelleme çalışmaları için bölgeye yakın başka bir istasyonun verilerine başvurulur.

Veri seti içinde rüzgar yönü, rüzgarın geldiği yönü ifade eder ve kuzeyden itibaren saat yönünde derece cinsinden tamsayı bir açı olarak tanımlanır. Eğer temin edilen rüzgar yönü verisi farklı bir kodlama ile (örneğin, NE, NW, vb. sektörel harflendirme ile) tanımlanmış ise bu yönlerin derece karşılığı olan sayılara dönüştürülmesi gerekir. Anemometre yüksekliğindeki rüzgar hızı ise, ondalık basamağın sağındaki ilk hane dahil m/s cinsinden belirtilmelidir.

2.1.6. Topoğrafik Verilerin Temini

Grid sistemindeki tüm alıcı noktaları için yükselti (rakım) değerleri tanımlanmalıdır. Bu veriler, Harita Genel Müdürlüğü (HGM)'nden temin edilen yüksek çözünürlüklü (5 veya 30 m) sayısal yükseklik verileri kullanılarak türetilir (HGM, 2019). Daha kaba çözünürlüklü (90, 250 ve 1000 m) topoğrafya verilerine global veri tabanlarından (GMTED2010, GTOPO30, GLOBE, SRTM3, vb.) erişmek mümkündür. Alıcı noktaların bulunduğu coğrafi koordinatlarda yükselti değerleri, temin edilen sayısal yükseklik veri setinden enterpolasyon tekniği ile ara değerler olarak elde edilir.

2.2. HKKD Hesapları

Dağılım modelleri; mevcut hava kalitesi seviyelerinin belirlenmesi ve gelecekte farklı emisyon senaryoları ve meteorolojik koşullar için beklenen hava kalitesi seviyelerinin

tahmini için kullanılır. Bu amaçla çok farklı yöntem ve teknikler kullanılmasına rağmen amaç her zaman aynı olup bir bölgede hava kalitesinin belirlenmesi esastır. Bunun için kullanılan tekniğe göre bazı varsayımlarda bulunulması, bazı kuralların uygulanması ve bazı verilerin kullanılması gerekir.

Gaz ve toz kirleticiler için HKKD (konsantrasyon ve/veya çökme) hesapları grid sistemindeki tüm alıcı noktalar için gerçekleştirilir. Her bir alıcı noktada en az bir yıllık bir dönem için saatlik bazda (bir zaman serisi olarak) meteorolojik veriler kullanılarak işlemler tekrarlanır.

HKKD hesapları, literatürde kabul görmüş ve bilimsel olarak geçerliliği kanıtlanmış bir matematiksel dağılım modeli kullanılarak gerçekleştirilir.

2.2.1. HKKD'lerin Hesaplanma Koşulu

Asgari baca yüksekliğini sağlayan tesislerin bacalarından atmosfere verilen saatlik kütleli emisyon debileri Tablo 1'de verilen sınır değerleri aşıyorsa HKKD'lerin bir dağılım modeli ile hesaplanması gerekir. Asgari baca yüksekliğini sağlamayan tesislerde kütleli emisyon debileri Tablo 1'de verilen sınır değerin %10'unu aşıyorsa yine HKKD hesapları yapılır.

Tablo 1. Kütleli emisyon debileri

Emisyonlar	Normal işletme şartlarında kütleli debiler (kg/saat)		
	Tek Baca	Tüm Bacalar	Tüm Alansal Kaynaklar
Arsenik	0,0025	-	-
Benzo(a)piren	0,0025	-	-
Benzen	0,05	-	-
Toz	1	10	1
Kurşun	0,025	0,5	0,05
Kadmiyum	0,0025	0,01	0,001
Talyum	0,0025	0,01	0,001
Nikel	0,025	-	-
Civa	0,0025	-	-
Hidrojen florür ve Gaz Halde İnorganik Florür Bileşikleri	0,15	2	0,2
Kükürt Dioksit	20	60	6
Azot Dioksit [NO _x (NO ₂ cinsinden)]	20	40	4
Tetrakloroethen	2,5	-	-
Hidrojen klorür ve Gaz Halde İnorganik Klorür Bileşikleri	-	20	2

2.2.2. Kullanılacak Dağılım Modeli

Farklı amaçlar için kullanılan çok sayıda geçerliliği kanıtlanmış hava kalitesi dağılım modeli (AERMOD, AUSTAL2000, CALPUFF, CMAQ, vb.) bulunmaktadır. Kullandıkları algoritmalar,

uygulandıkları bölgesel ölçekler, çalışılan zamansal ve mekansal çözünürlükler model seçiminde en önemli kriterlerdir.

İzin ve çevresel etki değerlendirmesi çalışmaları kapsamında kullanılan tesis etki alanlarının boyutları genellikle birkaç km'den birkaç on km'ye kadar değişen mesafelerdir. Bu ölçekteki bölgelerde, Gaussian dağılım tekniğini kullanan modellerin (AERMOD gibi) başarı ile kullanıldığı bilinmektedir.

SKKY kapsamındaki izin ve ÇED süreçlerinde gerçekleştirilen modelleme çalışmalarında ülke genelinde uygulama birliğinin sağlanması açısından AERMOD modelinin kullanılması beklenmektedir.

2.2.3. Bina Etkisinin Hesaplanması

Noktasal kirletici kaynaklara (bacalara) yakın konumda bulunan yüksek binalar, atmosfere bırakılan kirleticilerin dağılımını etkiler. Bu yükseltilerin model çalışmalarında dikkate alınması gerekir.

Bir bacanın yakınlarında bulunan bir binanın yüksekliğinin H_b ve genişliğinin W_d olduğu kabul edildiğinde bunlardan küçük olanı L ile adlandırılır. Bu durumda bir bacadan 5L kadar ancak yaklaşık 1 km'yi aşmayan mesafe içinde olan tüm binalar bu bacaya yeterince yakın ve bacadan atılan kirleticilerin dağılımını etkileyebilecek yükseltiler olarak değerlendirilir. Bu durumda, fiziksel baca yüksekliğinin en fazla $H_b + 1,5L$ kadar olması istenir.

İşletmeye yeni yapılar kurulurken bina yüksekliklerinde yukarıdaki koşulların sağlanmasına dikkat edilir.

3. HAVA KALİTESİ ÖLÇÜMÜ

Kurulması planlanan bir tesisin faaliyete başlamadan önce, kurulacağı bölgede bulunan diğer faaliyetlerden (evsel ısınma, trafik, diğer sanayi tesisleri, vb.) kaynaklanan bir mevcut (arkaplan) hava kalitesi vardır. Bu tesisin faaliyete başlaması sonrası bu bölgedeki hava kalitesine ek bir yük (HKKD) gelir. Değerlendirme yapılan bir noktadaki mevcut hava kalitesi seviyesi ile bu noktaya yeni tesisten gelen HKKD'nin toplanması ile o noktada toplam hava kalitesi seviyesi elde edilir. Tüm mevzuat değerlendirmelerinde toplam hava kalitesi seviyeleri dikkate alınır.

Bir tesisin etki alanında, insan sağlığının korunması amacıyla aşılmaması gereken hava kalitesi sınır değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. İnsan sağlığının korunması için farklı kirleticiler bazında dış hava kalitesi sınır değerleri

Kirletici	Konsantrasyon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ortalama Dönem	İzin verilen yıllık aşım sayısı
Benzen	5	Yıllık	-
Kurşun ve inorganik kurşun bileşikleri (PM_{10} bünyesinde)	0,5	Yıllık	-
Kadmiyum ve inorganik kadmiyum bileşikleri (PM_{10} bünyesinde)	0,02	Yıllık	-
PM_{10}	40	Yıllık	-
	50	Günlük	35
SO_2	50	Yıllık	-
	125	Günlük	3
	350	Saatlik	24
NO_2	40	Yıllık	-
	200	Saatlik	18
Tetrakloroethen	10	Yıllık	-
Çöken toz ($\text{g.m}^2/\text{gün}$)	0,35	Yıllık	-

Tesis etki alanı içindeki bir inceleme alanında, elde edilen toplam hava kalitesi seviyelerinin Tablo 2'deki sınır değerleri aşması durumunda aynı noktada;

- İzne tabi tesisten kaynaklanan HKKD'nin Tablo 2'de verilen ilgili kirletici için yıllık ortalama sınır değerinin %3'ünü aşmaması durumunda,
- İzne tabi tesisten kaynaklanan çöken toz için HKKD'nin $10.5 \text{ mg.m}^2/\text{gün}$ değerini aşmaması durumunda yetkili makamın onayı ile izin sürecine devam edilebilir.

İzne tabi bir tesisin etki alanında, ekosistem ve bitki örtüsünün korunması amacıyla aşılmaması gereken hava kalitesi sınır değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Ekosistem ve bitki örtüsünün korunması için farklı kirleticiler bazında dış hava kalitesi sınır değerleri

Kirletici	Konsantrasyon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ortalama Dönem	İzin verilen yıllık aşım sayısı
SO ₂	20	Yıllık Kış (1 Ekim – 31 Mart)	Ekosistem
NO _x (NO ₂ cinsinden)	30	Yıllık	Bitki örtüsü
HF	0,4 0,3	Yıllık Yıllık	Genel Hassas hayvan, bitki veya yapıların korunması için

Tesis etki alanı içindeki bir inceleme alanında, elde edilen toplam hava kalitesi seviyelerinin Tablo 3'teki sınır değerleri aşması durumunda aynı noktada, izne tabi tesisten kaynaklanan yıllık ortalama HKKD'nin HF için 0,04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, SO₂ için 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ve NO_x için 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ değerlerini aşmaması durumunda yetkili makamın onayı ile izin sürecine devam edilebilir.

İzne tabi bir tesisin etki alanında, çevrenin ve toprak değişimlerinin önlenmesi amacıyla aşılması gereken çökeltme miktarlarına ilişkin sınır değerler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Çevrenin ve toprak değişimlerinin önlenmesi amacıyla farklı kirleticiler bazında çökeltme miktarları için sınır değerleri

Kirletici	Çökeltme miktarı ($\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{gün}$)	Ortalama Dönem
Arsenik ve inorganik bileşikler	4	Yıllık
Kurşun ve inorganik bileşikler	100	Yıllık
Kadmiyum ve inorganik bileşikler	2	Yıllık
Nikel ve inorganik bileşikler	15	Yıllık
Civa ve inorganik bileşikler	1	Yıllık
Talyum ve inorganik bileşikler	2	Yıllık

Tesis etki alanı içindeki bir inceleme alanında, elde edilen çökeltme miktarlarının Tablo 4'teki sınır değerleri aşması durumunda aynı noktada, izne tabi tesisten kaynaklanan yıllık ortalama HKKD'nin Tablo 4'te verilen sınır değerlerin %5'ini aşmaması durumunda yetkili makamın onayı ile izin sürecine devam edilebilir.

3.1. İzlenecek Kirleticilerin Belirlenmesi

Asgari baca yüksekliğini sağlayan tesislerin bacalarından atmosfere verilen saatlik kütleli emisyon debileri Tablo 1’de verilen sınır değeri aşıyorsa bu kirleticilerin izlenmesi gerekir. Asgari baca yüksekliğini sağlamayan tesislerde kütleli emisyon debileri Tablo 1’de verilen sınır değeri %10’unu aşıyorsa yine kirleticiler izlenir.

3.2. Mevcut (Arkaplan) Hava Kalitesi için Ölçüm Gerekliği

Bir bölgede faaliyet gösteren kirlenici kaynakların tamamının katkısıyla oluşan arkaplan hava kalitesini belirleyebilmek için seçilen bazı noktalarda dış ortam hava kalitesinin izlenmesi gerekir. Bu amaçla, Bakanlığa bağlı ulusal hava kalitesi izleme ağı bünyesinde hizmet veren çok sayıda ölçüm istasyonu bulunmaktadır.

Mevcut veya kurulması planlanan bir tesis için izin süreci öncesi mevcut kirlilik yükünün belirlenmesi amacıyla dış hava kalitesi ölçümü yapılır. Yetkili makamın onayı ile, Bakanlığın izleme ağı içinde tesis etki alanına yakın bir ölçüm istasyonunun bulunması ve yeterli veriye sahip olması durumunda yeni ölçüm istenmeyebilir. Tesis etki alanında daha önce yapılmış ölçümlerin bulunması, dağılım hesaplarının yapılması ya da diğer izleme çalışmalarının bulunması durumunda da yeni ölçüm istenmeyebilir.

Tesis etki alanında yukarıda tanımlanan verilerin bulunmaması durumunda hava kalitesi ölçümü gerekir.

3.3. Ölçüm Planlaması

Ölçüm, yetkili makamla kararlaştırılan bir ölçüm planına uygun olarak yapılır. Böyle bir plan, ölçüm noktalarının konumu, toplam ölçüm süresi, ölçüm yöntemi, ölçüm sıklığı ve bölgenin meteorolojik koşulları göz önüne alınarak oluşturulur.

3.4. Ölçüm Metodu

Sürekli ölçüm yöntemleri ile birlikte aralıklı ölçüm yöntemlerinin veya pasif ölçüm yönteminin kullanılması durumunda ilgili kirlenici için yalnızca yıllık ortalama veya kısa süreli en büyük yükün tespiti gerekir.

Ölçme metodlarının TSE tarafından standartlaştırılan metodlar olması gerekir. İlgili TSE standardı mevcut değilse, yetkili merci tarafından onay verilen DIN, CEN, ISO, EPA, vb. normlara uygun metodlar kullanılabilir.

3.5. Ölçüm Süresi

Prensip olarak, ölçüm süresi 1 yılı kapsamalıdır. Hava kalitesi seviyelerinin yoğunlaştığı belli başlı dönemlerin olması durumunda bu dönemleri içine alacak şekilde ölçüm süresi toplam 6 aya indirilebilir. Ölçüm yükümlülüğü bulunmayan tesislerden de yetkili makam tarafından en az 1 ay süre ile ölçüm talep edilebilir.

3.6. Ölçüm Yüksekliği

Ölçümler yer seviyesinden 1,5 ila 4 metre yükseklikte ve binalardan en az 1,5 metre uzaklıkta ölçülür. Ormanlık alanlarda yapılan ölçümler, ağaç yüksekliğinden daha yukarıda yapılır.

3.7. İnceleme Alanı ve Ölçüm Noktaları

İnceleme alanı, baca yüksekliğinin 50 katı yarıçaplı alan içinde olmalı ve model ile bulunan HKKD'nin uzun vadeli sınır değerini %3'ünü aştığı bir alan olmalıdır. 20 m den daha küçük baca yüksekliği olması durumunda en az 1 km yarıçaplı alan içinde olmalıdır.

Model sonuçlarına göre en yüksek HKKD'lerinin elde edildiği alıcı noktalara yoğunlaşılmalıdır. Bu amaçla iki farklı inceleme alanı seçilir. Sadece yıllık ortalama sınır değere sahip kirleticiler için model sonuçlarının yıllık ortalamalarına dikkat edilerek tek inceleme alanı belirlenir. Şayet günlük, saatlik, vb. farklı zaman dilimlerine ait sınır değerler varsa bu durumda ikinci inceleme alanı da seçilir. Maksimum uzun ve kısa vadeli HKKD'lerinin aynı noktada görülmesi durumunda tek inceleme alanı yeterlidir.

3.8. Ölçüm Frekansı

Sürekli ölçüm yapılması durumunda ölçüm dönemi boyunca ölçülen saatlik verilerin en az %75'inin olması istenir. Bir takvim yılı içindeki saatlik/günlük aşım sayısı verilen kirleticiler için yıllık aşım sayıları değerlendirilirken ölçüm verisi %90'dan az ise %100'ü elde etmek için aşım sayısı, ölçüm süresinin yıllık ölçüm süresine oranına göre arttırılır. Örneğin; ölçüm dönemi boyunca %80 veri alınması halinde aşım sayısı 100/80 oranında arttırılır. Bu şartlar, günlük ortalama değerler için de geçerlidir.

Aralıklı ölçümlerde, ölçüm noktası başına ölçüm değerlerinin sayısı 52'den az olmamalıdır. Örnekleme süreleri, örnekleme sonuçlarının tüm dönemi temsil etmesini sağlamak için ölçüm süresi boyunca eşit olarak dağıtılacaktır.

Hava kalitesi hangi sınır değerle kıyaslanacaksa o ölçüm aralığında ölçülmelidir.

4. KAYNAKLAR

- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2009. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği.
- TA LUFT, 2002. “Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit”, Almanya Hava Kirliliği Kontrolü Teknik Talimatnamesi - TA Luft.
- USEPA (2019). AP-42: Compilation of Air Pollutant Emissions Factors, <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors>, erişim: Kasım 2019.
- EMEP/EEA, 2019. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019, <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019>, erişim: Kasım 2019.