



Araştırma Makalesi

İzmir-Kadifekale Bölgesinde Kentsel Dönüşüm Öncesi ve Sonrası Hava Kalitesinin Belirlenmesi

Ayşegül DEMİR¹, Gizem TUNA¹, Tolga ELBİR^{1,✉}

¹Dokuz Eylül Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Yerleşkesi, 35160 Buca/İzmir

Sunuluş tarihi: 21 Kasım 2012, Kabul edilme tarihi: 1 Şubat 2013

ÖZET

Kentsel dönüşüm sürecini yaşayan İzmir'deki Kadifekale bölgesinde 2007-2013 yılları arasında çok sayıda konut yıkılmıştır. Yıkılan konutların bulunduğu bölgede bir kentsel dönüşüm projesi uygulanarak yakın gelecekte çok katlı yeni binaların inşaa edilmesi planlanmaktadır. Bu çalışmada, kentsel dönüşüm öncesi kış aylarında konutlarda kömür kullanımı sonucu oluşan ısınma kökenli emisyonlar ile kentsel dönüşüm sonrası kullanılacak doğalgazdan kaynaklanacak yeni emisyonlar ve dış hava kalitesi seviyeleri arasındaki değişim incelenmiştir. Kentsel dönüşüm sonrası bölgede yıkılarak boşaltılan alanlarda yer alacak yeni konutlara ilişkin henüz kesinleşmiş projeler bulunmaması nedeniyle; TOKİ'nin standart konutları baz alınarak 3+1 ve 2+1 tipinde 5 katlı binalar yapılacağı varsayılmıştır. Bölgeden ayrılmak zorunda kalan mevcut nüfusu ve bölgeye göç edecek yeni nüfusu barındıracak olan bu yeni konutlarda ısınma amacıyla sadece doğalgazın kullanılacağı kabul edilmiştir. Emisyonlar literatürde yer alan emisyon faktörleri yardımıyla, hava kalitesi seviyeleri ise AERMOD dağılım modeli ile belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre; kentsel dönüşüm öncesi bölgede kış mevsimi boyunca evsel ısınmadan kaynaklanan toplam emisyonlar SO₂ için yaklaşık 45 ton, NO_x için 5 ton, CO için 247 ton ve PM₁₀ için 22 ton olarak hesaplanmıştır. Bu emisyonlar İzmir ili geneli için yapılan bir emisyon envanteri ile karşılaştırıldığında, çalışma yapılan bölge emisyonlarının il merkezindeki ısınma kökenli emisyonlara kirleticiler bazında %0,2 ila %0,8 arasında bir katkı koyduğu görülmektedir. Kentsel dönüşüm sonrasında emisyonların NO_x için %6, diğer kirleticiler için ise yaklaşık %99 oranında azaldığı belirlenmiştir. Modelleme çalışmaları sonuçlarına göre ise; mevcut durum için en yüksek ortalama kış mevsimi konsantrasyonları SO₂ için yaklaşık 74 µg/m³, NO_x için 8 µg/m³, CO için 407 µg/m³ ve PM₁₀ için 37 µg/m³ olarak hesaplanmıştır. Kentsel dönüşüm sonrası hava kalitesi seviyelerinde SO₂, PM₁₀ ve CO için %98'in üzerinde bir azalma görülmüştür. Bu azalmaya karşın kentsel dönüşüm sonrası NO_x açısından hava kalitesi seviyelerinin bir miktar (yaklaşık %40) arttığı gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kentsel dönüşüm, evsel ısınma, emisyon, hava kalitesi modellemesi, İzmir

© Tüm yayın hakları Hava Kirlenmesi Araştırmaları ve Denetimi Türk Millî Komitesi'ne aittir.

1. Giriş

Dinamik yapıları nedeniyle geçmişten bu yana sürekli bir değişim içinde olan büyük kentler, bu değişim sürecinde hızlı ve kontrolsüz göç hareketlerine maruz kaldıkları için başta çevresel sorunlar olmak üzere bir dizi problem ile karşı karşıya kalmaktadırlar. Kentlere yönelen yoğun göç hareketlerinin yol açtığı hızlı nüfus birikimiyle ortaya çıkan konut ihtiyaçlarının, planlanan çalışmalarla karşılanamaması ve kent içi yoğun yapılaşma nedeniyle yeni yerleşim alanı yaratma konusunda sıkıntılar yaşanmaktadır. Bu da, kent merkezi ve çevresinde kentsel donanımlardan yoksun gecekonduların artarak genişlemesine yol açmaktadır. Gecekonduların hızla genişlemesi ise kentsel yerleşim alanlarının zaman ile sağlıklı, yaşanabilir ve sürdürülebilir olma kriterlerinden uzaklaşmasına neden olmaktadır.

Kentsel alanların hızlı gelişmesi ve bu bölgelere beklenenden daha fazla bir göçün gerçekleşmesi yasal olmayan (ruhsatsız) yapılaşmalara sebep olmaktadır. Plansız kentleşmenin temel nedeni olan ekonomik yetersizlik yüzünden yapılan bu uygunsuz yapılar zamanla kentsel dönüşüm süreçlerini zorunlu kılmaktadır. İnsanlara daha modern yerleşim alanlarının sağlanması, plansız kentleşmenin beraberinde getirdiği çevresel sorunların giderilmesi, söz konusu bölgelerde ekonominin yeniden canlandırılması ve istihdam yaratılması gibi nedenlerle uzun yıllardır dünyanın farklı bölgelerinde kentsel dönüşüm çalışmaları başarı ile yürütülmektedir. Dünyadaki en büyük kentsel dönüşüm örnekleri; 1945 yılında bütünüyle yıkılan Hiroşima kentinin yeniden inşası için gerçekleştirilen "Hiroşima-Danbara Kenti Yeniden İnşaa"

Projesi” (KYD, 2014a) ve 1990’lı yıllarda İngiltere’nin Bellenden bölgesinde mevcut yapı stoğunun iyileştirilmesini sağlamak ve kapasite fazlası kullanımların yol açtığı olumsuz etkileri gidermek amacıyla uygulanan “Bellenden Yenileme Projesi” (KYD, 2014b) çalışmalarıdır. Aynı şekilde, Brezilya’nın Rio kentinde, 1994 yılında, kent merkezindeki gecekonduların alanlarına yönelik olarak başlatılan “Rio Kenti Gecekonduların Alanlarını Sağlıklaştırma Projesi” (KYD, 2014c) ise kent içinde kalan gecekonduların alanlarının ıslahına yönelik çalışmalar açısından iyi bir örnek olarak gösterilebilir.

Kentsel dönüşüm süreçleri sosyal boyutlarının yanı sıra çevresel boyutları ile de değerlendirilmesi gereken çalışmalardır. Kentsel dönüşüm uygulanan bölgelerde yaşanan çevresel problemlerin başında kış aylarında yoğunlaşan hava kirliliği gelmektedir. Isınma amacıyla konutlarda fosil yakıtların tüketilmesi ile oluşan bu problem, kullanılan yakıtın miktarı ve kalitesi ile doğrudan ilişkilidir. Tüketilen yakıt miktarı ise konutta ısıtılacak hacmin büyüklüğüne, ısıtma yöntemine, yapının izolasyon durumuna, ailenin sosyo-ekonomik yapısına ve bölgenin meteorolojik koşullarına bağlı olarak değişir. Gecekondular bölgelerinde ekonomik yetersizlik yüzünden düşük kaliteli yakıtların tercih edilmesi ve uygun olmayan yakma tekniklerinin kullanılması hava kirliliği sorununu daha da arttırmaktadır.

Yurtdışında kentleşme ve hava kirliliği ilişkisini inceleyen çok sayıda çalışma (Song vd., 2008; Yu vd., 2012; Huang vd., 2013; Tan vd., 2013; Xia vd., 2014) olmasına rağmen, ülkemiz için literatürde kentsel dönüşüm süreci sonrası hava kalitesindeki değişimleri öngören bir çalışma ile karşılaşmamıştır. Bu çalışma, İzmir kent merkezinde plansız yapılaşmanın düzenlenmesi amacıyla başlatılan ve aynı zamanda heyelan bölgesi olarak ilan edilen Kadifekale bölgesinin kentsel dönüşüm süreci sonrasında bölgedeki mevcut hava kalitesine katkısını belirlemeyi hedeflemektedir. Çalışma kapsamında 4 temel kirlileticinin (NO_x, SO₂, PM₁₀ ve CO) emisyon değerleri ve atmosferdeki dağılımları belirlenmiştir. Dağılım hesapları için bir hava kalitesi dağılım modeli kullanılmış ve sonuçlar kirlilik haritaları şeklinde sunulmuştur. Çalışmada sadece kentsel dönüşümün uygulanacağı alanların bölge hava kalitesine katkısının belirlenmesi hedeflendiği için çalışma alanı içindeki mevcut diğer yerleşim alanları çalışmaya dahil edilmemiştir.

2. İzmir Kadifekale Bölgesi'nde Kentsel Dönüşüm Süreci

Türkiye’nin diğer büyük kentleri gibi İzmir de, 1950’li yıllardan sonra hızlı ve kontrolsüz göç hareketlerinin önemli odaklarından biri olmuş, bir yandan hızla nüfusu artarken bir yandan da alansal olarak genişlemiş ve 1990’lardan sonra bir metropole dönüşmüştür. İlin nüfus yoğunluğu 1990-2000 arasında ciddi bir artış göstererek kilometrekarede 225 kişiden 281 kişiye yükselmiştir (İZKA,

2008). Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) 2000 yılı nüfus sayımı sonuçlarına göre, İzmir ilinin nüfusu Ege Bölgesi'ndeki toplam nüfusun %37,7'sini, Türkiye nüfusunun ise %5,0'ini oluşturmaktadır (İZKA, 2008). 2012 yılı itibarıyla adrese dayalı nüfus kayıt sistemine göre İzmir ilinin Türkiye nüfusunun % 5,3'ini oluşturduğu ve ilin nüfus yoğunluğunun ise 333'e yükseldiği görülmektedir (TÜİK, 2013). Ayrıca, kentte 2011-2012 yılları arasında yıllık net göç hızının binde 2,46 olduğu bilinmektedir (TÜİK, 2013). Kentte nüfus artışının, doğum hızının yüksek olmasından ziyade daha çok göçlerden kaynaklandığı bilinmektedir (Türkçü vd., 1996).

2005 yılında yürürlüğe giren 5393 sayılı Belediye Kanunu'nun kentsel dönüşüm ve gelişim alanları ile ilgili 73. maddesinde, “Belediye, kentin gelişimine uygun olarak eskiyen kent kısımlarını yeniden inşa ve restore etmek; konut alanları, sanayi ve ticaret alanları, teknoloji parkları ve sosyal donatılar oluşturmak, deprem riskine karşı tedbirler almak veya kentin tarihi ve kültürel dokusunu korumak amacıyla kentsel dönüşüm ve gelişim projeleri uygulayabilir” ifadesi ile kentsel dönüşüm uygulama yetkisi yerel yönetimlere verilmiştir (Resmi Gazete, 2005).

İzmir'de zaman içinde kaçak yapılaşma oranındaki artışın tehdit oluşturmaya başlaması, nüfusun hızla artmaya devam etmesi ve dışarıdan göçlerin daha da hızlanması nedeniyle kentte yeni yerleşim alanlarının yeterince oluşturulamaması kentsel dönüşüm sürecini beraberinde getirmiştir. İzmir'de ilk kentsel dönüşüm planlamaları İzmir Büyükşehir Belediyesi (İBB) tarafından Bayraklı ve Kadifekale semtleri için gerçekleştirilmiştir. İzmir'de kentsel dönüşüm çalışmaları, yerinde dönüşüm ve afete maruz bölgeler olmak üzere iki ana başlık altında değerlendirilmektedir. Yerinde dönüşüm için planlanan toplam alan 362 hektar olup bunun 335 hektarı merkez kent içinde, geriye kalan kısmı ise kent dışında yer almaktadır (İBB, 2014). Planlanan merkez kent proje alanları (Karşıyaka – Örnekköy, Bayraklı, Ege Mahallesi, Ballıkuyu, Aktepe – Emrez, Yeşildere Vadisi, Gürçeşme, Uzundere Vadisi, Cennetçeşme) Şekil 1'de görülmektedir. Kadifekale, Gürçeşme ve Yeşildere gibi afete maruz alanlarda gerçekleştirilen/ gerçekleştirilecek projeler ise toplam 48 hektar bir alanı teşkil etmekte olup proje sahaları yine Şekil 1'de verilmiştir.

Bu projeler içinde ilk başlayan ve sürecin sonuna yaklaşan Kadifekale bölgesinde afete maruz bölge ilan edilen çalışma alanı içinde ilk yıkım 2007 yılının Eylül ayında gerçekleşmiş ve 2013 yılında ise alandaki hedeflenen tüm yapıların yıkımı tamamlanmıştır (İBB, 2014). Kentsel dönüşüm öncesi ve sonrası bölgeden bir görüntü Şekil 2'de verilmiştir. Kentsel dönüşüm süresince bölgede 9 mahallede yıkımı gerçekleşen hane sayısı 1968'dir (İBB, 2014). Kentsel dönüşüm sürecinde olan mahallelerin planda görünümü ise Şekil 3'te verilmiştir. Kentsel dönüşüm sürecinde yıkılan konutların büyük çoğunluğunu İmariye mahallesine aittir.



Şekil 1. İzmir'de kentsel dönüşüm süreci yaşayan/yaşayacak bölgeler

İzmir'in güneyinde 186 m yükseklikteki bir tepe üzerinde bulunan, Roma ve Bizans döneminden kalan bir kalenin de bulunduğu Kadifekale bölgesinde hava kirliliği kış aylarında yoğun yaşanmaktadır. Plansız kentleşmenin ilk başladığı yerlerden birisi olan bölgede ısınma amacıyla kullanılan en yaygın yakıt kömürdür. Günümüzde her ne kadar kent genelinde kömürün yerini doğalgaz olsa da gerek ekonomik koşullar gerekse doğalgaz için mevcut alt yapının o dönemde yetersiz olmasından dolayı bölgede kentsel dönüşüm öncesi kalitesiz kömür kullanımının yoğun olduğu bilinmektedir. Bazı konutlarda kömürün yanısıra odun ve atık niteliği taşıyan çeşitli yabancı malzemelerin de ısınma amaçlı kullanıldığı bilinmektedir.



Şekil 2. İzmir Kadifekale kentsel dönüşüm bölgesinde yıkım öncesi ve sonrası görüntüler



Şekil 3. İzmir Kadifekale kentsel dönüşüm sürecindeki mahalleler

3. Gereç ve Yöntem

3.1. Hava Kirletici Emisyonlar

Bölgede yakıt tüketimlerinin belirlenmesine yönelik mahalle muhtarlıkları bazında yakıt yardımı kapsamında kömür dağıtımına ilişkin bilgiler edinilmiştir. Ayrıca bölgede Muhtarlıklar yardımıyla her mahallede bir kaç konutta gerçekleştirilen bir anket çalışması ile de benzeri bilgiler toplanmaya çalışılmıştır. Anket sonuçlarına göre, muhtarlıklardan temin edilen bu dağıtım miktarlarının genellikle yetersiz kaldığı ve konutların ilave yakıt kullandığı belirlenmiştir. Mahalle sakinleri ile yapılan görüşmeler ve anket çalışmaları ile bölgede ısınma amacıyla aktif olarak 5 ay boyunca (Kasım-Mart) yoğun yakıt tüketildiği, diğer aylarda ise dış hava sıcaklığına bağlı olarak ya kısmen tüketildiği ya da hiç tüketilmediği belirlenmiştir. Bu nedenle çalışma kapsamında çalışma periyodu Kasım ve Mart ayları arasındaki 5 aylık dönem seçilmiştir. Yine anket çalışmasına göre, kış mevsiminde bölgede bir konutta ısınma amacıyla ortalama 1500 kg kömür tüketildiği ve yakma teknolojisi olarak ise soba kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu toplam yakıt tüketimin aylara göre dağılımı ise dış hava sıcaklıkları ile ilişkilendirilerek belirlenmiştir. İzmir'de 1954-2013 yılları arası uzun yıllar meteoroloji verilerine dayanarak elde edilen aylık ortalama sıcaklık değerleri Kasım, Aralık, Ocak, Şubat ve Mart ayları için sırasıyla 14,1 ; 10,5 ; 8,8 ; 9,5 ve 11,7 °C'dir (MGM, 2014). Bu sıcaklıkların konforlu iç mekan sıcaklığı (22 °C) ile arasındaki farklardan yola çıkarak toplam kömür tüketiminin aylara göre (Kasım-Mart) dağılımı sırasıyla 210, 310, 360, 340, 280 kg olarak belirlenmiştir. Çalışma alanındaki toplam yakıt miktarı ise konut başına kabul edilen bu yakıt tüketimleri ile İBB'den temin edilen mahalle bazında yıkımı gerçekleşen hane sayısı bilgisi ile elde edilmiştir. Konutlarda ısınma teknolojisi olarak soba kullanıldığı ve yapılan anket çalışmalarından hareketle tamamen yerli kömür (ısıl değer: 4000 kcal/kg) tüketildiği kabul edilmiştir.

Kentsel dönüşüm sonrası bölgede yıkılarak boşaltılan alanlarda yer alacak yeni konutlara ilişkin henüz somut bir proje bulunmaması nedeniyle; TOKİ (Toplu Konut İdaresi Başkanlığı) 'nin standart konutları baz alınarak 3+1 ve 2+1 tipinde 5 katlı binalar yapılacağı varsayılmıştır. Bu konutların her katında 4 daire olacağı ve 3+1 tipi konutlardan oluşan binaların toplam 600 m², 2+1 tipi konutlardan oluşan binaların ise 400 m² alan kaplayacağı kabul edilmiştir. Bölgeden ayrılmak zorunda kalan nüfusu ve bölgeye gelecek ilave yeni nüfusu barındıracak olan bu yeni bina tiplerinin her ikisinden de 80 adet (toplam 160 yeni bina) yapılacağı kabul edilmiştir. Böylece yıkılarak açılan toplam 200 000 m² alanın yeni yapılaşma sonucunda %60'ı açık alan olarak kullanılabilir olacaktır. Kentsel dönüşüm sürecinin amaçlarından biri de bireylere daha fazla yeşil alan yaratmaktır. %60'lık bu oran daha önceki bir çalışmada da kullanılmıştır (Kara, 2007). Kentsel dönüşüm sonrasında bölgede inşa edilecek yeni konutlarda ısınma amacıyla doğalgazın tek yakıt olarak kullanılacağı kabul edilmiştir. Isınma teknolojisi olarak konut bazlı kombi sistemlerinin kullanılacağı ve ortalama 100 m² bir konut için kış mevsiminde toplam 1000 m³ doğalgazın ısınma amacıyla tüketildiği kabul edilmiştir (KAYSERİGAZ, 2015).

Yakıt tüketim bilgileri ve literatürdeki emisyon faktörleri kullanılmış ve 4 adet kirlenici (NO_x, SO₂, CO, PM₁₀) için emisyonlar belirlenmiştir. Emisyon faktörleri için Avrupa Çevre Örgütü'nün "EMEP/CORNAIR Emission Inventory Guidebook-2013" kaynağı kullanılmıştır (EEA, 2013). Kullanılan emisyon faktörleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Evsel ısınma kaynaklı emisyonlar için kullanılan emisyon faktörleri

Kirlenici Türü	Emisyon Faktörü (EF) (g/GJ)	
	Kömür	Doğalgaz
SO ₂	900	0,3
NO _x	100	42
PM ₁₀	450	0,2
CO	5000	22

3.2. Hava Kalitesi Modellemesi

Hesaplanan emisyonların kent hava kalitesine katkıları bir matematiksel hava kalitesi dağılım modeli yardımıyla belirlenmiştir. Bölgenin meteorolojik ve topoğrafik koşulları dikkate alınarak Amerikan Çevre Koruma Örgütü (U.S. EPA) tarafından geliştirilen AERMOD modeli (U.S. EPA, 2004) kullanılmış ve kent atmosferindeki kirlenici seviyeleri hesaplanmıştır. AERMOD, sınır tabakada (PBL-Planetary Boundary Layer) meydana gelen kirlenici dağılımlarının simülasyonu için geliştirilmiş formülasyonları kullanan ve günümüzde hava kalitesi modellemesi çalışmalarında yaygın olarak kullanılan bir matematiksel dağılım modelidir.

Modelleme çalışması için İzmir Kadifekale bölgesinin içinde yer aldığı 25 km × 25 km'lik bir alan seçilmiş ve detaylı sonuçlar elde edebilmek amacıyla bu alan 0.5 km x 0.5

km'lik gridlere bölünmüştür. Çalışma alanı Şekil 4'te görülmektedir. Çalışma alanı içindeki evsel ısınma faaliyetleri modelde alansal kaynak olarak tanımlanmış ve ArcGIS (versiyon 10.1) coğrafi bilgi sistemi yazılımı yardımıyla yerleşim bölgeleri, mahalle-sokak bazında birbirinden farklı 35 küçük alan (poligon) ile temsil edilmiştir (Şekil 4). Model çalışmaları dört kirlenici (NO_x, SO₂, PM₁₀, CO) için de ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Emisyonların aylık değişimleri modele tanımlanmış ve kontrollü yakıt yakma faaliyeti gerçekleştirilmeyen bir bölge olması nedeniyle çalışma alanında gün boyunca kesintisiz emisyon salımı olduğu kabul edilmiştir.



(a)



(b)

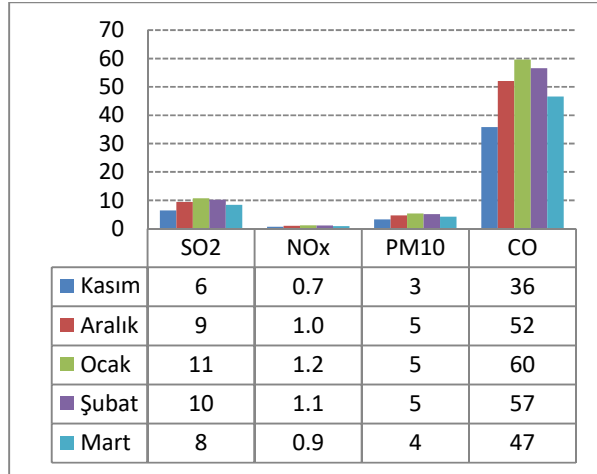
Şekil 4. (a) Model için kullanılan çalışma alanı ve (b) kentsel dönüşüm uygulanan konut alanlarını gösteren poligonlar

Çalışmada modelin ihtiyaç duyduğu saatlik meteoroloji verileri (rüzgar yönü, rüzgar hızı, sıcaklık, bulutluluk, bulut taban yüksekliği, basınç, nem, vb.) 2012 yılı için Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'ne bağlı İzmir merkez istasyonundan temin edilmiştir. Üst katman verileri ise NOAA/ESRL Radiosonde veritabanından yine aynı istasyona ve yıla ait FSL formatında temin edilmiştir. AERMOD modeli için gerekli olan meteorolojik veri dosyalarını hazırlamak amacı ile AERMET önışlemcisi kullanılmıştır. Modelin diğer bir girdisi olan topoğrafya verileri ise bir başka önışlemci olan AERMAP ile NASA'nın SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) veri tabanından elde edilmiştir.

4. Sonuçlar

4.1. Emisyonlar

Kentsel dönüşüm süreci öncesi çalışma alanında kış mevsiminde (5 ay) evsel ısınmadan kaynaklanan toplam emisyonlar SO₂ için yaklaşık 45 ton, NO_x için 5 ton, CO için 247 ton, PM₁₀ için ise 22 ton olarak hesaplanmıştır. Emisyonların aylık değişimi Şekil 5'te verilmiştir. Tüm kirleticiler için en büyük emisyonların Ocak ayında görüldüğü ve bu ayı Şubat ayının izlediği görülmektedir. Çalışmanın yapıldığı dönemde İzmir'de aylık ortalama sıcaklık değerlerinin Kasım-Mart arasında sırasıyla 14,1; 10,5; 8,8; 9,5 ve 11,7 °C olması aylık emisyon değişimlerini belirlemiştir.



Şekil 5. İzmir Kadifekale'de kentsel dönüşüm öncesi evsel ısınmadan kaynaklanan emisyonların aylık değişimi

Kentsel dönüşüm bölgesi için hesaplanan toplam emisyon miktarları daha önce İzmir ili genelinde 2008-2009 yılları kış dönemi için gerçekleştirilen evsel ısınma kaynaklı emisyon envanterinin hazırlandığı bir çalışma (Sarı ve Bayram, 2014) ile karşılaştırıldığında, Kadifekale bölgesinin İzmir ili emisyonlarına kirleticiler bazında %0,4 ila %0,5 arasında katkı koyduğu görülmektedir.

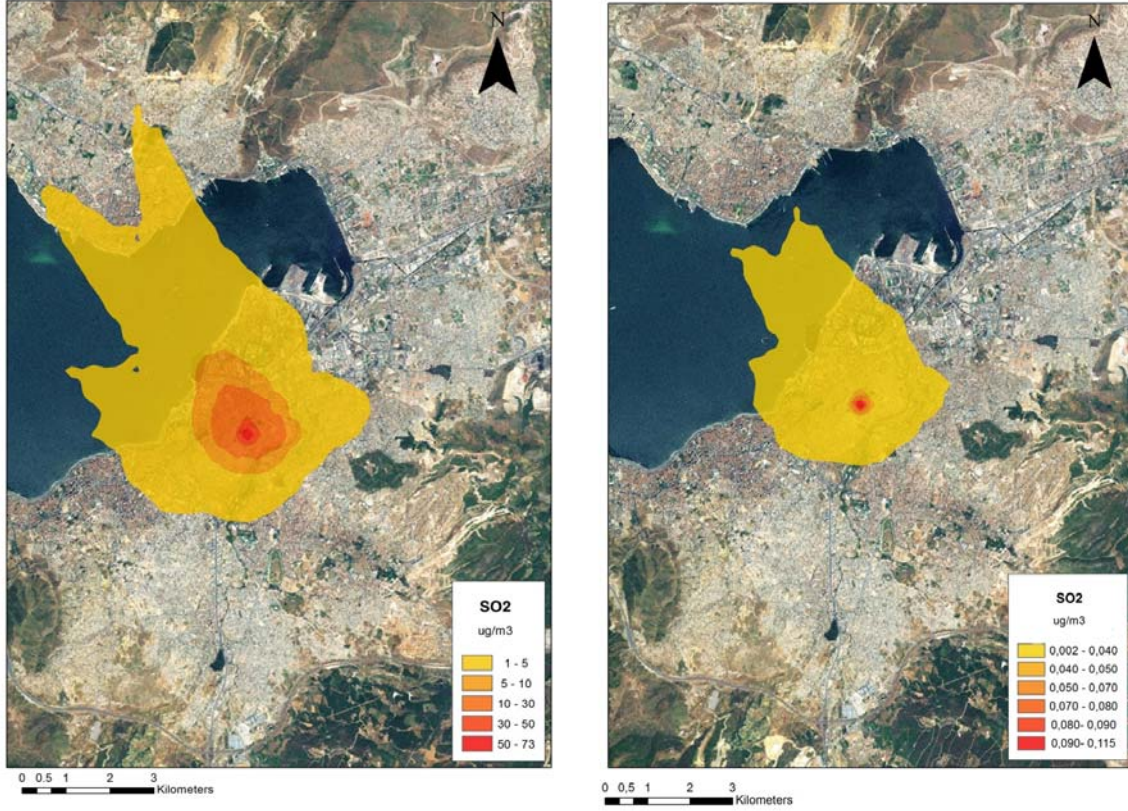
Kentsel dönüşüm sonrasında bölgede inşaa edilecek yeni konutlarda ısınma amacıyla kullanılan doğalgaz kaynaklı mevsimsel toplam emisyon değerleri SO₂ için 0,03 ton, NO_x için 4,6 ton, PM₁₀ için 0,02 ton ve CO için 2,4 ton olarak hesaplanmıştır. Her iki dönem emisyonları karşılaştırıldığında SO₂, PM₁₀ ve CO emisyonlarında büyük oranda azalma gerçekleştiği ve emisyonların neredeyse %98'den büyük oranlarda azaldığı görülmektedir. Bu üç kirleticinin aksine NO_x emisyonlarında çok büyük bir azalmanın gerçekleşmediği, bölge genelinde ortalama %6 oranında bir azalmanın olduğu belirlenmiştir. NO_x emisyonlarındaki değişimin az olmasının temel nedeni, diğer kirleticilerin aksine birim kömür ve doğalgaz tüketimi bazında literatürde yer alan emisyon faktörlerinin büyüklük olarak birbirine çok yakın olmasıdır.

4.2. Dış Hava Kalitesi Seviyeleri

AERMOD modeli ile yapılan modelleme çalışması sonuçlarına göre bölgede yıkım öncesi mevcut konutların neden olduğu en yüksek ortalama kış mevsimi konsantrasyonlarının NO_x için 8 µg/m³, SO₂ için 74 µg/m³, CO için 407 µg/m³, ve PM₁₀ içinse 37 µg/m³ olduğu görülmektedir. En yüksek saatlik konsantrasyonlar incelendiğinde ise seviyelerin NO_x için 94 µg/m³, SO₂ için 842 µg/m³, CO için 4676 µg/m³ ve PM₁₀ içinse 421 µg/m³ olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar yüksek değerler olup, Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDY) ne göre 2014 yılı için tanımlanan sınır değerleri (SO₂ için saatlik 150 µg/m³ ve yıllık 20 µg/m³, PM₁₀ için günlük 50 µg/m³ ve yıllık 20 µg/m³, CO için maksimum günlük 6000 µg/m³) aşmaktadır. Sadece NO₂ için saatlik 100 µg/m³ ve yıllık 20 µg/m³ limit değerlerinin aşılmadığı görülmüştür. Üç kirletici için sınır değerleri aşan konsantrasyonlar elde edilmiş olsa da kirleticilerin mekansal dağılımları incelendiğinde en yüksek değerlerin kentsel dönüşüm bölgesi içinde olduğu ve bölge dışına çıktıkça konsantrasyonların hızlı bir şekilde azaldığı görülmüştür.

Kentsel dönüşüm sonrasında ise dış hava kalitesi seviyelerinin emisyonlarla paralel olarak önemli oranlarda azaldığı ve üç kirletici (SO₂, CO ve PM₁₀) için etkisini neredeyse tamamen kaybettiği görülmektedir. Sonuçlara göre en yüksek ortalama kış mevsimi konsantrasyonları SO₂ için 0,12 µg/m³, NO_x için 14,1 µg/m³, CO için 7,6 µg/m³ ve PM₁₀ içinse 0,07 µg/m³ olduğu görülmektedir. En yüksek saatlik konsantrasyonlar ise SO₂ için 1,5 µg/m³, NO_x için 150 µg/m³, CO için 78 µg/m³ ve PM₁₀ içinse 0,7 µg/m³ olarak belirlenmiştir. Yönetmelikteki sınır değerler ile karşılaştırıldığında kentsel dönüşüm sonrasında tüm kirletici konsantrasyonların limitleri aşılmadığı, sadece NO_x'in mevsimsel ortalama değeri aştığı görülmektedir.

Modelleme çalışmalarıyla bulunan konsantrasyonların mekansal dağılımı ArcGIS ile belirlenmiş ve sonuçlar haritalar olarak hazırlanmıştır. Kadifekale bölgesinde kentsel dönüşüm öncesi ve sonrası SO₂ için elde edilen kirlilik haritaları örnek olarak Şekil 6'da verilmiştir. Diğer kirleticiler için de benzer dağılımlar elde edilmiştir. Modelleme çalışmaları ile elde edilen kirlilik haritaları incelendiğinde kirletici konsantrasyonlarının genellikle kentsel dönüşümün gerçekleştiği alanda yoğunlaştığı, maksimum konsantrasyonların ise yine aynı bölgelerde özellikle Ali Reis Mahallesi ve İmariye Mahallesi arasındaki noktalarda görüldüğü belirlenmiştir.



Şekil 6. İzmir - Kadifekale bölgesinde kentsel dönüşüm öncesi ve sonrası evsel ısınmadan kaynaklanan SO₂ dağılım haritası

4. Değerlendirme

Bu çalışmada, kentsel dönüşüm sürecini yaşayan İzmir ili Konak ilçesine bağlı Kadifekale bölgesinde yıkılan konutlarda kentsel dönüşüm öncesi kış aylarında ısınma amacıyla yakılan kömürden ve kentsel dönüşüm sonrası artan nüfusuyla bölgede kullanılacak doğalgazdan kaynaklanan hava kirliliğinin ayrı ayrı belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla kentsel dönüşüm öncesi mevcut bölgeler için gerekli veriler toplanmış, bir emisyon envanteri hazırlanmış ve hava kalitesinde beklenen değişimler incelenmiştir. Bu amaçla bir hava kalitesi dağılım modeli (AERMOD) kullanılmıştır.

Yerinde dönüşümün gerçekleşmesi sonrasında kabul edilen senaryoyla birlikte emisyonların mekansal dağılımında önemli bir değişiklik olmadığı fakat farklı yakıt kullanımından dolayı emisyonlarda SO₂, PM₁₀ ve CO için %99 civarında, NO_x'de ise %6 oranında bir azalma gözlemlenmiştir. Dış hava kalitesi seviyeleri incelendiğinde ise doğalgaz kullanımı sonucu üç kirlenici parametre (SO₂, PM₁₀, CO) için konsantrasyon değerlerinde büyük oranda azalma olduğu görülmektedir. NO_x içinse aynı durum söz konusu değildir. Kentsel dönüşüm sonrası dış hava kalitesi seviyelerinde NO_x için yaklaşık 0,8 kat bir artışı gözlemlenmiştir. NO_x emisyonlarının azalıyor olmasına rağmen dış hava kalitesi seviyelerinin artıyor olmasının nedeni, kentsel dönüşüm sonrası bölgede yeni binalar için

kullanılacak toplam alanın eskiye nazaran çok daha küçük olmasıdır. Eskiden az katlı ve birbirine yakın bulunan çok sayıda bina yerine kentsel dönüşüm ile çok katlı ve yeşil alanı daha fazla olan yerleşim alanları oluşturulacaktır. Bu da birim alandan kaynaklanan emisyon miktarının artması anlamına gelmektedir.

Hava kalitesi dağılım haritaları incelendiğinde, kirlenici konsantrasyonlarının Kadifekale'nin de yer aldığı Konak ilçesinde yer alan özellikle Alsancak, Çankaya gibi bölgelerin dolaylarında yoğunlaştığı ve kentin hakim rüzgar yönleri nedeniyle zaman zaman körfezi aşır kilometrelerce uzaktaki yerleşimlere (örneğin Karşıyaka ilçesine) dahi bir kaç µg/m³ mertebesinde ulaşabildiği görülmektedir.

Ülkemizde bir kentsel dönüşüm projesinin çevresel açıdan irdelenmesine yönelik henüz bilimsel bir çalışma bulunmamaktadır. Kadifekale bölgesi için kurgulanan bu senaryo olası bir durumda uygulamaya geçebilecek niteliktedir. Bu çalışma, Kadifekale'nin evsel ısınmadan kaynaklanan hava kirliliğinin mevcut durumunu değerlendirmiş, yapılan senaryo çalışması ile gelecekte kentsel dönüşümün çevresel etkilerinin değerlendirilmesi konusunda yapılabilecek benzer projelere örnek teşkil edecektir.

Teşekkür

Bu çalışma 2012-2013 öğretim yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nde gerçekleştirilmiş bir lisans tezidir. Çalışmanın gerçekleştirilmesinde emeği geçen tüm D.E.Ü. Çevre Mühendisliği Bölümü Hava Kirliliği Laboratuvarı çalışanlarına teşekkür ederiz.

Kaynaklar

EEA (European Environment Agency), 2013. EMEP/CORNAIR Emission Inventory Guidebook-2013.

Huang, J.P., Zhou, C.H., Lee, X.H., Bao, Y.X., Zhao, X.Y., Fung, J., Richter, A., Liu, X., Zheng, Y.Q., 2013. The effects of rapid urbanization on the levels in tropospheric nitrogen dioxide and ozone over east china. *Atmospheric Environment* 77, 558-567.

İBB (İzmir Büyükşehir Belediyesi), 2014. <http://www.izmir.bel.tr/Projeler/5/96/ara/tr>, erişim: Mayıs 2014.

İZKA (İzmir Kalkınma Ajansı), 2008. İzmir (TR31) Bölgesi Mevcut Durum Raporu, İzmir, 436 sayfa.

Kara, G., 2007. Kentsel dönüşüm uygulamaları. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 2-6 Nisan 2012, Ankara.

KAYSERİGAZ, 2015. <http://www.kayserigaz.com.tr/abonelik-rehberi>, erişim: Ocak 2015.

KYD (Kentsel Yenileme/Dönüşüm), 2014a. <http://www.kentselyenileme.org/index.php/dunyadan/33-homa-danbara-kentyenen--projes>, erişim: Mayıs 2014.

KYD (Kentsel Yenileme/Dönüşüm), 2014b. <http://www.kentselyenileme.org/index.php/dunyadan/35-bellenden-yenee-projes>, erişim: Mayıs 2014.

KYD (Kentsel Yenileme/Dönüşüm), 2014c. <http://www.kentselyenileme.org/index.php/dunyadan/34-rio-kentgecekodu-saiklairma-programi>, erişim: Mayıs 2014.

MGM (Meteoroloji Genel Müdürlüğü), 2014. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=IZMIR#sfB>, erişim: Mayıs 2014..

Resmi Gazete, 2005. <http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/07/20050713.htm&main=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/07/20050713.htm>, erişim: Mayıs 2014.

Sarı, D., Bayram, A., 2014. Quantification of emissions from domestic heating in residential areas of İzmir, Turkey and assessment of the impact on local/regional air-quality. *Science of the Total Environment* 488-489, 429-436.

Song, J.H., Webb, A., Parmenter, B., Allen, D.T., McDonald-Buller, E., 2008. The impacts of urbanization on emissions and air quality: Comparison of four visions of Austin, Texas. *Environmental Science & Technology* 42, 7294-7300.

Tan, P.H., Chou, C., Chou, C.C.K., 2013. Impact of urbanization on the air pollution "holiday effect" in Taiwan. *Atmospheric Environment* 70, 361-375.

TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), 2013. Seçilmiş Göstergelerle İzmir 2012, Ankara.

Türkçü, Ç., Gökmen, H., Kaya, İ.S., Süer, D., Onat, N., Sönmez, A., Günhan, S., 1996. İzmir'de Göç ve Kentleşme, *Ege Mimarlık* 19, 2.

U.S. EPA (U.S.Environmental Protection Agency), 2004. AERMOD: Description of Model Formulation, North Carolina, USA.

Xia, T.Y., Wang, J.Y., Song, K., Da, L.J., 2014. Variations in air quality during rapid urbanization in Shanghai, China. *Landscape and Ecological Engineering* 10, 181-190.

Yu, M., Carmichael, G.R., Zhu, T., Cheng, Y.F., 2012. Sensitivity of predicted pollutant levels to urbanization in China. *Atmospheric Environment* 60, 544-554.



Research Article

Determination of Air Quality Before and After Urban Transformation in İzmir-Kadifekale Region

Ayşegül DEMİR¹, Gizem TUNA¹, Tolga ELBİR¹✉

¹Dokuz Eylül University, Department of Environmental Engineering, Tinaztepe Campus 35160 Buca/İzmir

Received: November 21, 2012; Accepted: February 1, 2013

ABSTRACT

Many buildings were pulled down in Kadifekale region, İzmir between the years of 2007-2013 as part of an urban transformation project. In the region, new apartment buildings have been planned to be constructed. In this study, both the emissions and air quality levels from residential heating in the winter months due to use of coal before the urban transformation and use of natural gas after the urban transformation were studied. Standard buildings of TOKİ based on two main types such as 3+1 and 2+1 were selected to be constructed in the region since there has not been any planned project in the region yet. It was assumed that each building has 5 floors and each floor has 4 apartments. These buildings will meet a need to accommodate both population forced to leave from the region and new additional population that will come to the region. Another assumption was that natural gas will be only used as a main fuel for residential heating in these new buildings. Emissions were calculated using emission factors in the literature and air quality levels were estimated by the AERMOD dispersion model. According to the results, total emissions originated from residential heating in winter before the urban transformation were calculated as 45 tons for SO₂, 5 tons for NO_x, 247 tons for CO and 22 tons for PM₁₀. When these emissions are compared with the emissions prepared for the city of İzmir in a previous study, contributions of the emissions in Kadifekale to all residential heating emissions in İzmir were observed between the ratios of 0.2% and 0.8%. After the urban transformation, 6% reduction of NO_x emissions and approximately 99% reduction for all other pollutants were determined. According to the model results, the maximum seasonal average concentrations for SO₂, NO_x, CO, and PM₁₀ were observed as 74, 8, 407, and 37 µg/m³, respectively. More than 98% reduction for SO₂, PM₁₀, and CO concentrations was observed after urban transformation. Unlike other pollutants, air quality levels of NO_x after the urban transformation were found approximately 40% higher than before the urban transformation.

Keywords: Urban transformation, residential heating, emission, air quality modeling, İzmir

© Turkish National Committee of Air Pollution Research and Control.