



Kentlerde Hava Kirliliğini Önleyecek ya da Azaltacak Yöntem İçin Verilerin Toplanması ve Değerlendirilmesi

Funda Kök^{1,*}

¹ Gaziantep Büyükşehir Belediyesi, İmar ve Şehircilik Daire Başkanlığı, Kent Planlama Şube Müdürlüğü

E-Posta: f.tike85@gmail.com

Özet: Canlıların çeşitli tüketim ve bazı etkinlikleri sonucu temiz havanın doğal bileşiminde bulunan ana maddelerin değişmesi, havanın bileşimindeki maddelerin yapay ya da doğal yollarla eşik düzeyin üstüne çıkması ya da altına inmesi ile canlı ve cansız yaşama zarar verecek oranda bozulmasına hava kirliliği denilmektedir. Solunan havanın kalitesiz olması canlı yaşamını ve sağlığını olumsuz etkilemektedir. Son zamanlarda fiziki ve sosyal etmenler sonucunda oluşan hava kirliliği Türkiye’de ve Dünya genelinde önemli bir sorun haline gelmiştir. Bunun çeşitli nedenleri olmakla birlikte en önemli nedeni hızla artan nüfusun beraberinde getirdiği hatalı ya da plansız kentleşmedir. Bu nedenle bu çalışma ile kent planları tasarlanırken var olan kentler ve yeni planlanacak alanlarda kirli havanın tespiti için, alan ile ilgili verilerin toplanması, epidemik araştırmalar ile çeşitli hava kirliliği ölçüm teknikleri aracılığıyla kirletici türlerinin ve bu kirleticilerin sınır değerlerinin belirlenmesi, ayrıca kentsel hava kirliliğine etkisi olan iklimsel oluşumlar, yeryüzü nitelikleri ve yapma çevre gibi alansal verilerin birlikte değerlendirilmesi sonucunda elde edilen doğru veriler yardımıyla kentteki hava kirliliğini azaltacak bir modelin ilk adımı oluşturularak tasarımcıya yol gösterilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Hava kirliliği, kent planları, hatalı kentleşme

Collection and Evaluation of Data for Methods to Prevent or Reduce Air Pollution in Cities

Abstract: The change of the main substances in the natural composition of the clean air, the penetration of different substances into the structure of the air, the deterioration of the materials of the air by artificial means above or below the threshold level that harm the living and non-living life due to various consumption and economic activities is called air pollution. Living things breathe the air that exists without a choice. The poor quality of the breathing air affects the live life and health negatively. Recently, the air pollution has become a major problem in Turkey and throughout the world because of physical and social factors. The most important one of its various reasons is the erroneous or unplanned urbanization of the rapidly increasing population. For this reason, In the design of city plans, the existing cities and new planned areas for the determination of polluted air, collection of data related to the area, epidemiological research and determination of polluting species and limit values of these pollutants through various air pollution measurement techniques, as well as climatic formations that have an effect on urban air pollution., it is aimed to guide the designer by creating a model that will reduce air pollution in the city with the help of accurate data obtained as a result of the evaluation of spatial data such as soil qualities and making environment.

Keywords: Air pollution, city plans, faulty urbanization

GİRİŞ

Çevresel bir sorun olan hava kirliliği, havanın bileşiminde yer alan ana maddelerin değerlerinin değişmesi ya da yapısına farklı türden kirleticilerin girmesi sonucunda canlı ve cansız yaşama zarar vermesi olarak tanımlanabilir^[1, 2, 3, 4, 5, 6]. Atmosfer, her ne kadar içerisine giren zehirli maddeleri eriterek zararsız duruma getirebilse de meteorolojik ve topoğrafik nedenlere bağlı olarak sürekli kirlenebilmektedir. Hava kirliliğine neden olan kirleticiler; doğal kaynaklı ve insan etkinlikleri sonucu yapay kaynaklı kirleticiler olmak üzere çeşitli hava kirliliği kaynakları bulunmaktadır Ancak yapay kaynaklardan oluşan kirlilik doğal kaynaklardan oluşan kirliliğe oranla daha önemli görülmektedir.

Sosyal ve ekonomik nedenlerle kırsal kesimlerden kentlere göçün çoğalması ve hızlı kentleşme beraberinde, plansız yapılaşmayı getirmiştir. Bugün nüfus artışına bağlı, hızlı ve çarpık yapılaşma olarak tanımlanan yığılma ve yoğunlaşmalar ile ortaya çıkan plansız kentleşme, hava kirliliğinin en önemli sorunlarından birini oluşturmaktadır. Türkiye’de hava kirliliği özellikle 1950’lerden sonra bir halk sağlığı sorunu olmaya başlamıştır^[2].

*İlgili E-posta: f.tike85@gmail.com

Hava kirliliği her ne kadar insan etmeni ile sosyal ve ekonomik etkinlikler sonucunda ortaya çıkan bir durum olsa da, coğrafi çevre koşullarının da hava kirliliği üzerine önemli etkileri bulunmaktadır. Kentler buldukları arazi konumları ve meteorolojik özellikleri ile hava kirliliğini doğrudan etkilemektedir ^[7]. Hava kirliliğine neden olan kirleticilerin oluşmasında, kentin arazi ve iklimsel koşullarından başka kentler planlanırken iklim haritaları ile kentte var olan kirleticilerin ve alansal verilerin dikkate alınmadan yanlış yapılanması sonucunda; plansız kentleşme ve endüstrileşme, yapılarda oluşan ısı kaybı, iklimsel olaylar, kent dokusunun çevresine ve doğal ortamına uygun olmaması, yeşil alanların az olması ve çöplerin yeterince zararsız hale getirilememesi kentteki baskın hava devininin kent içine alınmaması gibi nedenler yer almaktadır.

Hava kirliliği modellemesi, yerel yönetimler için önem verilen bir durumdur. Özellikle hava kirliliğinin arttığı kış aylarında, meteorolojik koşullara bağlı olarak hava kirliliğinin önceden bilinmesi, vaktinde önlem alınmasına ve hava kirliliğinin oluşturduğu olumsuz etkiyi en aza indirebilmek üzere önemli katkı sağlayacaktır. Hava kalitesi dış ortam ölçümleri ile belirlenmesine karşın, ölçümlerin pahalı olması ve uzun zaman alması nedeni ile ölçüm nokta sayısı her zaman sınırlı kalmaktadır. Oysa var olan durumun belirlenmesi düzenli ölçüm ağı ile elde edilirken, aynı zamanda emisyon envanterleri kullanılarak çalıştırılan ve bu ölçüm sonuçları ile ayarlanan hava kalitesi modelleri de bulunmaktadır. Dolayısıyla uygun modellerin kullanılması ve hava kirliliği haritalamasının yapılması, hava kalitesi bilgilerinin çalışma alanında daha yaygın hale gelmesine elverişli bir durum oluşturacaktır. Bu sayede daha geniş düzeyde hava kalitesi belirlenebileceği gibi geleceğe dönük hava kalitesi çıktıları da yapılabilme imkânı oluşturacaktır ^[8].

Türkiye’de hava kirliliği özellikle 1950’lerden sonra bir sağlık sorunu olarak ortaya çıkmıştır. Avrupa’da ise 1948’de ABD’nin Pennsylvania eyaletinin küçük bir sanayi alanı olan Donora kasabasında dört gün süren sisten sonra 14.000 kişi hastalanmış, bu insanlardan %20’si ölmüştür ^[1]. Yine New York’ta 1963 yılında yaşanan benzer türden hava kirliliği üçyüz kişinin ölümüne neden olmuştur ^[9]. Londra’da 1873 yıllarında, yoğun sisten ve bronşitten dolayı 268 kişi hatta 1911 yılında hava kirliliğinden dolayı günde 1150 kişinin öldüğü bilinmektedir ^[1]. 1940’lı yıllardan itibaren etkileri belirgin olarak hissedilmeye başlayan hava kirliliğinin neden olduğu çevresel etkileri yanında insan sağlığını ne büyüklükte etkileyebileceği, aralık 1952’de dört gün içinde binlerce kişinin ölümüne neden olan ve Londra Episodu olarak tarihe geçen doğal afet ile görülmüştür ^[3]. Yine 1952-1954 yılları arasında İngiltere’de kirli havanın herhangi bir hava akımı ile kentten uzaklaştırılmaması nedeniyle insanlarda solunum zorluğuna yol açmış ve 4000 kişinin ölümüne neden olmuştur. Tüm bu ölümler nedeniyle 1956 yılında Temiz Hava Yasası yürürlüğe girmiş ve linyit kömürünün yakılması sınırlandırılmıştır. Bu sayede, Londra merkezinde, duman kirliliği yaklaşık %80 düzeyinde azaltılarak yere düşen güneş ışığı süresinin %70 oranında artışı sağlanmıştır ^[9]. Benzer şekilde yapılan araştırmalara göre; Çin’de her yıl, 1.5 milyonun üzerinde insan hava kirliliğinin neden olduğu sağlık sorunları nedeniyle hayatını kaybetmektedir ^[10]. 1985 yılında Hindistan’ın Bhopal kentinde bir kimya tesisinden havaya karışan gazdan dolayı yaklaşık 4000 kişi ölmüş, 300 bin kişi ise zehirlenmiştir ^[11]. Bu örnekler hava kirliliğinin ve düzeyinin insan yaşamı için ne denli önemli olduğunun bir göstergesidir.

Bazı illerde istasyon sayısı birden fazla olmakla birlikte Türkiye’de 81 ilde de hava kalitesi izleme istasyonu bulunmakta ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı bu konular hakkında önemli çalışmalar yapmaktadır. Ancak bu istasyonların hepsinde yalnızca iki kirletici parametre ölçülmektedir. Örneğin, Düzce gibi hava kirliliğinin en yüksek değerlerde olduğu kentte bile yalnızca partikül madde (PM10) ve kükürt dioksit (SO₂) ölçülmektedir. Karbon monoksit, ozon, kurşun, PM2.5, kadmiyum, arsenik gibi önemli kirleticiler ölçülmemektedir. Dolayısıyla bu tarz bir yaklaşım ile bu tür istasyonlardan alınan veriler yetersiz ve eksik kalmaktadır. Hatta bazı istasyonların buldukları konum nedeniyle kirlilik kaynağını belirleyebilecek alanda olmaması ve kentteki hava kirliliğine ilişkin kaynakların sınır düzeylerinin belirlenmemesi nedeniyle kirlilik değerlerinin hatalı olduğu düşünülmektedir ^[12].

Almanya, Avusturya, İsveç, Norveç, Amerika ve İngiltere gibi birçok AB ülkesi, insan sağlığı ve çevre üzerinde kabul edilemeyecek etkiler ve riskler yaratmayacak hava kalitesine ulaşmak amacı ile Kanunlar; uluslararası, ulusal ve bölgesel otoriteler ile resmi olmayan organizasyonların yanı sıra, hava kirliliğinden sorumlu sektörlerle işbirliği ve araştırmalar yaparak, hava kalitesine yönelik sınırları ve hedef değerleri belirleyerek ve emisyonları azaltarak hava kirliliğinin oluşturduğu olumsuzlukları azaltmayı hedeflemektedir.

Örneğin Öztan’a (2002) göre Stuttgart kenti, XVIII. yüzyılın ikinci yarısında hava kirliliği ve yeşil alan kaybı yönünden oldukça sorunlu yerleşmeler arasında görülmektedir ^[13]. Özellikle kent üzerinde

biriken durgun kirli havanın düşük hızdaki hava devinimi tarafından itilememesinin yarattığı sorunlardan dolayı hava kirliliğinin önlenmesi ya da azaltılması amacıyla, "İklim Planlama" çalışmalarının yapılması zorunlu görülmüştür. Bugün Stuttgart'ın imarı, yılın çeşitli zamanlarında esen hava devininin yön ve hızına göre düzenlenmiş bir meteorolojik harita verilerine göre sürdürülmektedir. Yaklaşık 40 yıllık bir uygulamanın ardından, Stuttgart kentinde yapılan düzenlemeler sonucunda elde edilen yeşil alan ve imar düzeni ile hava kirliliği en düşük düzeye indirilmiş ve aynı zamanda kenti çevreleyen bir yeşil alan oluşturulmuştur ^[14].

Yeni bir bölgenin planlanması aşamasında, planıcının konuya yaklaşımındaki bilgi eksikliği hava kirliliğini artırıcı yönde yanlış tasarımların oluşmasına neden olacaktır. Dolayısıyla planlama disiplini ile denetlenebilen değişkenlerin kent planlaması aşamasında hava kirliliğini en aza indirecek şekilde bir yaklaşım ile tasarlanması gereklidir. Bu yüzden planıcıların hava devininin tasarım aşamasında ne şekilde ele alınması gerektiği konusunda bilgi sahibi olmaları gerekmekte ayrıca kirliliğin üst düzeyde olduğu var olan yerleşim alanlarında ise, bu konuda uzman kişilerden yardım alınarak sorunlara çözüm bulunması gerekmektedir.

Sorunu belirlerken yapılan literatür araştırmasında, hava kirliliğinin sağlık açısından ne denli önemli olduğunu ve bu kirliliği en aza indirmek için alınacak önlemlerle birlikte kirlilik düzeyinin çeşitli disiplinler ile denetlenebileceğini inceleyen çok sayıda çalışma olduğu görülmüştür. Bununla birlikte var olan kentler için alınabilecek önlemler ile çeşitli kent örnekleri üzerinden kirli havanın nasıl uzaklaştırılacağı gibi çözümü destekleyen çalışmalar ayrıntılarıyla verilmiştir. Ancak kent planları tasarlanırken var olan kentler ve yeni planlanacak alanlarda kirli havanın saptanmasında, alan ile ilgili verilerin toplanması için, epidemik araştırmalar ile çeşitli ölçüm teknikleri aracılığıyla kirlenici türlerinin ve sınır değerlerinin belirlenmesi, bununla birlikte alansal verilere ait kentsel hava kirliliğine iklimsel oluşumların, yeryüzü niteliklerinin ve yapma çevrenin etkisinin birlikte değerlendirilmesi sonucunda ortamdaki kirlenicilerin saptanmasına dair ayrıntılı bir ön çalışma bulunmamaktadır.

Kent planlama yaklaşımı ile denetlenebilen değişkenlerin etkileri, denetlenemeyen değişkenler gözetilerek (topografya, meteorolojik koşullar, vb.) ortaya konulabilir. Buna bağlı olarak, hava kirliliği değerlerinin, tüm canlılar için kabul edilebilir değerlere indirgenmesi ve kentsel alanda solunan havanın kalitesinin planlama kararları ile iyileştirilebileceğinin ve denetim altında tutulabileceğinin ortaya konulması gerekmektedir ^[15]. Bu nedenle kentlerdeki hava kalitesinin korunması için, göz önünde bulundurulması gereken verilerin tasarımcı tarafından anlaşılması ile birlikte uygulanması ve hava kalitesinin nasıl iyileştirileceği sorununun çözümüne ilişkin ilk adımı oluşturan, alan ile ilgili verilerin toplanması, bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

Hava kirliliğinin önlenmesi amacıyla kent planlarının oluşturulmasında yol gösterici olarak, planlı/plansız ya da yeni planlanacak olan alana ait, var olan kirlilik verilerinin saptanması ve bu saptamaların göz önüne alınarak yapılacak olan tasarımların; kullanıcıların yaşamlarını, canlıların sağlığını, hava kalitesini, kentlerin gelişmesini ve ekonomiyi olumlu etkilemesi açısından önemlidir.

Hava içerisindeki kirlenicilerin dağıtılması ya da uzaklaştırılması ancak iyi bir kent planlaması ile olasıdır. Bundan dolayı tasarımcı, kentsel planlama çalışmalarında alana ait verileri iyi bilmeli ve kanun koyucuların doğru verilerin uygulanmasına yönelik gerekli hassasiyeti göstermeleri gerekmektedir. Bu durumda doğru verilerden yola çıkılarak yapılacak olan planlama yaklaşımı ile, kentteki hava kirliliğini azaltacak bir modelin uygulanması için sorunun çözümüne ilişkin ilk adımı oluşturan, alan ile ilgili verilerin detaylı analiz edilmesi durumunda, kirlenicilerin sınır değerlerin altında kalacağı varsayılmaktadır.

Kent içi yerleşim alanlarında hava kalitesi düzeyinin belirlenmesi için uzun süreli ve kapsamlı çalışmalar yapılmalı bununla birlikte kent dışından taşınan kirlenici miktarlarının da belirlenmesi gereklidir. Kirlenici türleri ise bölgedeki kaynak tiplerine göre değiştiğinden ölçüm değerleri, bölgenin hava kalite düzeyini belirleyici yer ve ölçüm ağı içinde diğer istasyonlardan elde edilen verilerle karşılaştırılıp kıyaslanabilir olması gerekir. Ölçümlerle, nokta (sanayi), alan (konutlar) ve mobil (taşıtlar) kaynaklarının her birinin ya da tamamının bölgenin, hava kalite düzeyi üzerine etkisi belirlenmelidir.

Bir bölgenin hava kalitesi belirlenirken; insanların, bitkilerin, ağaçların, hayvanların, taşıtların, yapıların ve malzemelerin özellikle hava kirliliğinin etkisi altında kaldığı alanlar seçilmelidir. Ölçüm istasyonları 1 saat, 8 saat, 24 saat ve yıllık dönemler için yeterli sayıda veri (en az %50 oranında) üretebilmesi gerekmektedir. Hava kalitesi ölçümünde, arazinin durumu ve iklimsel etmenlerin bölgenin hava kalitesi düzeyi üzerine etkileri de belirlenmeli ve bu hava kalitesi ölçüm istasyonu yeri, harita

üzerine işlenmelidir. En önemlisi, ölçüm noktalarından elde edilen veriler, o bölgenin hava kalitesi düzeyini ve standardını doğru bir şekilde gösterebilmelidir ^[16].

Kentsel hava kirlenmelerinin durumu, yapısı ve özelliklerine genel olarak değinilmiştir. Türkiye’de ilgili Bakanlık hava kirliliği üzerine çeşitli çalışmalar yapmakta ve bu çalışmaları herkesin ulaşabileceği şekilde paylaşımına açmaktadır. 06.06.2008 tarihli Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği’nde bilgilendirme ve uyarı eşiği ile hedef değer ve uzun vadeli hedeflerde kentsel hava kirlenmelerinin durumu anlatılmaktadır ^[17].

Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliğine göre öngörülen uzun vadeli (UVS) ve kısa vadeli (KVS) değerler tablo 1’de gösterilmektedir. Hava kalitesi standartları ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre farklılık göstermekte olup ABD’nde bu değerler Temiz Hava Yasası’na göre Avrupa’da ise Dünya Sağlık Örgütü tarafından belirlenen sınır değerlere göre düzenlenmiştir ^[18].

Tablo 1. Kirlenmelerin Uzun Vadeli (UVS) ve Kısa Vadeli (KVS) Sınır Değerleri($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ^[19, 18]

Kirlenici		Türkiye		Dünya sağlık örgütü (Avrupa)		ABD(EPA)	
		UVS	KVS	UVS	KVS	UVS	KVS
Kükürt dioksit(SO ₂),(SO ₃ dahil)	Genel	150	400(900)	50	125	30	365
	Endüstri bölgeleri	250	400(900)				
Karbon Monoksit (CO)		10.000	30.000				
Azot Dioksit(NO ₂)		100	300	40	200	100	
Azot Monoksit NO)		200	600				
Asılı Partiküller Madde(PM ₁₀)	Genel	150	300			50	150
	Endüstri bölgeleri	200					

Ülkemizde yürürlükteki yönetmeliğe göre sınır değerler sırasıyla Dünya Sağlık Örgütü ve ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) değerlerine göre fazlasıyla yüksektir. Örneğin tablo 1’de verilen değerlere göre kükürt dioksitin uzun vadeli sınır değeri ülkemizde 150, Avrupa 50, ABD’de ise $30 \mu\text{g m}^{-3}$ ’tür ^[18].

1 Ocak 2014’ten sonra Avrupa Birliği sınır değerlerinin geçerli olacağı tarihe kadar sınır değerler toleranslı değerlerdir. Avrupa Birliği sınır değerlerin geçerli olacağı tarihlere kadar tolerans payları sıfırlanacak şekilde her 12 ayda bir eşit düzeyde yıllık olarak azaltılır. Parantez içindeki rakamlar en yüksek saatlik sınır değerlerdir.

Kent planlama sürecinde plancının gelecekle ilgili oluşturdukları gelişme düşünceleri içinde iklim verilerini tam anlamıyla kullanmaları için kent iklimi ile ilgili yapılan model ve simülasyonların sonuçlarını planlama sürecine dahil etmeleri gereklidir. Plancılar bu sayede yerel iklim özelliklerinin iyileştirilmesini, iklimin sağlık üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılmasını, kentsel yüzey karakterinin korunmasını vb. eylemler için kullanışlı metotlar geliştirilmesini sağlamış olurlar. Bu nedenle plancının kullanabileceği kent iklim öğeleriyle ilgili araçlar; kentsel hava kirliliği haritaları, kentsel termal konfor

haritaları, kent iklim öğelerinin modelleme ve simülasyon haritaları ve kent iklim haritaları olarak belirlenmiştir.

Kent iklim haritaları hava sıcaklığı, hava devinimi yönü-hızı, güneş radyasyonu gibi iklimsel etmenlerden faydalanmak için hazırlanır. Daha sonra bu haritaların üzerinde topografya, peyzaj, yapılar ve ulaşım ile ilgili veriler birleştirilir. Aynı zamanda bu haritalar kent planlama sürecinde mekânsal kararlar verilirken; kentsel ısı adası, hava devinimi alanı, havalandırma yapısı, ticari-sanayi arazi kullanımları, bina-yol yapılaşma oranları, ulaşımında kullanılan yakıt miktarı, tüketilen kent enerjisi, açığa çıkarılan kentsel atıklar gibi çalışma alanına ait karar vericilere bilgiler sunar.

İklim haritaları kentsel alan için bölgeleme imkanı vermekte olup bu bölgeleme sonucunda kent içindeki her bölge kendine has iklim özellikleriyle değerlendirilerek planlama aşamasında bölgeye özel planlama yöntemleri geliştirilmekte bu sayede en alt ölçeğe kadar kent ile ilgili tüm sorunlar kolaylıkla çözüme ulaştırılmaktadır^[20]. Kent içi temiz hava koridoru oluşturmak, sokak konumlandırmaları, kentsel gelişime uygun ve sorunlu alanları belirlemek için kentsel iklim haritalarından faydalanılır. Bu tür verilerin önceden bilinmesi uygulamada tasarımcı ve planlamacılar için daha doğru ve uygun kararların alınmasına yardımcı olur^[21]. Kentleşme sürecinde planlama ve tasarım yoluyla iklim yapısında istenmeden de olsa değişimler oluşmakta olup kent iklimi hakkında bilgi ve bilinç eksikliği, planlılar ve klimatologlar arasındaki iletişimin noksanlığı, kent iklim bilgisinin planlama sürecine katılımını sağlayacak uygun araç-gereçlerin eksikliği gibi nedenlerden dolayı iklim bilgisi planlama sürecine etkin bir şekilde dahil edilememektedir^[20].

Bunun gibi engel oluşturan başka bir konu ise iklim verilerinin kullanımı için gerekli personel, malzeme ve finans kaynağının sağlanması konusundaki yetersizlik olup asıl sorun iklimsel veriyi üreten ile kullanan arası ilişkinin zayıf olması ve verilerin ne işe yarayacağı bilinmiyor olmasıdır^[22].

Epidemiyolojik çalışmalar ve hava kalitesini izleme verileri, Türkiye'deki hava kirliliğine neden olan kirleticilerin (SO₂, NO₂, CO, CO₂, PM_{2.5} ve PM₁₀) özellikle kış aylarında, sınır düzeylerin üzerinde olduğunu göstermektedir^[23]. Dünya Sağlık Örgütü'nün 2012 yılındaki verilerine göre, dış ortam hava kirliliği her yıl 3.7 milyon insanın ölümüne neden olduğu ve bu ölümlerin %90'lık kısmının gelişmekte olan ülkelerde görüldüğü kaydedilmiştir^[8]. Hava kirliliği solunum yoluyla insanlara zarar vermekle birlikte en çok yaşlıları ve çocukları etkilemekte olup her yıl tahminen üç milyondan fazla kişi hava kirliliği nedeniyle hayatını kaybetmektedir. Ayrıca son yıllarda yapılan araştırmalarda hava kirliliğinin, günümüzün en önemli hastalığı olan stresin de başlıca kaynaklarından biri olduğu bununla birlikte havadaki bazı parçacıkların aşırı kiloluluk (obezite), diyabet ve kalp hastalıklarına da neden olduğu belirlenmiştir^[24]. Örneğin Ontario'da 62 bin kişinin 14 yıl boyunca incelenen sağlık raporlarına göre, bir metreküp havadaki kirleticilerin her 10 mikrogramının diyabet riskini %11 artırdığı belirlenmiştir^[25].

Tablo 2. de gösterildiği gibi, kükürt dioksit suda erir ve nefes yoluyla üst solunum yollarına alınarak akciğerin işlevini azaltır^[10]. Kükürt dioksit in insan vücudunda oluşturduğu ilk tepki solunum daralması şeklinde olurken, uzun süre etki altında kalınması durumunda solunum hastalıkları, akciğerlerin savunma mekanizmasında zayıflama ve var olan kalp rahatsızlıklarının kötüleşmesine neden olduğundan özellikle akciğer yetmezliği ve solunum sistemi hastaları olan kişiler için öldürücü olabilmektedir^[3].

Tablo 2. Kirletici Nitelikleri ve Etkileri ^[26].

Kirletici	Ana Kaynağı	Etkisi
Kükürtdioksit (SO ₂)	Fosil yakıt yanması, Taşıt Emisyonları	Solunum yolu hastalıkları, asit yağmurları
Azotoksitler(NO _x)	Taşıt emisyonları, Yüksek sıcaklıkta yakma prosesleri	Göz ve solunum yolu hastalıkları, asit yağmurları
Partikül Madde (PM)	Katı yakıt yakma tesisleri, çimento ve demir çelik fabrikaları, Sanayi, Taşıt emisyonları, Fosil yakıt yanması, Tarım ve ikincil kimyasal tepkimeler	Kanser, kalp problemleri, solunum yolu hastalıkları, bebek ölüm oranlarında artış
Karbonmonoksit (CO)	Eksik yanma ürünü, taşıt emisyonları	Kandaki hemoglobin ile birleşerek oksijen taşınma kapasitesinde azalma, ölüm
Ozon (O ₃)	Trafikten kaynaklanan azot oksitler ve uçucu organik bileşiklerin (VOC) güneş ışığıyla değişimi	Solunum sistemi problemleri, göz ve burunda iritasyon, astım, vücut direncinde azalma

Azot dioksitin insan sağlığı üzerindeki etkilerine bakıldığında, kirleticinin zararlı etkileri karbon monoksit benzemekte olup kısa süre etki altında kaldığında hava yolu duyarlılığına ve akciğer hasarına, uzun süre etki altında kaldığında ise bağışıklık sisteminde baskılara ve solunum yolu hastalıklarına yol açmaktadır ^[21]. Hava kirliliği, insan kromozomlarında bozulma ve tahribata yol açtığından kanser, kalp ve damar rahatsızlıkları, astımlı bronşit, bronşit, çocuklarda raşitizm, akciğer hastalıkları, kulak- burun- boğaz hastalıkları, ruhsal depresyon ve moral bozukluğu, saç renginde değişiklik görülebilmekte olup kirlenme uzun sürerse, yüksek kirlenmenin bulunduğu bölgelerde kalp ve damar rahatsızlıkları nedeniyle ölüm sıklığı beklenebilmektedir ^[27].

Çeşitli ölçüm teknikleri sonucunda alanda belirlenen kirletici türleri ve değerlerinin sınır düzeylerine bakılarak sınırın üzerine çıkan ve risk oluşturan kirletici türleri belirlendikten sonra bu kirletici ya da kirleticilerin doğal kaynaklı mı yapay kaynaklı mı olduğu araştırılır. Hava kirliliği kaynağı belirlendikten sonra bu kaynağın ısınma, trafik ya da endüstriyel kaynaklı bir kirletici mi olduğu bunların noktasal, çizgisel, alansal, durağan ya da devinimli bir kirletici türü olup olmadığı saptanarak kirletici verileri toplanır. Bunun için, her bir kirleticiye ait, doğal ya da yapay kirletici kaynaklarına ve kirletici niteliklerine göre durumu sınıflandırılan tablo 3'den faydalanılır. Tablodan da anlaşılacağı üzere kirletici kaynaklarından noktasal ve alansal nitelikteki kaynaklar aynı zamanda durağan kaynaklar olup çizgisel kaynaklar ise devinimli kaynaklar arasında yer almaktadır.

Tablo 3. Kirleticilerin, Doğal ya da Yapay Kirletici Kaynaklarına ve Kirletici Niteliklerine Göre Sınıflandırılması

Kirleticiler	Doğal Kaynaklı Kirleticiler				Yapay Kaynaklı Kirleticiler			Kirletici Nitelikleri				
	Volkanlar	Orman Yangunları	Okyanus Spreyleri	Çürüme	Isınma Kaynaklı	Trafik Kaynaklı	Endüstriyel Kaynaklı	Noktasal Nitelikte	Çizgisel Nitelikte	Alansal Nitelikte	Duragan Nitelikte	Devinimli Nitelikte
SO ₂				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
CO			✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓
CO ₂	✓	✓				✓	✓	✓	✓		✓	✓
NO _X	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
O ₃							✓	✓			✓	
PM _{2.5}	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PM ₁₀	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
H ₂ S	✓	✓									✓	
H ₂	✓					✓			✓		✓	✓
CL	✓										✓	
CH				✓							✓	
HC						✓	✓	✓	✓		✓	✓

Kirleticilerin yoğunluğu ve çevreye yayılışı; yüksek basınç, atmosferik kararlılık, yüksek atmosfer rüzgârları, terselme, kentsel ısı adası ve yerel rüzgâr sistemleri gibi iklimsel koşulların denetimi altındadır. Dolayısıyla hava kirliliği meteorolojisi bakımından sorun iki yönlüdür. Atmosferdeki kirlilik hava ve iklim üzerinde olumsuz etki oluşturabilirken aynı zamanda iklimsel koşullar kirleticilerin belli bir ortamdaki yoğunluğunu ve dağılımını da önemli ölçüde etkilemektedir ^[28]. Örneğin en yüksek SO₂ ve parçacıkların yoğunluklarının farklı aylarda gerçekleşmesi, bu dönemlerde terselme, basınç, yağış, hava devinimi yönü ve hızında meydana gelen iklimsel etkenlerin farklılaşmasından kaynaklanmaktadır ^[3]. Genel anlamda fiziksel çevre etkenleri olarak tanımlanan ve hava kirliliğinin etkisini azaltan ya da çoğaltan bu etkenler; arazi durumu, yükseklik etmeni, hava basıncı, hava sıcaklığı, hava deviniminin hızı ve yönü, havanın kararlılık ve kararsızlık hali, sıcaklık terselmesi, bakı durumu, nem, yağış ve bulutluluk gibi iklimsel etmenlerdir ^[29].

Hava kirliliğinin etkisini arttıran etkenler iki gruba ayrılır. Bunlar; canlıların yaşamı için gerekli olan atmosferde oluşan hava olaylarının oluşum, gelişim ve değişim sürecini belirlemeye yardımcı olan sıcaklık, basınç, bulutluluk, yağış ve nem gibi kentsel hava kirliliğinde iklimsel oluşumların etkisi ile bakı, yeşil - boş alan, terselme (inversiyon) ve su yüzeyi gibi kentsel hava kirliliğinde yeryüzü niteliklerinin etkisi şeklindedir. Bu etkenler birbirinden bağımsız değişkenler olmayıp tamamı güneşten gelen enerji ile alakalıdır. Dolayısıyla bir bölgede herhangi bir iklimsel koşulların hava kirliliği üzerinde ne derece etkili olabileceğinin önceden bilinmesi ve bu koşulları oluşturan kirleticilerin ve meteoroloji verilerinin düzenlenip değerlendirilerek kirlenme olasılığının önceden saptanması gerekir ^[19].

Herhangi bir alanda yapılması düşünülen planlama çalışmaları için öncelikli olarak doğal ve yapma çevre ile ilgili kentin nitelikleri ve hava kirliliğine neden olan kirleticiler araştırılarak bölgeye ait alansal verilerin etkisi incelenmeli daha sonra alanda doğal çevre ile ilgili; bakı, eğim, yeşil ve boş alanlar, su yüzeyi ve terselmeye neden olan yeryüzü nitelikleri ile sıcaklık, basınç, bulutluluk, yağış, nem ve hava devinimi gibi iklimsel oluşumlar hakkında veriler toplanarak bir hali hazır oluşturulmalıdır. Bunun için dış ortam hava kirliliğine etkisi olan etmenlerin iklimsel oluşumların, yeryüzü niteliklerinin kirliliğe olan etkisinin ne olduğu hakkında Tablo 4 'den faydalanılır.

Tablo4. Kentsel Hava Kirliliğine Etkisi Olan Etmenler

Düzyey	Kentsel Hava Kirliliğini Etkileyen İklimsel Oluşumlar						Kentsel Hava Kirliliğini Etkileyen Yeryüzü Nitelikleri			
	Sıcaklık	Basınç farkı	Bulutluluk	Yağış	Nem	Hava	Bakı	Yeşil ve Boş	Su Yüzeyi	Terselme (İnversiyon)
Az	Çok Yakıt	Yükseltici Hava Hareketi	Daha Sıcak Daha Az Yakıt	Kirlilik Çok	Kirlilik Az	Kirlilik Çok	Az Güneşlenme Çok Yakıt	Kirlilik Çok	Kirlilik Çok	Hava Kararsız
Çok	Az Yakıt	Alçaltıcı Hava Hareketi	Daha Soğuk Daha Çok Yakıt	Kirlilik Az	Kirlilik Çok	Kirlilik Az	Çok Güneşlenme Az Yakıt	Kirlilik Az	Kirlilik Az	Hava Kararlı

Yapılarda doğal havalandırma sağlanırken içeri alınacak olan havanın niteliğinin yanı sıra, yapının bulunduğu yapay ve doğal çevrenin özelliği, yapının bulunduğu konumu, biçimi, planı, cephe/duvar boşluklarındaki düzeninin hava devinimi ile olan ilişkisi incelenmeli, doğru ve yeterli bir kent havalandırması için, alınan kararlar bu inceleme sonrasında mimari tasarımlara yansıtılmalıdır^[30]. Kentsel alanlarda hava kirliliğini konu alan çalışmalar genellikle kirletici türü ve kaynağı, çalışma alanının ölçeği ve ölçüm dönemi biçiminde sınıflandırılmakta olup kentteki hava kirliliği düzeyinin, şehir planlaması disiplini ile kontrol edilebilen değişkenler olan nüfus büyüklüğü ve yoğunluğu, kentsel arazi kullanımı, ısınmada kullanılan yakıt türü, yapı yükseklikleri ve konumlanmaları, yol genişlikleri ve özellikle yeryüzü şekilleri ve iklim tipleri üzerinde de irdelenmesi gerekmektedir. Ancak hava kirliliğine neden olan etmenlerin tespit edilmesi ve mekânsallaştırılması konusunun, kent planlama disiplini içerisinde hava devinimi ile de ilişkili akademik çalışmalarda ve uygulamalarda oldukça sınırlı kalındığını söylemek olasıdır^[21]

VAR OLAN YA DA YENİ TASARLANACAK KENTLERDE HAVA KİRLİLİĞİNİ ÖNLEYECEK YA DA AZALTACAK YÖNTEM İÇİN VERİLERİN TOPLANMASI YA DA DEĞERLENDİRİLMESİ

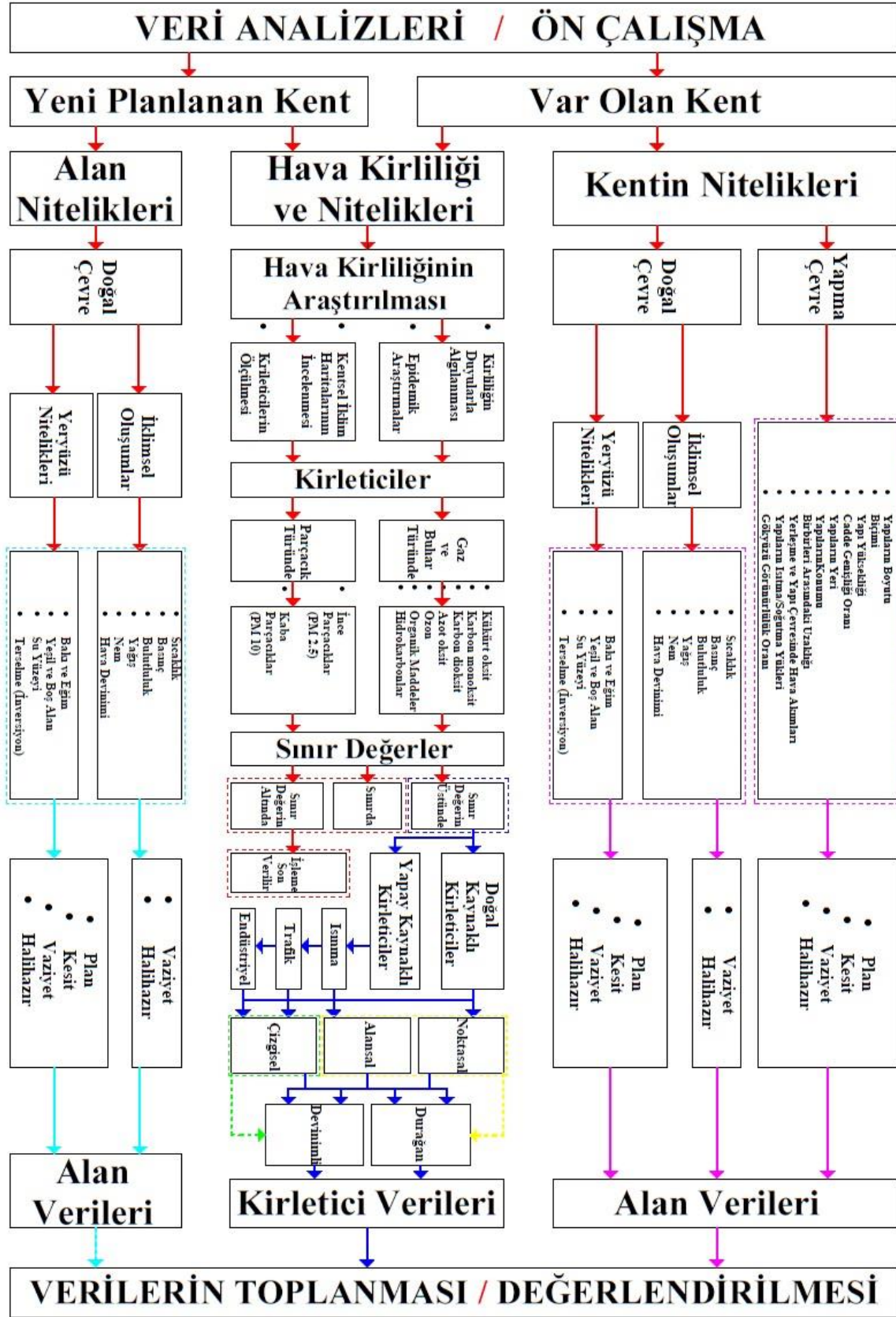
Şekil 1'de de görüldüğü gibi var olan ya da yeni üretilecek kent planlarında kirli havanın etkisinin analiz edilebilmesi için öncelikle bölgenin genel bir fizibilitesi yapılmalıdır. Eğer var olan ya da yeni planlanacak bir alandaki hava kirliliği değerlerinin saptanması isteniyorsa:

Doğal ve yapay çevre ile ilgili kentin nitelikleri ve hava kirliliğine neden olan kirleticiler araştırılarak bölgeye ait alansal verilerin etkisi incelenir. Alanda doğal çevre ile ilgili; bakı, eğim, yeşil ve boş alanlar, su yüzeyi ve terselmeye neden olan yeryüzü nitelikleri ile sıcaklık, basınç, bulutluluk, yağış, nem ve hava devinimi gibi iklimsel oluşumlar hakkında veriler toplanarak bir hali hazır oluşturulur. Yine alana ait yapay çevre ile ilgili var olan yapıların boyutu, biçimi, yapının yüksekliği, yeri, konumu, birbirleri arasındaki uzaklığı, çevresindeki hava akımları, ısıtma ya da soğutma yükleri, gökyüzü görünürlük ve cadde genişliği oranı ile ilgili bulgular elde edilerek planlar ve kesitler üzerinden alan verileri toplanır.

Aynı zamanda hava kirliliğine neden olabilecek kirleticiler için araştırma yapılması gerekmektedir. Bu kirleticiler rahatsız edici düzeylerde olduğunda duyarlarla rahatça algılanabildiği gibi aynı şekilde epidemik araştırmalar ile kirleticilerin canlı sağlığına olumsuz etkileri üzerinden bölgede oluşturduğu hastalıklar takip edilerek de kirletici türleri saptanabilir.

Ayrıca ilgili alanda kentsel iklim haritalarından ve çeşitli ölçüm istasyonlarından toplanarak hava kirliliği ölçüm değerlerinden faydalanarak bölgede bulunan gaz ve buhar türünde ya da parçacık türünde hangi kirletici türleri olduğu belirlenir. Bahsedilen ölçüm teknikleri sonucunda alanda belirlenen kirletici türleri ve değerlerinin sınır düzeylerine bakılır. Sınır düzeyi üzerine çıkan ve risk oluşturan kirletici türleri belirlenir. Belirlenen bu kirletici ya da kirleticilerin doğal kaynaklı mı yapay kaynaklı mı olduğu araştırılır. Hava kirliliği kaynağı belirlendikten sonra bu kaynağın ısınma, trafik ya da endüstriyel kaynaklı bir kirletici mi olduğu bunların noktasal, çizgisel, alansal, durağan ya da devinimli bir kirletici türü olup olmadığı saptanarak kirletici verileri toplanır.

Bu durumda hava kirliliği ile ilgili bulguların detaylı analiz edilmesi ve doğru verilerin birlikte değerlendirilmesi sonucunda var olan ya da yeni planlanacak kentlerde hava kirliliğini önleyecek ya da azaltacak bu veri toplama modeli ile sorunun çözümüne ilişkin, kentteki hava kirliliğini azaltmayı hedefleyen tasarımcıya yol gösterecek ana modelin ilk adımı oluşturulmuş bulunmaktadır.



Şekil 1. Var olan ya da Yeni Planlanacak Kentlerde Hava Kirliliğini Önleyecek ya da Azaltacak Yöntem İçin Verilerin Toplanması ya da Değerlendirilmesi Hakkında Uygulanabilecek Veri Modeli Önerisi

ÖNERİLER

Yönetimlerin, bireylerin ve kurumların uygulaması gerekli aşağıdaki öneriler; hava kirliliğinin azaltılabilmesi ve sağlıklı bir kent için ön adımları oluşturacaktır.

- Farklı meslek disiplinlerinin kentle ilgili konulara katılması, bilgi ve deneyimlerini birleştirmesi, sağlıklı ve yaşanılabilir kent tasarımını kolaylaştıracaktır.
- Kentleşme nedeniyle oluşacak olumsuz etkileri en düşük düzeyde tutmak için planlıların planlama karar ve yöntemlerinde kullanabileceği kent iklim öğeleriyle ilgili mekânsal bilgi içeren araçlar; kent iklim haritaları, kentsel termal konfor haritaları, kentsel hava kirliliği haritaları ve kent iklim öğeleri modelleme ve simülasyon haritaları olduğundan bu haritaların Türkiye’de de planlama pratiğine aktarımı sağlanarak; kentlerde iklimsel özelliklere duyarlı planlama yöntem ve eylemleri oluşturulmalıdır. Bu nedenle iklimsel veriler ile planlama pratiğini birleştiren ve bunun uygulanmasını sağlayan yerel politika ve yerel idarelere ihtiyaç bulunmaktadır.
- Kentler için alt ve üst yapısının bir arada bulunduğu, kentle ilgili tüm verilerin yer aldığı Coğrafi Bilgi Sisteminin (CBS) oluşturulması son derece ihtiyaç olup bu CBS sisteminin kullanılabilmesi için öncelikle Büyükşehir Belediye sınırlarını kapsayan alanın tamamının halihazır haritalarının güncelleştirilmesi gereklidir. Sağlıklı bir veri tabanı ile kentin gelişimi ve değişimi rahatlıkla izlenebilecek, ihtiyaçlar doğrultusunda çözüm üretimi kolaylaşacak, kentlerin aksayan yönleri, CBS ile daha net görülebilecek sorun gidermede ki süreç kısalmaktadır.
- Yeni gelişme alanlarının kirlilikten korunmasını sağlamak ve var olan yerleşim alanlarında kirliliklerinin ortadan kaldırılması için yüksek düzeyde kirlilik oluşturan arazi kullanımlarının gözden geçirilmesi gereklidir.
- Hava kirliliği ölçüm istasyonlarının sayıları artırılarak kentin hava kirliliği haritası oluşturulmalı ve yeni imar planlamalarının bu hava kirliliği haritası ile uyum içerisinde olması sağlanmalıdır.
- Sorumluluğu Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’na ve yerel yönetimlere ait olan bu konu hakkında bakanlığın yayınlamış olduğu yasa ile bu kirleticilerin ölçülmesi, değerlendirilmesi ve önlemler alınması zorunlu hale gelmiştir. Türkiye ‘de kabul edilen sınır değerlerin Avrupa Birliği ve Dünya Sağlık Örgütü’nün belirlediği sınır değerlerin üstünde olmaması için gerekli yasal düzenlemeler oluşturulmalıdır.
- İnsan sağlığına zarar veren ve akciğer hastalıklarına neden olan ince parçacık gibi kirleticiler için yasalarla kısıtlılık getirilmelidir.
- Kentin çevresine yapılacak yapıların, hava devinimi koridoru oluşturacak şekilde ve kirleticileri kentten uzaklaştıracak şekilde kurulmasına ayrıca özen gösterilmesi gerekmektedir.
- Kış aylarında soğuk hava devininin konut kümelerine girmesini engellemek ya da azaltmak ve hızını düşürmek için kuzeyden güneye doğru farklı yükseklik ve uzunlukta yapı kullanımı tercih edilmelidir. Güney bölgelerde ise düşük yoğunlukta yaz hava devinimine paralel tasarımlar tercih edilmesi daha doğru bir çözüm olacaktır.
- Hava kalitesi ile ilgili kontrol yöntemlerinin geliştirilmesi için; özellikle yeni yerleşim bölgelerinde baskın hava devinimi yönü düşünülerek konutlaşmaya gidilmelidir. Taşıt ve ısınma nedeniyle oluşan kirlenmenin atmosferde dağılımı için yapılar arasında hava dolaşımı sağlayıcı bir yapılaşmaya dikkat edilmeli ve yeni yerleşim merkezlerinde merkezi ısıtmayı yönlendirici ve zorunlu kılıcı tedbirler alınmalıdır.
- Endüstri alanlarını yerleşim bölgelerinden yeşil alanlar ile ayırmak için, toz süzülmesi amacı ile ağaçlık alanlar olanaklı olduğu ölçüde konutlara yakın bir konumda düşünülmelidir (bu uzaklık en fazla ağaç boylarının 25 -30 katı kadar olmalıdır) ,böylece konutlar hava devinimi kalkanındaki koruma etkisinden yararlanabilecektir.

KAYNAKLAR

- [1] Uçar, A. (1996). Şanlıurfa 'da hava kirliliği ve kontrolü. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Harran Üniversitesi, FBE, Şanlıurfa.
- [2] İncecik, S. (1994). Hava kirliliği. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi matbaası, İstanbul.
- [3] Keser, N. (2002). Kütahya'da hava kirliliğine etki eden topografik ve iklimik faktörler. Marmara Coğrafya Dergisi, Sayı: 5, 69-98
- [4] Yücel, M. (1995). Çevre sorunları, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, (302) ,Adana
- [5] Balanlı, A., ve Tuna Taygun, G. (2005), Yaşam döngüsü süreçlerinde yapı ürünü-çevre etkileşimi Megaron YTÜ Mim. Fak. e-Dergisi, 1(1), 15-20
- [6] Tünay, O. ve Alp, K. (1996). Hava kirlenmesi kontrolü ,Mega Ajans, İstanbul Ticaret Odası
- [7] İbret, Ü., ve Aydınöz, D. (2009), Şehirleşmede yanlış yer seçiminin hava kirliliği üzerine olan etkisine bir örnek: Kastamonu şehri. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü ,Coğrafya Dergisi, Sayı 18, 71-88, İstanbul.
- [8] Kunt, F. (2014). Bulanık mantık ve yapay sinir ağları yöntemleri kullanılarak Konya il merkezi hava kirliliği modellenmesi, Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya
- [9] Özdemir, Ş. (1997). Temel ekoloji bilgisi ve çevre sorunları. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, s :235, Ankara.
- [10] Karbuz, İ. (2016). Tekirdağ'da hava kirliliğine coğrafi bakış . Namık Kemal Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü .International Journal of Social Science , 369-370
- [11] Ünal, I. (1994) .Çevre, islam ve insan, Gençlik Yay., İstanbul, 15-20.
- [12] Bazoğlu., (2017). Hava kirliliği raporu 2016 . TMMOB Çevre Mühendisleri Odası,
- [13] Öztan, Y. (2002). Peyzaj Günleri Toplantı Notları, İmrahor Vadisi Etkinlikleri, Erişim Tarihi 07.06.2007.
- [14] Yılmaz, T. ve Memluk, Y. (2008). Vadilerde rüzgâr ve güneş hareketlerine bağlı planlama ve tasarım olanakları, Ankara büyükesat vadisi örneği. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 21(2), 193–204
- [15] Özcan, N.S. (2016). Kentsel hava kirliliğini etkileyen ve kent planlama ile kontrol edilebilen fiziksel faktörlerin mekânsal istatistik yöntemleri ile incelenmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, FBE, İzmir.
- [16] Aydınlar, B., Güven, H. ve Kirksekiz, S. (2009). Hava kirliliği nedir, ölçüm ve hava kalite modelleme yöntemleri nelerdir. Hava Kirliliği ve Modellemesi Dergisi .Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü.
- [17] Temiz Hava Hakkı Platformu (2016). Türkiye'de Hava Kirliliği: Kara Raportemizhavaplatformu.org.
- [18] Çiçek, İ., Türkoğlu, N. ve Gürgen, G. (2004)., Ankara'da hava kirliliğinin istatistiksel analizi ,Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 14(2), 1-18.
- [19] Müezzinoğlu, A. (2000). Hava kirliliği ve kontrolü esasları. Dokuz Eylül Yayınları, İzmir
- [20] Balık, H. ve Yüksel, Ü.D. (2014). Planlama sürecine iklim verilerinin entegrasyonu. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi .7 (2), 01-06.
- [21] Ren, C., ve Ng, E. (2010), Review of Worldwide Urban Climatic Map Studies Around the World, The Chinese University of Hong Kong-Workshop on Urban Climatic for Design and Planning, .
- [22] Dursun, D., Yavaş, M. ve Güller, C. (2016). Kış kenti Erzurum'da iklim, planlama ve yerel yönetim politikalarının etkileşim düzeyi. Planning, 26(2), [23] İncecik, S. ve İm, U. (2013). Mega kentlerde hava kalitesi ve İstanbul örneği. Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi, Sayı: 2
- [24] Sever, R. (2008). Malatya'daki hava kirliliğine coğrafi bakış, Doğu Coğrafya Dergisi 20, Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Sosyal Bilimler ABD.
- [25] Diken, (2016). Dünya çökerken: Hava kirliliği obezite, diyabet ve kalp hastalıklarına da yol açıyor. <http://www.diken.com.tr>.
- [26] Hava Kalite İndeksi . 19 haziran 2018, <http://www.havaizleme.gov.tr/>.

- [27] Sezen, I. (2002). Erzurum kenti hava kirliliği sorununun çözümünde peyzaj mimarlığı açısından alınması gereken önlemler. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, FBE, Erzurum.
- [28] Türkeş, M. (1996). Kent ve Bölge Planlamasında Topografyaya Bağlı Yerel Rüzgarlar. Ank. Üniv. Türk. Coğ. Araşt. ve Uyg. Merk. Derg, (5), 213-228.
- [29] Şahin, C. (1989). Hava kirliliği ve hava kirliliğini etkileyen doğal çevre faktörleri. Atatürk Kültür Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Coğrafya Araştırmaları Dergisi 1 (1), 194-208
- [30] Balanlı, A. ve Darçın, P. (2012). Yapılarda Doğal Havalandırmanın Sağlanmasına Yönelik İlkeler. Tesisat Mühendisliği Dergisi. sayı:128