

Ankara Kentinde Hava Kirliliği Sorununun Çözümünde Peyzaj Mimarlığı Açısından Alınması Gerekli Önlemler (*)

M. Emin BARIŞ¹, Nizamettin KOÇ¹

Geliş Tarihi : 23.06.1996

Özet : Bu çalışma, hava kirliliğinin yarattığı çevre sorunlarını analiz etmek, bu sorunların çözümü için kirlenici maddelerin kontrolüne yönelik teknik önlemlerin yanısıra kirliliğin oluşumuna ve yayılmasına etki eden doğal ve kültürel faktörlerin mutlaka birlikte ele alınması gerektiğini vurgulamak ve bu yönde yapılacak kontrol çalışmalarına Peyzaj Mimarlığı açısından bir yaklaşım getirmek amacıyla yapılmıştır.

Bu amaçla, çalışma alanı olarak seçilen Ankara kenti ve yakın çevresinin doğal ve kültürel özellikleri incelenerek bunların hava kirliliği üzerindeki etkileri araştırılmış, hava kirliliği kontrol çalışmalarında bu özelliklere dayalı olarak yapılacak uygulamalara yönelik öneriler getirilmiştir.

Kentte kirlenici maddelerin kaynaklarından çıktıktan sonra büyük ölçüde topoğrafik, meteorolojik ve klimatolojik koşullar tarafından yönlendirildiği düşüncesiyle, soruna öncelikle bu açıdan yaklaşmış ve kentte bu faktörlere dayalı çalışmaların önerildiği sekiz zon oluşturulmuştur. Bu zonların birbirleriyle ve kent ile olan karşılıklı ilişkileri incelenerek her zon için hava kirliliğinin önlenmesine yönelik yapılması gerekli çalışmalar önerilmiştir.

Çalışmada verilerin analiz, değerlendirme ve haritalama işlemleri bilgisayar ortamında gerçekleştirilmiş, bu amaçla kentin uydu görüntüsü (Landsat 4) ve sayısal haritası kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Hava kirliliği, iklim planlama, kent iklimi, bitki-hava kirliliği ilişkileri, Ankara

Measures to be Taken From The Standpoint of Landscape Architecture for the Problem of Air Pollution in Ankara

Abstract: The objective of this study is to analyze the environmental deterioration resulting from air pollution. For the solution of these problems, in addition to technical measures for controlling, natural and man-made factors that also effect formation and dispersion of pollutants must be considered and handled together on a broader basis. The study also aims to bring a new approach from landscape and environmental planning point of view to the monitoring and auditing processes of air pollution.

For this purpose Metropolitan Region of Ankara has been chosen as the case study and accordingly all natural and man-made features have been examined in relation with their impacts on the air pollution. For the implementations based on the existing natural and man-made features, recommendations have been made.

Assuming primarily that pollutants after emerging from the emission sources guided by topographical, meteorological and climatological features, eight different zones have been identified in which suitable implementations recommended, upon examining the interrelations of these zones pollution preventive solutions for each have been produced.

Data analysis, evaluation and mapping works have been carried on computer medium and for this purpose satellite image (Landsat 4) and digital map of Ankara have been used.

Key Words : Air pollution, design with climate, urban climate, interrelations plants and air pollution, Ankara.

Giriş

Atmosferik kirlenmenin giderilmesi öncelikle kirlenici kaynakların azaltılması, alternatiflerinin geliştirilmesi ve açığa çıkan kirlenici madde miktarını düşürecek önlemlerin alınması ile mümkündür. Ancak bu önlemlere rağmen insan aktivitelerinin devam ettiği yerleşimlerde kirlenicilerin düzeyini sıfıra indirmek mümkün değildir. Doğal yapının çok fazla bozulduğu ya da yerleşim yeri olarak hassas iklim ve topoğrafik koşullara sahip alanların seçildiği kentlerde az miktardaki kirlenici madde oranları dahi rahatsızlık verici boyutlara ulaşan hava

kirliliğine neden olmaktadır. Bu tür kentlerde hava kirliliği sorunu ile mücadele etmek, teknik önlemlerin yanısıra kent mikroklimasını oluşturan bazı iklimsel olaylara müdahale etmekle mümkün olabilmektedir (Marsh 1991).

Ankara ve çevresinin iklim ve diğer doğal kaynaklarına ilişkin potansiyelini inceleyen araştırmalar, iklimi oluşturan doğal veriler ve bunlarla ilişkili iklim elemanlarının etkileşimlerinin bu bölgede çok hassas olduğunu göstermiştir (Memlük 1982). Kente ilişkin bir çok

(*) Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Doktora Tezinden özetlenmiştir.

1. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Peyzaj Mimarlığı Bölümü - Ankara

araştırma, Ankara'da hava kirliliğinin ortaya çıkmasında kentin yukarıda sözü edilen özelliklerinin birinci derecede rol oynadığını ve önleme çalışmalarına mutlaka meteorolojik ve topoğrafik yapının etkilerinin göz önüne alınmasıyla başlanması gerektiğini ortaya koymuştur.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Materyal olarak Ankara kenti çevresi seçilmiştir. Kente ilişkin ayrıntılı inceleme ve yorumların yapılabildiği Landsat-4 uydu görüntüsü araştırmanın değişik aşamalarında belirli bir ölçüğe bağlı kalınmadan kullanılmıştır.

Uydu görüntüsünün yanısıra, çeşitli analizlerin yapılmasında 1/ 25 000 ölçekli topoğrafik haritalardan yararlanılmıştır. Araştırma alanının sınırları içine giren tesviye eğrileri bu harita dan bir sayısallaştırıcı aracılığıyla bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

Araştırmada kullanılan sayısal veriler Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden, Devlet İstatistik Enstitüsü'nden, Çevre Bakanlığı'ndan, Sağlık Bakanlığı'ndan ve çeşitli yayınlardan sağlanmıştır.

Araştırmanın bütün analiz, değerlendirme ve haritalama işlemleri bilgisayar ortamında yapılmıştır. Bilgisayarda yapılan bu çalışmalar sırasında Erdas, Arcinfo, Autocad, Landcadd programları ile çeşitli Windows uygulamalarından yararlanılmıştır.

Konuya ilişkin önceki araştırmalar ile yerli ve yabancı literatürden de araştırmanın bütün aşamalarında yararlanılmıştır.

Yöntem

Değerlendirme yönteminin saptanmasında bu konuda daha önce yapılan araştırmalar, planlama ve uygulama çalışmaları incelenmiş, araştırma alanına uygun olan ve elde edilen verilerle değerlendirilebilecek esaslar saptanmıştır.

Araştırma konusunun çok yönlü faktörleri kapsamı ve çalışma alanının sınırlarının geniş olması nedeniyle konuyla bağlantılı birden fazla yöntem incelenerek araştırmanın yöntemi belirlenmiştir.

Bu yöntemlerden ilki Memlük (1982) tarafından yapılan "Ankara Kenti ve Yakın Çevresi İklimini Oluşturan Etmenlerin Kentsel Yerleşimler Yönünden İncelenmesi ve Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma" isimli çalışmasında geniş ölçüde yararlandığı Erikson ve Hofmann'ın kentsel planlamaya iklimsel yaklaşımda ortaya koydukları esasları içeren yöntemdir.

Kiemsted (Köseoğlu 1982) ise oluşturduğu yöntemde peyzaj ve öğelerinin karşılıklı ilişkilerini esas almakta, bunların olumsuz etkilenme, etkileme ve neden-nerine dayanarak çeşitli kaynak kullanımlarının ekolojik yönden uygunluk durumlarının saptanmasını amaçlamaktadır.

Çeşitli kullanımlara göre peyzajın değerlendirilmesine yönelik McHarg tarafından geliştirilen yöntemde ise (Köseoğlu 1982 ve Ateş 1985) doğal süreçlerin göstergeleri olan doğal özelliklerin çok yönlü ve sistematik bir envanteri yapılmaktadır.

Değişik yöntemlerin incelenmesinden sonra çalışma alanına ilişkin elde edilen veriler değerlendirilmiş ve araştırmanın yöntemi belirlenmiştir. Bu yöntemde öncelikle kentte hava kirliliği sorununa neden olan doğal ve kültürel etmenler ile bunların karşılıklı ilişkileri incelenmiş, bu etmenler uzaktan algılama yöntem ve teknikleri kullanılarak bilgisayar ortamında değerlendirilmiştir. Erdas programından relief haritası, bakar haritası, yükseklik grupları haritası, eğim grupları haritası gibi haritalarla kentin üçboyutlu arazi modelleri oluşturulmuştur. Daha sonra bu etmenler değerlendirilerek hava kirliliği açısından önem taşıyan alanların belirlendiği analiz haritaları hazırlanmıştır. Son aşamada ise araştırma süresince yapılan literatür çalışmaları ve hazırlanan haritalar yorumlanarak sentez haritası hazırlanmış, bu haritada doğal ve kültürel etmenlere göre şekillenen zonlar oluşturularak, her zon için hava kirliliğinin önlenmesine yönelik kısa ve uzun vadede yapılabilecek çalışmalar önerilmiştir.

Araştırma Sonuçları

Kent plancıları, peyzaj mimarları ve mimarlar için kent içi iklim değişkenlikleri önemli bir konu haline gelmiştir. Bina çevrelerindeki solar radyasyon değişiklikleri en kolay izlenebilen iklim çeşitliliğidir. Ancak, sıcaklık, rüzgar, sis ve kirlilik parametreleri de kent peyzajı içinde önemli değişiklikler gösterir. Bu değişikliklerin özelliği ve önemine ilişkin kayıtlı kesin sonuçlar olmamasına rağmen, uzmanlar bu parametrelere ilişkin ekstremlerin birçok kentte çok sayıda insanın sağlığını olumsuz yönde etkilediği konusunda hemfikirlerdir. Aynı zamanda kent ikliminin, kentsel alan kullanım aktivitelerinin etkin planlanması ve yönetimi ile kentsel tasarımda yeni yaklaşımların geliştirilmesi yoluyla iyileştirilebileceği konusunda ortak fikirler vardır (Marsh 1991).

Kent tasarımında bölgesel atmosferik koşullarla mücadele konusunda çok az müdahaleler yapılabılırken, kent içi mikroklimalarıyla bağlantılı hava kirliliği sorunlarını ve termal ekstremeleri minimize etmede önlemler alınabileceği çeşitli araştırmalarla saptanmıştır. Temel olarak kentsel tasarım ve planlama da hava sıcaklığı, nem, solar radyasyon, rüzgar ve hava kirliliği gibi beş tip iklimsel kontrol ya da değişiklik yapılabileceği bilinmektedir. Burada amaç kentlerde aşırı sıcaklık ve hava kirliliği koşullarını iyileştirmektir (Marsh 1991).

Açık ve yeşil alanların, gerek makroiklimatik ve gerekse mikroklimatik etkisi ile rüzgarın yönlendirilmesinde, su kontrolünde, gürültünün engellenmesinde, tozların ve hava-su kirliliğinin azaltılmasındaki rolü göz ardı edilemez. Vegetasyonun sıcaklık ve mikroklima üzerine etkisi çeşitli araştırmalarla belirlenmiştir. Ağaç ve çalılar aynı zamanda kentsel alanlarda hava hareketini etkileyerek, hava ve su kirliliğini azaltarak da önemli katkılarda bulunurlar (Shomon 1971).

İnsanların toplu olarak yaşadıkları yerleşimlerde, insan gereksinimlerinden kaynaklanan aktiviteler sonucunda atmosferin doğal bileşimini bozan bir çok kirliletiçi madde atmosfere verilmektedir. Özellikle büyük kentlerde bu maddelerin miktarı çoğu zaman içinde bulunan canlı ve cansız varlıklara zarar verecek boyutlara ulaşmaktadır. Dünyadaki gelişmiş ülkelerde hava kirliliğinin bu etkilerinin azaltılabilmesi amacıyla bir çok önlem alınmakta ve yeni önlemlerin bulunmasına yönelik araştırmalar yapılmaktadır. Fakat doğal yapının büyük ölçüde bozulmasıyla oluşturulan kentlerde alınan bütün önlemlere rağmen hava kirliliği ancak belirli bir düzeye düşürülebilmektedir.

Atmosferik kirlenmenin giderilmesi büyük ölçüde kirliletiçi kaynakların azaltılması, alternatiflerinin geliştirilmesi ve mevcut kaynaklarda açığa çıkan kirliletiçi madde miktarını düşürecek önlemlerin alınması ile mümkündür. Ancak bu önlemlere rağmen insan aktivitelerinin devam ettiği yerleşimlerde atmosferik kirliletiçilerin düzeyini sıfıra indirmek mümkün değildir ve az da olsa bu maddelerin atmosfere verilmesi kaçınılmazdır.

Ankara kenti ve yakın çevresinin iklim ve diğer doğal kaynaklarına ilişkin potansiyelini inceleyen bir çok araştırma, iklimi oluşturan doğal veriler ve bu verilerle ilişkili iklim elemanlarının karşılıklı etkileşimlerinin bu bölgede çok hassas olduğunu göstermiştir. Yerleşime uygun alanlar Ankara'da çok kısıtlı ve dağınıktır. Bu araştırma süresince yapılan bütün incelemeler ve konuyla ilgili kişilerle yapılan görüşmeler, Ankara'da hava kirliliği olayının ortaya çıkmasında kentin yukarıda sözü edilen özelliklerinin birinci derecede rol oynadığını ve hava kirliliği önleme çalışmalarına mutlaka meteorolojik ve topoğrafik yapının olumsuz etkilerinin göz önüne alınmasıyla başlanması gerektiğini ortaya koymuştur. Bu nedenle sorunun çözümüne yönelik peyzaj mimarlığı meslek disiplini ile ilgili öneriler geliştirilmeden önce hava kirliliği olayı bütün yönleriyle incelenmiş, hava kirliliği ile doğal olayların karşılıklı ilişkileri saptanmış ve konuya ilişkin daha önce yapılan çalışmalar değerlendirilerek bu çalışmaların Ankara'daki hava kirliliği sorununun çözümünde nasıl kullanılabileceği araştırılmıştır. Kentteki hava kirliliği sorununun çözümüne ilişkin öneriler geliştirilirken, sorunun ortaya çıkmasında etkili olan doğal ve kültürel faktörler saptanmış ve bilgisayar ortamında ilgili yazılımların (Erdas, Landcadd, Autocad, Windows uygulamaları gibi) yardımıyla bu faktörler analiz edilerek bir öneri haritası geliştirilmiştir. Araştırmada aşağıda belirtilen çalışma ve analizler yapılmıştır.

Uydu görüntüsünün incelenmesi: Araştırmada konuya yönelik detaylı ve kapsamlı verilerin elde edilebileceği düşüncesiyle Landsat - 4 uydusundan alınan görüntünün kullanılmasına karar verilmiştir. Landsat - 4 uydusuna ait görüntüler yedi banttan oluşmaktadır. Bu bantlardan 1, 2, 3, 4, 5 ve 7. bantlarda yer ayırma gücü 30 x 30 m, termal bant olan 6. bantta ise 120 x 120 m dir (Erdas Field Guide 1990). Bu uydu imajının bilgisayar ortamında görüntülenmesi, işlenmesi, belirli özelliklerin sınıflandırılması ve analizi çalışmalarında Erdas programı kullanılmıştır. Sınıflandırma çalışmalarına geçilmeden önce, görüntü üzerinde çalışma alanının

sınırları belirlenmiş, daha sonra görüntünün UTM koordinat sistemine dönüşümü yapılmıştır.

Termal harita oluşturulması : Bu görüntü yardımıyla insan gözü ile algılaması mümkün olmayan farklı yüzeylerdeki ısı değişimleri ayırt edilebilmektedir.

Su yüzeyleri veya ormanlar ile kentsel alanlar arasındaki büyük sıcaklık farklarının bilinmesi kentsel planlama çalışmalarında kent ikliminin mevcut durumu hakkında bilgi edinmek ve kent iklimini iyileştirmeye yönelik yeşil alan çalışmalarında büyük önem taşımaktadır. Kent içindeki ve kent ile kırsal alanlar arasındaki sıcaklık farklılıkları lokal hava akımlarının oluşmasına neden olmaktadır (Bernatzky 1982). Bu yolla kentin nispeten sıcak ve kirli havası kent ve çevresindeki yeşil alanların serin ve temiz havasıyla yer değiştirmektedir. (Horbert and Kirchgeorg 1982)'a göre kentsel alanlarla bitkiyle kaplı alanlar arasındaki sıcaklık farkı geceleri 4-5° C ye, kış gecelerinin ilk saatlerinde ise 10° C kadar çıkabilmektedir.

Ankara'ya ilişkin termal haritada kente mikroklimatik değişimlere neden olacak ve rüzgar hareketinin oluşmasıyla hava kirliletiçi maddelerin kentten uzaklaştırılmasına yardımcı olacak düzeyde sıcaklık farklılığının olmadığı görülmektedir.

Sınıflandırma haritasının oluşturulması : Ankara kenti ve yakın çevresinde araştırmaya yönelik özellikleri sınıflandırmak amacıyla Erdas programında bulunan sınıflandırma modülünden yararlanılmıştır. Sınıflandırmada temel özellikler olarak kent dokusu, yeşil alanlar, su yüzeyleri ve boş alanlar olmak üzere 4 sınıf esas alınmıştır.

Sınıflandırma haritası incelendiğinde ağaçlar ve su yüzeylerinin kentin güneybatı, kuzeybatı, kuzeydoğu ve güney kısımlarında nispeten yoğun olduğu görülmektedir. Kent içinde bulunan geniş açıklıklardan A.O.Ç., Kavaklıdere ve Cebeci Mezarlığı'nda küçük ağaçlık kitleler belirgin olarak görülmekte, bunun dışındaki alanlarda kitlesi ağaç gruplarına rastlanmamaktadır. Sınıflandırma haritasında kent dokusu incelendiğinde, eski kent lekesiyle batı, kuzeybatı, güneybatı ve güney kesimlerinde bulunan yerleşimlerin birleşme eğiliminde oldukları ve kentin daha çok bu yönlere doğru genişlediği dikkati çekmektedir.

Sayısal harita oluşturulması : Kent ve yakın çevresine ilişkin çeşitli analizlerin yapılması amacıyla Ankara'nın 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritasından yararlanılmıştır

Bilgisayar ortamında sayısallaştırılan haritadan daha sonra morfolojik yapı, hava koridorları, bakırlar, eğim grupları ve yükseklik gruplarına ilişkin analizler yapılmıştır.

Relief haritasının oluşturulması : Erdas programı kullanılarak kent ve yakın çevresine ilişkin morfolojik yapıyı gösteren kabartma harita oluşturulmuştur. Bu haritadan araştırma alanının sınırları içine giren bölgelerdeki yükseltiler, çukurlar, vadiler vb. oluşumlar net olarak ayırt edilebilmektedir. (Şekil 1).

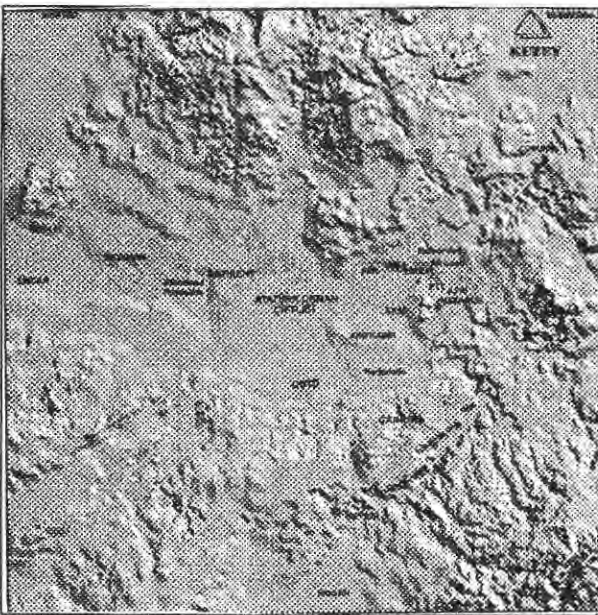
Relief haritası incelendiğinde kentin, üç taraftan yükseltilerle çevrelenmiş bir yarım çanak içinde yerleştiği görülebilmektedir. Kentin batı kısmında hemen hemen hiçbir doğal engel bulunmamakta, güneyden İmrahor, doğudan Kayaş, kuzeydoğudan Çubuk vadileriyle kuzeyden Macun deresi vadisi kente açılmaktadır.

Kentin kabartma haritasından yararlanılarak kentin doğal hava koridorları (vadiler, yan vadiler ve boğazlar) belirlenmiştir (Şekil 1).

Doğal hava koridorları haritasının oluşturulması: Relief haritasından yararlanılarak kentin doğal hava koridorlarını oluşturan vadi, yan vadi ve boğazlar işaretlenmiştir. Harita incelendiğinde kente temiz hava taşıyan doğal oluşumların genellikle kuzey, kuzeydoğu, doğu ve güneydoğu kesimlerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Kentteki en büyük vadi oluşumu Mogan ve Eymir Göllerini de içine alarak kente ulaşan İmrahor vadisidir. Bunun dışındaki önemli vadi oluşumları Çubuk vadisi, Kayaş vadisi ve Macun deresi vadisidir.

Kente temiz hava taşıyan ve rüzgarın hız kazanarak kent içine kadar sokulmasını sağlayan bu doğal oluşumların üzerinde, kentte en fazla esme sayısına sahip olan kuzeydoğu, kuzey, güneybatı, doğu ve batı yönlerinden esen rüzgarların kente doğru olan muhtemel hareketleri işaretlenmiştir.

Bakar haritasının oluşturulması : Kent ve yakın çevresine ilişkin eğimli alanların yönlerle ilişkisini gösteren harita, topoğrafik veri haritasından yararlanılarak hazırlanmıştır. Bu harita gerek bitkilendirme çalışmalarında, gerekse kentsel planlamaya yönelik diğer çalışmalarda dikkate alınması gerekli temel haritalardan birisidir.



Şekil 1. Ankara'nın kabartma haritası

Araştırmada bu haritadan öncelikle kent atmosferindeki kirlenici maddelerin rüzgar ve yağışlar yoluyla en fazla taşınması ve biriktirilmesi ihtimalinin olduğu alanların saptanması amacıyla yararlanılmıştır.

Yükseklik grupları haritasının oluşturulması : Topoğrafik haritadan yararlanılarak kent ve çevresine ilişkin yükseklik grupları haritası hazırlanmıştır. Bu haritada 21 sınıf oluşturulmuştur.

Yükseklik grupları haritası incelendiğinde kent ve yakın çevresindeki en alçak alanları kentin batısında bulunan bölgelerin oluşturduğu görülmektedir. En yüksek alanları kentin güneydoğusunda bulunan 1 800-1 850 m yükseklikteki Elmadağ ile kentin kuzeyinde bulunan ve 1 450-1 500 m yükseklik grubuna dahil bölge oluşturmaktadır. Kent merkezinden batıya doğru yükseklik azalmaktayken, diğer yönlerde doğru artmaktadır.

Kentin üç boyutlu görüntülerinin oluşturulması : Kent ve çevresine ilişkin mevcut durumun gerçeğe uygun şekliyle algılanması ve çözüm önerilerinin daha isabetli olması amacıyla, uydu görüntüsü ve sayısal haritadan yararlanılarak üç boyutlu görüntüler oluşturulmuştur. Üç boyutlu görüntüler oluşturulurken değişik noktalardan kentin çeşitli yönlerine değişik açı ve yüksekliklerden bakılmıştır.

Sentez haritalarının oluşturulması : Bu aşamaya kadar oluşturulan haritalar çakıştırılarak iki ayrı sentez haritası hazırlanmıştır. Vadiler ve boğazların kent dokusu ve mevcut bitki örtüsüyle ilişkilerini belirlemek amacıyla hava koridorları haritası ile sınıflandırma haritası çakıştırılmıştır. Bu çakıştırma işlemi sonucunda doğal hava koridorlarının henüz kent dokusu tarafından işgal edilmeyen kısımları ile hatalı ve aşırı kentleşme sonucu yapılarla doldurulan, dolayısıyla kentte doğal hava akımının önünün kesildiği alanlar saptanmıştır (Şekil 2).

Bu haritadan çıkarılabilecek en önemli sonuçlardan biri, Ankara için son derece önemli rüzgar yönlerinden birisi olan güneybatı doğrultusunun Eskişehir yolu kesimindeki aşırı yapılaşma nedeniyle kapatılması nedeniyle rüzgarın hızlanarak kente girmesini engellemesidir.

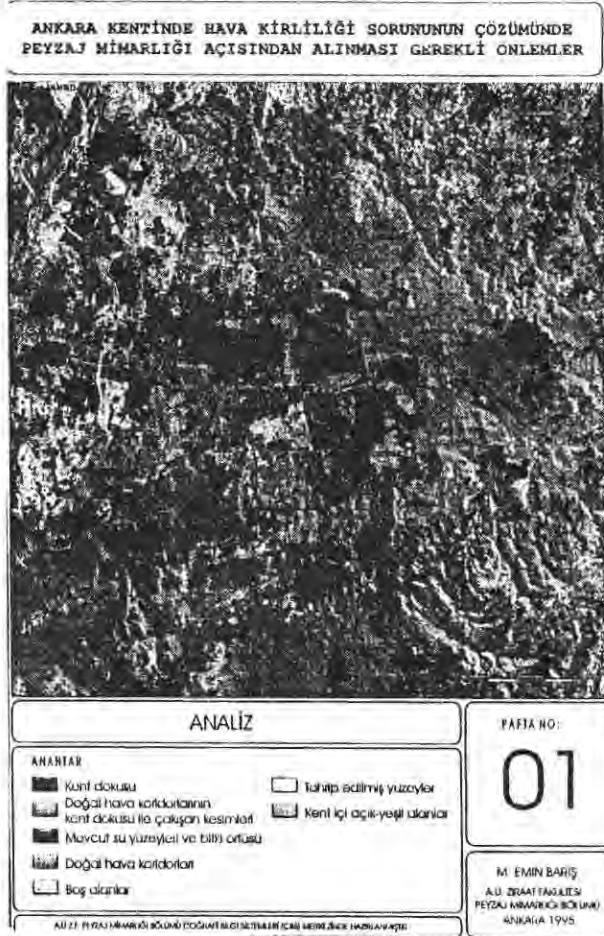
Kent içinde bulunan büyük ölçekli alanlar ile diğer açıklıkların hiç birisinin kent çevresinde bulunan doğal hava koridorlarıyla bağlantısının olmaması analiz haritasında dikkati çeken bir diğer konudur.

İkinci analiz haritasında sınıflandırma haritası ile ana rüzgar yönlerine açık bakırlar çakıştırılmıştır. Bu haritada kent çevresinden ya da kentin diğer kısımlarından rüzgar ve yağışlarla taşınan kirlenici maddelere en fazla maruz kalma ihtimali olan, dolayısıyla hava kirliliğine yönelik önlemlerin alınmasının gerekli olduğu alanlar belirlenmiştir.

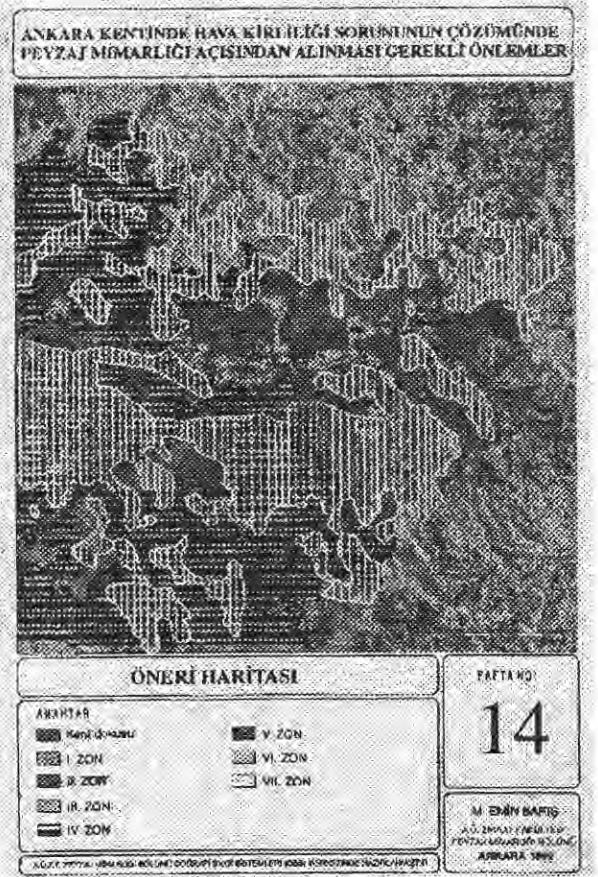
Öneri haritasının oluşturulması : Ankara kentinde hava kirliliği sorununun birinci derecede ekolojik faktörlerden kaynaklanması, sorunun çözümünde kentteki ekolojik yapının değerlendirilmesi ve kent ekolojisini iyileştirici önlemlerin alınması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Araştırmada kentte bu amaçla yapılacak çalışmalara esas olacak analizler yapılmış ve sorunun

özümüne yönelik önerileri kapsayan bir harita hazırlanmıştır. Bu haritada kent dokusu ve çevresinde hava kirliliğini önlemeye yönelik önlemlerin öncelikle alınmasının gerektiği bölgeleri kapsayan bir zonlama yapılmıştır. Toplam sekiz adet olan zonların oluşturulmasında kente ilişkin doğal veriler esas alınmış ve bu verilerin hava kirliliğiyle bağlantısı kurularak yapılması gerekli çalışmalar önerilmiştir. Bu zonlar aşağıdaki gibidir (Şekil 3).

I.Zon: Kentteki hava kirliliği düzeyinin azaltılması ve hava sirkülasyonu açısından 1. derecede önemli alanlardır. Bu alanlar doğal yapıları nedeniyle kente temiz hava taşıyan ve kirli havanın da drene olduğu vadi, yan vadi ve boğazları içermektedir



Şekil 2. Vadiler ve boğazların kent dokusu ve mevcut bitki örtüsüyle ilişkilerini belirleme amacıyla oluşturulan analiz haritası.



Şekil 3. Öneri haritası

Rüzgar ve su için doğal drenaj kanalları olan vadiler bu yapıları nedeniyle, özellikle taban arazide, bitki gelişimi için son derece uygun koşullara sahiptir. Ekolojik ve estetik özelliklerinin yanı sıra vadiler, yerleşim ve ulaşım için de kolaylıklar sağlar. Bu nedenle bu tür alanlar yerleşim açısından oldukça cazip bölgeleri oluşturmaktadır. Ancak hassas bir ekolojiye sahip olan vadi sistemlerindeki ekolojik denge yanlış uygulamalar sonucunda kolaylıkla bozulabilmekte, bunun sonucunda gerek vadilerde gerekse bu sistemlerle ilişkili çevredeki alanlarda bir çok çevre sorunu ortaya çıkabilmektedir. Ankara'da imarlı kentleşmenin başladığı yıllardan itibaren vadilere yönelik bir çok hatalı uygulamalar yapılmış ve kentte buna bağlı olarak başta hava kirliliği olmak üzere çeşitli sorunlar ortaya çıkmıştır. Önümüzdeki yıllarda bugünkünden daha büyük kentsel sorunlarla karşılaşılması için bu alanlar mutlaka yapılaşmadan korunmalı ve kentin hava kalitesinin iyileştirilmesinde büyük önem taşıyan doğal hava sirkülasyonunu engelleyecek her türlü uygulamadan kaçınılmalıdır. Bu alanların koruma altına alınabilmesi için öncelikle gerekli yasal düzenlemeler yapılmalı ve geleceğe yönelik uzun vadeli koruma-kullanım planları oluşturulmalıdır.

II.Zon: Bu zon hava sirkülasyonunu ve hava kalitesi açısından 1. derecede önem taşıyan vadi, yan vadi ve boğazların kent lekeleriyle çakışan kısımlarından oluşmaktadır. Geçmişte yapılan yanlış uygulamalar sonucunda, vadilerin kente açılan kesimlerinde önce gecekonduyla başlayan yapılaşma olmuştur. Bu sistemlerin taban ve yamaç kısımlarını tamamıyla kaplayacak şekilde devam eden yapılaşma sonucu günümüzde yaşamakta olduğumuz hava kirliliği gibi bir çok kentsel problem ortaya çıkmıştır. Bu nedenle bu alanlarda biran önce önlemlerin alınması zorunludur. Bu önlemler kısa vadede yapısal yoğunluğu artırıcı her türlü faaliyete engellenmesi, uzun vadede ise bu alanlarda hakim rüzgarların hızını kesen ya da yön değiştirmesine neden olan yapıların kaldırılması, gecekondu bölgesi içinde yer alan kısımlarda düşük yoğunlukta ve geniş yeşil alanlarla desteklenmiş bir yapılaşmaya gidilmesi şeklinde olmalıdır.

III. Zon: Bu zon hava kirliliği ve kent iklimi açısından 1. derecede önem taşıyan büyük ölçekli kent içi açık ve yeşil alanlarla, yapılacak düzenlemelerle kent ekolojisine olumlu katkılar sağlayabilecek geniş araziye sahip kamu kuruluşları ve askeri kurumlara ait potansiyel yeşil alanlardan oluşmaktadır. Kent içinde bulunan açık ve yeşil alanların hava kirliliğini azaltma ve kent iklimini iyileştirme üzerindeki etkilerini özet olarak söylemek gerekirse bu alanların kent üzerinde temel olarak iki şekilde etkisi vardır. İlk olarak bu tür alanlar kentin hava kirliliği ve iklimi üzerinde bireysel olarak olumlu etkiler oluşturarak buldukları alan ve çevresinde bu yönde yarar sağlarlar. İkinci olarak bu alanların kent çevresindeki doğal hava koridorları ve yeşil kuşakla bağlantısı kurulduğunda, bu alanlardan gelen temiz ve serin havanın kent içine kadar sokulmasını ve buradan kentin diğer kısımlarına dağıtılmasını sağlarlar.

Ayrıca yeşil alanlarla çevresindeki kentsel alanlar arasında sıcaklık farkından oluşan sürekli bir hava akımı olduğundan, bu alanlar yılın her döneminde kent havasındaki kirlenici maddelerin filtre edilmesini, dolayısıyla kirlenici madde konsantrasyonunun düşürülmesini sağlarlar ve bunlara ek olarak kent ısı adasının oluşumunu engellerler. Bu alanların kendilerinden beklenen fonksiyonu yerine getirebilmesi için özellikle hava kirliliğine dayanıklı türler kullanılarak hızlı bir şekilde ağaçlandırılmaları gereklidir. Geniş alanlarda yapılacak ağaçlandırmada çevrenin rüzgar etüdü yapılarak, hakim rüzgar yönüne göre, daha sonraki bölümlerde anlatılacak rüzgar hızını artırıcı bir ağaçlandırma tekniği uygulanmalıdır.

Uzun vadede bu alanların çevrede oluşturulacak yeşil kuşak ve doğal hava koridorlarıyla bağlantısının sağlanması ve bir "temiz hava kuşağı" sisteminin oluşturulması amacıyla gerekli önlemler alınmalıdır.

IV.Zon: Bu zon Ankara kentini tam bir çanak yapısına dönüştürerek kirliliğin havanın tamamıyla kent üzerinde hapsedilmesini engellemek amacıyla, mutlaka oluşturulması gerekli eski kent dokusu ile yeni yerleşim bölgelerini ayıran boş alanları kapsamaktadır.

Geçmiş dönemlerde alınan imar kararları sonucunda Ankara'da kentin imarlı gelişimi büyük ölçüde

batı ve güneybatı yönlerine doğru olmaktadır. Özellikle son yıllarda hızlanan büyük toplu konut uygulamaları, bu toplu konutların çevresinde de kooperatifler aracılığıyla yoğun bir yapılaşmanın başlamasına neden olmuştur. Bu nedenle kent bir taraftan batı ve güneybatı yönünde hızlı bir şekilde gelişirken, diğer taraftan bu iki yönde oluşan gelişmeler birbirleriyle birleşme eğilimi göstermektedir. Son yıllardaki gelişmeler, bu yapılaşmanın önümüzdeki yıllarda da büyük bir hızla devam edeceğini ve kentin tek açıklığı olan batı-güneybatı doğrultusunun yapılarla tamamen kapatılacağını göstermektedir.

Bu gelişmeler bir taraftan Ankara'yı bir çanak içine hapsederken, diğer taraftan en fazla rüzgarın estiği yönlerden birisi olan batı rüzgarlarını da engellemektedir. Ankara'ya ilişkin rüzgar verileri incelendiğinde güneybatı ve batı yönlerinden esen rüzgarların Ankara'nın 3. ve 4. en fazla esme sayısına sahip rüzgarlar olduğu ve kentte en hızlı esen rüzgarların, alanın düz olması nedeniyle rüzgarın hız kazanması sonucunda, genellikle bu yönlerden geldiği görülmektedir.

Eski kent dokusunun yeni gelişmekte olan yerleşme alanlarıyla birleşmesini ve güneybatı-batı yönüne doğru kesintisiz bir şekilde gelişmesini engellemek, böylece kentin tek açıklığı olan bu bölgelerin tamamen yapılarla doldurulmasını ve iki yönde gelişen yerleşimlerin birbiriyle birleşmesini önlemek amacıyla bu alanlarda ağaçlandırılmış alanlardan oluşan bir tampon zon önerilmiştir. Ayrıca bu bölgede ileride kentin içinde kalacak bir soğuk bölge oluşturulmuş ve bu soğuk bölgenin de kent çevresinde bulunan mevcut soğuk bölgelerle ilişkisi kurulmuş olacaktır. Böyle bir tampon bölgenin çevredeki yeşil kuşakla bağlantılarının kurulması kent iklimi ve hava kalitesi üzerinde bir çok olumlu etkiler yaratacaktır.

V. Zon: Bu zon kente iklimsel yönden katkıları olan ve kent çevresinde soğuk bir bölge oluşturan mevcut ağaçlık alanları ve su yüzeylerini kapsamaktadır.

Ankara kentinin ısı haritası incelendiğinde kentteki büyük su yüzeyleri ve kitleli ağaçlıkların bulunduğu alanların en soğuk bölgeleri oluşturduğu görülmektedir. Dolayısıyla bu tür alanlar kent ikliminin iyileştirilmesinde, kent ısı adalarının etkisinin azaltılmasında ve hava akımlarının oluşumunda büyük önem taşımaktadır. Ayrıca hakim rüzgar yönleri üzerinde bulunan ağaçlık alanlar gerek bu yönde kent dışındaki yerleşim ve endüstri kuruluşlarından oluşan kirlenici maddelerin kente girmeden önce süzülmesi, gerekse kent kirliliğinin havasının kent içinde ve kent çevresinde filtre edilerek temizlenmesi konusunda yararlı olmaktadır.

Kent üzerindeki çok yönlü yararlarından dolayı, bu tür alanların mutlaka korunması gerekmektedir. Ayrıca ağaçlık alanlardan değişik nedenlerle tahrip edilmiş veya bozulmuş kısımların bir an önce yenilenmesi, bu alanların yukarıda belirtilen fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için zorunludur.

VI.Zon: Kenti çevreleyen vadi, vadi tabanı ve boğazlar gibi temiz hava koridorları ile mevcut ağaçlık alanlar ve su yüzeylerini birbirine bağlayacak, potansiyel yeşil kuşak ağaçlandırma alanlarından oluşan bu zon,

diğer zonların kent üzerinde beklenen etkiyi oluşturabilmesi için mutlaka oluşturulmalıdır. Aksi halde birbirleriyle ilişkisi bulunmayan zonlar birlikte bir etki yaratamayacağı gibi, gelecekte bu alanların kentsel gelişmelerle işgal edilmesi tehlikesi ortaya çıkar.

Bu zon içerisinde yer alan tarım alanları ve kırsal yerleşimlerin karakteri mümkün olduğunca korunmalı, hatalı tarımsal uygulamaların yapıldığı alanlar ile kırsal karakterin bozulmaya başladığı yerleşimler için geleceğe yönelik projeler üretilmelidir. Tarıma uygun olmadığı halde bugün üzerinde tarım yapılan araziler ile tarımsal alanların dışında kalan bölgeler hızlı bir şekilde ağaçlandırılmalıdır. Ağaçlandırma çalışmalarında alanın karakteri dikkate alınmalı (örneğin karayollarının çevresi, yerleşim alanları çevresi, tarım alanları çevresi, eğimli alanlar, taşlık kayalık alanlar) ve bitki türleri ile bitkilendirme yöntemi bu karakterle uygun olarak seçilmelidir.

Kent yakın çevresinde ve endüstri tesisleri yakınında yapılacak ağaçlandırma çalışmalarında, bu çalışmada belirlenen hava kirliliğine dayanıklı bitki türlerinden o alan için uygun olanları seçilmelidir.

VII.Zon: Bu zon kent içi ve yakın çevresinde hakim rüzgar yönlerine dönük bakarlardan oluşmaktadır. Bu alanlar rüzgar ve yağışlar yoluyla taşınan kirlenici maddelerin birikme olasılığının en yüksek olduğu alanlardır. Bu nedenle bu alanların özellikle rüzgara dönük olan kısımlarında kirlenicilerin yerleşimlere ulaşmadan filtre edilebileceği tampon alanların oluşturulmasına çalışılmalıdır. Bu amaç için uygun boşlukların olmadığı alanlarda, caddelerin genişliği ve binalarla olan ilişkisi dikkate alınarak ve tür seçimi alanın karakterine göre seçilerek, iyi bir yol kenarı ve orta refüj bitkilendirmesi yapılmalıdır. Ayrıca bu tür alanlarda konutların bahçesinde ya da konutlar arasında bulunan bitkilendirmeye uygun boşluklar bu amaçla değerlendirilmelidir.

VIII.Zon: Rüzgarı yönlendirme ve rüzgar hızını artırma zonu. Oluşturulan bütün zonlarda yapılacak bitkilendirme çalışmalarında bu ilkeye uyulması gerekliliğinden dolayı, bu zon öneri haritasında belirli bir şekilde sınırlandırılmamıştır. Öncelikle Ankara'nın en fazla esen rüzgar yönleri olan kuzeydoğu, kuzey, güneybatı, batı ve doğu yönlerinde yapılacak ağaçlandırma çalışmalarında uygulanması gereken özel bitkilendirme tekniği aşağıda anlatılmıştır.

1973 yılında Amerika Birleşik Devletlerinde North Carolina State Üniversitesinde Warren tarafından yapılan "Hava kirliliğinin kontrolüne yönelik yeşil alan oluşturulması" isimli çalışmada, hava ve gürültü kirliliğine karşı yapılacak ağaçlandırma çalışmalarına ilişkin ilkeler belirlenmiştir. Ankara'daki hava kirliliğini önlemeye yönelik bitkilendirme çalışmalarında da yararlı olabilecek bu ilkeler şöyledir:

1. Fabrika veya kirlenici aktivitelerin yoğun olduğu noktasal kaynaklar çevresinde yapılacak ağaçlandırma çalışmalarında, ağaç şeritleri hakim rüzgarların alana girebilmesi için huni şeklinde oluşturulmalıdır. Ağaç

grupları arasında huni biçimindeki bu koridorlar 100-120 m genişlikte olmalı ve kirlenici kaynaklara yaklaştıkça rüzgarın hızını artıracak ve kirlenicilerin dağılmasını kolaylaştıracak şekilde daraltılmalıdır. Serbest hava akımının olabilmesi için bu koridorlarda yüksek yapılar veya diğer bariyerler olmamalıdır. Kirli havayı taşımaları nedeniyle bu koridorların yolu üzerinde yerleşim alanları yapılmamalıdır.

Yeşil kuşaklar veya orman şeritleri en sık esen rüzgar yönlerine paralel ve sıra araları 2,5-3,0 m olacak şekilde 7-8 ağaç sırasından oluşturulmalıdır. Sıra üstü mesafe çalılar için 0,4 m ağaçlar için 0,5 m olmalıdır. Bu sıralar rüzgar koridoruna en yakın yerde alçalacak şekilde kademeli olarak oluşturulmalıdır. Yaşlı ağaçlar genç ve güçlü fidanlarla karıştırılmalıdır. Yeşil kuşak ortalama 11-20 m yükseklikte ve 25-35 m genişlikte olmalıdır. Derinlik mevcut kirlenici tiplerine bağlı olarak 2 000 m kadar olabilir.

2. Hareketli ve noktasal olmayan kirlilik kaynakları için, trafik koridorlarının yanında güvenli olduğu oranda yakın olacak şekilde ağaç ve çalılarla yeşil alanlar oluşturulmalıdır. Çok şeritli otoyollarda, orta refüjlerde veya kavşaklarda bitkilendirilmiş alanlar bırakılmıy ve yapı tamamlandıktan sonra bitkilendirme yapılmalıdır. Bu yeşil alanlar ortalama 10-20 m yükseklikteki ağaçlarla en az 15-30 m genişlikte oluşturulmalıdır.

3. Düşük konsantrasyonlardaki gaz kirleniciler için partikül konsantrasyonlarını azaltmak amacıyla ihtiyaç duyulandan daha yoğun bir yeşil kuşak gereklidir. Hem partiküllerin hem de gaz kirlenicilerin yeşil kuşaklara taşınmasını sağlamak için, yeşil kuşakların boylamasına olan aksları hakim rüzgar yönlerine dik olmalıdır. Bu bariyerler kirlilik kaynaklarının çevresinde ortak merkezli olarak oluşturulacak ve radyal şeritlerle birbirine bağlanacak geçirgen dokulu bitkilendirme ile kombine edilmelidir. 1. maddede verilen yükseklik ve genişlikler bu amaçla yapılacak bitkilendirme için de geçerlidir.

4. Partikül ve gaz kirlenicilerin yıl boyunca filtre edilmesi için koniferler, yaprağını döken ağaçlardan daha fazla tercih edilmelidir. Toksik düzeyde kirlenicilerin bulunduğu yerlerde yaprağını döken ağaçlar koniferlerle karıştırılarak dikilmelidir. Bölgeye adapte olmuş türler lokal koşullara ve dayanıklılıklarına bağlı olarak amaca yönelik olarak seçilmiş olan türlerle birlikte kullanılmalıdır.

Kaynaklar

Ateş, T. 1985. **Ankara Kenti Yeşil Alan Sisteminin Planlanmasında Mogan Gölü- Akköprü Arasındaki Göl-Akarsu Sistemi Çevresine İlişkin Potansiyel Ağırlığın Saptanması ve Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma.** Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Doktora Tezi, Ankara.

Bernatzky, A. 1982. **The Contribution of Trees and Green Spaces to a Town Climate.** The Impact of Climate on Planning and Building, Elsevier Sequoia S.A., s. 301 - 311, The Netherlands

Erdas, 1990. **Erdas Field Guide.** Erdas, Inc., Atlanta, USA.

- Horbert, M. and Kirchgeorg, A. 1982. **Climatic and Air-Hygienic Aspects in The Planning of Inner - City Open Spaces:Berlin Grosser Tiergarten.** The Impact of Climate on Planning and Building, Elsevier Sequoia S.A., s. 311-323, The Netherlands.
- Köseoğlu, M. 1982. **Peyzaj Değerlendirme Yöntemleri.** Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:430, İzmir.
- Marsh, W .M. 1991. **Landscape Planning Environmental Applications.** John Wiley & Sons, Inc., New York, USA.
- Memlük, Y. 982. **Ankara Kenti ve Yakın Çevresi İklimini Oluşturan Etmenlerin Kentsel Yerleşimler Yönünden İncelenmesi ve Değerlendirilmesi Üzerinde Bir Araştırma.** Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Doçentlik Tezi, Ankara.
- Shomon, J.J. 1971. **Open Land For Urban America.** The Johns Hopkins Press, USA.
- Warren, J.L. 1973. **Green Space For Air Pollution Control.** Triangle Air Pollution, North Carolina, USA.