

Kent Planlaması, Kent Ekosistemi ve Ağaçlar

TMMOB
Peyzaj Mimarları Odası
Ankara Şubesi

M. Emin BARIŞ

Dünyadaki çoğu kent hava hareketlerindeki değişimler, hava kirliliği (veya hava kompozisyonundaki değişimler), arazi ekonomisi ve sıcaklık ekonomisindeki değişikliklerle karakterize edilir. Bir başka deyimle kentlerde hava aşırı sıcak, kirliliği ve durgundur (Bernatzky 1982). Özellikle büyük yerleşim alanlarında atmosferik koşulların değiştiği ve yapay bir iklimin oluştuğu belirgin bir şekilde hissedilmekte veya sonuçları görülmektedir. Yirminci yüzyıl teknolojisinin arazi topografyasında kazı-dolgularla yarattığı yeni formlar, bitki, toprak, kaya ve su gibi yer örtüsünün taşınması ve yok edilmesi, bataklıkların kurutulması, taş ve beton kalıpları halinde yan yana istiflenmiş yapı kitleleri ve motorlu taşıt sayısının hızla artması kent iklimi üzerinde önemli değişimler yaratmaktadır (Öztan 1970).

Kentsel alanlarda karakteristik iklim oluşumunda en önemli nedenlerden biri, lokal ısı dengesindeki düzensiz ve büyük ölçüdeki değişimlerdir. Enerji dengesinden sorumlu marjinal koşullar temel olarak yüzey strüktürünün veya yüzey özelliklerinin değişimi ve aynı derecede önemli olan atmosfer içindeki maddelerin çeşitli yoğunlukları tarafından değiştirilir. Bu durum yalnızca radyasyonu değil, yer ve atmosferdeki ısı iletkenliği ve yer yüzeyinden buharlaşmayı da etkiler.

Kentsel gelişmelerin kent içindeki ve kent çevresindeki alanların iklimini önemli ölçüde değiştirdiği kesin olarak bilinmektedir. Kentlerdeki döşemeyle kaplı yüzeyler, yollar ve binalar

nedeniyle geçirimsiz alanların giderek artması toprak yüzeyinden oluşan buharlaşmayı önemli ölçüde azaltmaktadır ve sonuç olarak yüzeylerin altında ısı depolanmasını arttırmaktadır. Bu yer altı ısı deposu yüzey sıcaklığının bitki örtüsü ile kaplı yüzeylerden daha yüksek olmasına ve dolayısıyla yüzey ile atmosfer arasındaki hassas ısı değişiminin ve yukarıya doğru olan uzun dalga boylu radyasyonun artmasına neden olur. Diğer taraftan yüzeyde ve duvar yüzeylerinde gölge oluşturma etkisine sahip yüksek binalar geceleri hava sıcaklığının düşmesine neden olabilir. Bununla birlikte gölge etkisine rağmen bir çok durumda sıcak yüzeylerden bırakılan ısı endüstri tesisleri ve diğer insan aktiviteleri sonucu oluşan antropojenik ısıyla birlikte kentsel alanlardaki hava sıcaklığının çevredeki kırsal alanlara oranla çok daha yüksek olmasına neden olur ki bu olay da "kentsel ısı adası" olarak isimlendirilir (Moriyama and Takebayash 1999).

Kentlerde ısı adaları aşağıdaki nedenlerle oluşmaktadır (Bernatzky 1982):

- Yatay ve dikey yöndeki yapılaşma yoğunluğu,
- Isıyı emen yol ve bina materyalleri,
- Yüksek binaların rüzgar hızını azaltması,
- Yağışın büyük kısmının drenaj sistemleri ve kanalizasyon yoluyla alınması,
- Yağışın toprak içine sızmasının geçirimsiz malzeme ile engellenmesi,
- Vejetasyon eksikliği nedeniyle buharlaşma işleminde enerji azalması,

- Uzun dalga boylu radyasyonun azalması ile kentte sis oluşumu.

Aşırı kentleşme sonucunda kentsel ısı adaları daha fazla sayıda kent insanını etkilemektedir. Dolayısıyla termal baskının olduğu alanlarda ekolojik yaklaşımlara dayalı çözümlerin geliştirilmesi kaçınılmazdır.

Ağaçların ve Yeşil Alanların Kent Ekosistemine Katkıları

Ağaçların ve yeşil alanların kent ekosistemi üzerine etkileri sürekli olarak bozulan iklimsel yapı kapsamında değerlendirilmelidir. Özet olarak bunlar:

1. Havanın serinletilmesi
2. Nispi hava neminin artışı
3. Temiz hava temini
4. Havanın filtrelenmesi
5. Gürültünün absorpsiyonu
6. Oksijen üretimi
7. Sera etkisinin azaltılması
8. Enerji tasarrufunu içermektedir.

Havanın Serinletilmesi

Ağaçların ve yeşil alanların havayı serinletme etkisi kesin ve tartışılmaz bir gerçektir. Bu, ağaçların gölgeleme etkilerinin bir sonucu olmaktan çok bitkilerin evaporasyon ve diğer fizyolojik işlemler için enerji tüketimlerinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Güneş enerjisinin ortalama olarak %60-75'i fizyolojik işlemler için kullanılır (Bernatzky 1982).

Ağaçların terlemesi ve ağaç gölgeleri hava sıcaklığını, emilen radyasyon ve depolananan ısı miktarını, rüzgar hızını, nispi nemi, türbülansı, yüzeyin yansıtma özelliklerini ve sonuç olarak karışma tabakası yüksekliğinin oluşumunu etkilemektedir. Yerel meteorolojik koşullardaki bu değişiklikler kentsel alanlardaki kirletici madde konsantrasyonunu da etkilemektedir (Nowak 1999). Vegetasyon örtüsüne sahip olmayan kentlerde bunun tersine güneşten alınan enerji havanın ve bina kütlelerinin ısıtılmasında kullanılır. Frankfurt kentinde yapılan bir araştırmada kent çevresinde yer alan ve 50-100 m'lik bir alanı kaplayan bitkisel alanların hava sıcaklığını 3.5 °C'ye kadar azalttığı saptanmıştır.

Bu coğrafi olarak kentin mevcut konumundan 700 m daha yüksekte olması anlamına gelmektedir (Bernatzky 1982).

Ağaçlar yoluyla havanın serinletilmesi, bir çok kirletici emisyonlarının ve/veya ozonu oluşturan kimyasalların sıcaklıkla bağlantılı olması nedeniyle hava kalitesinin artışı yönünde etkili olur. Hava sıcaklığının düşürülmesi aynı zamanda ozonun oluşumunu da azaltır (Nowak 1999). Ağaçların havayı serinletme etkisi beraberinde nispi hava neminin artışı da getirmektedir.

Temiz Hava Temini

Temiz hava sağlamada iki farklı yöntem söz konusudur: Alan rüzgarları (kent merkezlerinde oluşan meteorolojik depresyon alanları nedeniyle ortaya çıkan) ve alçak alanlara doğru hareket eden serin hava. Bu etkiler artan biçimde oluşmaktadır. Eğer kent merkezindeki depresyon alanları sonucunda hareket eden hava çim alanlar veya ağaçlar içerisinden akarsa bu durumda serinleyecek ve filtre edilecektir. Dolayısıyla kentin havalanmasını sağlayacaktır. Bu işlemde her bir ağaç bir buzdolabı gibi hareket eder. Çünkü toplam yaprak alanları ortalama olarak taç kısmının kapladığı alandan 10 kat daha fazladır ve dolayısıyla serinletme etkisi çim yüzeylerle karşılaştırıldığında daha etkin olacaktır. Bunun ötesinde serinletme etkisi ve filtrelemeye yönelik yeşil alanların iklimsel etkileri yeşil alanların boyutundan çok yaprak miktarına bağlıdır (Bernatzky 1982).

Havanın Filtrelenmesi

Rüzgar perdelerine yönelik araştırmalardan ve doğrudan konuya ilişkin olarak yapılan testlerden ağaçların ve yeşil alanların havayı filtrelemede etkin olarak rol oynadığı anlaşılmıştır. Bitki örtüsüyle kaplı alanlarda polen dışında toz oluşumu gerçekleşmemektedir. Ağaçlar öncelikle partikül maddelerin depolanmasını sağlayacak biçimde havanın taşıma kapasitesini azaltır. Bir rüzgar perdesi ya da bitkisel duvar oluşturarak parklardaki ağaçlar partikül maddelerin %85'ini ve caddelerdeki ağaçlar da yaklaşık %70'ini filtreler. Bitkilerin yapraksız olduğu kış aylarında bile ağaçların bu konuda %60 oranında etkinliklerini devam ettirirler. Ağaçlar mevcut yaprak ağırlıklarının 5-10 katına kadar toz tutabilmektedir. Fransa'da 5 yıl süreyle yapılan bir araştırmada, Paris'te ağaçsız bir alanda 1m³ havada ortalama

Ağaçlar öncelikle partikül maddelerin depolanmasını sağlayacak biçimde havanın taşıma kapasitesini azaltır

3910 bakteri varken, hemen yakınındaki bir parkta bu miktarın 455'e düştüğü saptanmıştır (Barış, 1998).

Ağaçların hangi ölçüde toz azaltma gücüne sahip olduklarına ilişkin Frankfurt'ta (Almanya) yapılan bir araştırmanın sonuçları aşağıda gösterilmiştir.

Çizelge 1. Frankfurt'un değişik bölgelerinde yapılan ölçümlerde elde edilen toz miktarları (Horbert and Kirchgorg 1982).

Ölçüm yeri	Her litre hava için toz tanesi adedi
Kent merkezi	18370
Frankfurt garı (kent merkezinde)	17640
Ağaçsız cadde	11490
Ağaçlı cadde	3830
Park	1140

1994 yılında New York (Amerika Birleşik Devletleri) kentindeki ağaç örtüsünün 1 821 ton hava kirletici maddeyi atmosferden uzaklaştırarak 9.5 milyon dolar katkı sağladığı tahmin edilmektedir. Gövde çapı 77 cm'den fazla olan sağlıklı büyük ağaçların bu yöndeki katkıları (1.4 kg/yıl) gövde çapı 8 cm'den daha az olan sağlıklı küçük ağaçlara oranla (0.02 kg:yıl) 70 kat daha fazla olmaktadır. New York kentinde ağaçların yapraklı dönemlerinde gündüz saatlerinde kirletici maddeleri uzaklaştırma yönündeki etkileriyle hava kalitesinin iyileştirilmesi yönündeki katkıları ortalama olarak %0.47 oranında partikül maddeler, %0.45 oranında ozon, %0.43 oranında kükürt dioksit, ve %0.002 oranında karbon monoksitin uzaklaştırılması biçiminde olmaktadır. Ağaçla kaplı alanların artışı karışım tabakası yüksekliğinin azalmasına yardımcı olarak hava kalitesinin iyileştirilmesine katkıda bulunur. %100 oranında ağaç örtüsünün bulunduğu kentsel alanlarda hava kalitesine kısa vadedeki katkılar %15 oranında ozon, %14 oranında kükürt dioksit, %13 partikül maddeler, %8 azot dioksit ve %0.05 karbon monoksitin ağaçlar yoluyla atmosferden uzaklaştırılması biçiminde olacaktır (Nowak 1999).

Gürültünün Absorbsiyonu

Ses engelleri yapay maddelerle sağlanabilirse de bu malzemelerin maliyetinin yüksek olması ve bitkilerin gürültüyü azaltmalarının yanı sıra psikolojik ve estetik etkileri nedeniyle bitkisel materyal tercih edilmektedir. Özellikle şehirler arası yolların yerleşim alanlarına yakın geçtiği

yerlerde bitkilerle gürültü perdeleri tesisi günümüzde önem kazanmaktadır. Geniş yapraklı ve yer seviyesinden itibaren yapraklanma özelliğine sahip ağaçlar gürültüyü yaklaşık 12 dB kadar azaltabilmektedir. 20 m genişliğindeki ağaçlandırma kuşağının yol boyunca sesi azaltma etkisi 3-4 dB(A) dir. Ses kaynağına bağlı olarak bu değer yolda 4-5 dB(A)'e çıkabilir. Tek sıralı bir çitin ses azaltma etkisi en fazla 2-3 dB(A)'dir.

Oksijen Üretimi

Atmosferdeki oksijen içeriğinin yüksek miktarlarda olması nedeniyle insanlar bu miktarlardaki azalmanın bir endişeye yol açmayacağını düşünürler. Bununla birlikte bu konuya yönelik bütün ifadeler çok değişik hesaplamalara dayanmaktadır ve ortaya çıkan sonuçlar da birbirinden oldukça farklıdır. Oksijen esas olarak bitki metabolizmasının ve az miktarda da atmosferik su buharının ayrışmasının bir ürünü olarak ortaya çıkmaktadır. Atmosferik oksijen 1.18×10^{15} t olarak hesaplanmaktadır. Dünyadaki tüm bitkilerin yıllık net oksijen üretimi 70×10^9 t'dur ve her 17000 yılda atmosferik oksijen yenilenmektedir. Üretim miktarı çok az fazla olmakla birlikte, biyolojik işlemlerde kullanılan ve atmosfere verilen oksijen miktarı hemen hemen aynıdır. Bununla birlikte fosil yakıtların yanması ve bitki örtüsünün yok edilmesi sonucu çok büyük oranda potansiyel oksijen yok olmaktadır. Woodwell'e göre (Bernatzky 1982) bu yolla atmosfere verilen toplam karbondioksit miktarı 10 milyar tondur ve bu miktar 8 milyar ton oksijenin tüketilmesine eşittir ve bu miktarın geri dönüşümü yoktur.

Frankfurt'ta yapılan ölçümler bir parkın içerisindeki atmosferik oksijen miktarının %18 ve ağaçlıklı bir caddede ise bu oranın %17 olduğunu göstermiştir. Önemli olmakla birlikte atmosferdeki toplam oksijen miktarının düşüp düşmediği çok fazla ilgi çekmemektedir. Atmosferin üst tabakalarında bulunan milyarlarca ton oksijen yer seviyesinden 50-100 m yükseklikte kullanılmamaktadır. Bir kentte yer alan yeşil alanların tükettikleri miktar kadar oksijen üretmeleri söz konusu değildir. Fakat yeşil alanlar ve ağaçlar rüzgar hareketleriyle üst tabakadaki oksijenin solunumun gerçekleştiği alt tabakalara taşınmadığı durgun havalarda bu bölgedeki solunabilir oksijen miktarının artışı önemli bir rol oynamaktadır (Bernatzky 1982).

Sera Etkisinin Azaltılması

Sera etkisi güneşten gelen ışınların atmosfere girdikten sonra hava kirletici gazlar tarafından tekrar uzaya yansıtılmasının engellenmesi sonucu oluşmaktadır. Yerleşim alanlarında büyük ölçüde insan aktiviteleri sonucu atmosfere verilen yaklaşık 40 ısı emme özelliğine sahip gaz mevcuttur. Sera etkisinin yaklaşık yarısı CO₂ tarafından oluşturulmaktadır. Ağaçlar CO₂ gazı içerisindeki karbonu alarak odun dokularında selüloz olarak depolarlar ve oksijeni tekrar atmosfere bırakırlar. Sağlıklı bir ağaç yılda yaklaşık 6 kg ya da 1 acre (4047 m²) alanda 2.6 ton karbon depolayabilmektedir.

Ağaçlar gölgeleme etkileri nedeniyle de sera etkisini azaltmaktadır. Bu etkisiyle serinlemeye yönelik gereksinimleri %30 oranında azaltmakta ve dolayısıyla bu işlemler için gerekli olan elektrik enerjisinin üretiminde daha az fosil yakıtların kullanılmasını sağlamaktadır. CO₂'in atmosferden uzaklaştırılması, odun dokularında karbonu depolaması ve serinletme etkileri nedeniyle ağaçlar sera etkisine karşı mücadelede etkin bir araçtır (USDA Forest Service 1990).

Enerji Tasarrufu

Ağaçlar binalarda kullanılan enerji miktarını yaz ayları boyunca serinletme etkileri yardımıyla ve kış aylarında rüzgarı perdeleyerek azaltırlar. Bununla birlikte ağaçların dikimi sırasında hatalı yer seçimi kış aylarında binalar üzerinde gölge oluşturmaları ve yaz aylarında da yaz esintilerinin önünü kesmeleri nedeniyle kullanılan enerji miktarının artışı yönünde de etkili olabilmektedir. Bu nedenle özellikle binaların yakın çevrelerinde bitkilerin uygun biçimde konumlandırılmaları maksimum enerji tasarrufunun sağlanabilmesi açısından önem taşımaktadır. Binalarda kullanılan enerji miktarındaki düşüş enerji santrallerinde enerji üretimi sonucu atmosfere verilen kirletici maddelerin miktarındaki azalmayı da beraberinde getirir (Nowak 1999).

Atlanta (Amerika Birleşik Devletleri) kentindeki uzun ve sıcak yaz mevsimi nedeniyle konut başına yılda yaklaşık 400 dolarlık serinlemeye yönelik harcamanın olduğu hesaplanmıştır. Bu kentteki mevcut ağaç örtüsünün serinletme etkisi nedeniyle enerji harcamasına yönelik ortalama 28 dolarlık bir tasarrufun sağlandığı ve bu tasarrufun kent

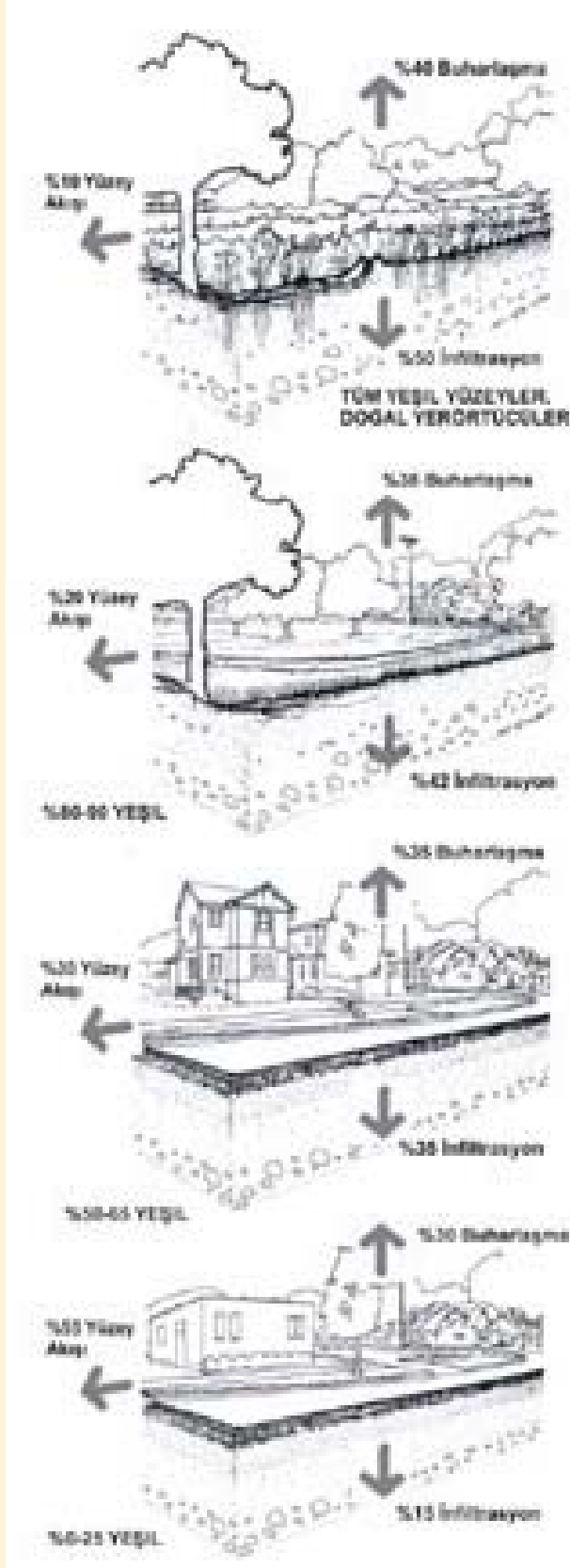
genelinde yılda yaklaşık 2.8 milyon dolar olduğu tahmin edilmektedir. Enerji kullanımındaki bu azalma aynı zamanda atmosfere bırakılan karbon miktarının azalmasına da neden olmaktadır. Ağaçların gölgeleme etkileri nedeniyle tasarruf edilen elektrik enerjisine ve bu enerjinin üretilmesi için kullanılan yakıt miktarına yönelik yapılan hesaplama sonucunda Atlanta'daki ağaç örtüsünün yılda 680000 ton karbon emisyonun atmosfere karışmasını önlediği saptanmıştır (USDA 2001).

Ağaçların ve Yeşil Alanların Kent Ekonomisine Katkıları

Ağaçlar kentsel alanlara önemli ölçüde maddi katkılar sağlamaktadır. Bunlardan en önemlileri 1) yağışlar sonucunda oluşan yüzey akışının önemli ölçüde azalması ve 2) hava kalitesinin arttırılmasıdır.

Ağaçlar kent atmosferinde bulunan NO₂, CO, SO₂, O₃ ve partikül maddeleri tutarak hava kalitesinin iyileştirilmesi konusunda önemli katkılar sağlarlar. 1996 yılında Atlanta'da (Amerika Birleşik Devletleri) yapılan bir araştırmada ağaçların bu yolla bir yılda yaklaşık 8.6 milyon ton kirletici maddeyi kent atmosferinden uzaklaştırarak 47 milyon dolar katkı sağladığı hesaplanmıştır. Aynı kentte 1974 yılındaki ağaç miktarı atmosferdeki 13.6 milyon ton kirletici maddeyi kent atmosferinden uzaklaştırarak 75.5 milyon dolar katkı sağlamıştır. Atlanta kentindeki uzun ve sıcak yaz mevsimi nedeniyle konut başına yılda yaklaşık 400 dolarlık serinlemeye yönelik harcamanın olduğu hesaplanmıştır. Bu kentteki mevcut ağaç örtüsünün serinletme etkisi nedeniyle enerji harcamasına yönelik ortalama 28 dolarlık bir tasarrufun sağlandığı ve bu tasarrufun kent genelinde yılda yaklaşık 2.8 milyon dolar olduğu tahmin edilmektedir. Enerji kullanımındaki bu azalma aynı zamanda atmosfere bırakılan karbon miktarının azalmasına da neden olmaktadır. Ağaçların gölgeleme etkileri nedeniyle tasarruf edilen elektrik enerjisine ve bu enerjinin üretilmesi için kullanılan yakıt miktarına yönelik yapılan hesaplama sonucunda Atlanta'daki ağaç örtüsünün yılda 680 000 ton karbon emisyonun atmosfere karışmasını önlediği saptanmıştır (USDA 2001). Ortalama ağaç örtüsünün %29'dan %40 yükseltilmesinin kente önemli ölçüde fayda sağlayacağı, bu yolla

Ağaçların dikimi sırasında hatalı yer seçimi kış aylarında binalar üzerinde gölge oluşturmaları ve yaz aylarında da yaz esintilerinin önünü kesmeleri nedeniyle kullanılan enerji miktarının artışı yönünde de etkili olabilmektedir



Şekil 1. Bitkilerin yağışlar sonucu oluşan yüzey akışlarının miktarı üzerine etkileri (Design Center for American Urban Landscape Design 2003).

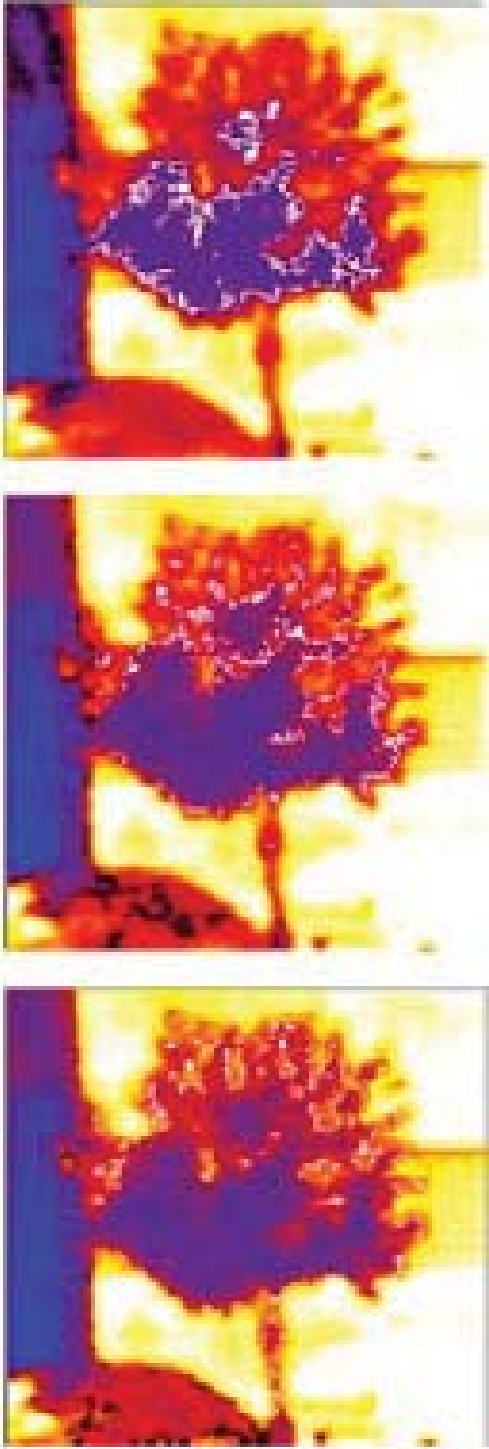
yüzey akış oranında %20'lik bir azalmayla yılda 1.7 milyar dolarlık bir kazancın ve 4054 ton daha fazla kirletici maddenin atmosferde uzaklaştırılmasıyla da yılda 73.4 milyon dolarlık bir kazancın sağlanmasının mümkün olacağı belirtilmektedir (Şekil 1.).

Kent Planlaması ve Ağaçlar

Kent planlaması sosyal, rekreasyonel, estetik ve ekolojik gereksinimler ve tercihlerin bir dengesidir. Kentsel planlama çalışmalarında kent iklimini etkileyen faktörlerin dikkate alınması ve buna bağlı olarak alan kullanım kararlarının verilmesi bu dengenin oluşturulmasında son derece önemlidir. Kentsel mekanlarda kullanılan malzemeler, yapıların ve açık-yeşil alanların boyutu, konumu ve karakteri yaşanabilir kentlerin oluşumunda büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla gelişmiş ülkelerin bir çoğunda kentsel planlamaya yönelik analiz haritaları hazırlanmakta ve bu haritalar kent ve bina planlamasına yönelik olarak kullanılmaktadır.

Bitki örtüsü kent ekolojisini düzenleyen en önemli unsurdur. Bu konuda bitki örtüsünün karakteri, kent içerisindeki dağılımı, boyutu v.b. gibi faktörler önem taşımaktadır. Araştırmalar kentlerdeki yeşil alanların sadece kentsel peyzajı düzenlemekle kalmadığı bunun yanı sıra havadaki nem oranını artırarak ve sıcaklığı düşürerek kent iklimini düzenlediğini göstermektedir. Ağaçların ve yeşil alanların havayı serinletme etkisi kesin ve tartışılmaz bir gerçektir (Şekil 2.). Bu, ağaçların gölgeleme etkilerinin bir sonucu olmaktan çok bitkilerin evaporasyon ve diğer fizyolojik işlemler için enerji tüketimlerinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Bitki örtüsüyle kaplı alanların varlığıyla evapotranspirasyon yüzeye gelen ve yüzeyin altında ısı depolanmasına katkıda bulunan solar radyasyonun büyük bir kısmını görünmeyen ısıya dönüştürerek yüzeyin soğumasına katkıda bulunur. Dolayısıyla kentsel gelişim planlarında bitki örtüsünün kentin termal iklimi üzerindeki etkileri mutlaka dikkate alınmalıdır.

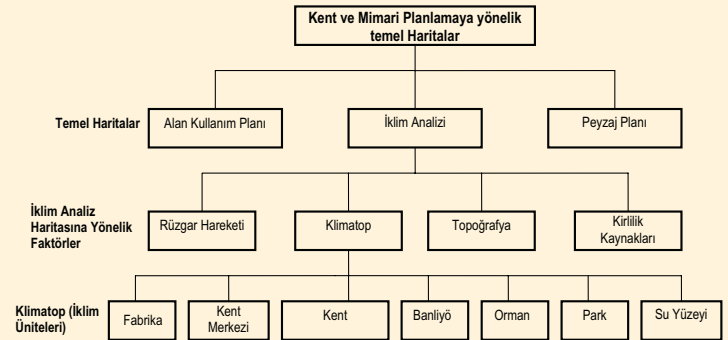
Su yüzeyleri veya serin ormanlar ve sıcak alanlar arasındaki büyük sıcaklık farklarının bilinmesi özellikle kentsel planlama çalışmalarında kent ikliminin mevcut durumu hakkında bilgi edinmek ve kent iklimini iyileştirmeye yönelik



Şekil 2. Ağaçların yaprakları ortama verdikleri su buharı formundaki nem yoluyla çevrelerindeki havayı serinletirler. Yaprak yüzeylerinin ortalama sıcaklığının dışarıda ölçülen sıcaklık değerlerine oldukça yakın olduğu söylenebilir. Güneşli bir ortamda bulunan bu ağaçtan alınan termograf ağaçtaki ortalama sıcaklığının gölgede kalan kısımlarda 27°C, güneş bakan yapraklarda 29°C ve ortalama sıcaklık değerinin ise dışarıdaki sıcaklıkla eşit biçimde 28°C olduğunu göstermektedir. Sıcak ve kurak bölgelerde bu dolaylı serinletme etkisi yetişkin ağaçların bulunduğu alanlarla ağaçsız alanlar karşılaştırıldığında gündüz saatlerinde 3°- 6°C'ye ulaşabilmektedir (Alvarez 2004).

yeşil alan çalışmalarında büyük önem taşımaktadır. Bir çok Alman kenti için bu amaçla analiz haritaları oluşturulmuş ve bu haritalar kent ve bina planlamasına yönelik olarak kullanılmaktadır. İklim analiz haritaları genel olarak iklim üniteleri, rüzgar hareketleri, topoğrafya ve kirlilik kaynaklarını içermektedir. Yüzeydeki ısı dengesini belirleyen faktörler meteorolojik elemanlar ve yüzey koşullarıdır. Örneğin Stuttgart'ta Klimatop su yüzeyleri, açık alanlar, orman, parklar, kırsal yerleşimler, banliyöler, kent, kent merkezi, küçük ölçekli fabrikalar, fabrikalar ve demiryolları olmak üzere 11 kategori altında sınıflandırılmıştır (Şekil 3.) (Moriyama 1999).

Kentlerdeki azalan rüzgar hızı aynı zamanda havadaki serinleme etkisinin ve dolayısıyla da kentlilerin psikolojik oksijen alımı (havalanma) işleminin de azalmasına neden olurlar. Diğer taraftan durgun günlerde aşırı ısınmış olan kent merkezlerindeki depresyon bölgelerini dolduran kısmi rüzgar sistemleri oluşur ve sonuç olarak kent merkezleri toz ve gazlarla daha fazla kirlenirler. Ağaçlar ve yeşil alanlar havayı filtrelemede etkin olarak rol oynamaktadır. Bunun yanı sıra bitki örtüsüyle kaplı alanlarda polen dışında toz oluşumu da gerçekleşmemektedir. Ağaçlar yapraksız oldukları dönemde bile öncelikle partikül maddelerin depolanmasını sağlayacak biçimde havanın taşıma kapasitesini azaltır ve kent atmosferindeki kirlenici maddelerin büyük bir kısmını süzerek ya da filtre ederek hava kalitesinin iyileştirilmesine katkıda bulunurlar.



Şekil 3. Klimatop haritasının oluşturulması (Moriyama 1999).

Ankara Örneği

Ankara'da yeşil alanların kent iklimine etkilerini ölçmek amacıyla yapılan araştırmada farklı tipteki açık ve yeşil alanların serinletme ve ortama nem sağlama etkilerinin test edilmesi amacıyla farklı karaktere sahip 3 tip yeşil alan seçilmiştir (Altınpark, Kurtuluş Parkı ve A.Ü. Ziraat Fakültesi kampüsü) ve karşılaştırma yapmak amacıyla bu alanlarla yakın çevrelerinde bulunan yerleşim alanlarında noktasal ölçümler yapılmıştır. Ölçümler günün değişik saatlerinde 10 gün süreyle tekrarlanmış, ölçüm yapılan her bir yeşil alan ile yakın çevresindeki yapısal alandaki değerler aynı saat içinde alınmıştır.

Ölçümler biri yeşil alanların içerisinde ve diğeri hemen bitişiğinde yer alan yapısal alanda olacak biçimde belirlenen iki noktada yapılmıştır. Yapılan analizlerde ölçüm yapılan tüm yeşil alanların çevrelerinde yer alan yapıyla kaplı alanlara oranla daha serin oldukları, iki alan arasındaki sıcaklık farklılıklarının bazı günlerde 5,2 C°'ye kadar çıktığı görülmüştür.

Sıcaklık ölçümü yapılan yeşil alanlar ile yakın çevrelerindeki yapısal alanlardaki ortalama sıcaklık değerleri arasındaki farklar incelendiğinde 644 000 m² lik bir alana ve 42.000 m² su yüzeyine sahip olan Altınpark ile yaklaşık 1/60 oranında daha az alana sahip olan ve su yüzeyi içermeyen A.Ü. Ziraat Fakültesi merkez kampüsü rekreasyon alanının yaklaşık aynı oranda serinletme etkisine sahip olduğu görülmektedir. Altınpark'tan yaklaşık 1/6 oranında daha küçük bir alana ve yaklaşık 1600 m² su yüzeyine sahip olan Kurtuluş Parkı'nda ise ortalamalar arasındaki fark bu parka oranla 1,137 C° daha azdır.

Nem değerleri bakımından ölçüm yapılan tüm yeşil alanların çevrelerindeki yapısal alanlara oranla daha yüksek ortalama nem değerlerine sahip oldukları saptanmıştır. Oldukça büyük ölçekli bir su yüzeyine sahip olmakla birlikte Altınpark ile çevresindeki yapısal alanlar arasındaki nispi nem ortalamaları arasındaki fark ölçüm yapılan diğer yeşil alanlara oranla daha düşüktür. Nem değerleri ortalamalarına yönelik en yüksek farklılık, sıcaklık değerlerinde olduğu gibi Kurtuluş Parkı'nda elde edilmiştir. Nem değerleri arasındaki farklılıklar bazı günlerde %11,9'a kadar çıkabilmektedir.

Ölçüm yapılan yeşil alanların bitkisel alan – sert yüzey oranları dikkate alındığında Altınpark'ın toplam kullanım alanı içerisinde yaklaşık 1/2,5 oranının da yeşil alan dışındaki kullanımları (yapılar, yollar, çocuk oyun alanları, spor alanları v.b.), yaklaşık 1/14 oranında su yüzeylerini ve yaklaşık 1/1,9 oranında yeşil alanları içerdiği görülmektedir. Kurtuluş Parkı'nda ise yapılar alanının yaklaşık 1/11'ini, su yüzeyi yaklaşık 1/63'ünü kaplamakta, yollar ve diğer sert zeminlerin büyük bir kısmı tam formunu almış ağaç gruplarının gölgesinde kalmaktadır. A.Ü. Ziraat Fakültesi merkez kampüsü rekreasyon alanında ise hemen hemen hiçbir yapısal obje ve sert yüzeye rastlanmamaktadır.

Ölçüm yapılan üç yeşil alanının bitkilendirme ilkeleri incelendiğinde Altınpark'ta gölge etkisi yaratan ağaçtan yoksun olan geniş çim yüzeylere, sınırlı oranda ağaç gruplarına ve yol ağaçlandırmasına yer verildiği görülürken diğer iki yeşil alanda yoğun biçimde ağaç gruplarının kullanıldığı ve sert zeminlerin büyük bir kısmının bu ağaç gruplarının gölgesinde kaldığı dikkati çekmektedir. Ölçüm yapılan alanlarda dikkati çeken diğer bir konu ise Altınpark'ta kullanılan ağaçların büyük bir kısmının henüz tam olarak gelişmediği buna karşılık diğer iki yeşil alandaki ağaçların büyük ölçüde gelişimlerini tamamlamış olduklarıdır. Kurtuluş Parkı sonradan yapılan eklemeler nedeniyle orijinal yapısından oldukça farklı bir görünüm almış, parkın içerisindeki yapı ve sert yüzeylerin oranları büyük ölçüde artmıştır. Parkın yapısındaki bu değişime rağmen ölçüm yapılan alanlar içerisinde kent iklimine sıcaklık ve nem açısından en fazla katkıyı sağladığı görülmektedir. Bununla birlikte Altınpark'ın ölçüm yapılan diğer yeşil alanlara oranla çok daha geniş bir araziye ve oldukça geniş bir su yüzeyine sahip olduğu, ancak sıcaklık ve nem değerleri açısından kent ekolojisine diğer iki yeşil alana oranla daha az katkı sağladığı dikkati çekmektedir. Yeşil alanların boyutlarıyla orantılı olarak kent iklimine yaptıkları katkılar incelendiğinde bu anlamda en fazla katkıyı A.Ü. Ziraat Fakültesi rekreasyon alanının yaptığı söylenebilir (Barış v.d. 2005).

Sonuç

Kent iklimi bir çok yolla doğal iklimsel karakterini kaybeder. Aşırı kentleşme sonucunda kentsel ısı adaları daha fazla sayıda kent insanını etkilemektedir. Dolayısıyla termal baskının olduğu

alanlarda ekolojik yaklaşımlara dayalı çözümlerin geliştirilmesi kaçınılmazdır. Ağaçlar ve açık alanlar yapay kent ikliminin düzenlenmesine önemli katkılarda bulunurlar. Kentlerdeki yeşil alanlar sadece kentsel peyzajı düzenlemekle kalmaz, bunun yanı sıra havadaki nem oranını artırarak, sıcaklığı düşürerek ve hava kalitesinin iyileştirilmesine katkıda bulunarak kent ekosistemini düzenler Dolayısıyla kentsel gelişim planlarında bitki örtüsünün kentin termal iklimi üzerindeki etkileri mutlaka dikkate alınmalıdır. Bu nedenle kentsel peyzaj çalışmalarında ağaçlara daha çok yer verilmesi, yerleşim alanları içerisinde ve çevresinde yer alan yolların ağaçlandırılması yeşil alanların kentsel alanlardaki ekolojik ve ekonomik katkılarının artması ve yaşanabilir kentlerin oluşması açısından önem taşımaktadır.

Kaynakça

Alvarez, S., J. F. Sanchez, D. Velazquez, L Perez-Lombard, 2000. Use of the vegetation and water to promote passive cooling, University of Seville, www.lemma.ulg.ac.be/tools/rice

Akay, A., 1996. Kentsel Mekanlarda Oluşan Isı Adası Etkisinin Azaltılmasında Sürdürülebilir Peyzajın Öneminin Ankara Kenti Örneğinde Araştırılması. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara.

Barış, M. E., 1995. Ankara Kentinde Hava Kirliliği Sorununun Çözümünde Peyzaj Mimarlığı Açısından Alınması Gereklî Önlemler. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilimdali Basılmamış Doktora Tezi. Ankara.

Barış, M. E., 1998. Açık ve Yeşil Alanların Hava Kirliliğine Etkisi. Bilim ve Teknik Dergisi. Ağustos 1998, Sayı: 369, Sayfa: 92-94. ISSN: 977-1300-3380. TÜBİTAK. 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.

Bonan, G. B., 2000. The microclimates of a suburban Colorado (USA) landscape and implications for

planning and design. Landscape and Urban Planning 49 (2000) 97-114

Ca, V. T., T. Asaeda, E. M. Abu, 1998. Reductions in air conditioning energy caused by a nearby park. Energy and Buildings 29 (1998) 83-92.

Design Center for American Urban Landscape Design, 2003. Urban Green Space: Effects on Water and Climate. Design Center for American Urban Landscape Design Brief, Number 3, August 2003.

Horbert, M. ve A. Kirchgorg, 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.

Moriyama M., H. Takebayashi, 1999. Making method of `Klimatopea map based on normalized vegetation index and one-dimensional heat budget model, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 81 (1999) 211}220.

Nowak, D. J., 1999. The Effects Of Urban Trees On Air Quality. USDA Forest Service, Northeastern Research Station 5 Moon Library, SUNY-CESF, Syracuse, NY 13210 <http://www.w3.org/1999/02/22>

Öztan, Y., 1970. Ankara Havaasının Kirlenme Nedenleri ve Alınması Gereken Yeşil Saha Tedbirleri. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.

R. A. Spronken-Smith, T. R. Oke, 1998. The thermal regime of urban parks in two cities with different summer climates. International journal of remote sensing, 1998, vol. 19, no. 11, 2085 ± 2104.

Servando A., F. J. Sanchez, D. Velazquez, L. Perez, Use of the vegetation and water to promote passive cooling, -Lombard University of Seville, www.lemma.ulg.ac.be/tools/rice.

USDA Forest Service, 1990. Benefits of Urban Trees Urban and Community Forestry: Improving Our Quality of Life Reproduced by permission from the Southern Region Southern Group of State Foresters Cooperative Extension Service Forestry Report R8-FR 17 April 1990.

USDA Forest Service, 2001. Urban Ecosystem Analysis Atlanta Metro Area Calculating the Value of Nature. USDA Forest Service, USA.