

## Erzurum Kenti Hava Kirliliği Sorununun Çözümünde Peyzaj Mimarlığı Açısından Alınması Gereken Önlemler<sup>1</sup>

Işık Öz (Sezen)

Sevgi Yılmaz

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Erzurum

Geliş Tarihi : 15.01.2003

**ÖZET:** Bu araştırma, Erzurum kentinin önemli bir çevre sorunu olan hava kirliliğini oluşturan etmenleri belirlemek ve peyzaj mimarlığı açısından alınması gereken önlemleri saptamak amacıyla yapılmıştır. Çevre Sorunları Araştırma Merkezi Müdürlüğü'ne bağlı 6 hava kirliliği ölçüm istasyonundan alınan son 10 yıllık verilerin ortalamalarına göre, Erzurum kentinde en yüksek SO<sub>2</sub> (kükürtdioksit) ortalaması 314µg/m<sup>3</sup>, en yüksek partikül madde miktarı 226 µg/m<sup>3</sup> ile kent merkezinde tespit edilmiştir. En düşük SO<sub>2</sub> ortalaması 117 µg/m<sup>3</sup> ve en düşük partikül madde ortalaması da 65 µg/m<sup>3</sup> ile Atatürk Üniversitesi ölçüm istasyonunda bulunmuştur. Ayrıca kent halkının hava kirliliği konusundaki duyarlılıklarını belirlemek için standart anketler uygulanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre Erzurum kentinin en önemli çevre sorunu hava kirliliği olduğu belirlenmiştir. Anket sonuçları da dikkate alınarak hava kirliliği sorunu için alternatif çözüm önerilerinde bulunulmuştur. Hava kirliliğinin önlenmesi veya en aza indirilmesi için peyzaj mimarlığı açısından alınması gereken önlemler ortaya konulmuş, şehir ve bölge planlama, çevre mühendisliği ve trafik uygulamaları açısından alınması gereken önlemler de belirtilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Çevre, çevre sorunları, hava kirliliği, peyzaj, peyzaj mimarlığı

### Precautions For Solving Air Pollution Problems In Erzurum

**SUMMARY:** The objective of this study was to determine factors causing air pollution, and to propose some precautions for solving environmental problems of Erzurum with respect to landscape architecture. Analyzing and evaluating the air quality data recorded by the Office of Environmental Problems Searching Administration at the six air pollution measurement stations over 10 years, it was determined that the maximum and minimum average sulphur dioxide concentrations in downtown area of Erzurum were 314, and 117 µg m<sup>-3</sup>, respectively. On the average, the minimum SO<sub>2</sub> concentration (117 µg m<sup>-3</sup>) and particle amounts (65 µg m<sup>-3</sup>) were reported at the Ataturk University Air Pollution Measurement Station. Standard questionnaires were performed to determine local public sensitivities against air pollution in the study area. Survey results indicated that the most important environmental problem in Erzurum was air pollution. Some precaution and alternative solution for reducing the effects of air pollution were proposed based upon the survey results. Issues related to regional planning, environmental engineering and traffic were also evaluated for controlling air pollution in the view of landscape architecture.

**Key words:** Environment, environmental problems, air pollution, landscape, landscape architecture

### GİRİŞ

Teknolojinin hızla ilerlemesi insanlara pek çok kolaylık sunmuştur. Ancak bu teknolojik gelişmeler doğamıza müdahale etmekte ve çevre sorunlarını ortaya çıkarmaktadır. Bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de çevre sorunları giderek artmakta ve toplumsal sağlığı ve refahı tehdit altına almaktadır. Endüstrileşmenin sağlıksız gelişmesinin yanısıra hızlı nüfus artışı, göç, kentleşme, çevre sorunlarının artmasına, çevresel kalite değerlerinin bozulmasına, hatta bazı canlı türlerinin tehlike altına girmesine neden olmaktadır.

Büyük kentlerimizde kış aylarında görülen hava kirliliğinin ısınma amacıyla tüketilen yakıtlardan kaynaklandığı, özellikle kükürtdioksitin yaklaşık olarak %90'ının bu kaynaktan, %10'unun endüstri, trafik ve rüzgar erozyonu ile geldiği, dumanda ise yakıt dışı kaynakların %20 paya sahip olduğu belirlenmiştir (Anonim 1995a).

Dünyanın gelişmiş ülkelerindeki kentlere bakıldığı zaman hava kirliliği probleminin çözümlenmiş olduğu, fosil yakıtlarının terk edildiği, her türlü enerji kaynağına özellikle doğal enerji kaynağına (hidrolik, rüzgar, güneş,

jeotermal enerji) yönelme olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda konutların ısıtılması merkezi sistemlerle yapılmakta ve binaların izolasyonuna büyük önem verilmektedir. Özellikle motorlu araçlarla ilgili olarak da özel araç kullanımındaki sınırlandırmalar, toplu taşımacılık, kurşunsuz benzinin kullanılması ve yakıtların iyileştirilmesi, trafığe çıkması uygun olmayan araçların trafikten men edilmesi gibi çalışmalar neticesinde hava kirliliği ile mücadelede başarı kazanılmıştır (Güllü 1999).

Devlet İstatistik Enstitüsü Başkanlığı Çevre İstatistikleri Kapsamında Türkiye genelinde il merkezlerindeki hava kirliliği istatistikleri ile ilgili 2001 yılı Ocak ayına ait kükürtdioksit (SO<sub>2</sub>) ve partikül madde (duman) yoğunlukları açıklanmıştır (Tablo1). Enstitü Başkanlığından yapılan açıklamaya göre; 2001 yılı Ocak ayında partikül madde konsantrasyonunun en yüksek bulunduğu il merkezleri ise kirlilik sırasına göre; Ağrı, Erzurum, Zonguldak, Sivas ve Kütahya'dır. Kükürtdioksit yoğunluğunun en yüksek bulunduğu il

<sup>1</sup> Yüksek lisans tezi olarak kullanılmıştır.

merkezleri ise kirlilik sırasına göre; Ağrı, Kütahya, Kırşehir, Erzurum'dur.

Tablo 1. 2001 yılı Ocak ayında kükürtdioksit (SO<sub>2</sub>) ve partikül madde yoğunluklarının en yüksek olduğu il ve ilçe merkezleri (Anonim 2001a)

Kükürt dioksit (SO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	Partikül madde (Duman)	µg/m <sup>3</sup>
Ağrı	364	Ağrı	222
Kütahya	266	Erzurum	180
Kırşehir	251	Zonguldak	166
Erzurum	226	Sivas	163
Niğde (Bor)	219	Kütahya	146
Burdur	193	Diyarbakır	144
Isparta	185	Afyon	134

Günümüze kadar hava kirliliği ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Ankara kenti hava kirliliği (Barış, 1995), Bursa kenti (Payan ve Ertürk, 2002), İstanbul, Ankara, İzmir kenti (Elbir vd., 2000) hava kirlilikleri araştırılmıştır. Özbay vd. (1991) Erzurum'da yaptıkları çalışmada, hava kirliliğinin nedeninin kullanılan yakıtın yüksek kükürt ve kül içermesi, kirliliğin genellikle inversiyon yüksekliği ve sıklığı, bağıl nem, sıcaklık, gibi faktörler tarafından etkilendiği ve kentin topografyasının hava kirliliğinin artmasında önemli bir faktör olduğunu tespit etmişlerdir. Hava kirliliğinin bitkiler ve yapay malzemeler üzerine etkileri ile de ilgili çalışmalar yapılmış ve yapılmaya devam etmekte olduğu belirlenmiştir. Barner (1983) ve Zundel (1987) yaptıkları araştırmalar sonucunda kükürtdioksit gazı zararlarına karşı "nispeten dayanıklı" veya "nispeten az duyarlı" ağaç ve çalı türlerinin *Quercus robur*, *Sorbus aucuparia*, *Alnus glutinosa*, *Alnus incana*, *Fraxinus*, *Acer*, *Populus nigra*, *Tilia tomentosa*, *Thuja*, *Taxus*, *Buxus*, *Larix Japonica*, *Picea pungens*, *Juniperus*, *Sambucus nigra*, *Ligustrum vulgare*, *Crateagus monogyna*, *Cornus*, *Rhamnus frangula*, *Hippophae* olduğunu saptamışlardır (Çepel 1988). Kainulainen vd. (1993) *Pinus silvestris* L.(Çam) ve *Picea abies* (L.) Karst (Ladin) fidelerinde yaptığı çalışmada, SO<sub>2</sub>'nin ladin ve çam fidelerindeki karbonhidrat metabolizmalarını bozduğunu tespit etmişlerdir.

Wermann (1997)'a göre ormanlar üzerindeki hava kirliliği etkilerinin izlenmesi ve sebep sonuç ilişkisinin daha iyi anlaşılması için on yıllık değerlendirmeler sonucunda, Avrupa'da orman sağlığının bütünüyle bozulduğunu açıklamıştır. 1988'den 1995'e kadar olan sürede, hasar görmüş ağaç sayısında artış görülmüştür. Bugün aynı bölgedeki sağlıklı ağaçlarla kıyaslandığında örnek ağaçların kabaca dörtte biri yapraklarının %25'ini kaybetmiştir.

Nilsson ve Randrup (1997)'a göre ağaçlar atmosferdeki partikülleri tutmakta, zemine gölge yaparak ağaçlar yerel hava sıcaklığını düşürmekte, yazın binaları gölgelemekte, kış rüzgarlarını kestiklerinden dolayı binalar için enerji tüketimini azaltmakta ve bunun

sonucunda enerji üreteçlerinden çıkan hava kirlleticilerinin emisyonunu azaltmaktadır.

Toprak genişliği bakımından ülkemizin dördüncü büyük ili, Doğu Anadolu Bölgesi'nin %15'lik kısmını oluşturan ve 25066 km<sup>2</sup>'lik yüzölçümüne sahip olan Erzurum'da hava kirliliği düzeyinin belirlenmesi ve alınacak tedbirlerin uygulanmasında izlenecek yolun tespiti amacıyla kirlenici kaynaklar, topografik durum, yerleşim biçimi, hava akımları ve trafik yoğunluğu gibi faktörler göz önüne alınarak, tespit edilmiş ölçüm istasyonlarından alınan kirlilik değerlerine göre kirlilik haritası oluşturulmuştur. Ve bu çalışma kapsamında hava kirliliğini azaltmak için peyzaj mimarlığı açısından alınması gereken önlemler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Yapılan bu çalışma; Erzurum'un en önemli çevre sorunu olan hava kirliliğinin insan sağlığına verdiği zararlar konusunda halkı bilinçlendirmek ve kirliliğin ortadan kaldırılması veya en aza indirgenmesi için peyzaj mimarlığı kriterlerine göre alınabilecek önlemlerin belirlenmesi ve uygulanması için halkın teşvik edilmesi açısından büyük bir önem taşımaktadır.

#### MATERYAL ve METOD

Araştırmanın materyalini Erzurum kent merkezindeki hava kirliliği oluşturmaktadır. Erzurum, Doğu Anadolu Bölgesi'nin kuzeydoğu kesiminde 39°-55" kuzey paraleli ile 41°-16" batı meridyeninin kesişme noktasında yer almaktadır. Etrafı yüksek dağlarla çevrili olan çanak şeklinde bir yerleşim alanı bulunan kentin deniz seviyesinden yüksekliği 1850-2150m dir (Doğanay 1983).

Çalışmada etüd, veri toplama, analiz ve değerlendirmeye dayalı peyzaj araştırma yöntemleri kullanılmıştır. Yöntemin belirlenmesinde hava kirliliği konularında araştırmalara yer veren Altunkasa (1987) ve Barış (1995)'in çalışmalarından faydalanılmıştır. Kentin nüfus yoğunluğu, topografik yapısı ve meteorolojik şartlarındaki olumsuzluklarda göz önünde bulundurularak kent içi ve çevresindeki hava kirliliğini oluşturan etkenlerin etüdü yapılmıştır. Kirliliğin yoğun olduğu yerlerde, kentin genel görüntüsünü belirten fotoğraflar çekilmiştir. Kent halkının hava kirliliği konusundaki duyarlılığını belirlemek için binde bir örnekleme yöntemine göre 300 kişi üzerine standart anket formu uygulanmıştır. Sorular kişilerin bireysel özellikleri ve hava kirliliğine karşı duyarlılıklarını belirlemek için hazırlanmıştır. Bu çalışmada Eymirli (1994)'nin hazırladığı anket çalışmasından faydalanılmıştır. İstatistiksel değerlendirmelerde Yıldız ve Bircan (1994)'den faydalanılmıştır. Elde edilen veriler değerlendirilerek kentin bir kirlilik haritası çıkarılmaya çalışılmıştır. Hazırlanan kirlilik haritası yorumlanarak kentte hava kirliliğinin önlenmesine yönelik kısa ve uzun vadede yapılabilecek çözüm önerileri sunulmaya çalışılmıştır.

## BULGULAR

Erzurum kenti etrafı hemen hemen dört bir taraftan dağlarla çevrili düz bir ova olup, çanak (çukur) şeklinde bir topografik oluşumun tabanına kurulmuştur. Bu topografik yapı, başta rüzgar olmak üzere hava kirliliği üzerinde etkili bir çok faktörü kontrol altında tutmakta ve rüzgar hızı düştüğü zaman hava kirliliğinin artmasına neden olmaktadır. Kış aylarında hemen hemen her gün ortaya çıkan inversiyon olayı kirleticilerin dağılmasını önlemektedir. Kentin topografik yapısı da inversiyon oluşumuna son derece elverişlidir (Anonim 1995b). Şekil 1'de Erzurum'da kış aylarındaki hava kirliliğinden dolayı kentin üzerine çöken inversiyon tabakası görülmektedir.



Şekil 1. Erzurum'da hava kirliliği ve inversiyon tabakası

Erzurum kentinde yanlış bir uygulama sonucu kurulan toplu konut bölgeleri güney ve güney-batı kesimlere yerleştirilmiştir. Bu alanlar hakim rüzgarı arkasına alarak kirleticilerini şehre doğru getirecek şekilde kurulmuştur. Kuruluşu tamamlanmış sayılabilecek Yenişehir toplu konut bölgesi hakim rüzgara hemen hemen uygun olduğundan bölgede hava kirliliği kent merkezine oranla oldukça düşük olup, bölgenin konum itibarı ile durumu kente zarar vermektedir. Benzer şekilde Dadaşkent bölgesinde de aynı durum söz konusudur (Anonim 1995b). Erzurum Doğu Anadolu Bölgesi'nin önemli şehirlerinden biri olup, son 10-15 yılda yoğun bir şekilde hava kirliliğine maruz kalmıştır. 1980'li yıllardan beri giderek artan hava kirliliğinin en önemli nedeni kullanılan fosil kökenli yakıtların kalori değerlerinin düşük, kükürt ve kül içeriğinin yüksek olmasıdır. Şekil 2'de kış aylarında konutların ısıtılmasıyla bacalardan çıkan dumanın havayı nasıl kirlettiği görülmektedir.

Erzurum'da kış aylarında çok düşük sıcaklıklarda, dizel motorlu araçların çalışmalarındaki zorluklardan dolayı Erzurum'da benzinli araç sayısı fazladır ve benzinle çalışan taşıtların ilk çalışmaları sırasında soğuk havalarda atmosfere bıraktıkları kirleticiler hava kirliliğini artırmaktadır (Anonim 1998a). Erzurum İl

Trafik Tescil Şube Müdürlüğü'nden alınan verilere göre Erzurum'da toplam motorlu taşıt sayısı 44.282'dir (Anonim 2002a). T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsünden alınan verilere göre en son yapılan sayımlara göre Erzurum İli'nin nüfusu 366.962'dir (Anonim 2000). Erzurum İl Trafik Tescil Şube Müdürlüğü'nden alınan veriler, T.C Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsünden alınan nüfus verilerine oranlandığında kişi başına düşen motorlu taşıt sayısının yaklaşık 0.121 olduğu belirlenmiştir.



Şekil 2. Erzurum'da konutların ısıtılmasından kaynaklanan hava kirliliğine bir örnek

Erzurum kentinin hava kirliliği haritasını hazırlamak için öncelikle Erzurum Büyük Şehir Belediyesi'nden 1/5000'lik nazım imar planı alınmıştır. Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezi'nden ve Erzurum Bölge Hıfzısıhha Enstitüsü Müdürlüğü'nden 1992-2002 yılları arasında ölçülen SO<sub>2</sub> değerleri tablo 2'de, partikül madde değerleri ise tablo 3'de verilmiştir. Kentin 6 farklı yerinde kurulmuş olan Üniversite, 12 Mart, Aziziye, Demiryolu, Belediye, Hıfzısıhha istasyonlarında yapılan ölçümler dikkate alınmıştır. Bu istasyonlarda 1992-2002 yılları arasında yapılan ölçümlerin ortalamaları alınarak yoğunluklarına göre 4 farklı sınıf oluşturulmuştur. Bu sınıflandırmaya göre 1992-2002 yılları arasında ölçüm istasyonlarından alınan ortalama değerlere göre en düşük SO<sub>2</sub> ortalaması 117 µg/m<sup>3</sup> olarak Atatürk Üniversitesi İstasyonunda ölçülmüştür. En yüksek ortalama değer ise 314 µg/m<sup>3</sup> olarak belediye istasyonunda ölçülmüştür (Şekil 3). Aynı tarihler arasında ölçüm istasyonlarından alınan değerlere göre en düşük partikül madde ortalaması 65 µg/m<sup>3</sup> olarak Atatürk Üniversitesi İstasyonundan, en yüksek ortalama değer ise 226 µg/m<sup>3</sup> olarak kent merkezinin hava kirliliği ölçümünü yapan belediye istasyonundan alınmıştır (Şekil 4).

Tablo 2. 1992-2002 yılları arasında Erzurum ilinde ölçülen yıllık SO<sub>2</sub> ortalamaları (µg/m<sup>3</sup>) (Anonim 2002b)

Yıl	Üniversite	12 Mart	Aziziye	Demiryolu	Belediye	Hıfzısıhha
1992	195	311	338	411	557	369
1993	275	382	407	495	575	474
1994	126	235	255	334	435	292
1995	78	143	179	182	272	185
1996	68	116	134	113	191	152
1997	93	147	163	166	235	172
1998	99	137	171	150	213	175
1999	82	104	141	135	152	151
2000	94	140	149	129	-	173
2001	95	113	137	130	277	157
2002	85	120	159	133	236	179
<b>Ortalama</b>	<b>117</b>	<b>177</b>	<b>203</b>	<b>216</b>	<b>314</b>	<b>225</b>

Tablo 3. 1992-2002 yılları arasında Erzurum ilinde ölçülen yıllık partikül madde ortalamaları (µg/m<sup>3</sup>) (Anonim 2002b)

Yıl	Üniversite	12 Mart	Aziziye	Demiryolu	Belediye	Hıfzısıhha
1992	94	244	267	289	351	260
1993	132	317	351	314	387	307
1994	77	190	206	228	348	203
1995	47	106	94	135	170	104
1996	31	68	81	68	111	72
1997	46	86	118	96	151	88
1998	46	102	152	103	153	114
1999	49	95	154	128	116	113
2000	39	115	171	109	0	133
2001	91	118	155	100	237	132
2002	64	145	181	100	239	151
<b>Ortalama</b>	<b>65</b>	<b>144</b>	<b>175</b>	<b>152</b>	<b>226</b>	<b>152</b>

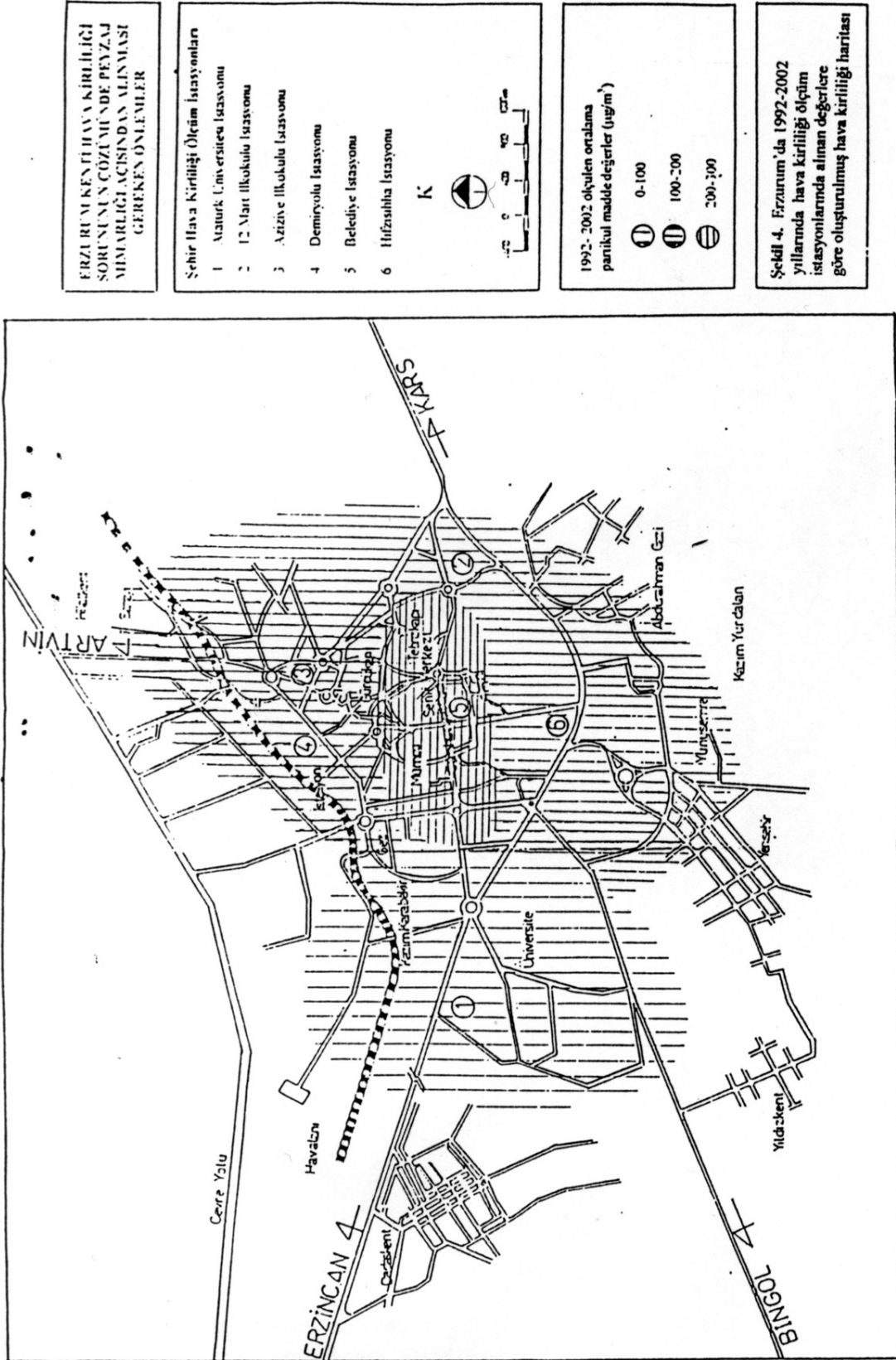
Erzurum'da hava kirliliği insan ve çevre sağlığı açısından ihmal edilmeyecek düzeylere ulaşmıştır. Hava kirliliği, doğal olaylar ve insan aktiviteleri gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır. Erzurum'da hava kirliliği daha çok insan aktivitelerinden kaynaklanmaktadır. Halkın %66'sı da yapılan ankette en önemli çevre sorununun hava kirliliği olduğunu belirtmiştir. Erzurum'da hava kirliliğine neden olan en önemli faktör konutların ısıtılması için yakılan yakıtlardır. Halkın görüşü de bunu doğrulamaktadır. Çünkü kent halkının %85'i kirliliğin ısınma amacıyla kullanılan yakıttan kaynaklandığını belirtmiştir. Kent halkının %26'sı hava kirliliğini azaltabilmek için kaliteli yakıt kullanmanın, %10'u da bacalara filtre takılmasının etkili olacağını söylemiştir.

Devlet İstatistik Enstitüsü verilerine göre Erzurum kent merkezinin nüfusu 1985 yılında 246.053 iken 2000 yılında nüfus 366.962'ye çıkmıştır (Anonim 2000). Bu da ilimizde nüfusla birlikte konut sayısının da hızla

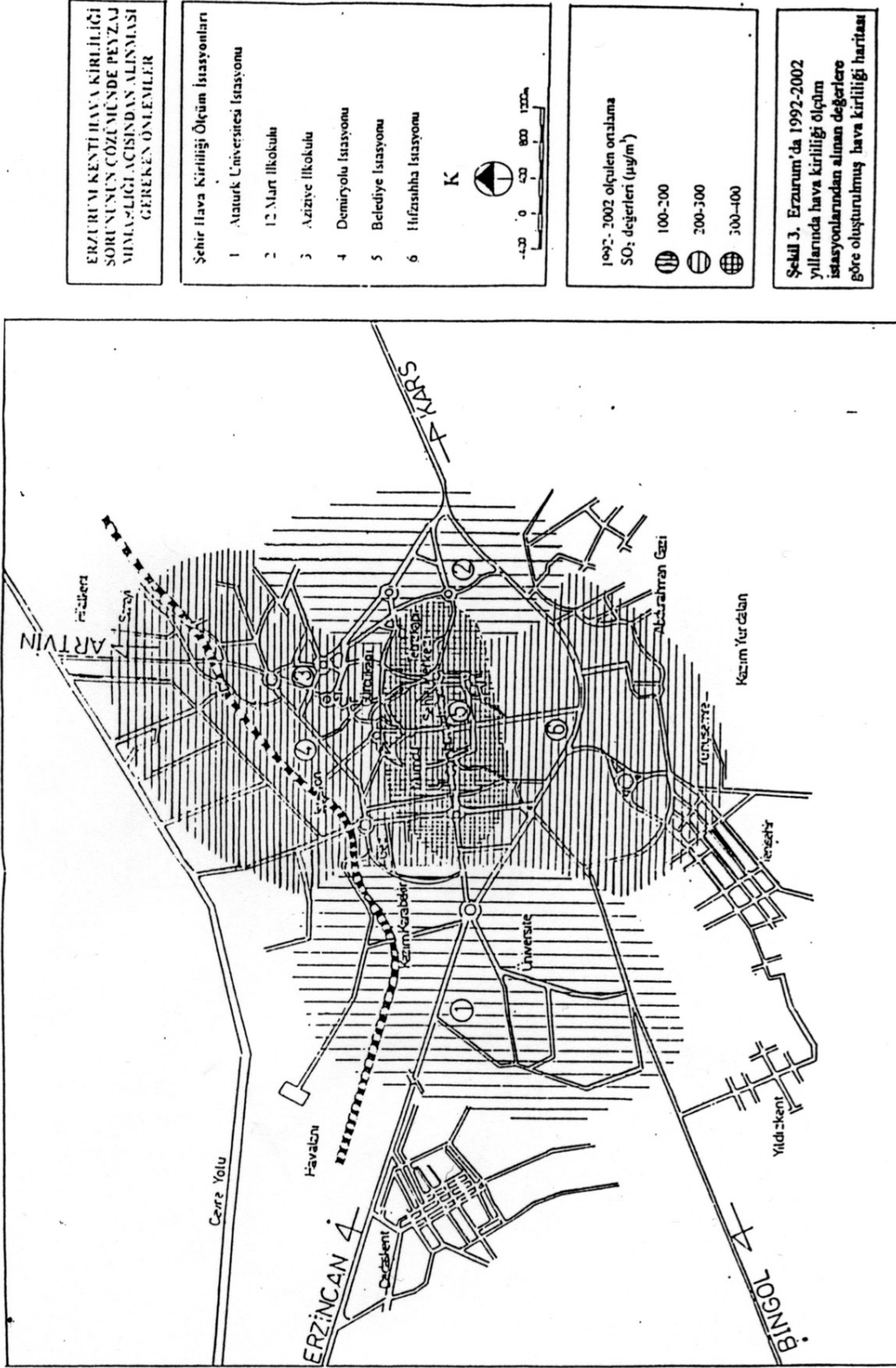
artmasını gerektirmektedir. Yeni yerleşim bölgelerinin hızla büyümesi ile hava kirleticiler de artmakta ve kent merkezine doğru taşınarak buranın da hava kalitesini kötüleştirmektedir.

Yapılan anket çalışması sonucunda da kent halkının %91'i hava kirliliğinden en çok kent merkezinde rahatsız olduklarını belirtmişlerdir. Kent bütününde hava kirliliği kış aylarında olmaktadır. Nitekim halkın %94'ü de kirlilikten en fazla kışın etkilendiklerini ifade etmişlerdir.

Meteoroloji İl Müdürlüğünden alınan veriler incelendiğinde Erzurum kentinde hava kirliliğinin fazla olduğu kış aylarında rüzgar hızı düşüktür. Bu nedenle kirleticiler yatay yönde çevreye yayılmadan şehrin üzerine çökerek uzun süre etkili olmaktadır. Diğer taraftan birçok kış gününde oluşan inversiyon tabakası da düşey yönde (yukarıya doğru) kirleticilerin yayılmasını engelleyince kirleticiler kentin üzerinde bir kara bulut tabakası gibi çökmektedir.



Şekil 3.



Şekil 4.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Erzurum kentinde hava kirliliğinin asıl sebebi ısınma amaçlı yakıt kullanımı ve trafik olarak belirlenmiştir. Kentin topoğrafik yapısını değiştirmek mümkün olmadığına göre, bundan sonra yerleşime açılan alanlarda hakim rüzgar yönü dikkate alınmalıdır. Kat yükseklikleri ve kullanıma açılan caddeler rüzgar hızını kesmeyecek şekilde yönlendirilmelidir.

Kirlilik ölçüm değerlerinin en az olduğu yer bitkilendirmenin en yoğun olduğu üniversite kampüsü olarak belirlenmiştir. Bu nedenle kentte bitkilendirme çalışmalarına önem vermek gerekmektedir. Kirliliğin azaltılmasında karayolu peyzaj planlaması bir başlangıç olarak alınmalıdır. Kente giriş yolları Ilıca ilçesinden girişte olduğu gibi, yoğun olarak ağaçlandırılmalıdır.

Kente kalitesiz yakıt girişi engellenerek, kökürt içeriği düşük ve kalorisi yüksek yakıtların temin edilmesi gerekmektedir. Fuel-oil kullanımının kirliliği azalttığı belirlenmiştir (Özbay vd., 1991). Ancak ekonomik faktörlerden dolayı kömür kullanımına dönüş başlamıştır. Özellikle kentte mevcut ya da gelecekte kurulacak olan toplu konut bölgelerinin doğal gaz ile ısıtılması oldukça uygun olacaktır. Ülkemizin doğu ya da kuzey doğusunda yer alan ülkelerde mevcut doğal gazın kente getirilmesi ile mevcut hava kirliliğinin önemli ölçüde azalacağı bir gerçektir. Örneğin yalnızca Yenişehir de doğal gaz kullanımı yılda yaklaşık olarak 30.000 ton'luk bir yakıtın yakılmaması demektir. Bunun sonucuna bağlı olarak da kentte hava kirliliğinde en az %25'lik bir azalma söz konusu olacaktır. Aynı uygulamanın Dadaşkent bölgesinde de yürürlüğe sokulması Erzurum kentine temiz bir nefes aldıracaktır.

Isınma amaçlı başka enerji kaynaklarının kullanımı gerekmektedir. Erzurum kenti ve civarı jeotermal kaynaklar açısından zengin sayılabilecek bir bölgedir. Özellikle kente yakın bölgelerden Ilıca, Tekman, Hasankale'de mevcut olan jeotermal suların ısı kayıpları minimum olan borularla kente getirilmesi teknolojik olarak mümkün görülmektedir (Anonim 1995 b). Bu konuda TÜBİTAK 'a yapılan bir proje uygulama aşamasındadır.

Kent içindeki mevcut yeşil alanların artırılması ve iklimsel şartlara uygun ağaçlandırılmaya gidilmesi önemli bir fayda sağlayacaktır. Nitekim açık ve yeşil alanların hava kirliliğine etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir araştırmada 1 hektar genişliğindeki bir ladin ormanının 32 ton, çam ormanının 36,4 ton kayın ormanının ise 68 ton kadar tozu tutabileceği belirtilmektedir. Bir yerleşim alanından 2 km uzakta bulunan bir orman havasının, bir yerleşim alanının havasına oranla %70 oranında daha az toz parçacıkları içerdiği araştırmalarla ortaya konmuştur. Hatta yapraksız oldukları kış dönemlerinde bile ağaçlar tozları %60 oranında filtre edebilmektedirler. Ağaçlar mevcut yaprak ağırlığının 5-10 katına kadar toz tutabilmektedir (Anonim 1998b).

Hava kirliliğinin en yoğun olduğu kent merkezinde yeşil alanlar bina yapımı ve yol amacı ile yok edilmiştir. Bu açıdan yapılabilecekler arasında kent içinde daha fazla yapılaşmaya izin verilmemesi ve yeni yeşil alan açılması için mevcut gecekondular bölgeleri zamanla tasfiye edilmesi sayılabilir. Yeni yapılan toplu konut bölgeleri süratle ağaçlandırılmalı ve kentin batı ve güney bölgelerinde yapılan yeşil kuşak ağaçlandırma çalışmaları kuzey ve güney bölgelere de kaydırılmalıdır.

Kent merkezinde kirlilik daha yoğun olduğundan merkezden başlamak üzere hem soğuğa hem de hava kirliliğine dayanıklı olan bitki türlerini peyzaj mimarlığı prensiplerini de göz önüne almak üzere uygun olan yerlerde bitkilendirme yapmak gerekmektedir. Taşıtlardan kaynaklanan hava kirliliğinin azaltılması için kent içinde yol kenarı orta refüj ve kavşaklarda doğru bitkiler kullanılmalıdır. Belediyelerin Park ve Bahçeler Müdürlüklerinde görev alacak kişiler bu konuda eğitim almış olmalıdır. Büyük Şehir Belediyesi bu konuda yoğun çalışmalarını sürdürmektedir. Ancak dikilen bitkilerin daha sonra bakımı düzenli yapılmadığı için başarı şansı biraz azalmaktadır. Caddelere dikilen bitkilerin bir kısmının tahrip edildiği görülmektedir. Bu nedenle halkın bu konuda bilinçlendirilmesi ve yeşil alanların faydalarının anlatılması gerekmektedir.

Hava kirliliğine dayanıklı ve kentte iyi gelişme gösteren bitki türlerinden *Robinia pseudoacacia*, *Acer negundo*, *Acer platanoides*, *Populus alba*, *Ulmus glabra*, *Pinus sylvestris*, *Crateagus monogyna*, *Fraxinus spp.* gibi bitkiler yoğun olarak kullanılabilir.

Kent içindeki resmi kurum ve kuruluşlar, okullar, park ve bahçeler, çocuk oyun alanları, spor sahaları hava kirliliğine dayanıklı bitki türleriyle yine peyzaj mimarlığı prensiplerine uygun bir şekilde ağaçlandırılmalıdır. Müstakil ev ve toplu konut alanlarında açık-yeşil alanlara gereken önem verilmeli ve bitkilendirme çalışması yapılmalıdır. Yerel yönetim tarafından yapılan "En güzel bahçe yarışması" bundan sonra yapılacak çalışmalara ışık tutmak açısından yararlı olacağı sanılmaktadır.

Yıldızkent ve Artvin yolu üzerinde kurulmuş olan Hilal kentte çok katlı binalar bulunmaktadır. Bu binalar rüzgar sirkülasyonuna engel olup özellikle kış aylarında kirliliğin havanın uzaklaşmadan kent üzerinde çöküp kalmasına neden olduğundan Yıldızkent ve Hilalkent'te yüksek katlı binaların yapımına izin verilmemelidir. Erzurum'un güney batı kesimine düşen Yıldızkent ve kuzey doğu kesimine düşen Hilalkent'te bina sayısı hızlı bir şekilde artmakta, Yıldızkent Çat yoluna, Hilalkent'te Artvin yoluna doğru yapılaşma devam etmektedir. Bu durumu önlemek için Barner (1983)'in önerdiği yeşil ring (Yeşil kuşak) sistemi Erzurum kenti için de uygulanabilir.

## KAYNAKLAR

- Altunkasa, M.F., 1987. Çukurova Bölgesi'nde Biyoklimatik Veriler Kullanılarak Açık ve Yeşil Alan Sistemlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 224, Adana.
- Anonim, 1995a. Çevre Notları. Çevre Bakanlığı Çevre Eğitimi ve Yayın Daire Başkanlığı, 55s, Ankara.
- Anonim, 1995b. Temiz Hava Planı Erzurum Alt Projesi (Nihai Rapor). Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Erzurum.
- Anonim, 1998a. Türkiye'nin Çevre Sorunları'99. Türkiye Çevre Vakfı Yayını.
- Anonim, 1998b. Açık ve Yeşil Alanların Hava Kirliliğine Etkisi. Bilim ve Teknik Dergisi, 369, 92-94.
- Anonim, 2000. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü. ISBN 975-19-2938-5, Yayın No: 2514.
- Anonim, 2001. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Çevre İstatistikleri.
- Anonim, 2002a. Erzurum İl Trafik Şube Müdürlüğü Verileri, Erzurum.
- Anonim, 2002b. Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezi Hava Kirliliği Ölçüm Değerleri, Erzurum.
- Barış, M., 1995. Ankara Kentinde Hava Kirliliği Sorununun Çözümünde Peyzaj Mimarlığı Açısından Alınması Gereklî Önlemler. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 151s, Ankara.
- Barner, J., 1983. Experimentelle Landschaftsökologie. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- Çepel, N., 1988. Peyzaj Ekolojisi Ders Kitabı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Toprak İlimi ve Ekolojisi Anabilim Dalı, 228, İstanbul.
- Doğanay, H., 1983. Erzurum'un Şehrsel Fonksiyonları Ve Başlıca Planlama Sorunları. Atatürk Üniv. Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Doktora Tezi (Yayınlanmamış), 425, Erzurum.
- Elbir, T., Müezzinoğlu, A., Bayram, A., 2000. Evaluation of some air pollution indicators in Turkey. Environment International 26 (2000) : 1-5.
- Eymirli, S., 1994. Erzurum Kenti Açık Ve Yeşil Alanlarının Saptanması Ve Kentiçi Açık-Yeşil Alan İlkeleri Yönünden Araştırılması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 103, Adana.
- Güllü, G., 1999. Çevrenin Önemi, İstanbul'da Yaşanan Hava Kirliliği ve Kaliteli Kömür Kullanımının Hava Kalitesine Etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Mahalli İdareler ve Yerinden Yönetim Bilim Dalı, 167, İstanbul.
- Kainulainen, P., Satka H., Mustainemi A., Holopainen J. and Oksanen J., 1993. Conifer Aphids in An Air-Polluted Environment II. Host Plant Quality. Environmental Pollution, 80(2), 193-200.
- Nilsson, K., Randrup T. B., 1997. Şehir ve Çevresi Ormanlığı. XI. Dünya Ormanlık Kongresi Bildirileri, 13-22 Ekim 1997, 1, 72-86, Antalya.
- Özbay, O., Bayramoğlu M., Keskinler B., Topçu N. ve Boyabat N., 1991. Erzurum'da Hava Kirliliği Üzerine Çevresel ve Atmosferik Parametrelerin Etkisinin Sümülasyonu, Kimya 91. Kimya ve Kimya Mühendisliği Sempozyumu, Tebliğler Kitabı, 379, Gazimagusa.
- Payan, F., Ertürk F., 2002. SO<sub>2</sub> ve NO<sub>x</sub> Kirleticilerinin 1995-1996 Kış Sezonunda Bursa İçin Hava Kirliliği Haritalarının Oluşturulması. Ekoloji Çevre Dergisi, Ekim-Kasım-Aralık, yıl:12, sayı:45, issn:1300-1361.
- Wermann, E., 1997. Orman Üzerindeki Hava Kirliliği Etkilerinin İzlenmesi. XI. Dünya Ormanlık Kongresi Bildirileri, 13-22 Ekim 1997, cilt1, s:149, Antalya
- Yıldız, N., Bircan H., 1994. Araştırma Ve Deneme Metodları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, 266, Erzurum.
- Zundel, R., 1987. Naturschutz und Landschafts- Pflege. Die Forestbetriebsdient, Band 3. BLV Verlagsgesellschaft, München, Wien, Zürich.