

Samsun Bölgesindeki Hava Kirliliğinin Neden Olduğu Hastalıkların İstatistiksel Modellenmesi

Mehmet Ali CENGİZ¹, Talat ŞENEL¹, Erol TERZİ¹, Nurettin SAVAŞ², Yüksel TERZİ¹

¹ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen-Ed.Fak., İstatistik Bölümü, Samsun, TÜRKİYE

² Erzincan Üniversitesi, İİBFak., İşletme Bölümü, Erzincan, TÜRKİYE

Sorumlu Yazar: tlsenel@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 13.12.2012

Kabul Tarihi: 05.02.2013

Özet

Hava kirliliği insan sağlığı üzerine pek çok etkisi vardır. Bu çalışmada amaç Samsun'da hava kirliliğinin özellikle astım ve bronşit hastaları üzerine etkilerinin neler olduğunu incelemektir. Son yıllarda pek çok hastalığın görülme sıklıkları artmıştır. Astım artan bu hastalıklardan en önemlisidir. Ayrıca bronşit ve solunum yolu enfeksiyonları da diğer artan hastalıklardır. Bu artışın nedeni hava kirliliğinin etkisi de olabilir. Genelleştirilmiş tahmin denklemleri (GTD) kullanılarak hava kirlleticileri ile astım-bronşit semptomları arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hava kirliliği, Genelleştirilmiş tahmin denklemleri, Astım, Bronşit

Statistical Modelling of Diseases Caused by Air Pollution in Samsun

Abstract

Air pollution has many effects on the human health. The purpose of this study will be to examine what is known about how air pollution affects health, especially patients with Asthma and bronchitis in Samsun. Over the past several years the incidence of a number of diseases has increased greatly. Asthma is perhaps the most important disease with an increasing incidence, but other diseases, such as bronchitis and respiratory infections also have been increasing. The cause of these increases may be due at least in part to the effects of air pollution. Relationships between symptoms of asthma and bronchitis were searched using generalized estimating equations.

Keywords: Air pollution, Generalized estimating equation, Asthma, Bronchitis

GİRİŞ

Hava Kirliliği; soluduğumuz dış havadaki kükürt dioksit (SO₂), partiküler madde (PM), nitrojen oksitleri (NO_x) ve ozon (O₃) gibi kirleticilerin çevre ve sağlık üzerinde olumsuz etkiler yapacak düzeylerde olması şeklinde tanımlanabilir. Bu kirlilik atmosferde doğal süreçleri bozmakta ve toplum sağlığını olumsuz yönde etkilemekte olup, dünyada son 30 yıldır hava kirliliği düzeyleri düzenli olarak izlenmesine ve mücadele edilmesine rağmen, özellikle büyük metropollerde kirlilik düzeyleri halen güvenli kabul edilen sınırların üzerinde seyretmektedir.

Hava kirleticilerinin sağlık üzerindeki akut ve kronik etkileri özellikle büyük kentlerdeki morbidite ve mortalite çalışmalarıyla son 20 yılda yoğun olarak literatürde yer almaktadır. Yapılan çalışmalarda, hava kirliliğinin çocuklarda akut solunum yolu enfeksiyonu riskini artırdığı, genel olarak hava kirliliği ataklarına bağlı olarak kardiyorespiratuar morbidite ve mortalitede artış olduğu gözlenmektedir (Wilson ve Spengler, 1996). Hava kirliliği araştırmalarının çıkış noktası, 1934'te Belçika'da Meuse Vadisinde, 1947'de ABD'de Donora'da ve 1952'de Londra'da bir aydan kısa sürede binlerce kişinin ölümüyle sonuçlanan ve çok yüksek PM emisyonlarının atmosferik inversiyon olayları ve topografik yapıdan kaynaklanan hava kirliliği episodları olmuştur (Lipfert, 1994). Bu felaketler sonucu ilk defa Londra'da emisyon kontrolü yaklaşımı ortaya çıkmış ve kömür kullanımına kısıtlamalar getirildiği kaydedilmiştir. Hava kirliliği kontrolünün kanuni süreçlere girmesiyle dünyanın bir çok ülkesinde yerel ve Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) belirlediği kirletici limit değerleri ve emisyon kriterleri kullanılmaktadır.

Türkiye'de geçerli olan hava kalitesi kriterleri, DSÖ standartları kabul edilerek kükürt dioksit, PM ve diğer seçilmiş gaz kirleticilerin konsantrasyonlarının yaz ve kış dönemlerindeki kabul edilebilir değerlerinden oluşmakta olup 1986 yılında Resmi Gazete'de yayınlanmıştır. Ülkemizdeki hava kirliliği sorunu büyük kentlerde 1990'lı yılların ortalarında ısınma amaçlı olarak doğal gaz kullanımına geçilmesiyle (Ankara ve İstanbul) yapı değiştirmekle birlikte, trafik kaynaklı hava kirliliği sorunu özellikle İstanbul'da hala süregelmektedir. Dünyada son yıllarda yapılan çalışmalarda, hava kirliliğinin gittikçe Güneydoğu Asya ülkelerine kaydığı ve bu bölgelerde tehlikeli boyutlara ulaştığı, buna bağlı olarak genel, respiratuar ve kardiyovasküler mortalitede

artış olduğu, respiratuar ve kardiyovasküler olaylara bağlı hastane başvurularında yükselme eğilimi olduğu bildirilmektedir (Sastry, 2002).

Türkiye’de hava kirliliği Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından, su kirliliğinden sonra ikinci sırada ele alınmakta olup (TÜİK, 1998) sağlık üzerindeki etkileri çeşitli boyutları ile değişik merkezler tarafından araştırılmaya devam edilmekle beraber, gelişmiş ülkelerde uygulanan ileri metotlarla yapılan standart çalışmalar henüz ülkemizde yapılamamıştır. Bununla birlikte, İstanbul’da yapılan bir çalışmada günlük PM oranları ile genel mortalite arasında anlamlı ilişki gözlenmiştir (Şahin, 2000). Yine, 0-2 yaş grubundaki çocuklarda hava kirliliği düzeylerindeki artışla bronşit, sinüzit ve pnömoni gibi solunum yolu hastalıklarındaki artış yanında Aralık-Ocak aylarındaki hastane yatışları arasında pozitif bir ilişki olduğu saptanmıştır (Olgun, 1996). Aynı kentte erişkinlerde PM düzeyi ile akut solunum yolları hastalıkları nedeniyle yapılan hastane başvuruları arasında anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür (Bebek, 1996). Hava kirliliği ile rinit prevalansının araştırıldığı başka bir çalışmada da, kirlilik düzeyleri ile rinit prevalansı arasında ilişki bulunmuştur (Keles ve ark., 1999). İzmir’deki bir çalışmada değişik klimatolojik verilerle PM ve SO₂ düzeyleri ile artmış nazal rezistans arasında anlamlı ilişki olduğu bildirilmektedir (Özüer ve ark., 1999). Eskişehir’de SO₂ düzeyleri ile üst ve alt solunum yolu enfeksiyonları, KOAH ve kor pulmonale nedeniyle acil hastane başvurularında artış arasında ilişki bulunmuştur (Ünsal ve ark., 1999). İzmit’te de PM konsantrasyonu ve havadaki nem oranı ile ilişkili olarak astıma bağlı hastane başvurularında artış gözlenmiştir (Çelikoğlu, 1999). Gaziantep’teki bir çalışmada da hava kirliliği astımlılarda yaşam kalitesinde düşme, gece semptomlarında artış ve bronkodilatör tedaviyi kullanmada artış ile anlamlı bir ilişki göstermiştir (Ergenoğlu ve ark., 2001). Ankara’da son zamanlarda yapılan bir çalışmada da SO₂ ve PM konsantrasyonu ile astıma bağlı acil başvurular arasında ilişki saptanmıştır (Berктаş ve ark., 2003). Denizli’de Fişekçi ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada bir önceki haftanın SO₂ ve PM ortalaması ile KOAH’a bağlı acil hastane başvuruları arasında korelasyon gözlenmiştir (Fişekçi ve ark., 1999). Yine günlük SO₂ ve PM miktarlarındaki artışlar ile KOAH’a bağlı acil başvurulardaki relatif risk oranının arttığı ifade edilmiştir. Benzer şekilde, kış aylarındaki son beş günün ortalama SO₂ konsantrasyonları ile astım atakları nedeniyle hastane başvuruları arasında bir korelasyon bulunduğu belirtilmiştir (Fişekçi ve ark., 2000).

Bu çalışmada hava kirliliği ölçümünün yapıldığı Samsun Doğum ve Çocuk Bakımevi (Doğumevi) Hastanesi civarında yaşayan 121 astım, bronşit ve KOAH hastasına ulaşılmıştır. Bu hastalara 12 ay boyunca aylık olarak Göğüs Hastalıkları uzmanları yardımıyla oluşturulan anket, hastaların izni alınarak uygulanmıştır. Bu anket formu, geçen ay boyunca öksürük olup olmadığı, varsa artış olup olmadığı, balgam olup olmadığı, varsa balgamın türü ve göğüs ağrısı olup olmadığı gibi sorular içermektedir. Ayrıca aynı döneme ait hava kirleticilerin ölçümleri Çevre ve Orman Bakanlığı Samsun Bölge müdürlüğünden elde edilmiştir. Bu veriler kullanarak hava kirliliği ölçümlerindeki değişimin astım, bronşit ve KOAH hastalarındaki öksürük, nefes darlığı ve göğüs ağrısı şikayetleri üzerine etkisi olup olmadığı Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri yaklaşımıyla incelenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Longitudinal verilerle çalışıldığında, yanıt değişkeni normal dağılım gösteriyorsa, bu durumda analizde çok büyük problem yaşanmaz. Nitekim, bu tür verilerin analizi için dağılımsal varsayımların ve tasarımların dikkate alındığı çok sayıda süreç vardır. Yanıt değişkeninin, likert ölçeği ile ölçümlendiği durumlarda olduğu gibi, normal dağılım göstermediği çalışmalarda Ağırlıklı En Küçük Kareler ya da Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri yöntemlerinden birine başvurulur. Ancak bu yöntemler arasında daha etkin olanı, gözlemler arasındaki ilişkiyi de dikkate aldığından, Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri (GTD) tahmin yöntemidir.

GTD metodolojisi ilk kez 1986 yılında Liang ve Zeger tarafından binom dağılımında olduğu gibi iki şıklı yanıt değişkeninin bulunduğu durumlarda, özellikle denklemde bir de eş değişken varken kullanılmak üzere geliştirilmiş, daha sonra Prentice tarafından 1988 yılında sıralı yanıt değişkeni için birikimli logit, birikimli probit modellerine genellenmiştir (Preisser ve Koch, 1997; Agresti, 1999; Lipsitz ve ark., 1974).

GTD yaklaşımında her bir denek bir küme olarak adlandırılır. Farklı kümeler için elde edilen gözlemlerin bağımsız, aynı küme için elde edilen gözlemlerin ise birbiriyle ilişkili olduğu düşünülür. GTD yöntemi, etkinliği arttırmak amacıyla bu ilişkiyi de dikkate alan tahmin tekniğidir. Söz konusu ilişki $R(\alpha)$ ile gösterilen $(n_i \times n_i)$ boyutlu simetrik matrisle ifade edilir. Bu matrise aynı zamanda

“üzerinde çalışılan ilişki matrisi” de denilir (Zeger ve Liang, 1986). Matrise bu ismin verilmesinin bir nedeni, bu ilişkinin yanlış tanımlanmış olma ihtimalinden kaynaklanmaktadır.

Quasi-likelihood fonksiyonunu GTD’ne uygulayabilmek amacıyla, yanıt vektörünün ortalama ve kovaryansı düşünülmelidir. Buna göre quasi-likelihood yaklaşımında üzerinde çalışılan kovaryans matrisi eşitlik (1)’de olduğu gibi hesaplanır:

$$V_i = A_i^{1/2} R_i(\alpha) A_i^{1/2} \quad (1)$$

Burada;

A_i $n_i \times n_i$ boyutlu köşegen matrisini $A_i = \text{diag}(h(\mu_{ij}))$

$R_i(\alpha)$ üzerinde çalışılan ilişki matrisini göstermektedir.

(1) eşitliğinde denekler t zamanlarında t_{ij} kez gözlenmişlerdir. Buna göre $j=1, \dots, n_j$ olmaktadır. Farklar vektörü aşağıdaki gibi tanımlanmış olsun:

$$S_i = y_i - \mu_i \quad (2)$$

Quasi-likelihood fonksiyonu longitudinal veri seti dikkate alındığında, (2) eşitliğindeki S_i vektörü de kullanılmak üzere, regresyon parametrelerinin tahmini aşağıdaki gibi olacaktır:

$$\sum_{i=1}^K D_i^T V_i^{-1} S_i = 0 \quad (3)$$

Burada; $D_i = \frac{\partial \mu_i}{\partial \beta}$ olarak tanımlanan vektörünü $(\mu_i = (\mu_{i1}, \dots, \mu_{in})')$, V_i , (1)

eşitliğinde tanımlanan kovaryans matrisini, $i=1, \dots, K$ olmak üzere denekleri göstermektedir. GTD yönteminde regresyon katsayıları tahminleri olasılıklar oranı yardımıyla hesaplanmakta ve yorumlar bu tahminlere göre yapılmaktadır.

Eşitlik (1) dikkate alınarak $R(\alpha)$ aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$R(\alpha) = \begin{bmatrix} A_{i1}^{-1/2} V_{i1} A_{i1}^{-1/2} & \rho_{i12} & \cdots & \rho_{i1t} \\ \rho_{i21} & A_{i2}^{-1/2} V_{i2} A_{i2}^{-1/2} & \cdots & \rho_{i2t} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \rho_{it1} & \rho_{it2} & \cdots & A_{it}^{-1/2} V_{it} A_{it}^{-1/2} \end{bmatrix} \quad (4)$$

GTD yaklaşımda çalışma korelasyon matrisi denilen farklı korelasyon yapıları söz konusudur. Bunlar yapılandırılmamış korelasyon, bağımsız korelasyon yapısı, değiştirilebilir korelasyon yapısı, otoresif korelasyon yapısı, M-bağımlı korelasyon yapısı ve sabit korelasyon yapısıdır.

Bu çalışmada yukarıda bahsedilen 6 tip korelasyon yapısı üzerinde detaylı durulmamıştır. Farklı korelasyon yapıları denenerek en uygun olan ile istatistiksel analiz yapılmıştır.

SONUÇLAR

Hava kirliliği ölçümünün yapıldığı Samsun Doğum ve Çocuk Bakımevi (Doğumevi) Hastanesi civarında yaşayan 121 astım, bronşit ve KOAH hastasına ulaşılmıştır. Bu hastalara 12 ay boyunca aylık olarak Göğüs Hastalıkları uzmanları yardımıyla oluşturulan anket uygulanmıştır. Bu anket formu, geçen ay boyunca öksürük olup olmadığı, varsa artış olup olmadığı, balgam olup olmadığı, varsa balgamın türü ve göğüs ağrısı olup olmadığı gibi sorular içermektedir. Ayrıca aynı döneme ait hava kirlleticilerin ölçümleri Çevre ve Orman Bakanlığı Samsun Bölge müdürlüğünden elde edilmiştir. Bu veriler kullanarak hava kirliliği ölçümlerindeki değişimin astım, bronşit ve KOAH hastalarındaki öksürük, nefes darlığı ve göğüs ağrısı şikayetleri üzerine etkisi olup olmadığı Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri yaklaşımıyla incelenmiştir.

Uygulanan anket formundan elde edilen bilgilerden hareketle aşağıdaki analizler yapılmıştır. Bütün Analizler SAS 9.1 programında Makro yazılıyla gerçekleştirilmiştir.

Aylık hava kirliliği verilerinin öksürük, nefes darlığı ve balgam durumunu etkileyip etkilemediğini araştırmak amacıyla öksürük, nefes darlığı ve balgam durumunun binary bağımlı değişken, SO₂, PM₁₀ ve mevsim değişkenin açıklayıcı değişken olduğu logit modeli uygulanmış ve Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri yaklaşımı kullanılmıştır. Modelin uyum iyiliği sonuçları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Öksürük, nefes darlığı ve balgam modellemesi için uyum iyiliği sonuçları

Şikayet	Kriter	SD	Değer	Değer/SD
Öksürük	Deviance	121	769.380	0,6358
	Scaled Deviance	121	769.380	0,6358
	Pearson Chi-Square	121	639.651	0,5286
	Scaled Pearson Chi-square	121	639.651	0,5286
	Log Likelihood		-384.690	
Nefes Darlığı	Deviance	121	751.234	0,6208
	Scaled Deviance	121	751.234	0,6208
	Pearson Chi-Square	121	621.563	0,5136
	Scaled Pearson Chi-square	121	621.563	0,5136
	Log Likelihood		-384.690	
Balgam	Deviance	121	682.547	0,5641
	Scaled Deviance	121	68,2547	0,5641
	Pearson Chi-Square	121	521.123	0,4346
	Scaled Pearson Chi-square	121	521.123	0,4346
	Log Likelihood		-384.690	

Öksürük, nefes darlığı ve balgam için değiştirilebilir korelasyon yapısı kullanıldığında çalışma korelasyon matrisi Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Öksürük, nefes darlığı ve balgam için çalışma korelasyon matrisi sonuçları

Şikayet		Col1	Col2	Col3	Col4
Öksürük	Row1	10.000	0.4648	0.4648	0.4648
	Row2	0.4648	10.000	0.4648	0.4648
	Row3	0.4648	0.4648	10.000	0.4648
	Row4	0.4648	0.4648	0.4648	10.000
Nefes Darlığı	Row1	10.000	0.5138	0.5138	0.5138
	Row2	0.5138	10.000	0.5138	0.5138
	Row3	0.5138	0.5138	10.000	0.5138
	Row4	0.5138	0.5138	0.5138	10.000
Balgam	Row1	10.000	0.5328	0.5328	0.5328
	Row2	0.5328	10.000	0.5328	0.5328
	Row3	0.5328	0.5328	10.000	0.5328
	Row4	0.5328	0.5328	0.5328	10.000

Öksürük, nefes darlığı ve balgam için parametre tahmin sonuçları Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Öksürük, nefes darlığı ve balgam için GTD parametre tahminleri sonuçları

Şikayet	Parametre	Tahmin	Standart Hata	p
Öksürük	Sabit	1.13	3.0561	0.6765
	Mevsim-yaz	-0.1223	0.0882	0.0432
	Mevsim-kış	0.234	0.0121	0.0023
	SO ₂	0.2036	0.0789	0.0055
	PM ₁₀	0.0935	0.0013	0.0057
Nefes Darlığı	Sabit	2.2313	0.0876	0.0432
	Mevsim-yaz	0.3421	0.0771	0.0332
	Mevsim-kış	0.1234	0.00127	0.0073
	SO ₂	0.2872	0.0349	0.0021
	PM ₁₀	0.0193	0.00313	0.0022
Balgam	Sabit	1.456	0.0123	0.0145
	Mevsim-yaz	0.2345	0.0041	0.0043
	Mevsim-kış	0.1234	0.0023	0.0019
	SO ₂	0.3421	0.0178	0.0015
	PM ₁₀	0.1093	0.0012	0.0023

Tüm çalışma korelasyon matrisleri için benzer sonuçlar elde edilmiştir.

TARTIŞMA

Hava kirliliği ölçümlerinin yapıldığı Samsun Doğum ve Çocuk Bakımevi (Doğumevi) Hastanesi civarında yaşayan 121 astım, bronşit ve KOAH hastasına uygulanan anket formundan elde edilen bilgiler ışığında hastaların öksürük durumu, nefes darlığı ve balgam durumu binary bağımlı değişken hava kirleticileri SO₂ ve PM₁₀ ölçümleri açıklayıcı değişken alınarak genel olarak üç tane lojistik regresyon modeli kullanılmıştır. Bu modellerde bağımlı değişkenin aylara göre ölçümleri arasındaki bağımlılığı modellemek için Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri kullanılmıştır. Her bir model için farklı 5 çalışma korelasyon matrisi kullanıldığından toplam onbeş model kullanılmıştır. Bu çalışma korelasyon matrisleri içinde sapmaları en düşük olan değiştirilebilir korelasyon yapısı olduğu görülmüştür.

Tablo 1’de sapmalara göre bakıldığında en düşük sapmalara sahip model balgam durumu için oluşturulan modeldir. Dolayısıyla aylık SO_2 ve PM_{10} ortalamaların en fazla o ayda balgam olup olmaması üzerinde etkili olduğu söylenebilir.

Tablo 2’de korelasyon yapılarına bakıldığında çalışma korelasyon değeri en büyük olarak balgam durumunu incelendiği model bulundu.

Tablo 3’de her bir model için SO_2 ve PM_{10} aylık ölçüm ortalamalarının hastaların o ay için öksürük olup olmadığı, nefes darlığı olup olmadığı ve balgam olup olmadığı üzerinde 0.05 anlamlı bulundu.

Sonuç olarak aylık hava kirliliğindeki değişimlerin akciğer ve ilişkili hastaların öksürük, nefes darlığı ve balgam gibi hastalık belirtilerinde değişime neden olduğu ve hava kirliliği arttıkça bu rahatsızlıkların arttığı istatistiksel modellemeyle ortaya konulmuştur. Bu da hava kirliliğine neden olan etmenlerin ortadan kaldırılmasının ne kadar hayati bir sorun olduğunu açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

- Agresti, A. 1999. Modelling ordered categorical data: recent advances and future challenges. *Statistics in Medicine* 18: 2191-2207.
- Bebek, Ö. 1996. Hava Kirliliğinin Solunum Semptomları Nedeniyle Hastane Yatışlarına Etkisi. Sağlık Bakanlığı Haydarpaşa Nümunne Hastanesi, Uzmanlık Tezi, İstanbul.
- Berktaş, B. ve Bircan, A. 2003. Effects of atmospheric sulphur dioxide and particulate matter concentrations on emergency room admissions due to asthma in Ankara. *Tüberküloz ve Toraks Dergisi* 51: 231- 238.
- Çelikoğlu, M. 1999. Kocaeli İli’nde Hava Kirliliği ve Meteorolojik Faktörlerin Astma Bronşiale Üzerindeki Etkileri. Kocaeli Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Uzmanlık Tezi, Kocaeli.
- Ergenoğlu, T., Hazar, M., Beydağı, H., Bozkurt, A.İ. ve Mendeş, B. 2001. Hava kirliliğinin aerobik kapasite ve solunum fonksiyonlarına etkisi. *Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri Dergisi* 292-295.
- Fişekçi, F., Özkurt, S., Başer, S., Daloğlu, G. ve Hacıoğlu, M. 1999. Effect of air pollution on COPD exacerbations. *Eur Respir J* 14(30): 393.
- Fişekçi, F., Özkurt, S., Başer, S., Daloğlu, G. ve Hacıoğlu, M. 2000. Air pollution and asthma attacks. *Eur Respir J* 16(31): 290.
- Keles, N., Ilıcalı, O.C. ve Değer, K. 1999. Impact of air pollution on prevalence of allergic rhinitis in İstanbul. *Arch Environ Health* 54: 48-51.
- Lipsitz, S.R., Fitzmaurice, G.M., Orav, E.J. ve Laird, N.M. 1974. Performance of generalized estimating equations in practical situations. *Biometrics* 270-278.
- Lipsitz, S.R., Kim, K. ve Zhao, L. 1994. Analysis of repeated categorical data using generalized estimating equations. *Statistics in Medicine* 13: 1149-1163.
- Olgun, Ç. 1996. Hava Kirliliğinin 0-2 Yaş Grubunda Solunum Sistemi Enfeksiyonlarına Mortalite ve Morbidite Yönünden Etkisi, Şişli Etfal Hastanesi, Uzmanlık Tezi, İstanbul.
- Özüer, M.Z., Günhan, Ö. ve Cura, O. 1999. Değişik klimatolojik ve hava kirliliği değerlerinin nazal rezistansa etkisi. *KBB ve Baş Boyun Cerrahisi Dergisi* 7:91- 95.
- Preisser, J.S. ve Koch, G.G. 1997. Categorical Data Analysis in Public Health. *Annual Review Public Health* 18: p.51-82.
- Sastry, N. 2002. Forest fires, air pollution, and mortality in southeast Asia. *Demography* 39:1-23.

- Şahin, Ü. 2000. İstanbul'da 1994-1998 Hava Kirliliği Düzeyleri ile Mortalite Arasındaki İlişki, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- TÜİK, 1998. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Çevre İstatistikleri, 34-47.
- Ünsal, A., Metintaş, M., Öner, S. ve İnan, O.Ç. 1997. Eskişehir'de hava kirliliği ve bazı hastalıklar nedeniyle acil başvuruların incelenmesi. *Tüberküloz ve Toraks Dergisi* 47:449-455.
- Wilson, R. ve Spengler, J. 1996. *Particles in Our Air, Concentrations and Health Effects*. Harvard University Press, p.123-167, USA.
- Zeger, S.L. ve Liang, K.Y. 1986. Longitudinal data analysis for discrete and continuous outcomes. *Biometrics* 42:121-130.