

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI**

**ÇANAKKALE KENT MERKEZİNDE ATMOSFER OLAYLARI VE HAVA
KALİTESİ İLİŞKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

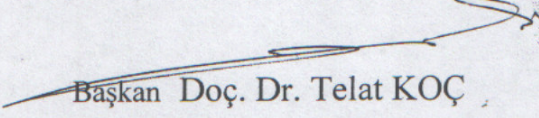
**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Telat KOÇ**

**Hazırlayan
A. Helin YURDAM**

Çanakkale-2008

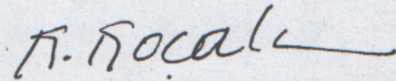
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne

A. Helin YURDAM'a ait "**Çanakkale Kent Merkezinde Atmosfer Olayları ve Hava Kalitesi İlişkisi**" adlı çalışma, jürimiz tarafından Coğrafya Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.


Başkan Doç. Dr. Telat KOÇ

Üye Prof. Dr. Murat TÜRKES

Üye Doç. Dr. Kasım KOÇAK



ÖZET

19.yüzyılın ortalarında başlayan ve hızla tüm dünyaya yayılan sanayileşme, beraberinde hızlı kentleşmeye neden olmuş, bu da bazı çevresel sorunlara yol açmıştır. Bu sorunlar içinde hava kirliliği sorunu ilk sıralarda yer alır. Bu çalışmanın amacı; Çanakkale kentinde 1991 (Ocak)-2008 (Mart) yılları arasındaki hava kalitesinin zamansal değişimini incelemek, Çanakkale kentinde hava kalitesi özelliklerinin son durumunu belirlemek ve hava kalitesi ile iklim elemanlarından sıcaklık, basınç, rüzgar arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktır. 1991 (Ocak)-2008 (Mart) yılları arasında Çanakkale kent merkezinde ölçülen SO₂ ve PM birikimleri ile meteorolojik parametreler (basınç, rüzgar, sıcaklık) arasındaki ilişki SPSS programı kullanılarak istatistiksel olarak incelendi, kirleticiler ile basınç, rüzgar, sıcaklık arasındaki regresyon denklemleri ve korelasyon katsayıları hesaplandı. Bulunan sonuçlar tablo ve grafikler halinde sunuldu. Günlük bağıl nemin %90'ın üzerinde olduğu günlerde hesaplamalar her uyarı kademesinin %10 altından başlanarak yapıldı. Elde edilen sonuçlar şu şekildedir:

1. 1991 (Ocak)-2008 (Mart) döneminde aylara göre hava kirliliği düzeyleri karşılaştırıldığında en yüksek değerlerin Aralık, Ocak ve Şubat aylarında olduğu belirlendi.
2. 1991 (Ocak)-2008 (Mart) döneminde SO₂ miktarında azalma, PM miktarında bir artış eğilimi olduğu belirlendi.
3. 1991 (Ocak)-2008 (Mart) arasındaki yakma dönemleri incelendiğinde SO₂ için, Kısa Vadeli Sınır Değerin (400 µg m⁻³) en fazla aşıldığı dönemin 1991-1992 yakma dönemi olduğu görüldü.
4. SO₂ için Kısa Vadeli Sınır Değeri geçen gün sayısında bir azalma olurken, PM değerlerinin Kısa Vadeli Sınır Değeri (300 µg m⁻³) hiçbir zaman geçmediği belirlendi.

5. Sıcaklık ve rüzgar hızındaki artışın kirletici miktarlarını azalttığı, basınçtaki artışın ise kirletici miktarlarını arttırdığı belirlendi.

Kirleticiler ile basınç, rüzgar, sıcaklık verileri arasında yapılan istatistiki analiz sonucunun 0.01 düzeyinde anlamlı çıkması, Çanakkale’de hava kalitesinin belirlenmesinde, hava durumu ve bundan hareketle iklim elemanlarının (basınç, rüzgar, sıcaklık) temel belirleyici etken olduğunu göstermektedir. Çanakkale’de hava kirliliğine yol açan en önemli faktörün ısınma amaçlı kullanılan yakıtlar olduğu düşünülmektedir.

ABSTRACT

Industrialization, starting in the middles of the 19th century and expanding quickly all over the world, has caused apeed urbanization and this has lead to some enviromental problems. Air pollution problem takes the first place among these problems. The aims of this study are; examining the change of air quality with time in the city of Çanakkale between the 1991 (Jenuary)-2008 (March) years, determining the final situation of air quality particularities in Çanakkale and putting forth the relationship between air quality and temperature, pressure wind from the climate elements. The relationship between SO₂ and PM concentrations measured in the centrum of Çanakkale between the 1991 (Jenuary)-2008 (March) years and meteorologic parameters (pressure, wind, temperature) was statiscal examined by using SPSS program, the regression equation between pollutant and pressure, wind, temperature and correlation coefficient were calculated. The results that were faund were presented in tables and grafics. In the days that the daily rational moisture was over ninety percent, the calculation were done starting from below ten percent of every caution step. The acquired results are as these:

1. In the 1991 (Jenuary)-2008 (March) period when the air pollution levels were compored according to months, it eas determined that the maximum volues were in the December, Jenuary and February months.
2. In the 1991 (Jenuary)-2008 (March) period it was determined that there tendency to decrease in SO₂ quantity and increase in PM quantity.
3. When the burning period between 1991 (Jenuary)-2008 (March) was analysed it was seen that for SO₂ the maximum exceed period of Short Term Limit Value (400 µg m⁻³) was 1991-1992 burning period.
4. It was determined that PM values Short Term Limit Value (300 µg m⁻³) never exceeded while for SO₂ the number of Short Term Limit Value exceeding days were decreasing.

5. It was determined that the increase in the speed of temperature and wind decreased the pollutant quantity but increase in pressure increased pollutant quantities.

The statistical analysis, that was made with pollutants and pressure, wind, temperature data, result's being meaningful in 0.01 level has shown that for determining air quality in Çanakkale weather forecast and climate elements (pressure, wind, temperature) are basic determinative factor. It has been thought that the most important factor that leads to air pollution in Çanakkale is fuels used for the purpose of heating.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
KISALTMALAR LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
FOTOĞRAF LİSTESİ	ix
ÖNSÖZ	x
1. GİRİŞ	1
2. VERİ VE YÖNTEM	10
3. ÇANAKKALE’NİN GENEL COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ	21
3.1. Fiziki Coğrafya Özellikleri	21
3.1.1. Yerçekli özellikleri	21
3.1.2. İklim özellikleri	24
3.2. Sosyal Coğrafya Özellikleri	33
3.2.1. Nüfus değişimi	33
3.2.2. Konut sayısı ve yıllara göre değişimi	35
3.3. Kirlenici Kaynaklar	36
4. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ	38
4.1. Hava Kalitesi Özellikleri	38
4.2. Hava Kalitesi ile İklim Elemanları İlişkisi	49
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	66
KAYNAKÇA	71
ÖZGEÇMİŞ	76

KISALTMALAR

AKS	: Akut Koroner Sendromu
AY	: Azor Yüksekleri
AYB-G	: Azor Yüksek Basıncı Güneyi
AYB-K	: Azor Yüksek Basıncı Kuzeyi
AYB-O	: Azor Yüksek Basıncı Ortası
BA	: Basra Alçağı
DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri
EKKDR	: En Küçük Kareler Doğrusal Regresyonu
HDS	: Hedef Sınır Değer
HKKY	: Hava Kalitesi Kontrol Yönetmeliği
KVS	: Kısa Vadeli Sınır Değer
NOx	: Azotoksitler
OED-C	: Orta Enlem Depresyonu Cepheleri
OED-G	: Orta Enlem Depresyonu Güneyi
OED-K	: Orta Enlem Depresyonu Kuzeyi
OL	: Oluk
OSB	: Organize Sanayi Bölgesi
PM	: Partikül Madde
SO ₂	: Kükürtdioksit
SPSS	: Sosyal Bilimler İçin İstatistik Programı (Statistical Packages For Social Sciences)
SY	: Sibiryaya Yüksekleri
SYB-B	: Sibiryaya Yüksek Basıncı Batısı
SYB-G	: Sibiryaya Yüksek Basıncı Güneyi
SYB-O	: Sibiryaya Yüksek Basıncı Ortası
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UVS	: Uzun Vadeli Sınır Değer
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1	: HKKY ve WHO'ya göre sınır değerler	13
Çizelge 2	: HKKY'e göre hedef sınır değerler	19
Çizelge 3	: Çanakkale'de rüzgar ile ilgili özellikler.....	26
Çizelge 4	: Kuzeybatı Anadolu'da genetik sistemler ve hava tipleri.....	28
Çizelge 5	: Çanakkale ili nüfusu	34
Çizelge 6	: Çanakkale kentinde mahallelere göre konut sayısı	36
Çizelge 7	: Çanakkale'de 1991-2007 yılları arasında ölçülen SO ₂ ve PM ile yıllar arasındaki anlamlılık sınaması	39
Çizelge 8	: Çanakkale'de 1991-2008 yılları arasında ölçülen SO ₂ ve PM ile yakma dönemleri (Ekim-Mart) arasındaki anlamlılık sınaması	40
Çizelge 9	: SO ₂ birikiminin yakma dönemlerinde sınırı geçen gün sayıları	42
Çizelge 10	: Çanakkale'de 1991 (Ocak)-2008 (Mart) arası dönemde ölçülen SO ₂ ve PM miktarlarının aylık değişimi ve anlamlılık sınaması	46
Çizelge 11	: Yakma dönemlerinde SO ₂ ortalamalarının en yüksek olduğu il merkezleri.....	47
Çizelge 12	: Ocak ve Şubat 2008'de SO ₂ ortalamalarının en yüksek olduğu il merkezleri.....	47
Çizelge 13	: Çanakkale'de 1991 (Ocak)-2008 (Mart) arası dönemde ölçülen günlük SO ₂ ve PM miktarlarının günlük değişimi ve anlamlılık sınaması	48
Çizelge 14	: Günlük verilerden hareketle 1991 (Ocak)-2008 (Mart) arası dönemde hava kalitesi ile meteorolojik parametreler arasındaki ilişkiler için hesaplanan Pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri.....	49
Çizelge 15	: Günlük verilerden hareketle 1992-1993 yakma dönemi (Ekim-Mart) hava kalitesi ile meteorolojik parametreler arasındaki ilişki ilişkiler için hesaplanan Pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri.....	54
Çizelge 16	: Günlük verilerden hareketle Şubat (1991) ayında hava kalitesi ile meteorolojik parametreler arasındaki ilişki ilişkiler için hesaplanan Pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri.....	57
Çizelge 17	: Günlük verilerden hareketle Aralık (1991) ayında hava kalitesi ile meteorolojik parametreler arasındaki ilişki ilişkiler için hesaplanan Pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri.....	59
Çizelge 18	: Günlük verilerden hareketle Ocak (1997) ayında hava kalitesi ile meteorolojik parametreler arasındaki ilişki ilişkiler için hesaplanan Pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri.....	61

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1	: Çanakkale kentinin coğrafi konum haritası	8
Şekil 2	: Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliğinde SO ₂ ve PM için belirtilen sınır değerler	12
Şekil 3	: Çanakkale yerleşmesinde yerleşim alanları ile yerçekimleri ilişkisi	22
Şekil 4	: Çanakkale kenti yakın çevresinin topografik özellikleri	23
Şekil 5	: Sıcak ve soğuk dönemde Türkiye'yi etkileyen basınç merkezlerinin şematik gösterimi	25
Şekil 6	: Çanakkale istasyonunda basınç rejimi.....	25
Şekil 7	: Çanakkale'nin rüzgar gülü ve hakim rüzgar yönü	26
Şekil 8	: Kuzeybatı Anadolu'da yıllık, sıcak ve soğuk dönemlerde hava tiplerinin etki oranları	27
Şekil 9	: Çanakkale istasyonunda sıcaklık rejimi özellikleri.....	29
Şekil 10	: Sıcaklık terselmesi.....	31
Şekil 11	: Çanakkale istasyonunda nemlilik özellikleri	32
Şekil 12	: Çanakkale istasyonunun yağış rejimi özellikleri	33
Şekil 13	: Çanakkale kentinin nüfus özelliklerinin gelişimi.....	34
Şekil 14	: Çanakkale kentinde ölçülen SO ₂ ve PM'nin yıllar arası ve uzun süreli değişimleri	39
Şekil 15	: Çanakkale kentinde ölçülen SO ₂ ve PM'nin yakma dönemlerine göre değişimleri	40
Şekil 16	: Hedef Sınır Değeri geçen gün sayılarının yıllar arasındaki değişimi (SO ₂ için).....	42
Şekil 17	: Çanakkale kentinde Ocak ayında ölçülen SO ₂ ve PM'nin yıllar arası değişimi.....	44
Şekil 18	: Çanakkale kentinde Şubat ayında ölçülen SO ₂ ve PM'nin yıllar arası değişimi.....	45
Şekil 19	: Çanakkale kentinde Aralık ayında ölçülen SO ₂ ve PM'nin yıllar arası değişimi.....	45
Şekil 20	: Çanakkale yerleşmesinde Şubat 1991'de basınç-hava kalitesi ilişkisi.....	55
Şekil 21	: Çanakkale yerleşmesinde Şubat 1991'de rüzgar-hava kalitesi ilişkisi.....	56
Şekil 22	: Çanakkale yerleşmesinde Şubat 1991'de sıcaklık-hava kalitesi ilişkisi	56
Şekil 23	: Çanakkale yerleşmesinde Aralık 1991'de basınç-hava kalitesi ilişkisi.....	57
Şekil 24	: Çanakkale yerleşmesinde Aralık 1991'de rüzgar-hava kalitesi ilişkisi.....	58
Şekil 25	: Çanakkale yerleşmesinde Aralık 1991'de sıcaklık-hava kalitesi ilişkisi	58
Şekil 26	: Çanakkale yerleşmesinde Ocak 1997'de basınç-hava kalitesi ilişkisi	59
Şekil 27	: Çanakkale yerleşmesinde Ocak 1997'de rüzgar-hava kalitesi ilişkisi	60
Şekil 28	: Çanakkale yerleşmesinde Ocak 1997'de sıcaklık-hava kalitesi ilişkisi	60
Şekil 29	: 11.02.1991 tarihine ait sinoptik yer kartı (haritası).....	60
Şekil 30	: 11.02.1991 tarihine ait 500 hPa standart atmosfer seviyesi kartı (haritası)..	63
Şekil 31	: 11.02.1991 tarihine ait günlük en yüksek, en düşük sıcaklıklar ile hava olayları haritaları	63

FOTOĞRAF LİSTESİ

Foto 1	: Halk Sağlığı Laboratuvarında bulunan hava kalitesi ölçüm cihazı.....	11
Foto 2	: Halk Sağlığı Laboratuvarında bulunan hava kalitesi ölçüm cihazına bağlı huni	11
Foto 3	: Hava kalitesi otomatik ölçüm istasyonu.....	11
Foto 4	: Çanakkale kentinin üzerinde terselme tabakası	59
Foto 5	: Çanakkale Boğazı ile Kepez üzerinde terselmenin göstergesi sis olayının yayılışı	59
Foto 6	: Çanakkale Boğazı ile Çanakkale yerleşmesi üzerinde terselmenin göstergesi sis olayının yayılışı	59
Foto 7	: Çanakkale kentinde 22.02.2007 tarihinde Kolin Oteli bacasından çıkan dumanın terselme olayının göstergesi olarak yükselme yerine çevresine çökmesi	60

ÖNSÖZ

“Çanakkale Kent Merkezinde Atmosfer Olayları ve Hava Kalitesi İlişkisi” konulu yüksek lisans tez çalışmasında, 1991 (Ocak)-2008 (Mart) döneminde Çanakkale kentinde hava kalitesinin zamansal değişimi ve hava kalitesi-iklim elemanları ilişkisi incelenmiştir.

Çalışmanın amacı; Çanakkale kentinde hava kalitesinin zamansal değişimi ile son durumunun belirlemesi, Çanakkale kentinde hava kalitesi ve iklim elemanları ilişkisinin araştırılmasıdır.

Çevresel sorunların gittikçe arttığı günümüzde, bu tür çalışmalar sonucunda elde edilen bulgular ve üretilen öneriler, sürdürülebilir ve yaşanabilir bir çevrenin oluşturulabilmesi açısından çok önemlidir. Bu tez çalışmasının, daha temiz bir çevre için alınacak kararlar ve yapılacak çalışmalara ışık tutabileceği düşünülmektedir.

Tez konusunu belirlememde ve çalışmalarım sırasında göstermiş olduğu hoşgörü, sabır ve yardımlarından dolayı danışman hocam Sayın Doç. Dr. Telat KOÇ’a ve değerli hocam Sayın Bahattin HAMARAT’a, çalışmamda emeği geçen, Banu YURDAM’a ve Sebati KESKİN’e, maddi ve manevi hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan sevgili aileme teşekkür ederim.

A. Helin YURDAM

Haziran, 2008

GİRİŞ

Dünya taşküre, suküre, havaküre, sosyal küre gibi, etkileşim içinde olan kürelerden oluşur. Bu kürelerin sürekli etkileşim içinde olması yersistemi kavramını ortaya çıkarmıştır. Yersistemi kavramında geçen yer kelimesi iç içe geçmiş yerküre bileşenlerini ifade ederken, sistem kelimesi etkileşim içinde olan bu öğelerin bütünü anlatmaktadır (Koç 2006a). İnsan, varlığı ve etkinlikleri ile sosyal küreyi oluşturur. Sosyal küre bir yersistemi bileşeni olarak diğer bileşenlerle etkileşim halindedir. Herhangi bir yerdeki hava kalitesi de bu etkileşime göre şekillenmektedir.

19. yüzyılın ortalarında başlayan ve hızla tüm dünyaya yayılan sanayileşme, beraberinde hızlı kentleşmeye neden olmuş, bu da bazı çevresel sorunlara yol açmıştır. Bu sorunlar içinde hava kirliliği sorunu ilk sıralarda yer alır. Hava kirliliği; atmosferde toz, gaz, duman, koku, su buharı şeklinde bulunabilecek olan kirleticilerin, insan ve diğer canlılar ile eşyaya zarar verici miktara yükselmesidir (Başar vd. 2005). Hava kalitesi ise; insan ve çevresi üzerine etki eden hava kirliliğinin göstergesi olan, çevre havasında mevcut hava kirleticilerinin artan miktarıyla azalan kaliteleridir (Komisyon 1986). Hava kalitesinin bozulması; insan, bitki, hayvan ve eşyalar üzerinde olumsuz etkilere neden olur. Bu durum toprağın kimyasal yapısında değişiklikler meydana getirmekte, bazı kirletici gazlar, bitkilerin gözeneklerini kapatarak solunumu yavaşlatmakta, tarımsal bitkileri etkileyerek ürün azalmasına neden olmaktadır. Örneğin SO₂'in en çok etkilediği bitki türleri bazı önemli tahıl ürünleridir. Kirli hava meyve ağaçları ve zeytinlerde de verimin düşmesine neden olur. Hava kirleticileri, araçların ve evlerin dış cephesindeki boyaları parçalar ve kaplama maddelerini bozar. Dünyanın her yerinde, yerleri sabit olan heykellerin, tarihi binaların ve boyanmış camlı pencerelerin renkleri hava kirleticileri tarafından bozulmuş ve lekelenmiştir. Hava kirlenmesinin sağlık etkilerinde görülen en önemli hedef organ solunum sistemi ve özellikle de akciğerlerdir. Kirletici maddeler toz ve gaz halinde insan sağlığını etkileyebilirler. Solunan havada 5 mikrondan iri tanelerin insan vücuduna girme ihtimali yoktur. 1

mikrondan ince olan tozlar ise gaz gibi davranarak üst ve alt solunum yollarını aşp akciğer bölmelerine girebilmektedir. Tozlar ve gazlar, nemli ve sıcak akciğer alveollerinde kimyasal olarak çözülüp hidrolize olarak kana geçebilirler. Böylece dolaşım sistemine karışan çeşitli zehirli maddeler, hedef seçtikleri diğer bazı organlara kadar ulaşırlar (Müezzinoğlu 1987). Yapılan çalışmalar sonucunda, hava kirliliğinin sağlık üzerindeki olumsuz etkileri sonucu akciğer kanseri vakalarında artış, kronik astım sıklığında artış, göğüs daralması sıklığında artış, öksürük/balgam sıklığında artış, üst solunum sistemi akut bozukluğunda artış, göz, burun ve boğaz tahribatında artış, soluk alma kapasitesinde düşüşler olduğu ortaya çıkmıştır (Öztürk 2005). Tarihte hava kirliliğine bağlı ölümler de meydana gelmiştir. 1930 yılında Belçika'daki Meuse Vadisi'nde 60 ölüm, 1948'de Pennsylvania Donora'da 20 ölüm, 1950'de Meksika Poza Rica'da 22 ölüm, 1952'de Londra'da 4000 ve 1955'te 1000 ölüm, 1962'de Japonya Osaka'da 60 ölüm, 1966'da ABD New York'ta 168 ölümün meydana gelmesi hava kirliliği sorunun ciddiyetini göstermektedir. 1950-60 lı yıllardan itibaren birçok ülkede hava kirliliğinin önlenmesi için kanunlar yapılmaya başlanmıştır. 1987'de World Health Organization (WHO), 28 değişik kirletici için sınır değerleri belirlemiş, bunların sayısı yıllar içinde 38'e yükselmiş ve sürekli güncelleştirme yapılmıştır (Güler *vd.* 1994; Komisyon 2006).

Türkiye'de hava kirliliğini belirleme çalışmaları ilk kez 1962 yılında Sağlık Bakanlığı bünyesinde Ankara'da başlatılmıştır. Ölçümler 1987 yılına kadar yarı otomatik cihazlarla sürdürülmüş, 1987 yılından sonra tam otomatik cihazlar kullanılmaya başlanmıştır. Türkiye'de hava kalitesiyle ilgili problemlerden söz edilmeye başlanan bu dönemde, normal değerlerin üzerinde kükürt, uçucu madde ve nem içeriğine sahip olan yerli kömürlerin kış aylarında ısınma amaçlı olarak tüketilmesi sonucunda ortaya çıkan duman ve atıklar nedeniyle, hava kirliliği sorunu yaşanmaya başlamış, hızlı sanayileşme ve şehirleşme sonucu gittikçe daha belirgin bir hale gelmiştir. Ankara'nın hava kirliliği izleme faaliyetlerine paralel olarak 1983 yılından itibaren ölçümler ülke genelinde yaygınlaştırılmıştır. Bugün, Sağlık Bakanlığı tarafından temin edilen, yurt çapında 81 il merkezinde toplam 111 adet ölçüm cihazı ile yıl boyu hava kirliliği seviyesi ölçülmektedir. Hava kirliliğinde

yaygın olarak ölçülen maddeler, kükürtdioksit (SO₂) ve partikül madde (PM) dir. SO₂, insan aktiviteleri sonucunda oluşmaktadır. SO₂ kirliliğinin esas kaynağı, durağan kaynaklardaki yakıt tüketimidir. Bu yakıtların büyük bir kısmını kalorifer yakıtı ve kömür oluşturmaktadır. PM maddeler ise genellikle toz (inşaat alanları), uçucu küller (madencilik işlemleri) veya duman (tam gerçekleşmeyen yanma sonucu) kaynaklı oluşmaktadır. Tüm partikül kirliliğinin 1/3'ü durağan kaynaklardaki yakıt tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bunu endüstriyel kaynaklar izlemektedir. Durağan kaynakların büyük bir kısmını kömür yanması oluşturur (Şahin 2004). Hızlı kentleşme, sanayileşme, motorlu taşıt sayısının artması, meteorolojik koşullar, ısınmada kullanılan yakıtlar, endüstriyel kuruluşlar ve termik santrallerin yaygınlaşması hava kirliliğinin artmasında önemli rol oynamaktadır (Başar vd. 2005).

Hava kalitesi üzerinde etkili olan etmenlerin başında yeryüzü şekilleri ve meteorolojik şartlar gelmektedir. Çanak şeklinde olan yerleşim alanlarında hava kirliliği daha kalıcı olmaktadır. Normal şartlarda yerden yükseldikçe sıcaklık azalır. Havanın sıcak, basıncın düşük olduğu durumlarda atmosferin alt katmanlarındaki hava ısınarak yükselir. Soğuyan havadaki nem yoğunlaşarak bulutları oluşturur. Bu tür kararsız havalarda kirleticiler dikey yöndeki hava hareketinin etkisiyle dağılır ve hava kirliliği oluşmaz. Yüksek basıncın etkili olduğu özellikle bulutsuz ve rüzgarsız gecelerde yer hızlı bir şekilde soğur, bu durumda hava kararlı olduğu için yükselici (konveksiyonel) bir hareket olmaz. Ortamda kirletici varsa, bu terselme (enversiyon) tabakası içinde kalır ve dağılamaz. Eğer kirletici miktarında bir azalma olmaz ve terselme devam ederse hava kirliliği insan sağlığı üzerinde ciddi sorunlara yol açabilir. Hava kirliliğinin bu olumsuz etkilerini en aza indirmek amacıyla Çevre Kanununa dayanarak 1986 yılında 2872 sayılı Hava Kalitesinin Kontrolü Yönetmeliği (HKKY) hazırlanmıştır.

Genel olarak kentler hava kalitesinin düşük olduğu yerlerdir. Bu durum çoğu kez büyük sorunlara yol açar. Yaşanabilirliğin şartlarından biri de hava kalitesinin yüksek olmasıdır.

Hava kalitesi ve hava kalitesi-iklim elemanları ilişkisi konularını değerlendiren Çanakkale kenti ile değişik sahalara ait çalışmalardan ulaşılabilenler hakkında aşağıda kısa bilgi verilmiştir.

Yassen, 1983-1997 yılları arasında Kuala Lumpur ve Petaling Jaya'da (Malezya) PM ile sıcaklık, rüzgar hızı, bağıl nem, yağış gibi meteorolojik parametreler arasındaki ilişkiyi korelasyon, doğrusal regresyon ve çoklu regresyon analiz yöntemlerini kullanarak araştırmıştır. Baz alınan meteorolojik parametreler ile hava kirliliği (PM) arasında ters orantı olduğunu tespit etmiştir.

Messina (1985), Deuselbach (West Germany) yakınlarındaki temiz hava izleme istasyonundan aldığı sıcaklık, rüzgar, nem gibi meteorolojik veriler ile hava kirleticilerinden SO₂, NO_x, CO₂, O₃ arasındaki ilişkiyi analiz etmiş, meteorolojik parametrelerdeki artış ve azalışa göre atmosferdeki kirletici seviyeleri arasındaki ilişkiyi araştırmıştır.

Collier ve Hardaker (1995) çalışmalarında, iklim ve hava koşulları arasındaki farkları tanımlamışlar, hava kalitesi ve insan sağlığı arasındaki ilişkinin ana hatlarını çizmişlerdir. Akıl hastalıklarından solunum yolu hastalıklarına, kalp hastalıklarından gribe kadar birçok durum arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır.

Queensland Hükümeti (1997) tarafından hava kalitesi ile ilgili yapılan örnekleme çalışmasında, hava kalitesi ölçümlerinde meteorolojik ölçümlerin de çok önemli olduğu, rüzgar hızı, rüzgar yönü ve sıcaklık parametrelerinin hava kirliliği çalışmalarında etkili olan en önemli değişkenler olduğu belirtilmiştir.

Lifang vd. (2005), Qingdao'da 2001 Temmuz-2002 Haziran arasında, atmosferik aerosollerin mevsimlik değişmelerini tanımlamak ve Qingdao'da hava kalitesinde toz olaylarının etkisini göstermek için yaptıkları çalışmalarında, PM boyutlarında mevsimlere göre farklılıklar olduğunu belirlemişlerdir.

Dragan (2005), Belgrad'ta ozon birikimi ile bazı meteorolojik parametreler arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Araştırma sonucunda düşük rüzgar hızı ve 30°C den yüksek sıcaklıklarda ozon (O₃) miktarının arttığı, O₃ birikiminin başta sıcaklık ve rüzgar hızı olmak üzere meteorolojik parametrelere bağlı olarak artıp azaldığı sonucuna ulaşmıştır.

Agustin ve arkadaşları (2006), Marseille (Fransa) bölgesinde meteorolojik parametreler ile ozon arasındaki ilişkiyi araştırmış, araştırma alanında özellikle sabah ve öğle saatlerinde, deniz ile kara arasındaki sıcaklık farklarının değişmesine bağlı olarak değişen rüzgar yönü ve şiddetinin, hava kirliliği üzerinde etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Koç (1997), Balıkesir'de 1990-1995 arası dönemdeki hava kalitesini araştırmış, fiziki ortam ve hava kalitesi arasındaki etkileşimin neden ve sonuçlarını açıklamaya çalışmış, sıcaklık, basınç ve rüzgar gibi meteorolojik parametrelerin hava kalitesi üzerinde önemli ölçüde etkili oldukları sonucuna ulaşmıştır.

Koç (1998), 1990-1995 yılları arasında hava kalitesinin insan sağlığı üzerindeki etkilerini araştırdığı çalışmada, SO₂ ve PM değerleri ile üst solunum yolu rahatsızlığı şikayeti ile hastanelere başvuru sayısı arasında yakın ilişki bulunduğunu belirlemiştir.

Koç (2001), 1990-1995 yılları arasındaki dönemde Balıkesir'de hava kalitesi ile hava tipleri arasındaki ilişkiyi araştırdığı çalışmada, atmosferdeki yatay ve dikey hareketlerin, kararlılık durumunun, hava kirlleticileri üzerinde etkili olduğunu tespit etmiştir.

Keser (2002), Kütahya'da hava kirliliğine etki eden topografik ve iklimik faktörleri araştırmıştır. Çalışmada, kentin içerisinde yer aldığı Kütahya ovasının hava sirkülasyonunun güç olması, çevresinin dağlarla kuşatılmış olması ve orografik

hatların hakim rüzgar yönüne dik uzanması nedeniyle, topografyanın hava kirliliği üzerinde olumsuz etki oluşturduğu sonucuna ulaşmıştır. Yine jeomorfolojik yapının denetlediği dinamik kökenli terselme oluşumlarını, emisyon miktarının artış gösterdiği kış aylarında yerel basınç değerlerinin ve nem oranının yüksek, sisli ve kapalı günlerin sayısının fazla olmasını, hakim yön olan WNW rüzgarlarının endüstriyel ve ısınma kaynaklı emisyonları şehir üzerinde biriktirmesi ve kuvvetli rüzgarlı gün sayısının az olmasını, kentte hava kirliliğinin etkilerini artıran başlıca iklimik olumsuzluklar olarak tespit etmiştir. Bunların yanı sıra en fazla yağışın, emisyon miktarının da yüksek olduğu kış aylarında gerçekleşmesi ve kentteki hava kirliliğinin dağıtılmasında etkili yön olan güney sektörlü rüzgarların, aynı zamanda yıl içinde en hızlı esen rüzgar olmalarının hava kalitesini azaltan iklimik özellikler olarak belirlemiştir.

Ensar *vd.* (2003) Erzurum’da hava kirliliği ile meteorolojik parametreler arasındaki etkileşimi araştırdıkları çalışmalarında, SPSS programını kullanarak, hava kalitesi verileri ile sıcaklık, rüzgar hızı, bağıl nem, yağış gibi meteorolojik parametreleri analiz etmişlerdir. Yaptıkları doğrusal regresyon analizi ile, Erzurum’da SO₂ ve PM birikimleri ile meteorolojik parametreler arasında bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Sever *vd.* (2005), 1997-2001 yılları arasında İstanbul’da, Akut Koroner Sendromu (AKS) şikayetiyle acil servisten hastaneye yapılan girişler ile hava kirliliği ve meteorolojik parametreler arasındaki ilişkiyi araştırdıkları çalışmalarında, AKS ile sıcaklık ve SO₂ miktarı arasında çok önemli bir ilişki bulunduğunu tespit etmişlerdir. Sıcaklık azaldıkça hastaneye AKS şikayeti ile yapılan giriş sayısında artış olduğu belirlenmiştir.

Garipağaoğlu (2002) çalışmasında Çanakkale’nin kentinin hava kirliliğini çeşitli yönleriyle değerlendirmiş, kentte hava kirliliğine neden olan ve hava kirliliğini etkileyen coğrafi faktörlerin önem ve etki derecelerini ortaya koymuştur.

Uysal (2002) çalışmasında, Çanakkale il merkezinde 1991-2001 yılları kış dönemlerinde SO₂ ve PM parametreler bakımından hava kirliliği seviyelerini araştırmış ve sonuçları değerlendirmiştir. Çalışmaya göre; 1991-1992 kış döneminde, SO₂ ve PM ölçüm sonuçları itibarıyla hem aylık maksimum değerler, hem de kış dönemi ortalaması bakımından kirlilik oranı yüksek olmuş, daha sonraki yıllarda azalmaya başlamış, 1993-1994 kış döneminde PM ölçüm sonuçlarında artış görülmüş, 1996-1997 kış döneminde ise SO₂ ölçüm sonuçları itibarıyla kirlilik yine artmış ve on yılın en yüksek kış ortalaması değeri görülmüştür.

Özgür ve İleri (2008) çalışmalarında Çanakkale ili hava kalitesini SO₂ ve PM₁₀ kirliliği açısından değerlendirmişler, hava kalitesinde belirleyici olan bu parametrelerin Çanakkale kentinde ısınma amaçlı kullanılan kalitesiz yakıtlardan ve araç emisyonlarından kaynaklandığı sonucuna ulaşmışlardır.

Çanakkale kentinde hava kalitesindeki temel sorun, ortalama rüzgar hızının 4.6 ms⁻¹ olduğu ve rüzgarı ile ünlü bir kent olmasına rağmen hava kalitesinin düşüklüğü açısından, genelde Türkiye’de en kötü yerleşmeler arasında yer almasıdır. Çanakkale kenti hava kirliliği ve benzer konularla ilgili yukarıda belirtilen çalışmalara ulaşılmıştır. Hava kalitesi sürekli değişen ve takip edilerek güncellenmesi gereken bir konudur. Bu nedenle hava kalitesi ile ilgili son durumun zamana bağlı değişiminin, iklim elemanlarıyla (sıcaklık, rüzgar, basınç, nem) ilişkisinin belirlenmesi ve buna göre alınacak önlemlerin tespit edilmesi amacıyla bu çalışmayı hazırlama ihtiyacı hissedilmiştir. Çanakkale kent merkeziyle ilgili önceki çalışmalarda hava kalitesinin durum tespiti dışında zamana bağlı değişimi ve iklim elemanlarıyla (kritik meteorolojik şartlar) ilişkisi ele alınmamıştır. Bu nedenle sunulan bu araştırmanın amacı aşağıda maddeleri kapsayacak şekilde belirlenmiştir:

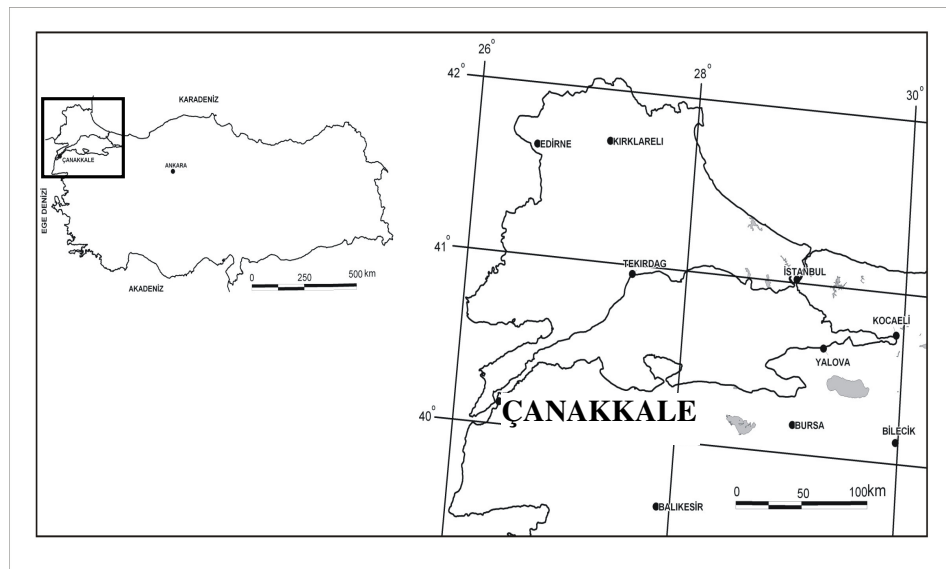
1. Çanakkale kentinde hava kalitesi özelliklerinin son durumunun belirlenmesi (1991-2008),
2. Çanakkale kentinde hava kalitesinin 1991-2008 yılları arasında zamansal değişiminin belirlenmesi,

3. Çanakkale kentinde hava kalitesi ile iklim elemanlarından sıcaklık, basınç ve rüzgar arasındaki ilişkinin araştırılması,
4. Bundan hareketle sürdürülebilir ve yaşanabilir bir çevrenin oluşturulabilmesi için öneriler üretilmesi.

Yukarıda belirtilen hedefler ile ilgili öngörüler aşağıda sıralanmıştır.

1. Çanakkale kentinde hava kalitesinin düşük olduğu sonucu beklenmektedir.
2. Çanakkale kentinde hava kalitesi düşük olmakla birlikte son zamanlarda bir yükselme olduğu öngörülmektedir.
3. Çanakkale hava kalitesinin durumunun belirlenmesinde hava durumu ve bundan hareketle iklim elemanlarının temel belirleyici etken olduğu öngörülmektedir.

Böylece Çanakkale kentinde (Şekil 1) hem hava kalitesi ile ilgili bir bilimsel bilgi altyapısı oluşacak hem de hava koşulları ile ilgili tahminlerden yararlanılarak hava kalitesi ile ilgili öngörülerde bulunulabilecektir. Araştırmadan çıkması beklenen bu sonuçların Çanakkale kentinin yaşanılabilirliğinin artırılması çalışmalarına katkıda bulunacağı düşünülmektedir.



Şekil 1. Çanakkale kentinin coğrafi konum haritası

Araştırma alanını oluşturan Çanakkale kenti $26^{\circ} 23'$ ile $26^{\circ} 26'$ doğu boylamları ile $40^{\circ} 05'$ ile $40^{\circ} 10'$ kuzey enlemleri arasında yer alır. Çalışma, Çanakkale Boğazı'nın doğu kıyısında yer alan alanı kapsamaktadır (Şekil 1).

2. VERİ VE YÖNTEM

Giriş kısmında belirtildiği gibi Çanakkale kentinde hava kalitesi ve meteorolojik parametreler arasındaki ilişki, çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Araştırma için belirlenen bu kapsam hem hava kalitesi hem de iklim elemanlarıyla ilgili verilerin toplanmasını gerektirmiştir.

Çanakkale’de hava kalitesi (SO₂ ve PM miktarları) 1991 yılından itibaren Halk Sağlığı Laboratuvarı tarafından ölçülmeye başlanmıştır. Bu amaçla, Cevat Paşa Mahallesi’nde yer alan Halk Sağlığı Laboratuvarında bulunan, birer günlük, kesikli çalışan, bir adet İngiliz volumetrik yarı otomatik SO₂ ve PM ölçüm cihazı kullanılmaktadır. SO₂ cihazı her gün biri kullanılan 8 adet yıkama şişesi ve 8 filtre kartuşu, kıskaç, hava emme pompası, hava sayacı ve hava emme hunisinden oluşmaktadır. Yerden 3 m yükseklikteki ve binadan 2 m uzaktaki bir huni vasıtasıyla emilen havadaki SO₂ Drechsel yıkama şişelerindeki %1’lik H₂O₂ ile H₂SO₄’e yükseltgenmekte ve bunun miktarı Na₂CO₃ ile titre edilerek (alınan örnek içindeki kirlenici miktarını belirlemek için gerçekleştirilen kimyasal işlem) belirlendikten sonra hesaplanarak günlük SO₂ birikimi (µg m⁻³) elde edilmektedir. PM ölçümünde ise, emilen hava 5.5 cm çapındaki filtre kağıdından geçmekte ve gün sonunda bu filtre kağıdında toz artıklar birikmektedir. Daha sonra filtre kağıdı bir refraktometreye yerleştirilerek, elde edilen ışık kırılması ölçüm değeri belirlenmektedir. Bu ölçümün (µg cm⁻²) karşılıkları bulunmakta ve bir formülle hacim birikimi (µg m⁻³) değerlerine ulaşmaktadır (Uysal 2002) (Foto 1-2). SO₂ ve PM ölçümleri, 2005 yılı Eylül ayından itibaren Halk Sağlığı Laboratuvarının yanı sıra İl Çevre Orman Müdürlüğü tarafından tam otomatik hava ölçüm istasyonu ile de yapılmaktadır. Çanakkale İl Çevre Orman Müdürlüğü binasının karşısında bulunan alana kurulan bu ölçüm istasyonu ile herhangi bir bilgi kaybı olmaksızın, hava kalitesi verileri sürekli olarak ve en doğru şekilde ölçülmektedir (Foto 3).



Foto 1. Halk Sağlığı Laboratuvarında bulunan hava kalitesi ölçüm cihazı

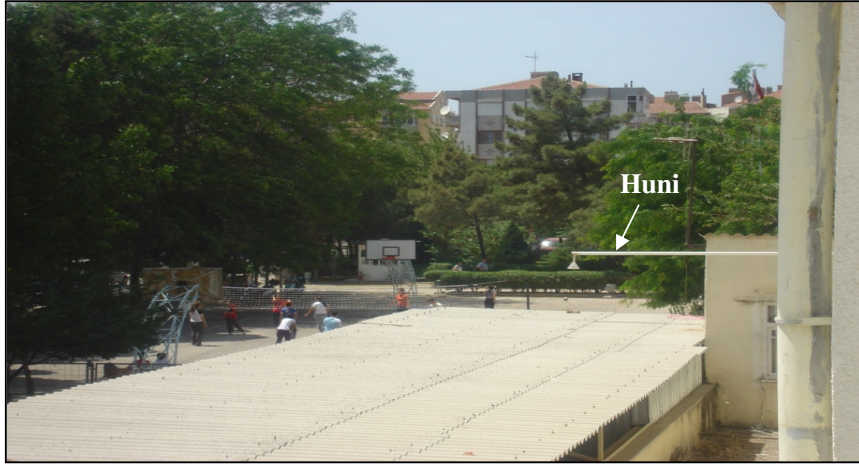


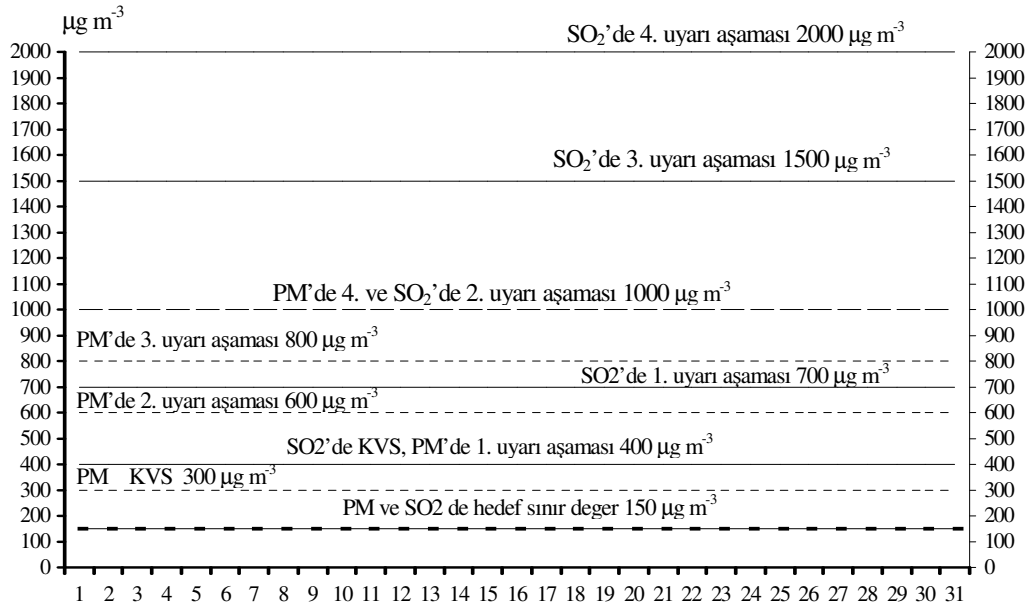
Foto 2. Halk Sağlığı Laboratuvarında bulunan hava kalitesi ölçüm cihazına bağlı huni



Foto 3. Hava kalitesi otomatik ölçüm istasyonu

1991-2008 yılları arasında ölçümleri yapılan SO₂ ve PM değerleri araştırmanın hava kalitesiyle ilgili verilerini oluşturmaktadır. Araştırmada günlük ortalama değerler kullanılmıştır. SO₂ ve PM'nin aylık ortalama değerleri bulunurken önce saatlik ortalama değerler kaydedilmekte, bu değerlerin aritmetik ortalaması alınarak günlük ortalama değerler tespit edilmektedir. 1986 yılında kabul edilen Çevre Mevzuatı'na göre hava kalitesi sınır değerleri Uzun Vadeli Sınır Değerler (UVS) ve Kısa Vadeli Sınır Değerler (KVS) olarak tespit edilmiştir. Buna göre SO₂ için KVS 400 µg m⁻³, UVS 150 µg m⁻³ iken, PM için KVS 300 µg m⁻³, UVS 150 µg m⁻³ dür (Koç 2004). SO₂ ve PM için sınır değerler ile uyarı kademeleri Şekil 2'de gösterilmiştir.

Hava Kalitesi Kontrol Yönetmeliği ve Dünya Sağlık Örgütüne (WHO) göre, yıllık (UVS) ve yakma dönemi için belirlenen sınır değerler ile Hedef Sınır Değerler (HDS) Çizelge 1'de verilmiştir. HKKY 58-3. maddesine göre, günlük bağıl nemin %90'ın üzerinde olduğu günlerde, hesaplamalar her uyarı kademesinin % 10 altından başlanarak yapılmakta, bu nedenle belirtilen günlerde HSD 135 µg m⁻³ olarak hesaplanmaktadır.



Şekil 2. 02.11.1986 tarih ve 19269 sayılı "Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliğinde SO₂ ve PM için belirtilen sınır değerler.

1991-2005 yıllarına ait SO₂ ve PM verileri Türkiye İstatistik Kurumundan (TÜİK), 2005-2007 yılları arasındaki değerler Çanakkale Halk Sağlığı Laboratuvarı ve Çanakkale İl Çevre Orman Müdürlüğünden alındı. Ayrıca çalışma devam ederken, yeni verilerin eklenip, çalışmanın daha da güncelleştirilmesi amacıyla www.havaizleme.gov.tr adresi sürekli takip edilerek Eylül 2007-Mart 2008 dönemine ait günlük SO₂ ve PM verileri elde edildi.

*Çizelge 1. HKKY ve WHO göre sınır değerler ($\mu\text{g m}^{-3}$)
(Müezzinoğlu 1987)*

		HSD	UVS	Yakma Dönemi
SO ₂	HKKY	150	150	250
	WHO	-	60	-
PM	HKKY	150	150	200
	WHO	-	40	-

Bu bölümün ilk paragrafında ifade edildiği gibi hava kalitesi verilerine ek olarak ikinci temel veri grubunu da iklim elemanları oluşturmaktadır. Çanakkale merkezde, deniz kıyısında 6 m yüksekte, yer gözlemi yapan bir büyük klimatoloji, sinoptik meteoroloji ve deniz meteorolojisi istasyonu bulunmaktadır (40.13°N-26.4°E).

Bu tür çalışmalarda uzun süreli, eksiksiz ve güvenilir verinin temini kuşkusuz çok önemlidir. Halk Sağlığı Laboratuvarındaki hava kirliliği ölçüm aracının yetersiz olması, sık sık bozulması, ölçüm yerinin yüksek binalar arasında kalmış olması, bu nedenle de yapılan bu ölçümlerin sağlıklı ve sürekli olmaması, verilerin sayıca ve kalite bakımından yeterli ve güvenilir olmaması çalışma açısından olumsuzluktur. Sadece SO₂ ve PM miktarlarının ölçülmesi, Çanakkale yerleşmesinde hava kalitesinin değerlendirilmesi açısından bir sınırlılıktır. Halk Sağlığı Laboratuvarı ile İl Çevre Orman Müdürlüğünün yaptığı hava kalitesi ölçüm sonuçlarının tutarsız olması, yine 2007 yılına ait bazı meteorolojik verilerde eksiklerin bulunması çalışma için önemli bir olumsuzluktur. Hava kalitesi ölçümünde yarı otomatik sistemden tam

otomatik sisteme geçilmesi olumlu bir sonuç sayılabilir. Ekonomik sınırlılık ile kaynak sınırlılığı ise diğer bir sorundur.

Çalışmanın daha sağlıklı yürütülebilmesi amacıyla eksik verilerin tamamlanması için Türkiye İstatistik Kurumu, Çanakkale Halk Sağlığı Laboratuvarı, Çanakkale Meteoroloji Müdürlüğü ve Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğüne yazılı olarak müracaat edildi fakat bir sonuç alınamadı. Veri eksikliğinden kaynaklanabilecek olumsuzluğu önlemek için ölçüm yapılmayan günler hesaplamalardan çıkarıldı.

Araştırmaya ilişkin değişkenlerin tanımlanması, verilerin çeşitli ölçütlere göre gruplandırılabilmesi, veriler üzerinde istatistiksel analizlerin yapılabilmesi, grafikler ve düzenli tablolar halinde çıktı alınabilmesi gibi nedenlerle kısaca SPSS olarak ifade edilen Statistical Packages For Social Sciences (Sosyal Bilimler İçin İstatistik Paketi) 13.0 programı kullanıldı.

Araştırmanın gerçekleşmesi sırasında yapılan işler ana hatlarıyla aşağıda maddeler halinde çıkarılmıştır;

1. Çalışma için gerekli olan 1991-2008 yıllarına ait günlük meteorolojik veriler (basınç, rüzgar, sıcaklık, nem) ile hava kalitesi verileri (SO₂ ve PM) daha önce belirtilen kurumlardan alındı.
2. SO₂ ve PM aylık, yakma dönemi ve yıllık aritmetik ortalamaları hesaplandı.
3. HKKY'nin 58-3. maddesinde yer alan "Bağıl nem miktarının %90'ın üzerine çıkması halinde uyarı kademelerindeki kirlilik derecelerinin %10 altından başlatılması" şeklindeki hüküm dikkate alınarak günlük bağıl nemin %90'ın üzerinde olduğu günlerde hesaplamalar her uyarı kademesinin % 10 altından

başlanarak yapıldı. Buna göre, sınır değerleri geçen gün sayıları, aylık ve yakma dönemi bazında saydırıldı.

4. SO₂ ile PM miktarlarının zamana bağlı değişimleri incelenen çalışmada bağımlı değişken olarak SO₂ ve PM alındı. Bu değişkenler arasındaki değişimler, SPSS programında, regresyon (basit lineer/doğrusal) analizine göre araştırıldı. Burada kurulan regresyon modelleri için:

$$y = a + bx \quad \text{formülü kullanılmıştır.}$$

Regresyon denklemi, iki değişken arasındaki ilişkiyi tanımlayan matematiksel bir denklemdir ve x 'e dayanarak y 'nin tahmininde kullanılmaktadır (Tekin 2006). Bu formülde; y , bağımlı değişken; a , doğrunun y eksenini kestiği nokta; b , regresyon katsayısı; x ise bağımsız değişkendir (Ergün 1995).

Genel olarak ifade edilen regresyon denklemi SO₂ ve PM için aşağıdaki şekle getirilmiştir;

$$SO_2 = \beta_0 + \beta_1(\text{zaman})$$

$$PM = \beta_0 + \beta_1(\text{zaman})$$

Regresyon denkleminde elde edilen katsayıların anlamlılığı aşağıdaki hipotezler çerçevesinde sınıandı.

$H_0 = \beta_0/\beta_1 = 0$ (Elde edilen regresyon modelinde sabit parametre/katsayı anlamlı bir değişim yoktur)

$H_1 = \beta_0/\beta_1 \neq 0$ (Elde edilen regresyon modelinde sabit parametre/katsayı anlamlı değişim vardır)

Veriler 01.01.1991 ile 31.03.2008 tarihleri arasında gün, yakma dönemi ve yıl olarak alındı. Gün olarak alınan verilerde 01.01.1991 tarihi 1. gün, 31.03.2008

tarihi 6300. gün olarak sayıldı ve zamandaki (gün, yakma dönemi ve yıl) değişimin ardışık olarak arttığı kabul edildi.

β 'nin anlamlılığının sorgulanması için *Student t* sınavasından yararlanılmıştır.

β 'nin anlamlılığın için *Student t* sınavası:

$$t = \frac{\hat{\beta} - \beta}{\sqrt{s^2 / \sum_{i=1}^n x_i^2}}$$

Sınavma örneklem değeri t , $(n-2)$ bağımsızlık sayısı ile birlikte *Student t* dağılır. “Gözlemler bir eğilim içermiyor” (ya da gözlemlerde herhangi bir değişim/eğilim yoktur) boş hipotezi (H_0), dağılımın iki yanlı şekline göre $|t|$ nin büyük değerleri için ($|t| \geq t_{\alpha/2}$) reddedilir (Türkeş 2005).

5. İklim elemanlarıyla hava kalitesi verileri arasındaki ilişkinin ortaya konulması amacıyla basınç, sıcaklık, rüzgar hızı ile SO_2 ve PM arasındaki korelasyon SPSS programı ile gerçekleştirildi. Korelasyon katsayısı, bilimsel araştırmalarda en sağlıklı sonucu verdiği düşünüldüğü için, en yaygın şekilde kullanılan “ilişki” ölçüsüdür. Bu nedenle bağımlı değişkenler (SO_2 ve PM) ile bağımsız değişkenler (basınç, sıcaklık, rüzgar hızı) arasındaki korelasyon ve korelasyonlar belirlendi. Bu hesaplamalar, SPSS programında Pearson yöntemi ile yapıldı.

Pearson yöntemine göre korelasyon katsayısı;

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(N-1)s_x s_y}$$

Burada N olay sayısı, s_x ve s_y değişkenlerin standart sapmalarını ifade eder r korelasyon katsayısı, doğrusal ilişkinin gücünü gösterir. En büyük değeri bir (1) olabilir. İlişki pozitif veya negatif olabilir. r 'nin 0 olması, iki değişken arasında bir ilişkinin olmaması demektir (Ergün 1995).

Korelasyon katsayısının anlamlılığı t testi ile test edilir

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

t test istatistiğinin önemliliği $sd=n-2$ serbestlik dereceli t dağılımının kritik değerlerine göre ($t_{\alpha, sd}$) belirlenir. $\alpha=0.05$, 0.01 , 0.001 için değerlendirme sonucu; $p>0.05$ ise, iki değişken arasında önemli ilişki olmadığı; $p\leq 0.05$ ise değişkenler arasında önemli düzeyde ilişki olduğu biçiminde değerlendirilir (Özdemir 2004, Türkeş 2005).

Hava kalitesi ile meteorolojik parametreler arasındaki ilişki, bu parametrelerin korelasyonları ve birlikte olan değişimlerinin yer aldığı tablo ve grafiklerle görselleştirildi.

Araştırma, yersistemi içinde başta atmosfer olmak üzere pek çok değişkenin etkilediği hava kalitesi durumu ile bu durumun etkenlerinden bahsettiği için, temel hareket noktası olan kavramların tanımlarının verilmesi ihtiyacı hissedilmiştir.

Araştırmada temel alınan tanımlar şu şekildedir:

Atmosfer: Yeryüzünü çepeçevre saran gaz tabakası, hava küresi (Ayverdi 2005).

Hava Kütleli: Atmosferin sıcaklık ve nemlilik bakımından yatay yönde aynı özelliklere sahip geniş parçalarına denir (Erinç 1996).

Hava Tipi: Dinamik ya da termik, kökeni ne olursa olsun, alçak ve yüksek basınç strüktürlerinin çeşitli tipleri ile oluşan, yeryüzünün herhangi bir yerini çeşitli iklim elemanlarıyla aynı anda etkileyen ve uzun yıllar ortalamalarına göre belli ay ve mevsimlerde tekrarlanan hava olaylarına denir (Koç 2001).

Emisyon: Yakıt ve benzerlerinin yanmasıyla; sentez, ayrışma, buharlaşma ve benzeri işlemlerle, maddelerin yığılması, ayrılması, taşınması ve bu gibi diğer mekanik işlemler sonucu bir tesisten atmosfere yayılan hava kirleticileridir (Komisyon 1986).

Hava Kalitesi: Bir yerdeki havanın çeşitli indekslere göre gösterdiği olumlu veya olumsuz özelliklerdir (Komisyon 1986).

Hava Kirliliği: Toz, gaz, sis, koku, duman vb kirleticilerin insan, bitki ve hayvan yaşamına veya maddi nesnelere zarar verecek miktar, yoğunluk ve zamanda atmosferde bulunmasıdır (Komisyon 1986).

Terselme (enversiyon): Sıcaklık, normal atmosfer koşulları içerisinde yerden itibaren yükseldikçe azalma eğilimi göstermektedir. Ancak sıcaklığın yükseldikçe azalacağı yerde artış göstermesi durumuna terselme denir (Çöleri *vd.* 2006).

Kritik Meteorolojik Şartlar: Alt sınırı yerden 700 m'den daha az olan bir hava tabakası mevcut ve hava sıcaklığı bu yükseklikle en azından 2°C artıyorsa, rüzgar hızı 12 saatlik ortalama 1.5 ms⁻¹'den az ise bu durum kritik meteorolojik durum olarak adlandırılır (Komisyon 1986).

Partiküler Madde (PM): Havada bulunan katı partiküller ve sıvı damlacıkları ifade eder (Komisyon 1986).

Yakma Dönemi: Kış aylarında binaların ısıtılmasıyla ortaya çıkabilen hava kirlenmelerine yol açan hava kirleticileri için Ekim-Mart ayları arasındaki dönemdir (Komisyon 1986).

Hava Kalitesi Sınır Değerleri (HKSD): İnsan sağlığının korunması için çevrede kısa ve uzun vadeli olumsuz etkilerin ortaya çıkmaması için atmosferdeki hava kirleticilerinin bir arada bulduklarında değişen zararlı etkileri de göz önüne alınarak tespit edilmiş seviyelerdir (Komisyon 1986).

Hedef Sınır Değer (HSD): Hava kalitesi sınır değerlerini zaman içinde daha sıkı sınırlara çekerek daha temiz hava kalitelerine ulaşmak için hedeflenen değerlerdir (Başar vd. 2005).

Çizelge 2. HKKY e göre hedef sınır değerler (Komisyon 1986)

	SO₂ ($\mu\text{g m}^{-3}$)	PM ($\mu\text{g m}^{-3}$)
Yıllık aritmetik ortalama	60	60
Kış sezonu (Ekim-Mart) ortalaması	120	120
Maksimum 24 saatlik değer	150	150
1 saatlik değer	450	-

Kısa Vadeli Sınır Değerleri (KVS): Maksimum günlük ortalama değerler veya istatistik olarak bütün ölçüm sonuçları sayısal değerlerinin büyüklüğüne göre dizildiğinde, ölçüm sonuçlarının % 95'ini aşmaması gereken değerlerdir (Komisyon 1986).

Uzun Vadeli Sınır Değerleri (UVS): Aşılmaması gereken, bütün ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalaması olan değerlerdir (Komisyon 1986).

Kış Sezonu Ortalaması Sınır Değerleri: Kış aylarında, binaların ısıtılmasıyla ortaya çıkabilen hava kirlenmelerine yol açan hava kirleticiler için Ekim-Mart ayları

arasında yerleşim bölgelerinde yapılan ölçümlerin ortalamaları değerleridir (Komisyon 1986).

3. ÇANAKKALE KENTİNİN GENEL COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ

Genel coğrafi özellikler; fiziki coğrafi özellikler ve sosyal coğrafi özellikler olarak iki başlık altında açıklanabilir. Çanakkale kenti ile ilgili gerçekleştirilen araştırmada etkili olan coğrafi özellikler ele alınırken hava kalitesi üzerinde birinci derecede etkili olanlara öncelik verildi.

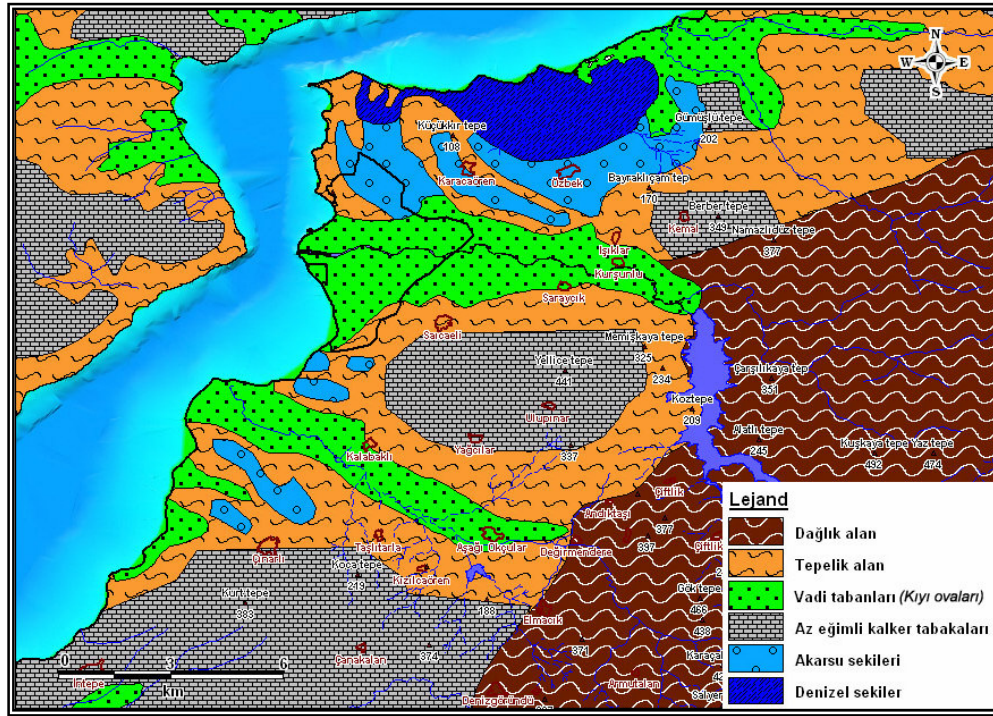
3.1. Fiziki Coğrafya Özellikleri

3.1.1. Yerşekli Özellikleri

Çanakkale yerleşmesinin ve çevresinin topoğrafik durumuna bakıldığında, Çanakkale kentinin, Çanakkale Boğazı'nın en dar yeri (1200 m) olan Kilitbahir Kalesi ile Çimenlik Kalesi'nin bulunduğu yerde kurulduğu görülmektedir. İlk kuruluş yeri Sarıçay deltasıdır. Buradan kuzey, doğu ve güneye doğru gidildiğinde, fazla yüksek olmayan (100-150 m) plato sahasına geçilmektedir. Deltanın yakın çevresinde plato alanının yükseltisi kuzeyde 200 m, güneyde 400 m civarındadır. Plato alanını kuşatan yüksek çevrede ise yükselti en fazla doğu yönünde dağlık alana doğru artarak 900 m'yi geçmektedir (Şekil 3). Biga ve Gelibolu yarımadaları arasında uzanan ve kentin batısında yer alan Çanakkale Boğazı, yaklaşık olarak 60 km uzunluğundadır.

Çanakkale kenti ilk kurulduğu 1462 yılından 1980'li yılların ortalarına kadar delta ovası üzerinde gelişmiştir. Çanakkale yerleşmesi 1985 sonrasında çevredeki karasal ve denizel sekiler ile tepelik alanlara doğru da genişlemeye başlamıştır. Kentin kuruluşunda ve daha sonraki gelişim sürecinde, yüksek oranda Sarıçay Ovası

kullanılmıştır. Büyük oranda askeri alan olarak kullanılan Nara Burnu'nun güney kesiminin binalarla doldurulması kuzey rüzgarlara kısmen engel olmakta, buradaki binalardan kaynaklanan kirlilik, çukurda yer alan Sarıçay deltasına taşınmaktadır (Garipağaoğlu 2002, Koç 2006b).

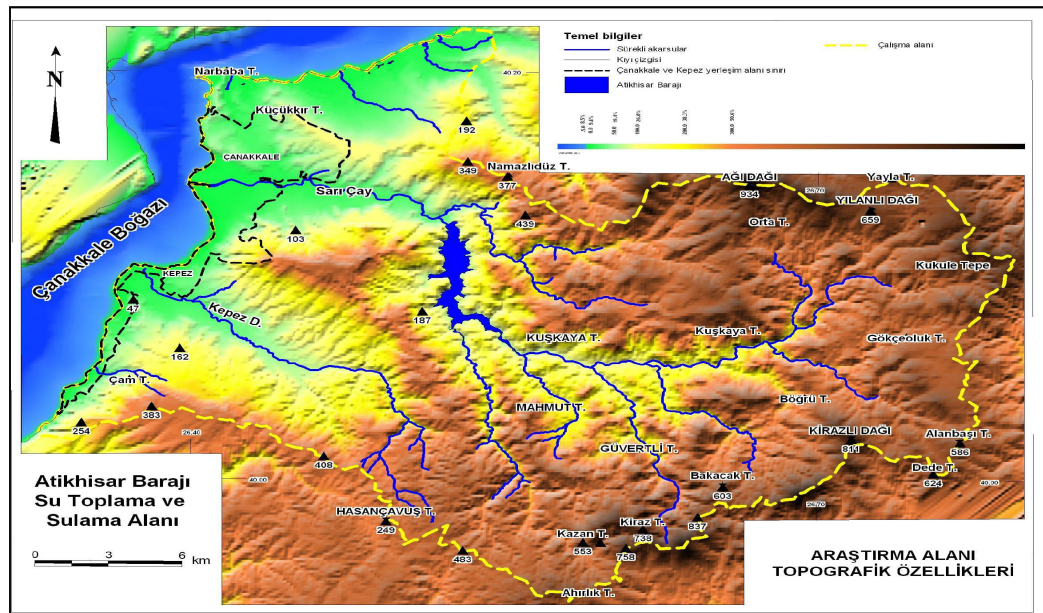


Şekil 3. Çanakkale yerleşmesinde yerleşim alanları ile yerşekilleri ilişkisi (Koç 2006b)

Çanakkale'nin yerşekli özellikleri tek başına hava kirliliğini artırıcı etki yapmamaktadır. Çanakkale Boğazında kanalize olan rüzgar, hızını artırır ve yıl boyunca eser. Bu etki sonucunda kent üzerinde toplanan kirleticilerin, yani kükürdioksit (SO_2) ve dumanın (PM) rüzgar tarafından taşınması kente rahat soluk aldırılmaktadır. Bununla birlikte kritik meteorolojik şartların yaşandığı durgun havalar, hava kirliliğinin arttığı dönemler olmaktadır (Koç 2004). Yerel topografyayla ilişkili rüzgar tiplerinden birisi yamaç rüzgarlarıdır. Bir tepenin kenarları üzerindeki gece radyasyonu, yamacın hemen üzerindeki havayı soğutur. Yerden yukarıda, yani serbest atmosferde yamacın üzerindeki hava ile aynı yükseklikte olan hava parseli daha az soğumaktadır. Yamacın hemen üzerindeki hava çevresine göre daha yoğun olduğu için yamaç boyunca çöker. Eğer yamaç gün

boyunca güneş ışınlarıyla kuvvetli biçimde ısınır, ters süreç ortaya çıkar. Tepenin yamaçlarıyla temas halinde bulunan hava çevreye göre hafifler ve yamaç boyunca yükselir. Genel olarak gündüz ısınan yamaçlar boyunca yukarıya yönelen sıcak rüzgarlara “anabatik”, gece soğuyan yukarı bölümlerden depresyonlara ve vadi içlerine kanalizasyon olan soğuk rüzgarlara “katabatik” rüzgarlar denilmektedir (Türkeş 1996:220). Türkeş (1996) tarafından açıklanan yerel rüzgarların Çanakkale yerleşmesinde hava kalitesini belirleyici unsurlardan biri olduğu düşünülmektedir.

Çanakkale kentinin yakın çevresindeki plato ve dağlık alanlar, kritik meteorolojik şartların yaşandığı dönemlerde sıcaklık terselmesi (enversiyon) şartlarının oluşumunu güçlendirmektedir. Özellikle Çanakkale kenti doğusunda yer alan yüksek plato (400-500 m) ve dağlık alandan (Ağı Dağı, 934 m) kaynaklanması beklenen ağırlaşma rüzgarlarının (dağ meltemi) terselme şartlarını desteklediği düşünülebilir (Şekil 4). Bu duruma ek olarak Çanakkale Boğazında Karadeniz ve Marmara Denizinden sokulan soğuk üst akıntısının denizin ılımanlaştırıcı ve terselmeyi engelleyen etkisini azalttığı düşünülmektedir. Çanakkale kenti yakın çevresinin özetlenen topografik ve akıntı özellikleri hava kalitesinin bozulmasına ortam hazırlamaktadır.



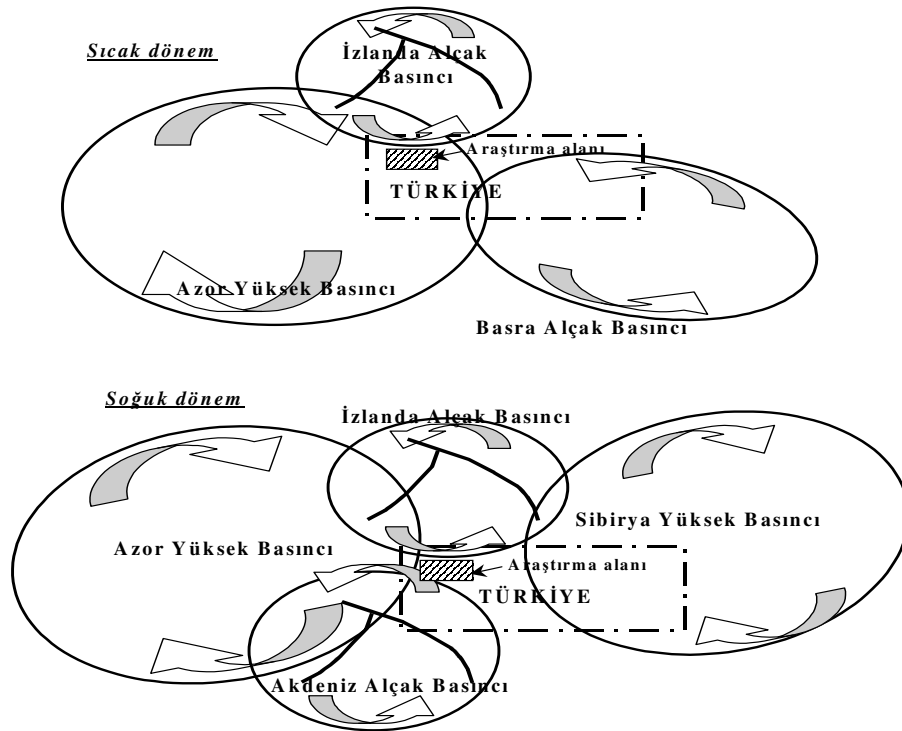
Şekil 4. Çanakkale kenti yakın çevresinin topografik özellikleri (Koç 2006).

3.1.2. İklim özellikleri

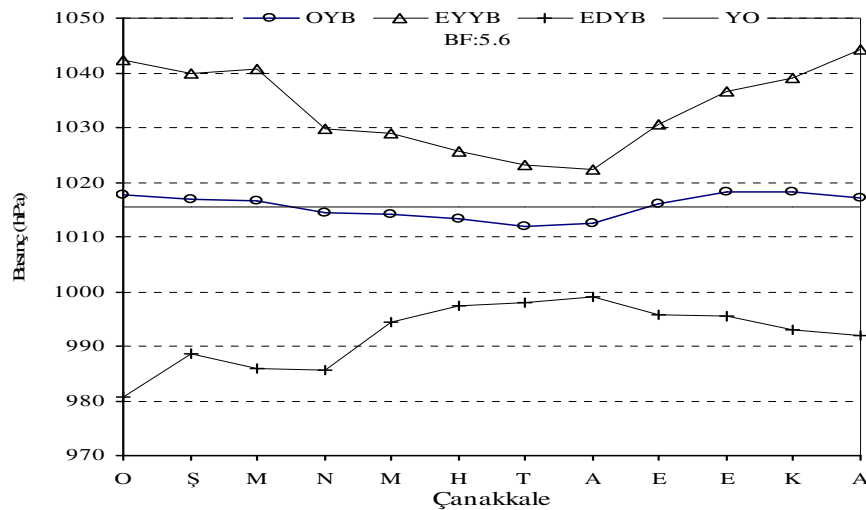
Çanakkale kenti ve yakın çevresinin genel iklim özellikleri önceki kaynaklardan yararlanılarak özetlenmiştir (Koç 2001a; Koç 2004).

Çanakkale kentinde, Türkiye'nin kuzeybatısındaki konumuna bağlı olarak, Türkiye'nin diğer sahalarına göre Orta Kuşak Basınç Sistemleri daha etkindir. Çanakkale'den Ayvalık doğrultusuna gidildikçe Subtropikal Dinamik Yüksek Basınç (Azor Yüksek Basıncı), Bandırma doğrultusuna gidildiğinde ise Polar Cephenin gezici alçak basınçları daha etkili olur. Çanakkale çevresinde sıcak dönemde (yaz) ve soğuk dönemde (kış) etkili olan basınç sistemleri farklıdır. Sıcak dönemde Azor Yüksek Basıncı ve Basra Alçak Basıncı en etkili basınç sistemleridir (Şekil 5). Sıcak dönemde çok seyrek de olsa Polar Cepheye bağlı gezici depresyonların etkili olduğu görülür. Soğuk dönemde ise, Azor Yüksek Basıncı, Gezici Alçak Basınçlar ve Sibiryaya Yüksek Basıncı daha belirgindir (Şekil 5). Sıcak ve soğuk dönem arasında geçiş şartlarının yaşandığı bahar aylarında basınç sistemleri bakımından da geçiş özellikleri görülür. Çanakkale çevresinin konumu gereği basınç sistemlerinin yer değiştirmesine bağlı olarak gezici alçak basınçların etkisi erken başlar geç biter (Koç 2001a).

Çanakkale kentinde etkisi en belirgin iklim elemanı rüzgardır. Açıklanan fiziki coğrafya etkenleri ve basınç özellikleri sonucunda Çanakkale'nin rüzgar özellikleri şekillenmektedir. Çanakkale'nin rüzgar özellikleri Çizelge 3'te verilmiştir. Çanakkale yıllık ortalama 4.6 ms^{-1} ile yüksek rüzgar hızı özelliklerine sahiptir. Hızlı rüzgarlar lodos fırtınalarını işaret etmektedir. En hızlı rüzgar lodostan 35.4 ms^{-1} ile etkili olmuştur. Fırtınalı günler soğuk dönemde daha fazladır. Hakim rüzgar yönü olarak poyraz (kuzeydoğu) açık bir şekilde görülür (Şekil 7). Hakim rüzgar yönünün şekillenmesinde Çanakkale Boğazı'nın yerçekli özellikleri belirleyici olmuştur (Şekil 3). Sıcak dönemde kuzeydoğu tek hakim yön iken, soğuk dönemde güney sektörlü rüzgarların da hakim yön olarak belirlendiği görülür (Koç 2001a).



Şekil 5. Sıcak ve soğuk dönemde Türkiye'yi etkileyen basınç merkezlerinin şematik gösterimi (Koç 2007)

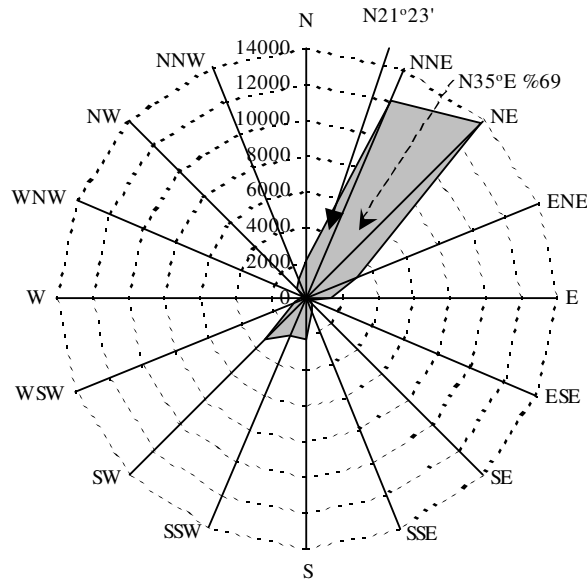


Şekil 6. Çanakkale istasyonunda basınç rejimi. OYB: Ortalama yerel basınç, EYYB: En yüksek yerel basınç, EDYB: En düşük yerel basınç, YO: Yıllık ortalama, BF: Basınç farkı. Basınç değerleri ölçümün başladığı zamandan 1990 yılına kadar olan dönemi kapsar (Koç 2004)

Çizelge 3. Çanakkale’de rüzgar ile ilgili özellikler (1966-1990, Koç 2001a)

Aylar	Bazı Rüzgar Özellikleri					Hakim Rüzgar Yönü				
	OH	HY	HR	KR	FR	1. Yön	EO	2. Yön	EO	
O	05.Mar	SSE	35.2	09.Nis	04.Oca	N37°E	67	--	--	28°38'
Ş	05.Nis	SSW	32.6	09.Mar	4.0	N36°E	64	S19°E	25	19°23'
M	04.Eyl	SSE	35.4	10.Tem	02.Eyl	N33°E	68	--	--	18°34'
N	04.Mar	WSW	26.Tem	08.Ağu	01.Ağu	N32°E	58	S31°E	31	4°21'
M	03.Tem	SW	26.May	8.0	0.7	N30°E	61	S32°E	25	9°21'
H	03.Tem	SW	31.Oca	07.Mar	0.3	N30°E	67	--	--	12°10'
T	04.Mar	NW	31.Ağu	10.Eyl	0.9	N34°E	84	--	--	29°13'
A	04.May	NNE	23.Tem	12.Mar	01.Şub	N35°E	86	--	--	29°50'
E	04.Mar	N	32.7	10.Oca	01.Şub	N37°E	81	--	--	27°22'
E	04.Nis	SSW	29.Haz	09.Tem	01.Eyl	N39°E	74	--	--	25°54'
K	04.Haz	SW	32.0	08.Nis	02.May	N41°E	61	S19°E	27	21°26'
A	05.Şub	SW	34.1	09.May	4.0	N37°E	60	S15°E	28	18°50'
Yıl	04.Haz	SSE	35.4	114.4	25.May	N35°E	69	--	--	21°33'

Kısaltmalar: OH:Ortalama rüzgar hızı (ms^{-1}), HY:En hızlı esen rüzgarın yönü, HR:En hızlı esen rüzgarın hızı (ms^{-1}), KR:Orta kuvvette rüzgar günlerinin sayısı (hız:10.8-17.1 ms^{-1}), FR:Ortalama fırtınalı günler sayısı (hız \square 17.1 ms^{-1}), 1. Yön: Birinci hakim rüzgar yönü, EO:Etki oranı (%), 2. Yön: İkinci hakim rüzgar yönü.



Şekil 7. Çanakkale'nin rüzgar gülü ve hakim rüzgar yönü (Lambert devamlı çizgili ok, Rubinstein yöntemi ise kesik çizgili ok ile gösterilmiştir)(Koç 2001a).

Çanakkale’de etkili olan hava kütleleri sıcak dönem ve soğuk dönem olmak üzere iki kısımda incelenebilir. Sıcak dönemde etkili olan hava kütleleri; Karasal Tropikal Hava Kütleleri (cT), Denizel Polar Hava Kütleleri (mP), Denizel Tropikal Hava Kütleleri (mT) iken soğuk dönemde etkili olan hava kütleleri; Karasal Polar Hava Kütleleri (cP), Denizel Polar Hava Kütleleri (mP), Akdeniz Hava Kütleleridir (M). Hava kütleleri incelenirken bazı günleri tek bir hava kütlesi ile tanımlamak mümkün olmamıştır. Örneğin sıcak dönemde mP ile cT , M ile cT , soğuk dönemde cP ile M , mP ile M hava kütleleri birlikte etkili olabilmektedir (Koç 2001a).

Herhangi bir sahada iklim özelliklerinin belirlenmesinde hava tipleri, iklim özelliklerinin oluşum şartlarını açıklaması nedeniyle dikkate alınması gereken esas özelliktir. Kuzeybatı Anadolu’da etkili olan hava tipleri üç gruba ayrılabilir (Çizelge 4, Şekil 5) (Koç 2007):

- Yıllık: Orta Enlem Depresyonu Cepheleleri (OED-C), Orta Enlem Depresyonu Kuzeyi (OED-K), Orta Enlem Depresyonu Güneyi (OED-G), Azor Yüksek Basıncı Ortası (AYB-O), Azor Yüksek Basıncı Kuzeyi (AYB-K) ve Azor Yüksek Basıncı Güneyi (AYB-G).
- Soğuk dönem: Azor ve Sibirya Yüksekleri (AY/SY), Sibirya Yüksek Basıncı Ortası (SYB-O), Sibirya Yüksek Basıncı Batısı (SYB-B), Sibirya Yüksek Basıncı Güneyi (SYB-G).
- Sıcak dönem: Azor Yüksekliği/Basra Alçağı (AY/BA), Basra Alçağı (BA) ve Oluk (OL).

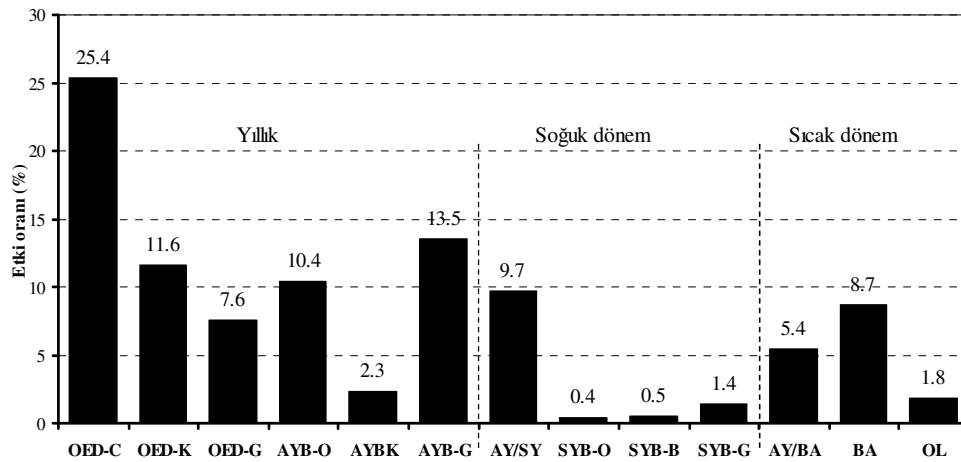
Belirlenen hava tiplerinin etki oranları Şekil 8’de verilmiştir. Çanakkale çevresinde daha önceki basınç sistemleri ve hava kütlelerinde olduğu gibi hava tiplerinde de değişkenlik en belirgin özelliktir.

Çanakkale çevresinde etkili olan hava tipleri incelendiğinde; yüksek atmosfer özellikleri (hava akımları, oluklar, sırtlar vb.), yer seviyesindeki cephe ve basınç sistemlerinin oluşmasını şekillendirdiği söylenebilir. Çanakkale çevresinde basınç

sistemlerinin farklı bölümleri, cephe sistemleri kendilerine göre hava tiplerinin oluşmasına neden olmaktadır. Oluşan hava tiplerinin özellikleri ve etki oranları da iklim özelliklerini şekillendiren temel nedendir. Diğer bir ifade ile yüksek atmosfer ve yer seviyesindeki dinamik sistemler, hava tiplerini oluşturmaktadır. Hava tipleri de iklim özelliklerinin oluşum şartlarını (genetiğini) hazırlamaktadır. Kuzeybatı Anadolu'da, değişik özellikte hava tiplerinin oluşmasına neden olan yedi farklı genetik sistem belirlenmiştir (Çizelge 4). Genetik sistemler, hava tipleri ve mevsimlik tiplerinin aylık ve yıllık etki oranları, Çanakkale çevresinde iklim özelliklerinin şekillenmesinin temel nedenlerinden biridir.

Çizelge 4. Kuzeybatı Anadolu'da genetik sistemler ve hava tipleri (Koç 2007)

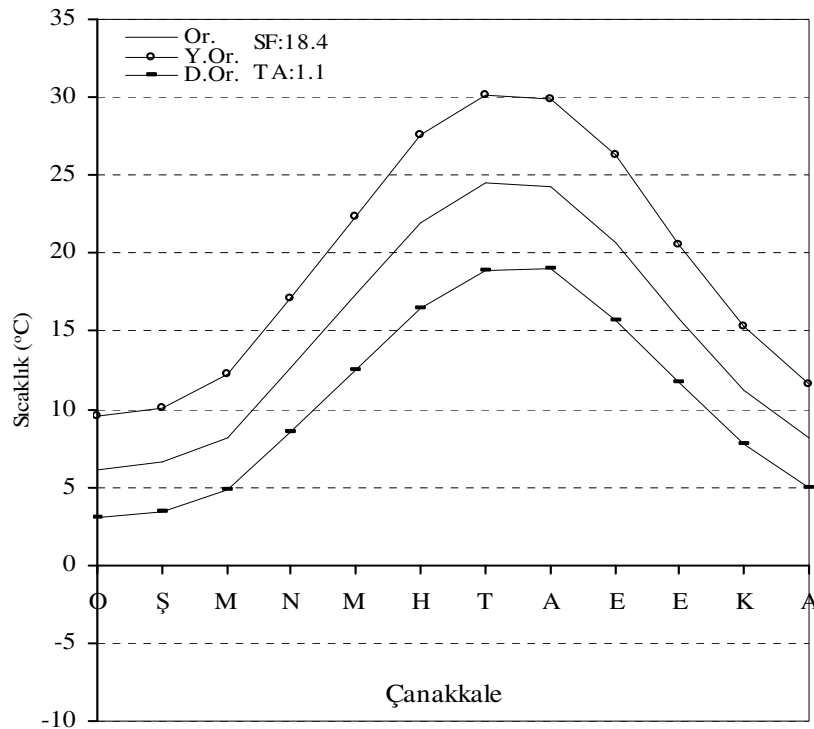
Genetik Sistemler	Hava Tipleri
I. Orta Enlem Depresyonları (OED)	1. Orta Enlem Depresyonu Cepheleri (OED-C) 2. Orta Enlem Depresyonu Kuzeyi (OED-K) 3. Orta Enlem Depresyonu Güneyi (OED-G)
II. Azor Yüksek Basıncı (AYB)	4. Azor Yüksek Basıncı Ortası (AYB-O) 5. Azor Yüksek Basıncı Kuzeyi (AYB-K) 6. Azor Yüksek Basıncı Güneyi (AYB-G)
III. Azor ve Sibirya Yüksekleri (AY/SY)	7. Azor ve Sibirya Yüksekleri (AY/SY)
IV. Sibirya Yüksek Basıncı (SYB).	8. Sibirya Yüksek Basıncı Ortası (SYB-O) 9. Sibirya Yüksek Basıncı Batısı (SYB-B) 10. Sibirya Yüksek Basıncı Güneyi (SYB-G)
V. Azor Yüksekliği/Basra Alçağı (AY/BA).	11. Azor Yüksekliği/Basra Alçağı (AY/BA)
VI. Basra Alçak Basıncı (BAB).	12. Basra Alçağı (BA)
VII. Yüksek Oluk (YOL).	13. Oluk (OL)



Şekil 8. Kuzeybatı Anadolu'da yıllık, sıcak ve soğuk dönemlerde hava tiplerinin etki oranları (Koç 2007)

Çanakkale’de 1991-2007 yıllarında ortalama sıcaklık 15.2°C ’dir. Yazların sıcak ve kurak, kışların serin ve yağışlı geçtiği kentte yaz mevsimi sıcaklık ortalaması 23.6°C , kış mevsimi sıcaklık ortalaması 6.9°C ’dir.

Çanakkale’de sıcaklıkların en düşük olduğu aylar Aralık, Ocak ve Şubat aylarıdır. Çanakkale’nin günlük sıcaklık değişimi; karasallık ve etkili olan basınç sisteminin özelliklerine bağlı olarak şekillenir. Bu değişimler incelendiğinde sıcak ve soğuk dönem farkı gözlenmektedir. Çanakkale’de sıcaklık farklarının soğuk dönemde artmasının nedeni, etkili olan gezici depresyonlara bağlı olarak etkili olan hava kütlelerinin sık değişimidir. Soğuk dönemde sıcaklıkların 0°C ’nin altına düştüğü gözlenir. Bu soğuma sabah saatlerinde daha fazladır. Günün ilerleyen saatlerinde sıcaklık yükselmektedir (Koç 2004).

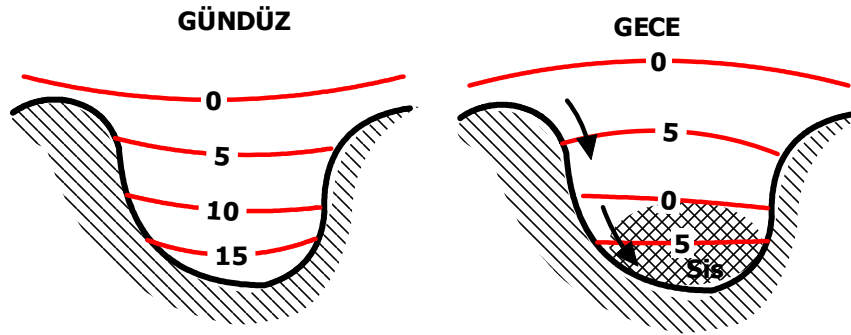


Şekil 9. Çanakkale istasyonunda sıcaklık rejimi özellikleri. Or:Ortalama, Y.Or:Yüksek sıcaklık ortalaması, D.Or:Düşük sıcaklık ortalaması, SF:Sıcaklık farkı, TA:Termik anomali

Atmosferdeki dikey hareketler hava kalitesi özelliklerinin şekillenmesi bakımından temel belirleyiciler olarak dikkat çeker. Bu tip hareketlere Konveksiyonel Hareketler denir. Konveksiyonel hareketler, sınırlı genişlikte olan alanlar üzerinde, havanın yukarıya ve aşağıya doğru yer değiştirmesidir. Bu tip hareketlerin etki alanı dardır, fakat hızları büyük değerlere ulaşabilir. Bu hareketlerin oluşmasına havanın kararlı veya kararsız oluşu yön verir. Havanın kararsızlığı arttıkça hareketin (yükselici konvektif hareketlerin) hızı da artar. Herhangi bir nedenle dikey olarak yukarı doğru hareket eden bir hava parseli, sebebin ortadan kalkmasından sonra eski yerine gelebiliyorsa, bu parseli çevreleyen hava kütlesi için “kararlılık”, eski durumuna dönemiyorsa “kararsızlık” söz konusudur. Havanın alttan fazla ısınmasını sağlayan şiddetli güneş ısıtması veya bir hava kütesinin, sıcak bir yüzey üzerine hareketi ile alttan ısınması sonucunda hava kararsızlaşırken, yeryüzünün, özellikle güneş battıktan sonra, radyasyon kaybı ile soğuması veya hava kütesinin alçalması ile kararlı bir hava oluşur (Çöleri vd. 2006).

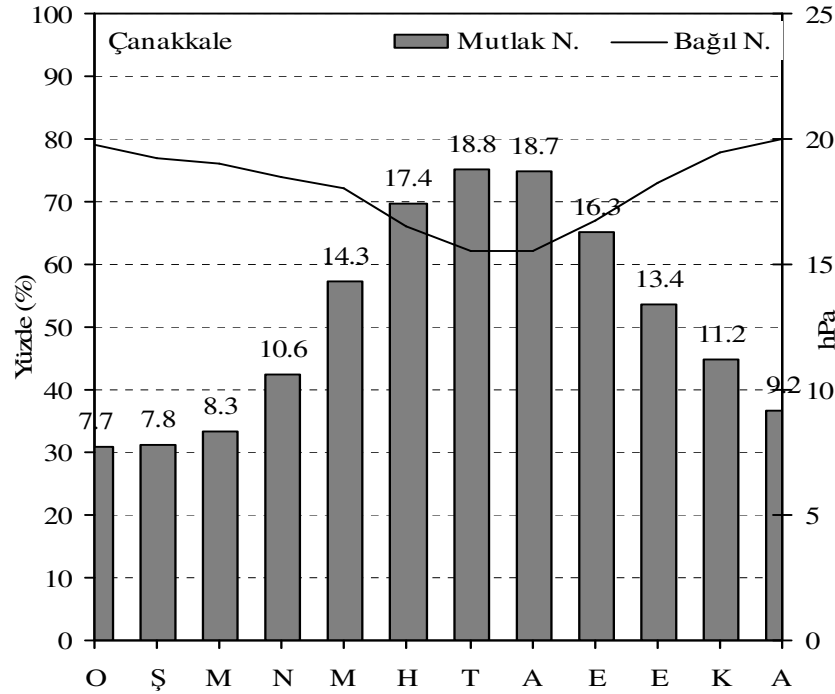
Normal şartlar altında atmosferin alt tabakalarında aşağıdan yukarıya doğru çıkıldığında hava sıcaklığı her 100 m’de ortalama 0.65°C düşmektedir. Ancak belli şartlar altında ve belli sınırlar dahilinde sıcaklığın yerden yükseldikçe arttığı durumlarla karşılaşılır (Şekil 10). Bu olaya sıcaklık terselmesi (enversiyon) denir. Sıcaklık terselmesinin görüldüğü durumlarda terselme tabanı, yükselen hava hareketlerinin son bulduğu sınırdır. Terselme yerden itibaren başladığı takdirde, dikey hareketler olmadığından su buharı ve atmosferik kirlilikler yükselemeyecek, yatay hava akımlarının da bu olaya bağlı olarak yok denecek kadar az olmasından, yatay yönde de taşıma olmayacak ve sonuçta atmosferde birim hacimdeki kirletici (SO₂ ve PM) birikim artacaktır. Karışma yüksekliği ile yer seviyesi arasında kalan bölgede su buharı ve atmosferik kirler hapsolür. Günün maksimum sıcaklığı ne kadar yüksek olursa, karışma yüksekliği o kadar fazla, atmosferik kirlilik ise o kadar az olacaktır. Kuvvetli bir inversiyon tabakası oluşmuş ise, karışma yüksekliğini azaltacağından ve yayılma sahası daralacağından birikim da fazla olacaktır (Şekil 10, Çöleri vd. 2006).

Yüksek basınç alanlarında yaşanan iki özellik nedeni ile hava kütlesi üzerinde olumsuz etki söz konusudur. İlk olarak yüksek basınç sisteminde etkili olan açık hava şartları, zeminde hızlı bir ışıma sonucu yer seviyesinde terselme şartlarını oluşturmaktadır. İkinci olarak ise alçalıcı hava hareketi adyabatik ısınmaya neden olarak, yüksek seviyede gelişen terselme şartlarını hazırlamaktadır. Bazı hallerde bu iki durumun birlikte etkili olması terselmenin daha kalıcı ve etkili olmasını sağlamaktadır. Alçak basınçlarda ise çevreden merkeze ve aşağıdan yukarıya doğru olan hava hareketlerine bağlı olarak hava kirliliğinin bir yerde yoğunlaşmasını engelleyici etki gözlenmektedir. Yüksek basıncın özellikle merkezi kısmında açık ve durgun hava şartları, alçalıcı hava hareketine bağlı gerçekleşen adyabatik ısınma sonucu yaşanan terselme şartları, dikey hareketi engelleyerek hava kalitesini düşürücü etki yapmaktadır (Koç 1999).



Şekil 10. Sıcaklık terselmesi (Çöleri vd. 2006)

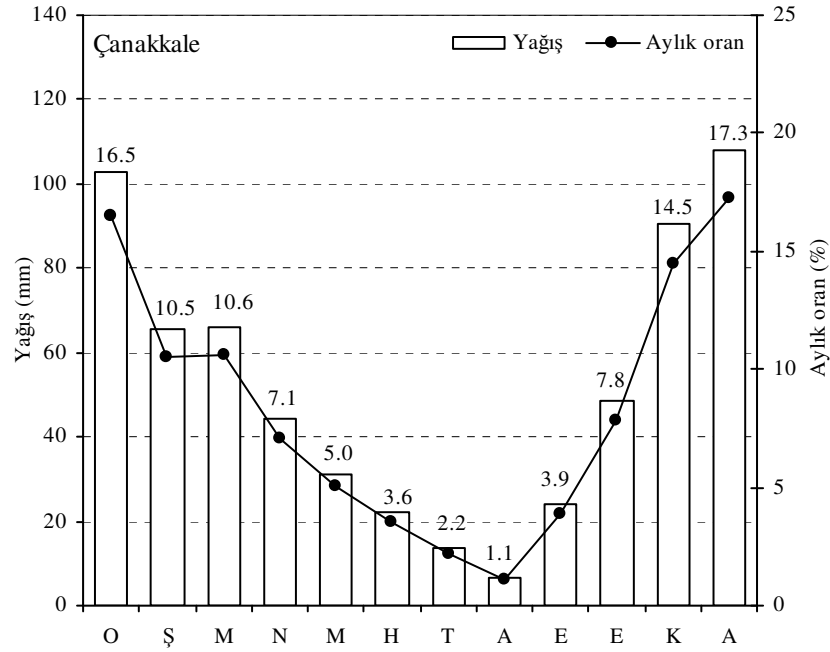
Çanakkale’de sıcak dönemde buharlaşma artmakla birlikte, ısınan havanın taşıyabileceği nemi karşılayamamaktadır. Mutlak ve bağıl nemin yıllık rejimi ters orantılıdır (Şekil 11). Çanakkale’de yıllık bağıl nem ortalaması %71’dir. Nem oranlarının yakma döneminde yükselmiş olması (%72-79) bu devrede kükürtdioksidin yüksekliği nedeniyle sülfürik asit oluşumuna yol açabilmektedir (Şekil 11) (Garipağaoğlu 2002).



Şekil 11. Çanakkale istasyonunda nemlilik özellikleri (Koç 2004).

Çanakkale’de yıllık toplam yağış ortalaması 623.7 mm m^{-2} dir. Çanakkale’de günlük yağış olasılığı bazı sıçramalarla birlikte soğuk dönemde etkili olan gezici depresyonlara bağlı olarak yüksek, sıcak dönemde etkili olan basınç sistemlerinin özelliklerine bağlı olarak düşüktür. Yağışın az olduğu sıcak dönem aynı zamanda yağış şiddetinin de arttığı dönem özelliği göstermektedir. Çanakkale’de güneyden kuzeye Akdeniz yağış rejiminden Karadeniz yağış rejimine; kıyıdan iç kesime doğru ise denizel yağış rejimlerinden karasal yağış rejimlerine geçişin yaşandığı ifade edilebilir (Şekil 12) (Koç 2004).

Çanakkale kentinde Akdeniz ve Karadeniz iklimleri arasında geçiş iklimi hüküm sürmektedir. Çanakkale, Suppan’ın sıcaklık kuşaklarına göre orta kuşakta ve bu kuşağın güneyinde Akdeniz çevresinde bulunmaktadır. Köppen tarafından önerilen sıcaklık kuşaklarına göre, yazı sıcak orta kuşak termik rejim tipine dahil edilebilir. Koçman tarafından önerilen termik rejim tiplerine göre ise, Çanakkale, Marmara Bölgesi geçiş termik rejimi tipine girmektedir (Koç 2001a).



Şekil 12. Çanakkale istasyonunun yağış rejimi özellikleri (Koç 2004)

3.2. Sosyal Coğrafya Özellikleri

3.2.1. Nüfus değişimi

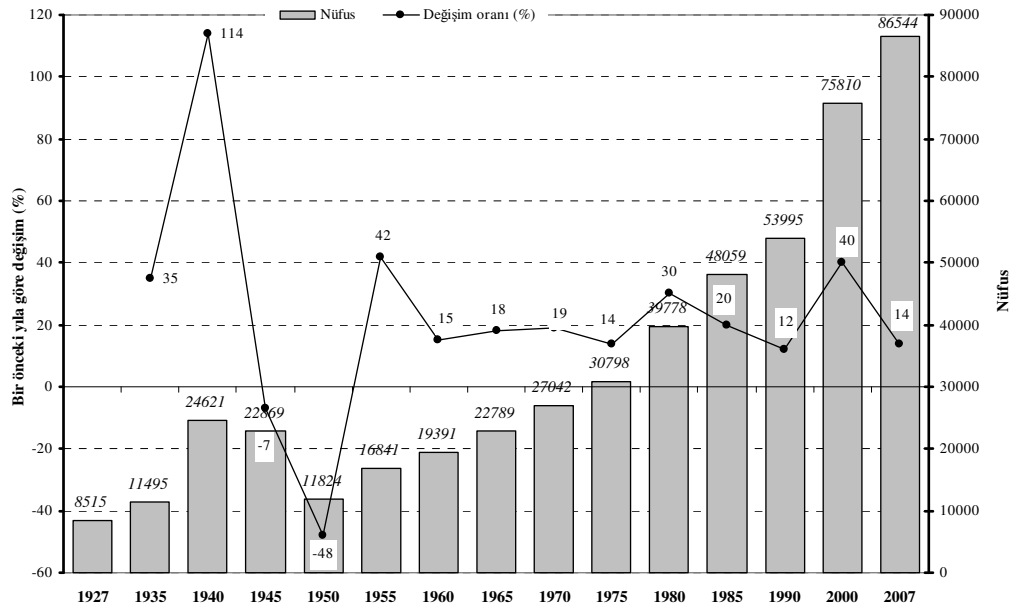
Hava kalitesinin temel belirleyeni ısınma amaçlı tüketilen enerji olduğuna göre, Çanakkale kentinin hava kalitesi özellikleri ve iklim elemanlarıyla olan ilişkisinin anlaşılmasında nüfus ve konut-işyeri sayılarının miktarı belirleyicidir. Yeni uygulanmaya başlanan adrese dayalı nüfus sistemi bilgilerine göre 2007 yılında Çanakkale ilinin nüfusu 476.128 iken, Çanakkale kent merkezinde yaşayan nüfus 86.544'tür (Çizelge 5). Kepez ilçesinin yakınlığı nedeniyle bu nüfusa katılarak yaklaşık 100.000 (Çanakkale kenti (86.544), Kepez (10.655) ve Güzelyalı (731) yerleşmeleri birlikte düşünüldüğünde 97.930) olarak kabul edilmesi gerekir.

Çizelge 5. Çanakkale ili nüfusu (2007)

	Toplam	Erkek	Kadın
Çanakkale İli	476.128	244.613	231.515
Çanakkale Belediyesi	86.544	43.937	42.607
Kepez Belediyesi	10.655	5.641	5.014

Rakamlar www.tuik.gov.tr adresinden alınmıştır. 29.03.2008

Çanakkale nüfusu 1950 yılından itibaren sürekli bir artış göstermektedir (Şekil 13). Uyanık (2003) tarafından aritmetik artış yöntemine göre 2030 yılına kadar bir nüfus artışı öngörüsü yapılmıştır. Buna göre Çanakkale nüfusunun 2010 yılında 92.230, 2015 yılında 100.440, 2020 yılında 108.650, 2030 yılında ise 125.070 olacağı öngörülmüştür (Koç 2006b).



Şekil 13. Çanakkale kentinin nüfus özelliklerinin gelişimi (Koç 2007)

3.2.2. Konut sayısı ve yıllara göre değişimi

Çanakkale’de kentsel gelişim, Türkiye genelinde olduğu gibi, 20. yy’ın ikinci yarısından sonra hız kazanmış ve bu dönemden sonra kentin çehresinde önemli değişimler görülmeye başlanmıştır. Fakat bu dönemde ülke genelinde büyük şehirlere ve kent merkezlerine doğru olan nüfus hareketlerini Çanakkale şehri için söylemek pek mümkün değildir. Burada en önemli faktör, sanayileşmenin az olması ve kentte iş imkanlarının sınırlı olmasıdır. Buna rağmen özellikle boğaz kenarında 1950’li yıllardan sonra yapılanmanın daha arttığı söylenebilir. 1950’den sonra Cumhuriyet Meydanı modern kentin merkezi durumuna getirilmiştir. Belediyenin iskele meydanına, Hükümet Konağı’nın şu anki yerine geçmesi ile kent hızla kuzeye doğru genişlemeye başlamıştır (Koç 2004).

1970’li yıllardan sonra artan nüfusa bağlı olarak kentin kuzey ve güney yönde genişlediği görülmüştür. Güneyde kordon boyunca olan gelişme şehrin Kepez Belediyesi sınırlarına kadar dayanmasına neden olmuştur. Yine bu dönemde, Sarıçay’ın boğaza döküldüğü noktada oluşturduğu bataklıklar da kurutularak yerleşmeye açılmıştır (Koç 2004).

1980’li yıllardan sonra kooperatifleşmenin de hızlanması ile şehrin gelişimi Bursa-İzmir karayoluna sıçramış ve bu yol boyunca kuzey-güney yönünde de yerleşmeler oluşmuştur. 1982 yılında Güzelyalı-Dardanos mücavir alan olarak belirlenmiş ve belediye tarafından İslah İmar Planları yapılmıştır (yaklaşık olarak 300 ha). Güzelyalı kent merkezine 15 km, Dardanos ise 9 km’dir. 1995 yılında Çanakkale Merkez Belediye sınırında yer alan Karacaören mevki de mücavir alan olarak belirlenmiştir. Bu tarihten sonra Çanakkale Belediyesi tarafından saha için imar planları ve zemin etütleri yaptırılarak saha yerleşime açılmıştır (Koç 2004).

Çanakkale kent merkezinde, 7 mahallede toplam 37.279 konut, 7521 işyeri bulunmaktadır. En fazla konutun bulunduğu mahalle 12.613 konut ile Barbaros

Mahallesi iken İsmetpaşa Mahallesi işyerinin en fazla bulunduğu mahalledir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Çanakkale kentinde mahallelere göre konut sayısı

Mahalle	Yüzölçüm (ha)	Konut Sayısı		İşyeri Sayısı	
		2004	2008	2004	2008
Barbaros	791	10232	12613	749	1143
Cevatpaşa	250	8983	8692	757	1030
Esenler	355	4037	7066	155	281
İsmetpaşa	233	6219	5876	1400	2258
Kemalpaşa	192	1681	1378	1524	1707
Fevzipaşa	18	1178	966	355	414
Namık Kemal	11	976	688	440	688
Toplam	1677	33 306	37 279	5 380	7 521

Kaynak:Çanakkale Belediyesi

Çanakkale Organize Sanayi Bölgesi (OSB) kentin kuzeyinde yaklaşık olarak 3 km uzaklıkta, 1000 dönümlük bir alan üzerinde yer alır. Bu alanın %35'i ortak kullanım alanlarına ayrılırken diğer kalan alanda 20 dönüme bir fabrika kurulacak şekilde 30-35 orta ölçekli fabrikanın yer alması planlanmaktadır. Kentin bu kadar yakınındaki bir sanayi bölgesi, hakim rüzgarların esiş yönü de dikkate alınır, mutlaka hava kirliliğini arttıracaktır (Koç 2004).

3.3. Kirletici kaynaklar

Havayı kirleten maddeler genel olarak; partiküller, kükürlü maddeler, organik maddeler, azotlu maddeler, karbon monoksit, halojenler, radyoaktif maddelerdir. Bu kirleticilerin bazıları doğrudan doğruya kirletici kaynaktan atıldıkları formda havada bulunurlar. SO₂ söz edilen birincil kirleticilerden biridir. Gerek gaz, gerekse partikül halindeki kirleticinin yayıldığı yere kirletici kaynak adı verilir (Müezzinoğlu 1987). Kirletici kaynaklar alansal kaynaklar, çizgisel kaynaklar ve noktasal kaynaklar olarak üç grupta toplanabilir

En önemli alansal kaynak konutlardır. Çanakkale kentinde ısınma amaçlı olarak Çan ve Soma'dan çıkarılan linyitler ile ithal linyitler kullanılmaktadır. Kalitesi düşük olan bu kömürlerin kullanılması, Çanakkale'de hava kirliliğinin başlıca nedeni sayılabilir. Çanakkale merkezde 2008 yılı itibariyle 37.279 konut ve 7 521 işyeri vardır. Her bir konutun yılda ortalama 1.5 ton, her işyerinin de yılda ortalama 0.5 ton kömür yaktığı varsayıldığında, kentte tüketilen kömür miktarı yıllık ortalama 59.679 ton olarak bulunur. Bu miktardaki kömürün yakılması sonucunda meydana gelen kirlilik kentin hava kalitesini olumsuz yönde etkiler.

Çizgisel kaynaklar yolcu ve yük taşıyan araçlardır. Bu araçlardan yanma sonucu karbonmonoksit, azot oksitler, kükürt dioksitler hidrokarbonlar, partiküller kirletici olarak atmosfere yayılmaktadır. TÜİK'ten alınan verilere göre, Çanakkale il sınırları içinde, 2007 Aralık ayı itibari ile 120.652 motorlu taşıt bulunmakta fakat bu araçların ne kadarının Çanakkale merkez ilçede olduğu bilinmemektedir. Çanakkale kenti işlek yollar üzerinde bulunmamaktadır. Bununla birlikte, daha çok taşıt kaynaklı NOx atıklarının ölçülmemesi nedeniyle, bu konuda düşünce üretilememektedir.

Noktasal kaynaklar; fabrikalar, sanayi ve enerji santralleridir. Bu işletmelerde üretim yapmak için gerekli olan enerjiyi sağlamakta kullanılan yakıttan atmosfer kirleticileri çıkmaktadır. Sanayi kuruluşlarının yeterli tedbirler almadan atık gazlarını havaya bırakması ve yer seçimindeki yanlışlıklar hava kirliliğine neden olmaktadır. Tesislerin çevreye etkilerinde baca yüksekliği de önemlidir. Alçak bacalar, tesisin olduğu alanda yoğun bir hava kirliliğinin yaşanmasına neden olurken, yüksek bacalarda rüzgarın da etkisiyle kirlilik daha uzun mesafelere taşınır. Termik santrallerden ve sanayi kuruluşlarından havaya bol miktarda kükürtdioksit ve azotdioksit verilmektedir. Bu tür kirleticiler, reaksiyona girerek asit yağmurları gibi ikincil kirleticilerin oluşmasına neden olmaktadır. Merkez ilçede bulunan Dardanel Gıda Sanayi doğalgaz kullanmaktadır ve yaydığı emisyon herhangi bir hava kirliliğine sebep olmamaktadır. İl genelinde büyük ölçekli sanayi ve endüstri bölgeleri bulunmadığından endüstriden kaynaklanan emisyonlar önemli bir çevre problemi arz etmemektedir (Koç 2004).

4. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

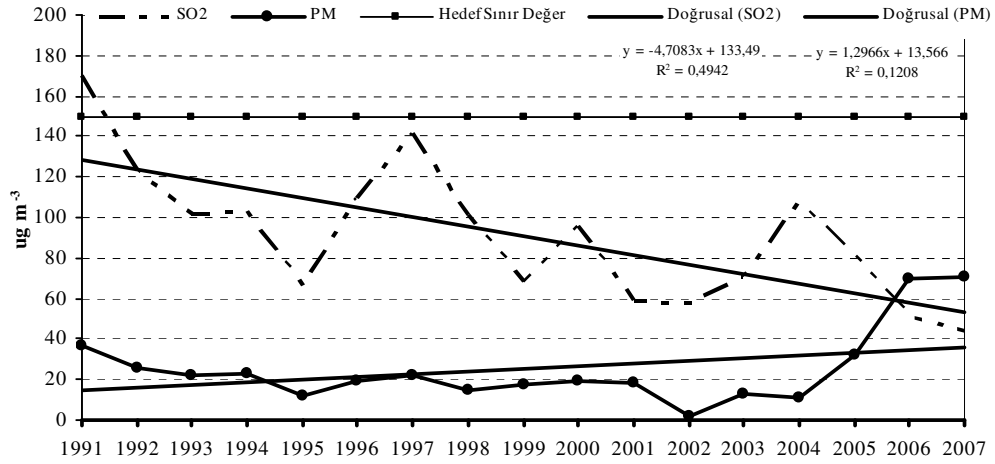
4.2. Hava Kalitesi Özellikleri

Yıllara Göre Hava Kalitesi Özellikleri

Çanakkale’de ölçülen SO₂ ve PM’nin yıllık ortalamalarına bakıldığında en yüksek SO₂ değerlerinin 1991, 1992, 1997, en yüksek PM değerlerinin 1991, 2006, 2007 yıllarına ait olduğu görülür (Şekil 14). Bu yıllarda SO₂ ortalamaları 123-170 µg m⁻³ ve PM ortalamaları 32-71 µg m⁻³ arasında değişmektedir. HKKY’e göre Uzun Vadeli Sınır Değer 150 µg m⁻³, tür (Çizelge 1, Şekil 14). Buna göre PM miktarı UVS’i geçmezken, SO₂ miktarının yalnız 1991 yılında sınırı aştığı görülmektedir.

SO₂ birikiminin yıllar arasındaki değişimi incelendiğinde, SO₂ değerinin yıllara göre değişimini ifade etmek için oluşturulan regresyon modelinde değişim 0.01 düzeyinde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 7). Yıllara bağlı olarak SO₂ miktarının doğrusal değişimi değerlendirildiğinde model ortalama olarak her yıl 4.7 µg m⁻³ azalma belirlenmiştir (Şekil 14, Çizelge 7). Diğer bir ifadeyle, 1991-2007 yılları arasında, bazı dönemlerde yükselmeler olsa da, SO₂ birikiminde genel olarak bir düşüş eğilimi istatistiki açıdan 0.01 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. PM’nin yıllar arasındaki değişimine bakıldığında p (anlamlılık) 0.172 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 7). Yıllara bağlı olarak doğrusal değişimi değerlendirildiğinde modelde ortalama olarak her yıl PM miktarında 1.3 µg m⁻³ bir artış olduğu görülmüştür (Şekil 14). p>0.05 olduğundan PM miktarının yıllara bağlı olarak artışı istatistiki açıdan anlamlı değildir. 1991-2004 yılları arasında 40 µg m⁻³ altında olan PM ortalamaları 2005 yılında birden yükselerek 70 µg m⁻³ seviyesine çıkmıştır (Şekil 14).

Sonuç olarak; SO₂ ve PM için değişim önemli olup, yıllara bağlı olarak SO₂'ten kaynaklanan kirlilikte bir azalma, PM'den kaynaklanan kirlilikte ise anlamlı olmayan bir artış görülmektedir (Şekil 14).



Şekil 14. Çanakkale kentinde ölçülen SO₂ ve PM'nin yıllar arası ve uzun süreli değişimleri.

Çizelge 7. Çanakkale'de 1991-2007 yılları arasında ölçülen SO₂ ve PM birikimleri için EKKDR yaklaşımına göre hesaplanan doğrusal eğilimin Student t anlamlılık sınaması sonuçları

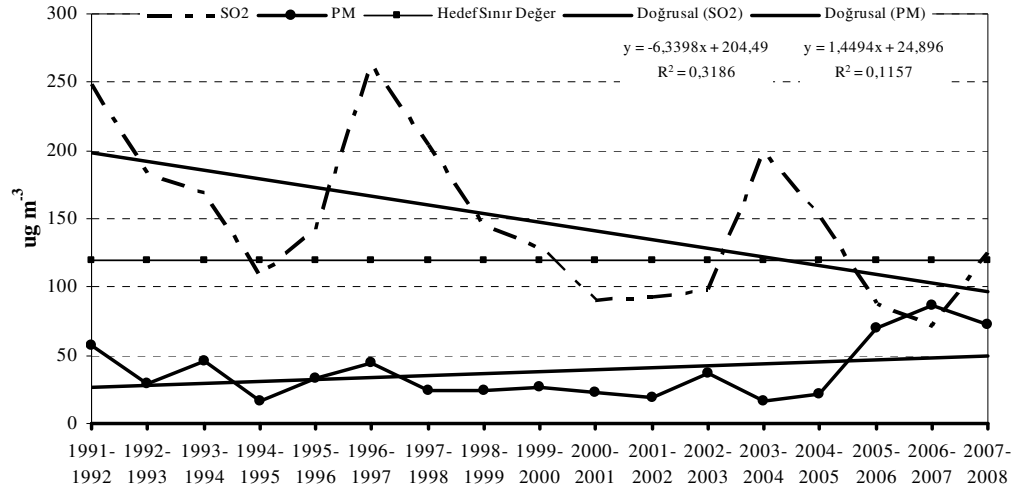
Değişken	t	Anlamlılık
SO ₂	-3.83	0.002**
PM	1.43	0.17

**0.01 düzeyinde anlamlı

Yakma Dönemine Göre Hava Kalitesi Özellikleri

Isınma ihtiyacının en fazla hissedildiği ve en fazla yakıt kullanılan Ekim-Mart dönemi yakma dönemi olarak ifade edilir. 1991-2008 yılları arasındaki yakma dönemlerinde havada bulunan SO₂ ve PM miktarları incelendiğinde, SO₂ ortalamalarının 71-262 µg m⁻³ ve PM ortalamalarının 16-86 µg m⁻³ arasında değiştiği

görülmektedir. Yakma dönemlerinde en yüksek değerlere SO₂ için 1996-1997 (262 µg m⁻³) ve 1991-1992 (248 µg m⁻³) yakma dönemlerinde, PM için 2006-2007 (86 µg m⁻³) ve 2005-2006 (72 µg m⁻³) yakma dönemlerinde ulaşıldığı görülür (Şekil 15).



Şekil 15. Çanakkale kentinde ölçülen SO₂ ve PM'nin yakma dönemlerine göre değişimleri.

SO₂ ve PM'nin yakma dönemleri için yapılan regresyon analizinde SO₂ için $p=0.018$, PM için $p=0.190$ olarak hesaplandı. Yakma dönemine bağlı olarak SO₂ miktarında bir azalma eğiliminin varlığı istatistiki açıdan 0.05 düzeyinde anlamlı olmakla birlikte PM miktarındaki artış istatistiki açıdan anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 8).

Çizelge 8. Çanakkale'de 1991-2008 yılları arasında ölçülen SO₂ ve PM birikimleri için EKKDR yaklaşımına göre hesaplanan (yakma dönemleri) doğrusal eğilimin Student t anlamlılık sınaması sonuçları

Değişken	t	Anlamlılık
SO ₂	-2.65	0.018*
PM	1.37	0.190

* 0.05 düzeyinde anlamlı

Çanakkale’de hava kalitesinin değerlendirilmesi sırasında ölçüm sonuçlarının doğrudan değerlendirilmesi yanı sıra sınır değerleri geçme durumları da değerlendirilmiştir. HKKY’ne göre belirlenen sınır değerlerin geçilmesi hava kalitesinin iyi olmadığına göstergesidir. Bunun yanı sıra HKKY’de sınır değerlerin nem özelliklerine göre düzenlenmesi gerektiği vurgulanmaktadır. HKKY 58-3. maddesine göre, günlük bağıl nemin %90’ın üzerinde olduğu günlerde, sınır değerleri için hesaplamalar her sınır/uyarı kademesinin % 10 altından başlanarak yapılmış, bu nedenle belirtilen günlerde yakma dönemi ortalaması sınır değerleri $135 \mu\text{g m}^{-3}$ olarak hesaplanmıştır.

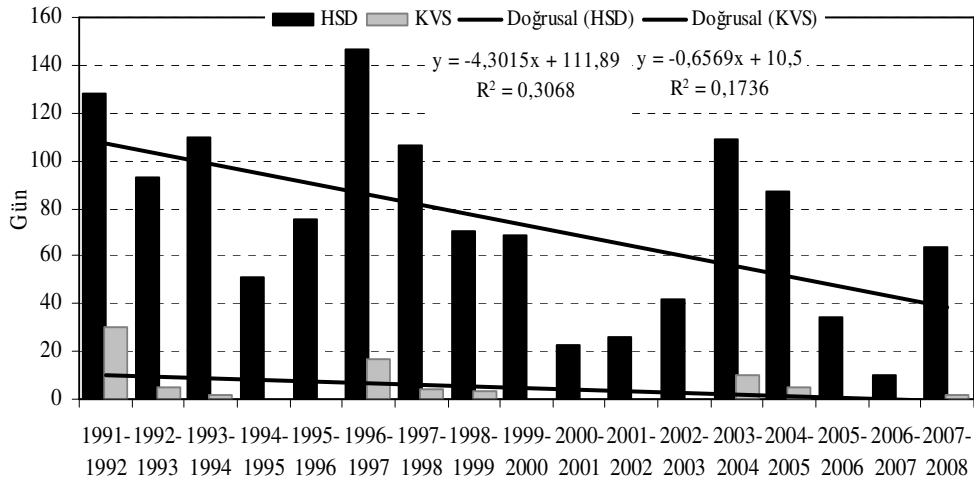
SO₂ Kısa Vadeli Sınır Değeri 1991-1992 yakma döneminde Aralık ayında 14, Ocak ayında 8, Şubat ayında 7 ve Mart ayında 1 kez olmak üzere 30 kez aşılmıştır. Aynı dönemde Aralık ayında 2 kez I. Uyarı Kademesinin de aşıldığı görülmektedir. I. Uyarı kademesinin aşıldığı diğer bir dönem 1996-1997 yakma dönemidir. Bu dönemde Kısa Vadeli Sınır Değeri aşan gün sayısı 17 dir. 2003-2004 yakma dönemi hariç, sonraki dönemlerde Kısa Vadeli Sınır Değeri aşan gün sayısında bir azalma olmuş ve hiçbir gün I. Uyarı Kademesi aşılmamıştır (Çizelge 9).

Yakma dönemlerinde PM ortalamalarına bakıldığında, hiçbir dönemde PM ölçümlerinin Kısa Vadeli Sınır Değeri aşmadığı görülmektedir.

Yakma dönemlerinde, Hedef Sınır Değerler ile Kısa Vadeli Sınır Değerleri geçen gün sayılarının gittikçe azaldığı görülmektedir. Bu azalma Hedef Sınır Değeri aşan gün sayısında daha belirgindir (Şekil 16).

Çizelge 9. SO₂ birikiminin yakma dönemlerinde sınırı geçen gün sayıları

Dönemler	Hedef Sınır Değer (150 µg m ⁻³)	KVS (400 µg m ⁻³)	I. Uyarı Kademesi (700 µg m ⁻³)	II. Uyarı Kademesi (1000 µg m ⁻³)
1991-1992	128	30	2	0
1992-1993	93	5	0	0
1993-1994	110	2	0	0
1994-1995	51	0	0	0
1995-1996	75	0	0	0
1996-1997	147	17	1	0
1997-1998	106	4	0	0
1998-1999	70	3	0	0
1999-2000	69	0	0	0
2000-2001	23	0	0	0
2001-2002	26	0	0	0
2002-2003	42	0	0	0
2003-2004	109	10	0	0
2004-2005	87	5	0	0
2005-2006	34	0	0	0
2006-2007	10	0	0	0
2007-2008	64	2	0	0

Şekil 16. Hedef Sınır Değeri geçen gün sayılarının yıllar arasındaki değişimi (SO₂ için)

Hedef Sınır Değeri geçen gün sayılarının yıllar arasındaki değişimi incelendiğinde, SO₂ için sınırı geçen gün sayısında değişim 0.05 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Yıllara bağlı olarak Hedef Sınır Değeri geçen gün sayısında 4.3 gün azalma olduğu belirlenmiştir. Başka bir deyişle, 1991-2008 yılları arasında, Hedef Sınır Değeri geçen gün sayısında genel olarak bir düşüş eğilimi olduğu söylenebilir. KVS geçen gün sayısında yıllara bağlı olarak 0.65 gün azalma görülmekle beraber, bu azalma istatistiki açıdan anlamlı bulunmamıştır.

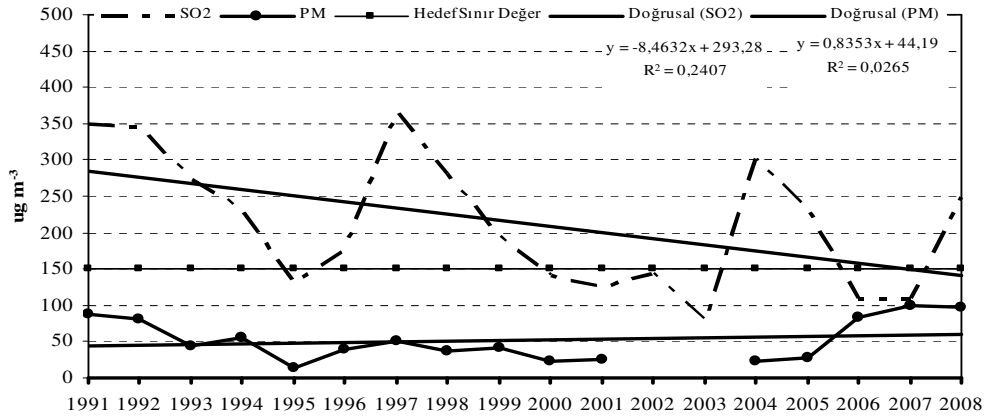
Aylara Göre Hava Kalitesi zellikleri

Aylara göre hava kirliliği düzeyleri karşılaştırıldığında en yüksek değerlerin Aralık, Ocak ve şubat aylarında grldğu belirlenmiştir. 1991-2008 yılları arasında llen Ocak ayı ortalama SO₂ düzeyi 212.8 $\mu\text{g m}^{-3}$, PM düzeyi 51.8 $\mu\text{g m}^{-3}$ 'tir. Bu yıllarda en yüksek Ocak ayı ortalaması SO₂ için 1997 yılında, PM için 2007 yılında kaydedilmiştir. Ocak ayı ortalamalarına bakıldığında SO₂ miktarında belirgin bir düşüş, PM miktarında bir hafif bir yükseliş olduğu görülmektedir (şekil 17).

1991-2008 yılları arasında, Ocak aylarındaki SO₂ ve PM ortalamaları için yapılan regresyon analizinde SO₂ için $p=0.015$, PM için $p=0.9$ olarak hesaplandı. Ocak ayı SO₂ miktarının doğrusal değişimi değerlendirildiğinde model ortalama olarak her yıl 10.7 $\mu\text{g m}^{-3}$ azalma eğiliminin varlığı istatistiki açıdan 0.05 düzeyinde anlamlı olmakla birlikte, PM miktarındaki azalış istatistiki açıdan anlamlı bulunmamıştır.

1991-2008 şubat ayı ortalamalarına bakıldığında, SO₂ düzeyinin 204.39 $\mu\text{g m}^{-3}$, PM düzeyinin 47.1 $\mu\text{g m}^{-3}$ olduğu görülür. Bu yıllarda en yüksek şubat ayı ortalaması SO₂ için 1991 yılında, PM için 2006 yılında ölçülmüştür. şubat ayı SO₂ ortalamalarında belirgin bir düşüş, PM miktarında bir yükseliş olduğu görülmektedir (şekil 18).

Şubat ayı SO₂ ve PM ortalamaları için yapılan regresyon analizinde SO₂ için $p=0.005$, PM için $p=0.907$ olarak hesaplandı. Şubat ayı SO₂ miktarının doğrusal değişimi değerlendirildiğinde model ortalama olarak her yıl $13.6 \mu\text{g m}^{-3}$ azalma eğiliminin varlığı istatistiki açıdan 0.01 düzeyinde anlamlı olmakla birlikte, PM miktarındaki azalış istatistiki açıdan anlamlı bulunmamıştır.



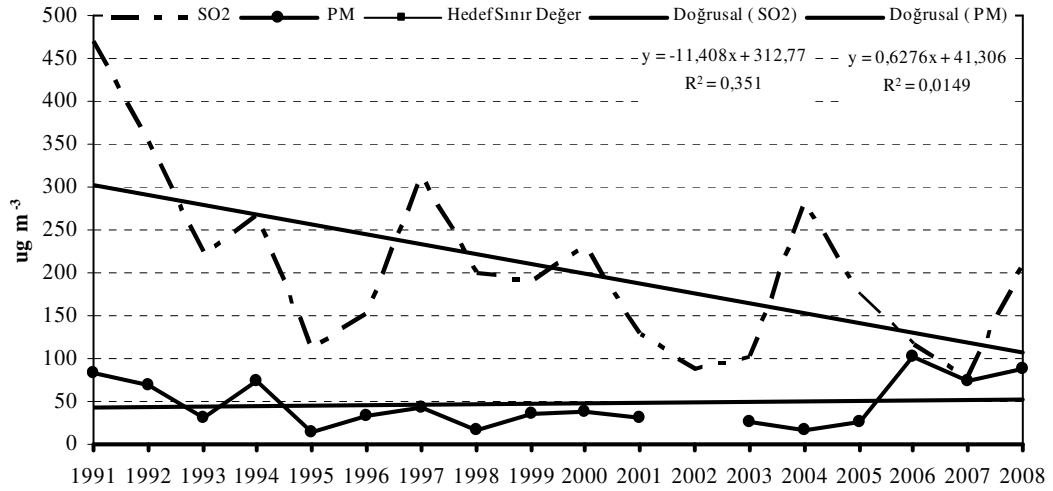
Şekil 17. Çanakkale kentinde Ocak ayında ölçülen SO₂ ve PM'nin yıllar arası değişimi (2002 yılı yakma döneminde PM ölçümü yapılmamıştır)

1991-2007 Aralık ayı SO₂ ortalamaları $182.4 \mu\text{g m}^{-3}$, PM ortalamaları $46.4 \mu\text{g m}^{-3}$ olarak hesaplanmıştır. Bu yıllarda en yüksek Aralık ayı ortalaması SO₂ için 1991 yılında, PM için 2006 yılında görülmüştür. Şubat ayı SO₂ ortalamalarında belirgin bir düşüş, PM miktarında bir yükseliş eğilimi olduğu söylenebilir (Şekil 19).

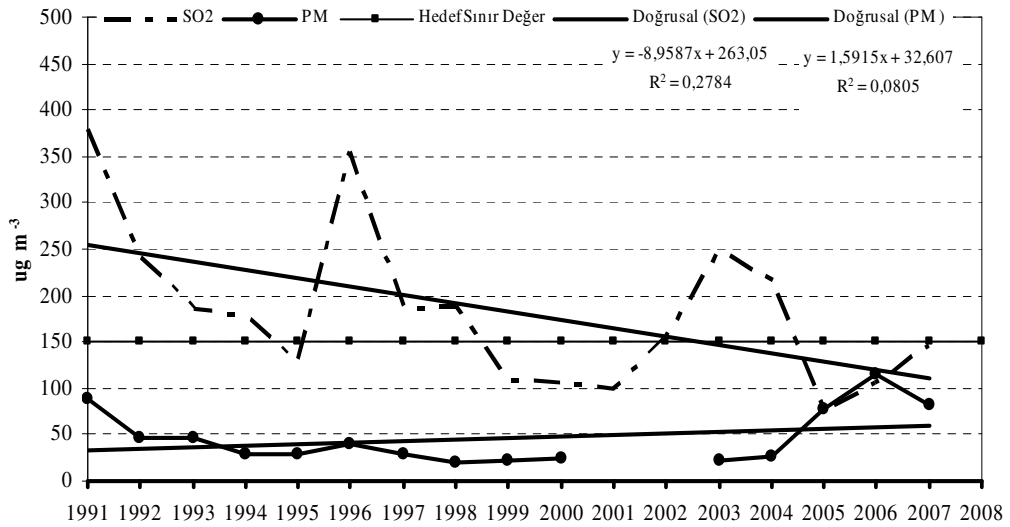
Aralık ayı SO₂ ve PM ortalamaları için yapılan regresyon analizinde SO₂ için $p=0.29$, PM için $p=0.305$ olarak hesaplandı. Yıllara göre Aralık ayı SO₂ ortalamalarında azalma eğiliminin varlığı istatistiki açıdan anlamlı değildir. PM miktarındaki artış da istatistiki açıdan anlamlı bulunmamıştır.

SO₂ birikiminin aylar arasındaki değişimi incelendiğinde $p=0.001$ bulunmuştur. SO₂ miktarında $-0.3 \mu\text{g m}^{-3}$ anlamlı (0.01'den yüksek) bir azalma olduğu belirlenmiştir. PM'nin aylar arasındaki değişimine bakıldığında, $p=0.0001$ olarak

hesaplanmış, PM miktarında $0.1 \mu\text{g m}^{-3}$ bir artış olduğu istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur (Çizelge 10).



Şekil 18. Çanakkale kentinde Şubat ayında ölçülen SO_2 ve PM'nin yıllar arası değişimi (2002 yılı yakma döneminde PM ölçümü yapılmamıştır)



Şekil 19. Çanakkale kentinde Aralık ayında ölçülen SO_2 ve PM'nin yıllar arası değişimi (2002 yılı yakma döneminde PM ölçümü yapılmamıştır)

Çizelge 10. Çanakkale’de 1991 (Ocak)-2008 (Mart) arası dönemde ölçülen SO₂ ve PM birikimleri için EKKDR yaklaşımına göre hesaplanan (aylık) doğrusal eğilimin Student t anlamlılık sınaması sonuçları.

Değişken	t	Anlamlılık
SO₂	-3.4	0.001**
PM	4.6	0.0001**

** 0.01 düzeyinde anlamlı

Yakma dönemlerinde, Türkiye genelinde bütün il ve ilçe merkezlerinde ölçüm yapılan istasyonlardan elde edilen SO₂ ortalamaları incelendiğinde, Çanakkale’nin 1996-1997 yakma döneminde 261 µg m⁻³ SO₂ ortalaması ile Türkiye genelinde birinci sırada, 2003-2004 ve 2004-2005 yakma dönemlerinde ise ikinci sırada yer aldığı görülmektedir (Çizelge 11). Çanakkale, 2008 yılının Ocak ayında SO₂ ortalamasının en yüksek olduğu il sıralamasında ikinci sırada, Şubat ayında ise üçüncü sırada yer almıştır (Çizelge 12).

Çanakkale’de 1991-2008 yılları arasında ölçülen PM miktarları 1991-1992 yakma döneminde 5, 2005-2006 yakma döneminde 9, 2006-2007 yakma döneminde 5 ve 2007-2008 yakma döneminde 4 kez Hedef Sınır Değerini geçmekle birlikte, hiçbir dönemde Kısa Vadeli Sınır Değer aşılmamıştır.

2004-2005 yakma döneminde PM ortalamalarında bir önceki yılın aynı dönemine göre en çok artış görülen il sıralamasında %31 ile 4. sırada yer almıştır (Komisyon 2005).

Çizelge 11. Yakma dönemlerinde SO₂ ortalamalarının en yüksek olduğu il merkezleri (Çevre ve Orman Bakanlığı 2008)

1996-1997 KIŞ SEZONU		1998-1999 KIŞ SEZONU	
İller	Kükürtdioksit (SO ₂)*	İller	Kükürtdioksit (SO ₂)*
Çanakkale	261	Çanakkale (Çan)	301
Balıkesir	240	Kütahya	277
Sakarya	211	Konya	237
Kırşehir	177	Edirne	210
Bilecik (Bozüyük)	174	Muğla (Yatağan)	190
Adıyaman	171	Adıyaman	187
Burdur	171	Yozgat	181
Bayburt	160	Balıkesir	163
Konya	157	Kayseri	157
2003-2004 KIŞ SEZONU		2004-2005 KIŞ SEZONU	
Kütahya	223	Kütahya	234
Çanakkale	195	Çanakkale	152
Erzurum	184	Kayseri	151
Tekirdağ	184	Uşak	143
Çorum	183	Tekirdağ	137
Ağrı	137	Erzurum	132
Bingöl	134	Çorum	131
Kırşehir	134	Kırıkkale	130
Manisa	130	Bingöl	111

Çizelge 12. Ocak ve Şubat 2008'de SO₂ ortalamalarının en yüksek olduğu il merkezleri (Çevre ve Orman Bakanlığı)

OCAK		ŞUBAT	
İller	Kükürtdioksit (SO ₂)*	İller	Kükürtdioksit (SO ₂)*
Siirt	269	Hakkari	416
Çanakkale	248	Kars	284
Van	230	Çanakkale	212
Bitlis	198	Bitlis	189
Bolu	169	Kütahya	155
Isparta	169	Isparta	151
Zonguldak	154	Van	135
Şanlıurfa	153	Afyon	130
K.Maraş	143	Zonguldak	129

*µg m⁻³ (mikrogram metreküp)

Günlere Göre Hava Kalitesi Özellikleri

Ardışık günler bağımsız değişken olarak kabul edilerek SO₂ ve PM değişkenleri arasındaki değişim regresyon analizine göre sınanmıştır. Zamanla SO₂ ve PM arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu varsayımından hareketle basit doğrusal regresyon analizi kullanılmıştır. SO₂ birikiminin günlük değişimi incelendiğinde $p=0.0001$ bulunmuştur. SO₂ miktarında anlamlı bir azalma olduğu belirlenmiştir. PM'nin günlük değişimine bakıldığında ise $p=0.0001$ olarak hesaplanmış, PM miktarında bir artış olduğu istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur (Çizelge 13). Çanakkale yerleşmesinde PM'nin zamana bağlı değişimi aylık, yakma dönemi ve yıllık dönemler için yapılan analizlerde artış anlamlı değilken günlük veriler ile yapılan analizde anlamlı (0.01) çıkmıştır. PM için günlük verilerin doğrudan orijinal verilerden yapılması bu verilerin analizinden çıkan sonucun daha güvenilir olmasını sağlayacaktır. Bu nedenle PM'nin zamana bağlı değişimi değerlendirilirken günlük verilerin analiz sonuçlarının kullanılması tercih edilmiştir.

Çizelge 13. Çanakkale'de 1991-2008 yılları arasında ölçülen SO₂ ve PM birikimleri için EKKDR yaklaşımına göre hesaplanan (günlük) doğrusal eğilimin Student t anlamlılık sınaması sonuçları

Değişken	t	Anlamlılık
SO₂	-16,17	0.0001**
PM	21,04	0.0001**

** 0.01 düzeyinde anlamlı

4.3. Hava Kalitesi ile İklim Elemanları İlişkisi

Çanakkale’de hava kalitesi ortaya konulduktan sonra iklim elemanları ile hava kalitesi ilişkisi sorgulanmak istenmiştir. Bu ilişki sorgulanırken de veri yönteminde de belirtildiği gibi korelasyon yöntemi kullanılmıştır. Hava kalitesi ile iklim elemanları arasındaki ilişki,

- a. Gözlem dönemindeki (1991-2008) bütün günlük verileri kapsayacak şekilde,
- b. Gözlem dönemindeki yakma dönemine ait günlük verileri kapsayacak şekilde,
- c. Gözlem dönemindeki örnek aylara ait (Ocak, Şubat, Aralık) günlük verileri kapsayacak şekilde sorgulanmıştır.

a. Bütün dönem

Araştırma dönemindeki bütün veriler incelendiğinde, hava kalitesi ile meteorolojik parametreler arasında önemli bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar Çizelge 14’te verilmiştir.

Çizelge 14. Günlük verilerden hareketle 1991 (Ocak)-2008 (Mart) arası dönemde hava kalitesi (SO₂ ve PM) ile meteorolojik parametreler (basınç, rüzgar, sıcaklık) arasındaki ilişkiler için hesaplanan Pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri

	SO ₂	PM
Basınç	0.239**	0.207**
Rüzgar	-0.235**	-0.157**
Sıcaklık	-0.453**	-0.292**

** 0.01 düzeyinde anlamlı

Basınç

Atmosferde bulunan gazların üzerinde buldukları birim alana yaptığı etkiyi ifade eden basınç; hava hareketlerine, sıcaklığa, basınç sistemlerine ve bulunulan konuma göre değişir. Gaz yasaları gereği gazların üzerindeki yüzeye uyguladıkları basınç karışımlarını oluşturan gazların özellikleriyle ilgilidir. Atmosferde bulunan SO₂ ve PM gibi kirleticilerin birim hacimde bulunma miktarları basınç ve hava hareketlerine göre değişmektedir. Bu nedenle basınç, basınç sistemleri ile hava kalitesi ilişkisi araştırılma ihtiyacı hissedilmiştir. Normal koşullarda (45° paralelinde, deniz seviyesinde ve 15°C sıcaklıkta atmosferin 1 cm² lik bir yüzeye uyguladığı basınç normal basınçtır) deniz seviyesinde ölçülen basıncın yaklaşık 1013 hPa olması beklenir. Göreli basınç ilişkisi yatay ve dikey hava hareketlerini şekillendirdiği için hava kalitesi özelliklerinin şekillenmesinde belirleyicidir. Ayrıca göreli basınç ilişkileri de hava kalitesini etkileyen etmenlerdendir.

Yüksek basınç alanlarında alçalıcı (sübsidans) ve merkezden çevreye uzaklaşıcı (diverjans) hareketler etkindir. Yüksek basınç sisteminin merkezine yaklaşıldıkça, rüzgarın hafif olduğu ya da olmadığı, durgun hava şartları gözlenmektedir. Yüksek basınç sistemlerinde tanımlanan bu özellikler kaynaktan çıkan kirleticilerin (SO₂ ve PM) ortamdaki uzaklaşmasını sağlayamadığı için birim hacimdeki kirletici miktarının artması sonucu hava kalitesi düşer. Alçak basınç alanlarında ise yükselici ve çevreden merkeze (konverjans) olan hava hareketleri etkindir. Bu durum kirleticilerin ortamdaki uzaklaşmasını sağlar ve hava kalitesi yükselir.

Çanakkale’de, Azor Yüksek Basıncı, Gezici Orta Enlem Alçak Basınçları ve Sibirya Yüksek Basıncının etkili olduğu dönemlerde (kış dönemi) sıcaklıkların düşük olduğu görülmektedir. Özellikle yüksek basıncın etkili olduğu bu soğuk dönemde ortama bırakılan kirleticiler (SO₂ ve PM) oldukça fazladır. Normal koşullarda hava kirliliği yaşanması gerekirken, Çanakkale Boğazı’nda kanalize olan rüzgar, kirleticileri rüzgarın esiş yönüne doğru götürerek ortamdaki uzaklaştırmaktadır (Şekil 7). Çanakkale’de alçak basıncın etkili olduğu şartlarda ise hava koşulları yüksek

basıncın etkili olduğu döneme göre daha sıcaktır ve ortalama rüzgar hızı daha fazladır Bu hava koşullarına göre evsel ısınmada kullanılan yakıt miktarında azalma olmaktadır. Yakıt miktarındaki azalmaya bağlı olarak ortama bırakılan SO₂ ve PM miktarında da azalma gözlenmektedir. HKKY de kritik meteorolojik şartlar “Alt sınırı yerden 700 m den daha az olan bir hava tabakası mevcut ve hava sıcaklığı bu yükseklikle en azından 2°C artıyorsa, rüzgar hızı 12 saatlik ortalama 1.5 ms⁻¹ den az ise bu durum kritik meteorolojik durum olarak adlandırılır” şeklinde belirtilmiştir. Bu, yüksek basınç şartlarını ifade eden bir durumdur. Bu nedenle basınç ile hava kalitesi arasında bir ilişki vardır.

Korelasyon katsayısı hesaplamaları sonucunda basınç ile SO₂ ve PM arasında pozitif bir ilişki olduğu gözlenmiştir (Çizelge 14). Basınç ile kirletici maddeler arasında aynı yönlü ve 0.01 düzeyinde anlamlı bir ilişki olması, basıncın artması ile kirletici miktarlarının artmasını, basıncın azalması ile kirletici miktarlarının azalmasını ifade etmektedir.

Rüzgar

Atmosferdeki kirleticilerinin taşınması dikey ve yatay yönde olur. Kirleticilerin yatay yönde taşınması, difüzyonu ve seyrelmesinde en önemli etkenlerden biri rüzgardır (Müezzinoğlu 1987). Kent hava kirliliğinde etkili olan rüzgarlar, yeryüzünden ilk 1000 m yüksekliğe varan atmosfer tabakasındaki rüzgarlardır. Kirleticilerin taşınmasında rüzgarın ortalama esiş hızı ve sıklığı etkilidir, ayrıca esme mevsimi de önemlidir. Yüksek basınçta terselmeye ortam hazırlayan kritik meteorolojik şartlar oluşur. Bu şartlarda rüzgar hızı yavaştır. En önemli kirlilik sorunlarıyla, rüzgar hızının düşük olduğu zamanlarda karşılaşılır. Bir yerleşim bölgesi üzerinde kirleticilerin biriktiği tabaka yüzeyinde (enversiyon zonunda) rüzgar hızı 2 ms⁻¹'yi sıklıkla aşarsa, bu rüzgar terselmeyi (enversiyonu) bozmakta ve kirliliği kent üzerinden hızla uzaklaştırmaktadır. Rüzgar hızı ne kadar fazla olursa, SO₂ ve PM atmosferde o derece seyrelir (Koç 2004).

Çanakkale'nin rüzgar potansiyelini belirleyen unsur basınç sistemleridir. Çanakkale yıllık ortalama 4.6 ms^{-1} ile yüksek rüzgar hızı özelliklerine sahiptir. Hızlı rüzgarlar lodos fırtınalarını işaret etmektedir. Fırtınalı günler soğuk dönemde daha fazladır. Bu dönem, rüzgar hızının en fazla olduğu dönemdir. Rüzgar hızına ait en düşük değerler ise yaz aylarında görülür. Soğuk dönemde hakim rüzgar yönü kuzeydoğu iken, sıcak dönemde güney sektörlü rüzgarların da hakim yön olarak belirlendiği görülmektedir (Koç 2004).

Hakim rüzgar yönünün şekillenmesinde Çanakkale Boğazı'nın yerçekli özellikleri belirleyici olmuştur. Çanakkale Boğazı'nda kanalize olan rüzgarın hızı artmakta ve rüzgar KD-GB yönünde esmektedir. Sosyal çevrede kent büyüklüğü, bina yüksekliği varsa tepeler ve vadiler rüzgarı yönlendirmekte ve hızını değiştirmektedir (Koç 2004).

Rüzgar ile kirleticiler arasındaki korelasyon katsayısı SO_2 için -0.235, PM için -0.157 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 14). Buna göre rüzgar ile kirleticiler arasında negatif bir ilişki söz konusudur. Rüzgar ile kirleticiler arasındaki negatif ilişki 0.01 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Bu da rüzgarın artması ile kirletici miktarlarında azalma olduğunu göstermektedir.

Sıcaklık

Hava kirliliğini etkileyen meteorolojik parametrelerden biri sıcaklıktır. Sıcaklığın artması veya azalması ısınma ihtiyacını belirler. Hava sıcaklığı 18°C 'nin altına düştüğü anda binaların ısıtılması gerekmektedir (Koç 2004). Isıtma ihtiyacı kış aylarında artmaktadır. Soğuk dönemlerde binalarda kullanılan karbonlu yakıtlar daha fazla tüketilmekte ve ortama fazla miktarda SO_2 bırakılmaktadır. SO_2 'nin ortamda fazla olması atmosferdeki SO_2 miktarında kısa süreli değişimlere neden olmaktadır.

Dikey yöndeki sıcaklık değişimi havanın kararlılığını belirleyerek kirleticilerin ortamdandan uzaklaşmasında etkili olur.

Sıcaklık ile SO₂ ve PM arasındaki korelasyon katsayısı sırasıyla -0.453 ve -0.292 olarak hesaplanmış ve sıcaklık ile kirleticiler arasında negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık ile kirleticiler arasındaki bu ilişki 0.01 düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Bu sonuç, sıcaklığın artmasıyla SO₂ ve PM miktarlarında azalma olduğunu göstermektedir (Çizelge 14).

b. Yakma dönemi

Bu bölümde 1991-2008 yılları arasındaki yakma dönemlerindeki hava kalitesi ile meteorolojik parametreler arasındaki ilişki incelenmiştir. Gözlem dönemindeki yakma dönemleri verileri ile yapılan korelasyon hesaplamalarında çıkan anlamlılık, tüm gözlem dönemi günlük verileri ile yapılan korelasyon hesaplamalarındaki anlamlılıktan daha yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni, yakma dönemi dışındaki aylarda, kirletici birikimlerinin düşük olmasının ortalamayı düşürmesidir.

1991-2008 yılları arasındaki yakma dönemlerinde kirleticiler ile meteorolojik parametreler arasındaki korelasyon hesaplaması sonucunda özellikle sıcaklık ve rüzgar ile kirleticiler arasında negatif yönlü, basınç ile kirleticiler arasında ise pozitif yönlü bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır.

1992-1993 ve 2005-2006 yılları hariç, tüm yakma dönemlerinde basınç ile SO₂ arasında pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişki belirlenmiştir. 1996-1997, 2001-2002, 2003-2004 ve 2007-2008 yakma dönemlerinde 0.05 düzeyinde anlamlı bulunan bu ilişki, diğer yakma dönemlerinde 0.01 düzeyinde anlamlıdır. 1993-1994, 1998-1999 2001-2002, 2002-2003 ve 2003-2004 yakma dönemleri dışındaki yakma dönemlerinde basınç ile PM arasında pozitif yönlü ve anlamlı ilişki olduğu

belirlenmiştir. 1997-1998 ve 1999-2000 yakma dönemlerinde 0.05 olan anlamlılık düzeyi diğer yakma dönemlerinde 0.01 düzeyindedir.

Rüzgar ile SO₂ arasında, 1993-1994, 2002-2003 ve 2006-2007 yakma dönemleri hariç, tüm yakma dönemlerinde, negatif yönlü 0.01 düzeyinde anlamlı bir ilişki vardır. Rüzgar ile PM arasındaki ilişki negatif yönlüdür. 1993-1994, 2001-2002, 2002-2003, 2004-2005 yakma dönemlerinde 0.05 düzeyinde anlamlı olan ilişki 1998-1999, 1999-2000 ve 2005-2006 dönemleri dışındaki yakma dönemlerinde 0.01 düzeyinde anlamlı çıkmıştır.

Tüm yakma dönemlerinde sıcaklık ve SO₂ arasında negatif yönlü ve 0.01 düzeyinde anlamlı bir ilişki olduğu söylenebilir. Sıcaklık ile PM arasında ise, 1997-1998, 2001-2002, 2002-2003, 2003-2004 dışındaki yakma dönemlerinde 0.01 düzeyinde negatif yönlü bir ilişki vardır.

1992-1993 yakma döneminde SO₂ ve PM ile basınç arasındaki ilişki pozitif yönlü ve 0.01 düzeyinde anlamlıdır. Rüzgar ve sıcaklık ile kirleticiler arasında 0.01 düzeyinde anlamlı, negatif yönlü bir ilişki belirlenmiştir (Çizelge 15). Diğer bir deyişle, basınç ile kirleticiler arasında aynı yönlü, sıcaklık ve rüzgar hızı ile kirletici miktarı arasında ters bir ilişki vardır. Basınç arttıkça kirletici miktarında artış, sıcaklık ve rüzgar hızı arttıkça kirletici miktarında azalma olmaktadır.

Çizelge 15. Günlük verilerden hareketle 1992-1993 yakma dönemi (Ekim-Mart) hava kalitesi (SO₂ ve PM) ile meteorolojik parametreler (basınç, rüzgar, sıcaklık) arasındaki ilişkiler için hesaplanan Pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri

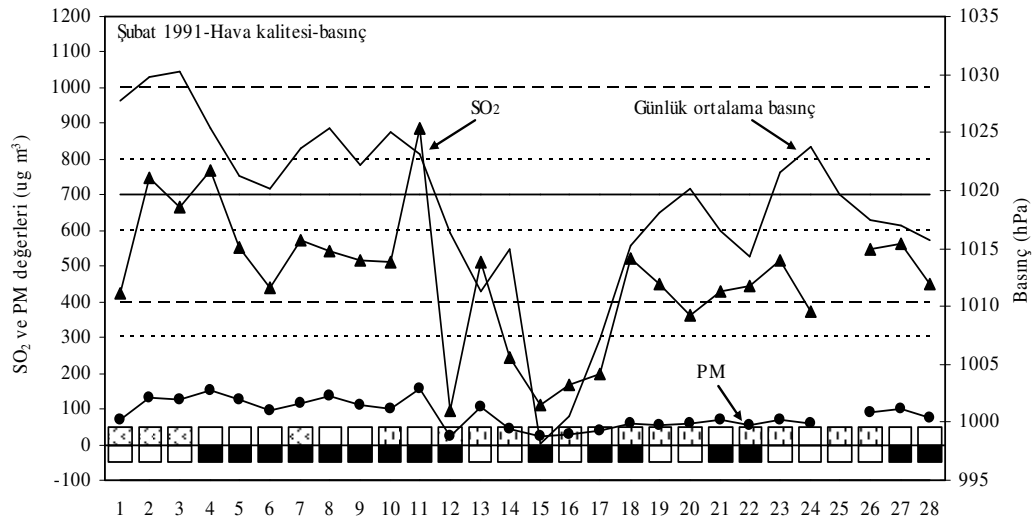
	SO ₂	PM
Basınç	0.477**	0.476**
Rüzgar	-0.262**	-0.302**
Sıcaklık	-0.722**	-0.604**

** 0.01 düzeyinde anlamlı

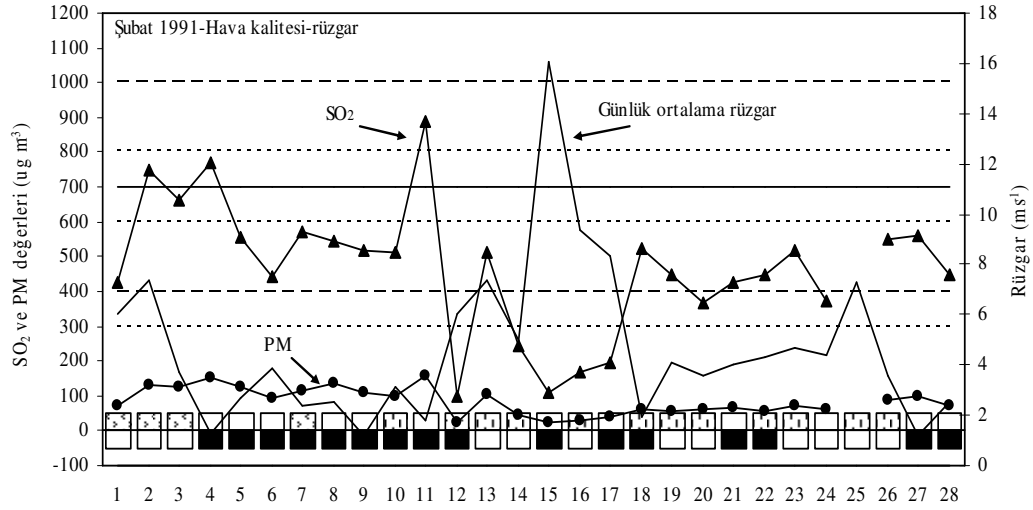
c. Örnek aylar

1991 Şubat ayı verileri ile yapılan korelasyon hesaplamaları sonucunda, basınç ile kirleticiler arasında pozitif ve 0.01 düzeyinde anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Çizelge 16). Buna göre basıncın yüksek olduğu günlerde SO₂ ve PM miktarlarında da bir yükselme, basıncın düşük olduğu günlerde ise kirletici miktarlarında bir düşüş gözlenmiştir (Şekil 20).

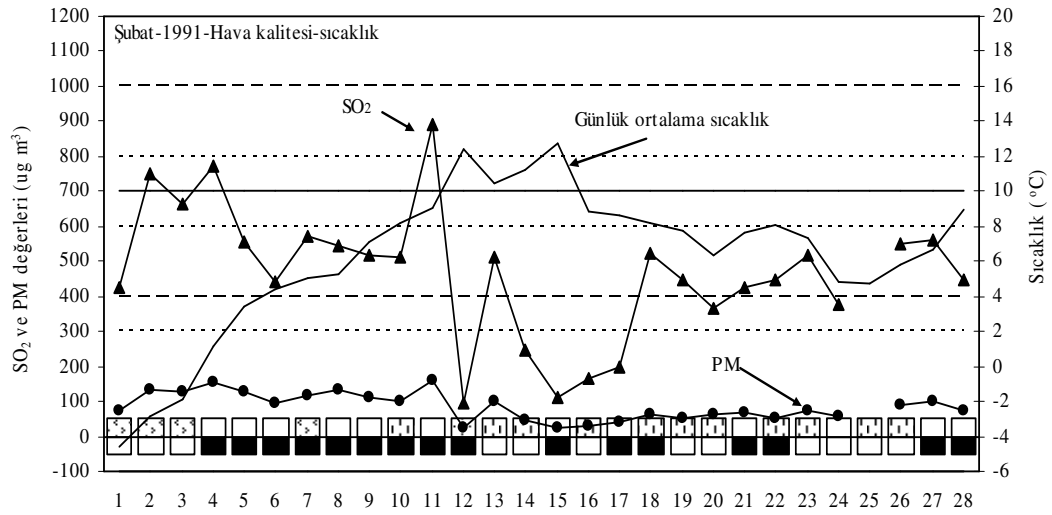
Rüzgar ile kirleticiler arasındaki negatif ilişki 0.01 düzeyinde anlamlı çıkmıştır (Çizelge 16). Rüzgar hızı arttıkça kirletici miktarı azalmaktadır (Şekil 21). Sıcaklık ile kirleticiler arasında yapılan korelasyon hesaplaması sonucu negatif yönlü ve 0.01 düzeyinde anlamlı bir ilişki belirlenmiştir (Çizelge 16). Buna göre sıcaklığın yüksek olduğu günlerde kirletici miktarlarında bir düşüş gözlenmiştir (Şekil 22).



Şekil 20. Çanakkale yerleşmesinde Şubat 1991'de basınç ile hava kalitesi ilişkisi (Şekilde eksi kısımda kalan sütunlarda siyah Yüksek Basınç, beyaz Alçak Basınç, artı kısımda kalan sütunlarda beyaz hava olayı yok, dik kesik yağmur, parantezler kar, noktalar sis)



Şekil 21. Çanakkale yerleşmesinde Şubat 1991'de rüzgar ile hava kalitesi ilişkisi (Şekilde eksi kısımda kalan sütunlarda siyah Yüksek Basınç, beyaz Alçak Basınç, artı kısımda kalan sütunlarda beyaz hava olayı yok, dik kesik yağmur, parantezler kar, noktalar sis)



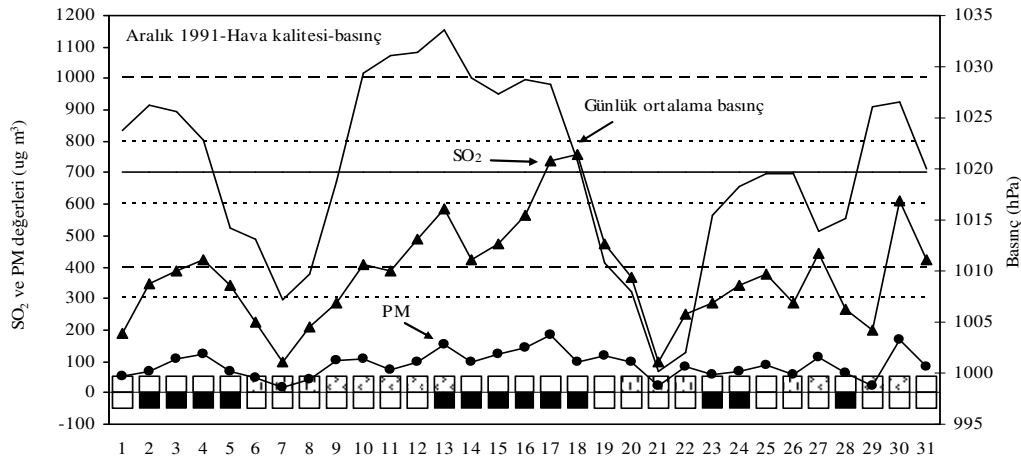
Şekil 22. Çanakkale yerleşmesinde Şubat 1991'de sıcaklık ile hava kalitesi ilişkisi (Şekilde eksi kısımda kalan sütunlarda siyah Yüksek Basınç, beyaz Alçak Basınç, artı kısımda kalan sütunlarda beyaz hava olayı yok, dik kesik yağmur, parantezler kar, noktalar sis)

Çizelge 16 .Günlük verilerden hareketle Şubat (1991) ayında hava kalitesi (SO₂ ve PM) ile meteorolojik parametreler (basınç, rüzgar, sıcaklık) arasındaki ilişkiler için hesaplanan Pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri

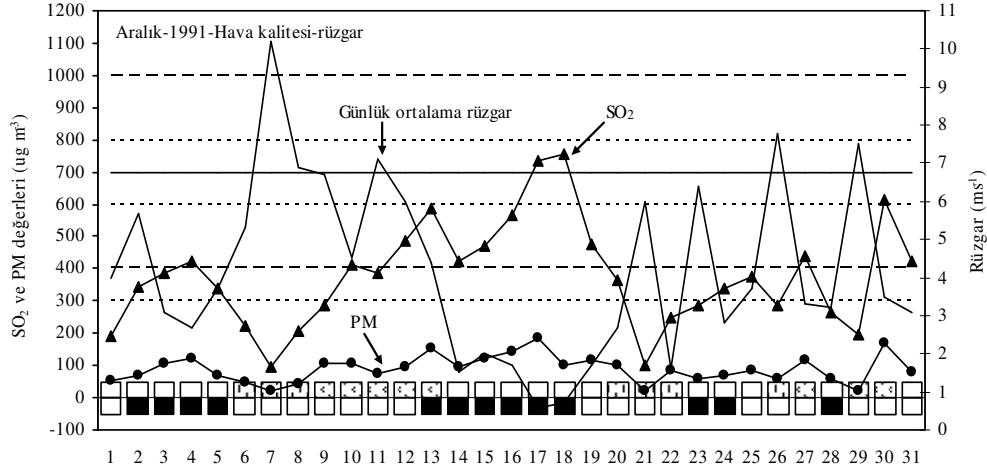
	SO ₂	PM
Basınç	0.704**	0.696**
Rüzgar	-0.622**	0.566**
Sıcaklık	-0.525**	-0.516**

** 0.01 düzeyinde anlamlı

1991 Aralık ayı verileri ile yapılan korelasyon hesaplamaları sonucunda, basınç ile kirleticiler arasında pozitif ve 0.01 düzeyinde anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Çizelge 17). Şekil 23 incelendiğinde basınç ile kirleticiler arasında belirgin bir paralellik olduğu görülür. Buna göre basıncın yüksek olduğu günlerde SO₂ ve PM miktarlarında da bir yükselme, basıncın düşük olduğu günlerde ise kirletici miktarında bir düşüş olduğu gözlenmiştir (Şekil 23).

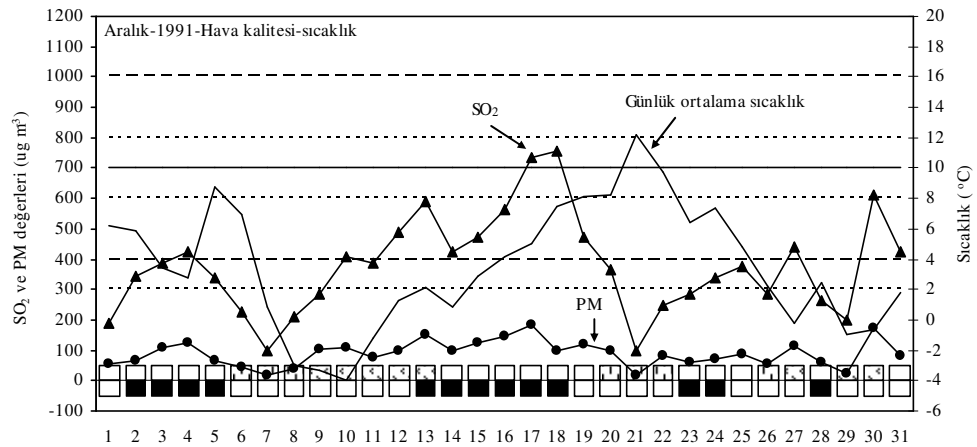


Şekil 23. Çanakkale yerleşmesinde Aralık 1991'de basınç ile hava kalitesi ilişkisi (Şekilde eksi kısımda kalan sütunlarda siyah Yüksek Basınç, beyaz Alçak Basınç, artı kısımda kalan sütunlarda beyaz hava olayı yok, dik kesik yağmur, parantezle kar, noktalar sis)



Şekil 24. Çanakkale yerleşmesinde Aralık 1991'de rüzgar ile hava kalitesi ilişkisi (Şekilde eksi kısımda kalan sütunlarda siyah Yüksek Basınç, beyaz Alçak Basınç, artı kısımda kalan sütunlarda beyaz hava olayı yok, dik kesik yağmur, parantezle kar, noktalar sis)

Sıcaklık ile kirleticiler arasında yapılan korelasyon hesaplaması sonucunda negatif yönlü çıkan ilişki istatistiki açıdan anlamlı değildir (Çizelge 17). İstatistiki açıdan anlamlı olmamakla birlikte, sıcaklığın yüksek olduğu günlerde kirletici miktarlarının düştüğü söylenebilir. Özellikle Alçak Basıncın etkili olduğu 21.12.1991 tarihinde sıcaklığın yükselmesi ile kirletici miktarındaki belirgin düşüş, söz edilen negatif ilişkiyi desteklemektedir (Şekil 25).



Şekil 25. Çanakkale yerleşmesinde Aralık 1991'de sıcaklık ile hava kalitesi ilişkisi (Şekilde eksi kısımda kalan sütunlarda siyah Yüksek Basınç, beyaz Alçak Basınç, artı kısımda kalan sütunlarda beyaz hava olayı yok, dik kesik yağmur, parantezle kar, noktalar sis)

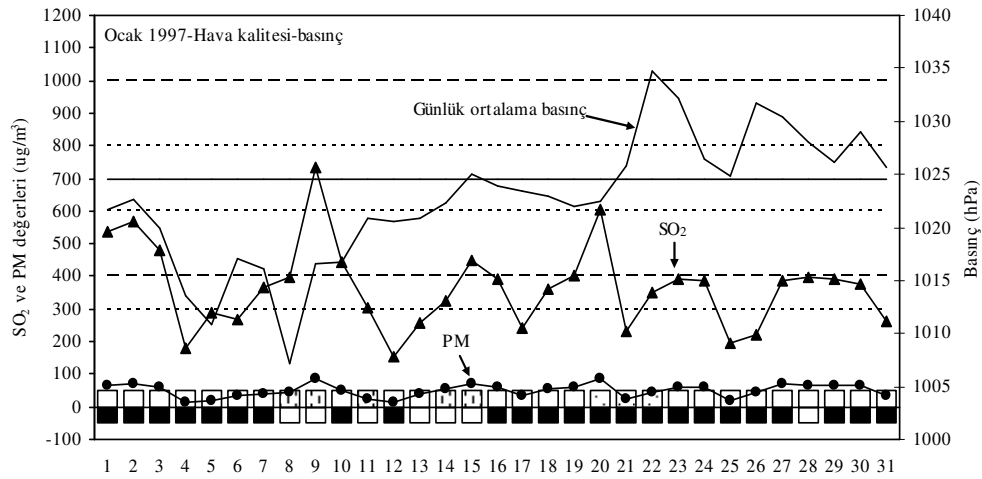
Çizelge 17. Günlük verilerden hareketle Aralık (1991) ayında hava kalitesi (SO_2 ve PM) ile meteorolojik parametreler (basınç, rüzgar, sıcaklık) arasındaki ilişkiler için hesaplanan Pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri

	SO_2	PM
Basınç	0.576**	0.516**
Rüzgar	-0.650**	-0.643**
Sıcaklık	-0.057**	-0.140**

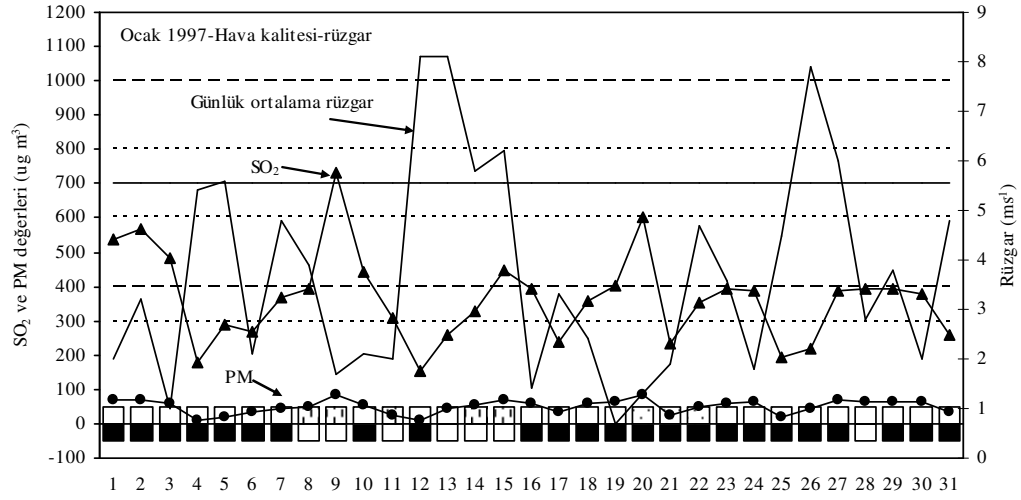
** 0.01 düzeyinde anlamlı

1997 Ocak ayı verileri ile yapılan korelasyon hesaplamaları sonucuna göre basınç ile kirleticiler arasındaki ilişki pozitif yönlü olmakla birlikte istatistiki açıdan anlamlı değildir (Çizelge 18, Şekil 26).

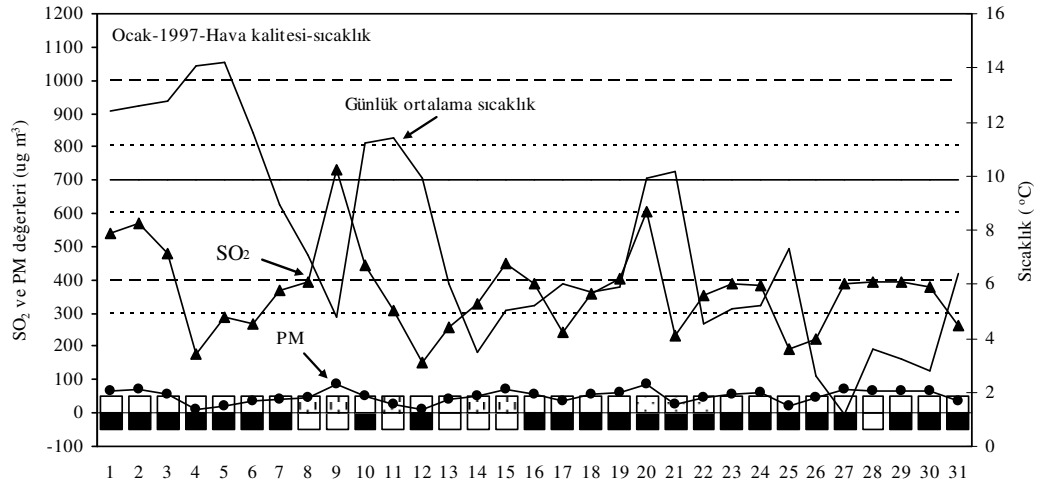
1997 yılının Ocak ayı için yapılan korelasyon hesaplamalarında rüzgar ile SO_2 miktarı arasındaki negatif ilişki 0.01 düzeyinde anlamlı bulunurken kirleticiler ile sıcaklık arasındaki ilişkinin negatif yönlü olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık ile PM arasındaki bu negatif ilişki 0.05 düzeyinde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 18, Şekil 27, 28).



Şekil 26. Çanakkale yerleşmesinde Ocak 1997'de basınç ile hava kalitesi ilişkisi (Şekilde eksi kısımda kalan sütunlarda siyah Yüksek Basınç, beyaz Alçak Basınç, artı kısımda kalan sütunlarda beyaz hava olayı yok, dik kesik yağmur, parantezle kar, noktalar sis)



Şekil 27. Çanakkale yerleşmesinde Ocak 1997'de rüzgar hava kalitesi ilişkisi (Şekilde eksi kısımda kalan sütunlarda siyah Yüksek Basınç, beyaz Alçak Basınç, artı kısımda kalan sütunlarda beyaz hava olayı yok, dik kesik yağmur, parantezle kar, noktalar sis)



Şekil 28. Çanakkale yerleşmesinde Ocak 1997'de sıcaklık ile hava kalitesi ilişkisi (Şekilde eksi kısımda kalan sütunlarda siyah Yüksek Basınç, beyaz Alçak Basınç, artı kısımda kalan sütunlarda beyaz hava olayı yok, dik kesik yağmur, parantezle kar, noktalar sis)

Çizelge 18. Günlük verilerden hareketle Ocak (1997) ayında hava kalitesi (SO₂ ve PM) ile meteorolojik parametreler (basınç, rüzgar, sıcaklık) arasındaki ilişkiler için hesaplanan Pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri

	SO ₂	PM
Basınç	0.061	0.279
Rüzgar	-0.529**	-0.399*
Sıcaklık	-0.24	-0.415*

* 0,05 düzeyinde anlamlı, ** 0.01 düzeyinde anlamlı

d. Örnek günler

04/02/2008 tarihinde basınç 1028.1 hPa, minimum sıcaklık 4.6 °C, maksimum sıcaklık 12.8°C, ortalama sıcaklık 7.4°C, rüzgar hızı 2.1 m s⁻¹ olarak ölçülmüştür. SO₂ 255 µg m⁻³, PM 131 µg m⁻³ olarak kaydedilmiştir. Nispeten yüksek basıncın etkili olduğu bu günde kritik meteorolojik şartlar yaşanmıştır. Meydana gelen terselme olayı yüksek olan kirletici birikimlerini hapsederek dağılmasını engellemiş, rüzgar hızının düşük olması bu olayı desteklemiştir. Terselme ile oluşan, kentin üzerini örten tabaka, kentte hava kalitesinin düşmesine neden olmuştur (Foto 4, 5, 6).



Foto 4. Çanakkale kentinin üzerinde terselme tabakası



Foto 5. Çanakkale Boğazı ile Kepez üzerinde terselmenin göstergesi sis olayının yayılışı (04.02.2008, saat 09.00)



Foto 6. Çanakkale Boğazı ile Çanakkale yerleşmesi üzerinde terselmenin göstergesi sis olayının yayılışı (04.02.2008, saat 09.00)

22/02/2007 tarihinde de benzer bir olay yaşanmıştır. Bu tarihte basınç 1017.5 hPa, minimum sıcaklık 5.2°C, maksimum sıcaklık 12.8°C olarak ölçülmüştür. SO₂ 94 µg m⁻³, PM 86.2 µg m⁻³ olarak kaydedilmiştir. Foto 4'e bakıldığında, binanın bacasından çıkan ve dikey yönde yükselmesi beklenen dumanın yatay yönde hareket etmesi, yükselmeyi engelleyici bir tabaka olduğunu göstermektedir. Terselmenin yaşandığı belirlenen bu günde oluşan tabaka kirleticilerin dağılmasını engelleyerek hava kalitesini düşürdüğü söylenebilir.

Yüksek basıncın etkili olduğu 11.02.1991 günü Çanakkale’de ortalama sıcaklık 9.1°C, ortalama rüzgar hızı 1.8 ms⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Aynı gün SO₂ 889 µg m⁻³ ve PM 159 µg m⁻³ olarak ölçülmüştür. Belirtilen günde basıncın artması, rüzgar hızının azalması ve sıcaklığın düşmesi ile SO₂ ve PM miktarında bir artış olduğu görülmektedir (Şekil 20, 21, 22). Havanın sisli olduğu bu günde oluşan kritik meteorolojik şartlar hava kalitesinin düşmesine neden olmuştur (Şekil 31).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çanakkale kentinin rüzgarı ile ünlü bir yerleşme olmasına rağmen hava kalitesi sorunlarının yaşanması bu araştırmanın çözümlenmeye çalıştığı temel sorundur. Bu sorunun çözümü için aşağıda sıralanan amaç ve öngörüler ile çalışmaya başlanmıştır.

Araştırmanın amaçları;

1. Çanakkale kentinde hava kalitesi özelliklerinin son durumunun belirlenmesi (1991-2008),
2. Çanakkale kentinde hava kalitesinin 1991-2008 yılları arasında zamansal değişiminin belirlenmesi,
3. Çanakkale kentinde hava kalitesi ile iklim elemanlarından sıcaklık, basınç ve rüzgar arasındaki ilişkinin araştırılması,
4. Bundan hareketle sürdürülebilir ve yaşanabilir bir çevrenin oluşturulabilmesi için öneriler üretilmesi.

Araştırmanın öngörülleri;

1. Çanakkale kentinde hava kalitesinin düşük olduğu sonucu beklenmektedir.
2. Çanakkale kentinde hava kalitesi düşük olmakla birlikte son zamanlarda bir yükselme olduğu öngörülmektedir.
3. Çanakkale hava kalitesinin durumunun belirlenmesinde hava durumu ve bundan hareketle iklim elemanlarının (basınç, rüzgar, sıcaklık) temel belirleyici etken olduğu öngörülmektedir.

Çanakkale kentinde hava kalitesi özellikleri Halk Sağlığı Laboratuvarınca yarı otomatik cihaz ile 2005 Eylül ayından itibaren otomatik ölçüm yapan istasyondan alınan verilerden yararlanılarak değerlendirilmiştir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır:

1. Çanakkale kentinde, 1991 (Ocak)-2008 (Mart) döneminde SO₂ değerleri, Hedef Sınır Değeri (150 µg m⁻³) 1358 gün, Kısa Vadeli Sınır Değeri (400 µg m⁻³) 123 gün, I. Uyarı Kademesini (700 µg m⁻³) 6 gün aşmış, PM ise Hedef Sınır Değeri (150 µg m⁻³) 27 gün aşarken Kısa Vadeli Sınır Değeri (300 µg m⁻³) hiçbir gün aşmamıştır. Dünya standartlarına göre Hedef Sınır Değer esas alındığında, Çanakkale'de hava kalitesinin düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. HKKY sınır değerleri dikkate alındığında yanlış çıkan Çanakkale'de hava kalitesi özellikle soğuk dönemde düşüktür öngörümüz, dünya standartları dikkate alındığında doğrulanmaktadır.
2. 1991 (Ocak)-2008 (Mart) döneminde, SO₂ ve PM için en yüksek değerler 1991 yılına aittir. Aylara göre hava kirliliği düzeyleri karşılaştırıldığında en yüksek değerler Aralık, Ocak ve Şubat aylarında görülmektedir. Belirtilen yıllardaki yakma dönemleri incelendiğinde, SO₂ için Hedef Sınır Değer (150 µg m⁻³) en fazla 147 gün ile 1996-1997 yakma döneminde aşılmıştır. Bunu 128 günle 1991-1992 yakma dönemi izlemiştir. PM için Hedef Sınır Değer (150 µg m⁻³) 2005-2006 yakma döneminde 9 gün, 2006-2007 ve 1991-1992 yakma dönemlerinde 5'er gün, 2007-2008 yakma döneminde de 4 gün aşılmıştır. SO₂ için, Kısa Vadeli Sınır Değerin (400 µg m⁻³) en fazla aşıldığı dönem 1991-1992 yakma dönemidir. 1991 (Ocak)-2008 (Mart) yılları arasındaki 17 yakma döneminin 8'inde Kısa Vadeli Sınır Değer aşılmamıştır. SO₂ için Kısa Vadeli Sınır Değeri geçen gün sayısında bir azalma olduğu, PM değerlerinin ise Kısa Vadeli Sınır Değeri (300 µg m⁻³) hiçbir zaman geçmediği belirlenmiştir. 1991 (Ocak)-2008 (Mart) yılları arasındaki yakma dönemlerinde Hedef Sınır Değeri (150 µg m⁻³) SO₂ değerleri toplam 1244 gün, PM değerleri toplam 23 gün aşmıştır.

PM değerlerinin düşük, sınırı geçme sayısının az olması, bununla birlikte, son yıllarda SO₂ değerlerindeki azalmaya bağlı olarak, sınırı geçme sayılarında da bir

azalma görülmesi, düşük olan hava kalitesinde son zamanlarda bir yükselme olduğu öngörümüzü doğrulamaktadır.

3. 1991 (Ocak)-2008 (Mart) yılları arasındaki SO₂ ve PM düzeyleri incelendiğinde, SO₂ değerlerinde bir düşme, PM değerlerinde ise özellikle son yıllarda yükselme eğilimi olduğu belirlenmiştir.
4. Çevre ve Orman Bakanlığı kaynakları dikkate alındığında Çanakkale, hava kalitesinin düşük olduğu yerleşmeler sıralamasında ilk sıralarda yer almaktadır. 2008 yılının Ocak ayında SO₂ ortalamalarının en yüksek olduğu il merkezleri sıralamasında ikinci, aynı yılın Şubat ayında ise üçüncü sırada yer almıştır. Bu da Çanakkale kentinde hava kalitesinin düşük olduğu öngörümüzü desteklemektedir.
5. 1991-2008 yılları arasındaki döneme ait günlük ortalama SO₂ ve PM birikimleri ile meteorolojik veriler (basınç, sıcaklık, rüzgar) arasındaki korelasyon analizi sonucunda;
 - a. Kirleticiler (SO₂ ve PM) ile basınç arasında aynı yönlü bir ilişki olduğu, basıncın artmasıyla kirletici miktarlarının arttığı, basıncın azalmasıyla kirleticilerin de azaldığı belirlenmiştir. Basınç ile SO₂ ve PM arasında yapılan korelasyon hesaplaması sonucunda pozitif çıkan ilişki, istatistiki açıdan 0.01 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Sinoptik haritaların incelenmesi sonucunda çizilen grafiklerde, kentte etkili olan basınç sistemine göre, yüksek basınçta kirletici miktarının arttığı, alçak basınçta kirletici miktarının azaldığı görülmüştür.
 - b. Kirleticiler ile rüzgar arasında ters yönlü bir ilişki olduğu, rüzgar şiddetinin artmasıyla kirletici miktarında azalmalar olduğu belirlenmiştir. Rüzgar hızının artması, kirleticilerin ortamdaki uzaklaşmasına ve dağılmasına neden

olmaktadır. Rüzgar ile kirleticiler arasında yapılan korelasyon hesaplaması sonucunda negatif çıkan ilişki istatistiki açıdan 0.01 düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

- c. Kirleticiler ile sıcaklık arasında ters yönlü bir ilişki olduğu, sıcaklık arttıkça kirletici miktarında azalış, sıcaklık azaldıkça ise kirletici miktarında bir artış olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni, sıcaklığın azalmasıyla birlikte ısınma ihtiyacının ve fosil yakıt tüketiminin artmasıdır. Diğer taraftan Çanakkale kentinin arazinin en alçak yerinde olması ve soğuk havanın çukur sahalara çökmesi, ısınma ihtiyacını arttırmaktadır. Sıcaklık ile SO₂ ve PM arasında yapılan korelasyon hesaplaması sonucunda negatif çıkan ilişki istatistiki açıdan 0.01 düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

Kirleticiler ile basınç, rüzgar, sıcaklık verileri ile yapılan istatistiki analiz sonucunun 0.01 düzeyinde anlamlı çıkması, Çanakkale’de hava kalitesinin belirlenmesinde, hava durumu ve bundan hareketle iklim elemanlarının (basınç, rüzgar, sıcaklık) temel belirleyici etken olduğu öngörümüzü doğrulamaktadır.

Çanakkale’de hava kirliliğine yol açan en önemli faktörler ısınma amaçlı kullanılan yakıtlardır. Şehrin konumunun çanak şeklinde olması nedeniyle kritik meteorolojik şartların yaşandığı günlerde kirli hava şehrin üzerine çökmekte ve hava kalitesini düşürmektedir.

Hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik olarak şu önlemler alınabilir:

1. Türkiye’de HKKY’e göre belirlenen sınır değerler ve uyarı kademeleri Dünya Sağlık Örgütü ve Avrupa standartlarının üzerindedir. Türkiye’de ve özelde Çanakkale’de hava kalitesiyle ilgili durumun gerçekçi olarak ortaya konabilmesi için uluslararası standartlar dikkate alınmalıdır.

2. Hava kalitesi sınır değerleri ile ilgili karşılaştırma yapılırken HKKY'e uygun bir şekilde nem özellikleri dikkate alınmalıdır.
3. Çanakkale kentinin gelişmesinin planlanmasında iklim elemanlarının özellikleri dikkate alınmalıdır.
4. Çanakkale'de kullanımı uygun rüzgar ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına öncelik verilmelidir.
5. Isıtma amaçlı kullanılan ve hava kirliliğine neden olan kükürt oranı yüksek, kalitesiz yakıtların kullanımı önlenmeli. Bunun yerine kükürt oranı düşük ve ısı değeri yüksek yakıtların kullanılması sağlanmalıdır.
6. Konutlarda yalıtımın azami düzeyde yapılması sağlanmalıdır.
7. Merkezi ısıtma sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.
8. Kalorifer kazanlarının eğitimli ateşçiler tarafından, kurallara uygun olarak yakılması, kazan ve baca temizliğinin düzenli olarak yapılması sağlanmalıdır.
9. Terselmenin yaşandığı günlerde Çevre Orman Bakanlığı tarafından yayınlanan 2007/8 sayılı genelgedeki sıcaklık şartları ve yakma saatleri ile ilgili önlemler uygulanmalıdır.
10. Halk bu konuda bilinçlendirilmelidir.
11. Hava kalitesinin iyileştirilmesi için alınan tüm bu önlemlerin uygulanmasının takibi için ciddi bir denetleme mekanizması oluşturulmalıdır.

KAYNAKÇA

- AUGUSTİN, P., H. DELBARRE, F. LOHOU, B. CAMPİSTRON, V. UYGRENİER, H. CACHİER ve T. LOMBARDO
 2006 “Investigation Of Local Meteorological Events And Their Relationship With Ozone And Aerosols During An ESCOMPTE Photochemical Episode” <http://www.ann-geophys.net/24/2809/2006>
 Ulaşım tarihi: 21.03.2008
- AYVERDİ, İlhan
 2005 Misalli Büyük Türkçe Sözlük, 1:210, MAS Matbaacılık A.Ş. İstanbul.
- BAŞAR, P., P. OKTAY, F. ERGİN, S. COŞAN, A. YILDIZ
 2005 “Aydın İli Kent Merkezinde Hava Kirliliği/1997-2004” ADÜ Tıp Fakültesi Dergisi 6, 11-13, Aydın
- COLLIER C. G., P. J. HARDAKER
 1995 “Wheather, Air Quality and Healt” Wiley İnterScience. Meteorological Applications, 2, 4:313-322
- ÇÖLERİ, M., M. YAYVAN, A. DENİZ, Ü. TURGUT, A. ERYILMAZ, C GEÇER, A. GÜSER
 2006 Hava Analiz ve Tahmin Tekniği. DMİ Yayın No:2006/01 XI. Bölüm, Ankara
- DRAGAN, Marković
 2005 “The Relationship Between Some Meteorological Parameters And The Tropospheric Concentrations Of Ozone İn The Urban Area Of Belgrade”
http://www.shd.org.yu/htdocs/shd/vol70/No12/JSCS_V70_No12-12.pdf Ulaşım tarihi: 01.04.2008
- ERGÜN, Mustafa
 1995 Bilimsel Araştırmalarda Bilgisayarla İstatistik Uygulamaları: SPSS For Windows. Minpa Matbaacılık, Ankara.
- ENSAR OĞUZ, M. D. KAYA ve Y. NUHOĞLU
 2003 “Interaction Between Air Pollution And Meteorological Parameters İn Erzurum, Turkey” International Journal of Environment and Pollution 2003 19, 3:292-300
- ERİNÇ, Sırrı
 1996 Klimatoloji ve Metodlar. Alfa yayınları, İstanbul.
- GARİPAĞAOĞLU, Nuriye
 2002 “Çanakkale’de Hava Kirliliğini Doğuran Sebepler ve

Etkili Olan Coğrafi Faktörler” Türk Dünyası Araştırmaları Dergisi,
140:191-208

GÜLER, Ç. ve Z. ÇOBANOĞLU

1994 “Dış Ortam Hava Kirliliği”, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, No.8
Ankara.

KESER, N.,

2002 “Kütahya’da Hava Kirliliğine Etki Eden Topografik ve Klimatik
Faktörler”, Marmara Coğrafya Dergisi, 5, 69-100

KOÇ, Telat

1997 “Relationship Between The Air Quality and The Physical Environment
in Balıkesir” Environmental Research Forum, 7-8, 66-72.

1998 “Air Quality and Its Health Consequences in Central Balıkesir Town”
Aerosols v.4a, N 11, 130-132, Proceedings of the Fourth International
Aerosol Symposium St-Peterburg.6-9 Julay Moskow.

1999 “Kuzeybatı Anadolu’da Hava Kalitesi Ve Klimatik, Sinoptik Şartlar
İlişkisi” Hava Kirlenmesi Ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu 173-181,
İzmir.

2001 “Relationship Between Air Quality and Weather Typs in Balıkesir”
Proceedings of the Scond International Symposium on Air Quality an
Management at Urban, Regional and Global Scales (Editors: S. Topçu;
M. F. Yardım; S. İncecik), 25-28 September 2001, 197-204, İstanbul.

2001a Kuzeybatı Anadolu’da İklim ve Ortam:Sinoptik, İstatistik ve Uygulama
Boyutlarıyla. Çantay Kitabevi, ISBN:975-7206-48-2, Haziran 2001,
İstanbul.

2004 “Çanakkale Yerleşmesinin İklimi” Çanakkale Yerleşmesinin Durum
Raporu 2003, Çanakkale Kent Konseyi Yayınları: 2, 38-71, Çanakkale
Olay Matbaacılık, Çanakkale.

2006a “Kaz Dağı: Tanımı, Algılanması ve Sosyal Yapıya Etkileri” Kaz Dağı
II. Ulusal Sempozyumu Bildiri Kitabı, Çanakkale.

2006b Çanakkale’nin Ketsel Gelişimi (1462-2006) İle Fiziki Coğrafya
İlişkisi. Çanakkale Kent Konseyi Yayınları, Kitap Dizisi, Yayın No:2,
ISBN:9944-5681-0-4, Çanakkale

2007 “Kuzeybatı Anadolu’da (Türkiye) Hava tipleri” Çanakkale
Araştırmaları Merkezi Dergisi, 6. XX (Baskıda)

KOMİSYON

- 1986 Resmi Gazete. (Sayı: 19269) Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği, Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü.

KOMİSYON

- 2001 Rekabet Kurulu Kararları Karar No :01-17/150-39 S.6 Rekabet Kurumu

KOMİSYON

- 2005 Devlet İstatistik Enstitüsü, Haber Bülteni, Sayı 99 Hava Kirliliği 2004-2005 Kış Sezonu, 2005

KOMİSYON

- 2006 Bingöl Valiliği, İl Çevre Müdürlüğü (İÇM), İl Çevre Durum Raporu 2003, Bingöl.

KOMİSYON

- 2007 “Hava Kirliliğinin Kontrolü ve Önlenmesi Genelgesi” 2007/8, Çevre Orman Bakanlığı, Ankara

LİFANG, S., F. YİNG, Q. MİNGYAN ve G. HUIWANG

- 2005 “The seasonal variabilities in the concentration of atmospheric aerosols over Qingdao, China” Journal of Ocean University of China (English Edition), IV. 4 : 383-390.

MÜEZZİNOĞLU, A.

- 1987 Hava Kirliliğinin ve Kontrolünün Esasları. Dokuz Eylül Üniv. Yay., 75 İzmir.

MESSİNA, Stephen R.

- 1985 “Analysis Of The Relationship Between Meteorology And Air Pollution At Deuselbach, West Germany” http://stinet.dtic.mil/oai/oai?verb=get&record_prefix=html&identifier=ADA171425
Ulaşım tarihi: 25.03.2008

ÖZDEMİR, Kazım

- 2004 Paket Programlarda İstatistiksel Veri Analizi 1. Kaan Kitabevi. ISBN No: 9756787104, Eskişehir

ÖZGÜR, S., B. İLERİ

- 2008 “Çanakkale İli Hava Kalitesinin SO₂ ve PM₁₀ Kirliliği Açısından Değerlendirilmesi” Çanakkale Kenti Çevre Sorunları Sempozyumu 5-6 Haziran 2008, 48-56, Çanakkale.

ÖZTÜRK, Mustafa

- 2005 “Şehir İçi Bölgelerde Hava Kirliliğinin Sağlık Üzerine Etkileri” Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü, Ankara.

- 2008 “Şehir İçi Bölgelerde Havadaki Partikül Maddenin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri” http://www.mozturk.net/content_images/parson.doc
Ulaşım tarihi : 10.05.2008

QUEENSLAND GOVERMENT

- 1997 “Air Quality Sampling Manual” www.epa.qld.gov.au
Ulaşım tarihi : 21.03.2008

SEVER, H., R. DİŞÇİ, B. HAPÇIOĞLU, S. VATANSEVER, M. A. KARAN, V AKAYA ve O. ERK

- 2005 “The Effect of Air Pollution and Meteorological Parameters in İstanbul on Hospital Admissions for Acute Coronary Syndrome Indoor and Built Environment, 14, 2, 157-164

ŞAHİN, Ferhat

- 2004 “İstanbul’da Bazı Hava Kirliliği Parametrelerinin Meteorolojik Parametrelerle İlişkisi” (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi)
İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi

TEKİN, Nadir Vasfi

- 2006 SPSS Uygulamalı İstatistik Teknikleri. Seçkin Yayıncılık San. Ankara.

TÜRKEŞ, Murat

- 2005 “Rasgelelik Sınamalarının Keban İstasyonunun 1957-1992 Dönemi Sonbahar Yağışlarına Uygulanması” Klimatolojik / Hidrolojik Verilerin İklimsel Değişimler Açısından Analizi Dersi Yayınlanmamış Ders Notları. ÇOMÜ Fen-Edb. Fak. Coğrafya Bölümü, Çanakkale.

- 1996 “Kent ve Bölge Planlamasında Topoğrafyaya Bağlı Yerel Rüzgarlar” Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi, 5, (Ayrı basım), Ankara

TÜRKİYE ÇEVRE ATLASI

- 2004 TC Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara

UYANIK, Deniz

- 2003 “Çanakkale’de Kentsel Gelişimin Tarihsel Sürecinin İrdelenmesi ve Öneri Planlama Çalışması” (Yayınlanmamış Bitirme Çalışması)
İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.

UYSAL, İsmet

- 1997 “Çanakkale’de Hava Kirliliği Sorunu”, Çanakkale İli Yerleşim ve Çevre Sorunları Sempozyumu Bildirileri, Çanakkale.

- 2002 “Çanakkale’de 1991-2001 Yılları Arasındaki Hava Kirliliği Sorunu”, Çev-Kor Dergisi 11, 45:18-23

YASSEN, E. Mohmed.

2008 “The Relationships Between Dust Particulates And Meteorological Parameters In Kuala Lumpur And Petaling Jaya, Malaysia”

http://www.geo.uni.lodz.pl/~icuc5/text/P_3_4.pdf

Ulaşım tarihi: 19.03.2008

ÖZGEÇMİŞ

A. Helin YURDAM 1978 yılında Siirt'te doğdu. İlköğrenimini Marmaris'te, ortaöğrenimini Balıkesir'de tamamladı. 1999 yılında Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Coğrafya Öğretmenliği Bölümünden mezun oldu. 2005 yılında ÇOMÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı.