

**BOZÜYÜK YÖRESİNDE SO₂'DEN
KAYNAKLANAN HAVA KİRLİLİĞİNİN
BAZI BİTKİ TÜRLERİ İLE
İZLENMESİ**

**İsmail Karaçam
Yüksek Lisans Tezi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Haziran 2001**

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

İsmail Karaçam'ın "Bozüyük Yöresinde SO₂'den Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Bazı Bitki Türleri ile İzlenmesi" başlıklı Çevre Mühendisliği Anabilim Dalındaki, Yüksek Lisans Tezi 10. 07. 2001 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

	Adı-Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı)	: Yrd. Doç. Dr. Arzu ÇİÇEK	
Üye	: Yrd. Doç. Dr. A. Savaş KOPARAL	
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Mustafa TOMBUL	

Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun
11.07.2001.....tarih ve23/8.....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

ÖNSÖZ

“Bozüyük Yöresinde SO₂'den Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Bazı Bitki Türleri İle İzlenmesi” başlıklı bu çalışma Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışmamın başlangıcından beri sürekli bilgi, hoşgörü, anlayış ve yardımlarını esirgemeyen, önerileri ile çalışmalarımı yönlendiren hocam Sn. Yrd. Doç. Dr. Arzu Çiçek'e, laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan Sn. Yrd. Doç. Dr. Savaş Koparal'a, Çevre Mühendisliği Bölümü elemanlarına ve Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezi elemanlarına,

Hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyerek her zaman yanımda olan aileme ve tüm eğitim hayatım süresince bana her konuda destek olan amcam Ercan Karaçam'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

İsmail Karaçam

Haziran 2001

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BOZÜYÜK YÖRESİNDE SO₂'DEN KAYNAKLANAN HAVA KİRLİLİĞİNİN BAZI BİTKİ TÜRLERİ İLE İZLENMESİ

İSMAİL KARAÇAM

Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Arzu Çiçek
2001, 75 sayfa

Endüstriyel alan ile iç içe olan bölgelerde, tarımsal alanlar ve bitki örtüsü direk olarak kirleticilere maruz kalmaktadır. Çok çeşitli kaynaklardan atmosfere salınan kirleticilerin bitki ve toprakta birikimi öncelikle kalitenin düşmesine ve verim kaybına neden olmakta, daha sonra ise biyoakümülyasyon ile tüm besin zincirindeki elemanlarda toksik etki yapmaktadır.

Bu çalışmada Bozüyük yöresinde SO₂'den kaynaklanan hava kirliliğinin boyutlarının belirlenmesi amacı ile ilçedeki bazı bitki türleri ve toprakta kükürt analizleri yapılmıştır. Kasım 2000 ve Nisan 2001 tarihleri arasında yapılan çalışmada 35 farklı noktadan alınan 58 bitki ve 32 toprak örneğinde türbidimetrik yöntemle kükürt analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda ilçeden alınan tüm bitki türlerinde ve topraklarda oldukça yüksek oranda kükürt bulunmuştur. En yüksek değerler ilçede SO₂ konsantrasyonunun yükselmeye başladığı Aralık ayında sanayi bölgesinden alınan örneklerde tesbit edilmiştir. En düşük değerlere ise emisyon kaynaklarına uzak olan ve hakim rüzgar yönü dışındaki istasyonlarda Mart ayında rastlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kükütđioksit, Hava Kirliliği, Biyomonitörlama

ABSTRACT

Master of Science Thesis

MONITORING OF AIR POLLUTION RESULTING FROM SO₂ IN THE VICINITY OF BOZÜYÜK BY SOME PLANT SPECIES

İSMAİL KARAÇAM

**Anadolu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Environmental Engineering Program**

**Supervisor: Assist. Prof. Dr. Arzu Çiçek
2001, 75 pages**

Urban region that is together with industrial area, agricultural area and vegetation areas are exposed to the pollutants directly. Accumulation of pollutants that are derived from various of sources in soil and plants primarily causes quality decrease and efficiency loss and in turn has toxic effect on all members in the food chain by bioaccumulation.

In this study, sulfur analysis have been carried out for some plant species and soil in the town of Bozüyük in order to determine the extent of air pollution resulting from SO₂. In the study carried out between November 2000 and April 2001, sulfur analysis have been carried out by turbidimetric method for 58 plant and 32 soil samples collected from 35 different points. Analysis showed high sulfur level in all plant species and soils collected from the town. Highest values have been observed in samples collected from the industrial region in December, The month during which SO₂ concentration starts to increase. The lowest values have been observed in stations far from emission sources and outside the prevailing wind direction in March.

Keywords: Sulfurdioxide, Air Pollution, Biomonitoring

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ	
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. KÜKÜRTDİOKSİT HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	6
2.1. Kükürtdioksitin Özellikleri.....	6
2.2. Kükürtoksitlerin Oluşum Termodinamiği.....	8
2.3. Kükürtdioksit Kaynakları.....	9
2.4. Kükürtdioksitin Kullanım Alanları.....	11
2.5. Kükürtdioksitin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri	12
2.6. Kükürtdioksitin Hayvanlara Etkileri.....	16
2.7. Kükürtdioksitin Bitkilere Etkileri.....	17
2.8. Kükürtdioksitin Cansız Varlıklara Etkileri.....	21
2.8.1. Kükürtdioksitin yapılarla ve taşlara etkileri	21
2.8.2. Kükürtdioksitin metallere etkileri.....	22
2.8.3. Kükürtdioksitin kumaşlara etkileri.....	24
2.8.4. Kükürtdioksitin deri, kağıt, boya ve cama etkileri... ..	25
2.9. Kükürt Oksitlerin Sınır Değerleri.....	26
2.9.1. Açık ortam sınır değerleri.....	26
2.9.2. Emisyon sınır değerleri.....	26
3. ÇALIŞMA ALANININ TANITIMI.....	31
4. MATERYAL VE METOT.....	38

4.1. Bitki Örneğinin Yaş Yakma Yöntemi ile Yakılması.....	38
4.1.1. Araç ve gereçler.....	38
4.1.2. Kimyasal maddeler.....	38
4.1.3. Yöntem.....	38
4.2. Bitkide Toplam Kükürdün Türbidimetrik Yöntemle Tayini.....	39
4.2.1. Araç ve gereçler.....	39
4.2.2. Kimyasal maddeler.....	39
4.2.3. Yöntem.....	39
4.2.4. Hesaplamalar.....	40
4.3. Toprak Doymunluk Ekstraktında Türbidimetrik Sülfat Tayini.....	40
4.3.1. Araç ve gereçler.....	40
4.3.2. Kimyasal maddeler.....	40
4.3.3. Yöntem.....	41
4.3.4. Hesaplamalar.....	42
5. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	43
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	50
7. KAYNAKLAR.....	53
8. EKLER.....	56
EK-1 Bilecik ili Bozüyük ilçesi 2000-2001 yılına ait hava kirletici parametrelerin aylık ölçüm sonuçları (mg/m^3).....	56
EK-2 Bilecik ili Bozüyük ilçesi Meteoroloji Müdürlüğü'nün 2000-2001 yılları aylık meteorolojik rasat değerleri	60

ŞEKİLLER DİZİNİ

2.1. (a) Düşük derişimde SO ₂ 'nin sudaki çözünürlüğü [10]	7
2.1. (b) Yüksek derişimde SO ₂ 'nin sudaki çözünürlüğü [10]	7
2.2. SO ₂ emisyonunun kaynaklara göre dağılımı ve yıllara göre değişimi [12]	10
2.3. Kükürt dönüşümü ve birikimine, zaman ve mesafenin etkisi [12]	11
2.4. Kükürtdioksit konsantrasyonu ile akciğer hastalıkları arasındaki ilişki [14]	13
2.5. Londra olayında meydana gelen ölümler [14]	15
2.6. Kükürtoksitlerin insan sağlığına etkileri [12]	16
2.7. Kükürtdioksitin bitkiler üzerine etkileri [10]	19
2.8. SO ₂ konsantrasyonunun çelik levhaların korozyonu üzerine etkisi[14]	23
2.9. SO ₃ derişiminin pamuğun germe kuvveti üzerine etkisi [21]	25
3.1. Bozüyük'teki hakim rüzgar yönleri	34
3.2. Çalışma alanının haritası	37

ÇİZELGELER DİZİNİ

2.1. SO ₂ 'nin fizisel, kimyasal, organoleptik ve termodinamik özellikleri [10]	6
2.2. SO ₂ -SO ₃ için denge sabitleri [11]	9
2.3. Seçilmiş insan grupları üzerinde sağlık etkileri [13]	14
2.4. SO ₂ 'nin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri [14, 15]	14
2.5. Galvaniz çelik levhaların kullanım süreleri [21]	24
2.6. Yasal olarak izin verilen açık ortam havasında kükürtdioksit sınır değerleri [10]	26
2.7. H.K.K.Y.'e göre ısı gücü 0,15 MW'tan büyük mevcut veya yeni kurulacak mekanik beslemeli katı yakıtlı yakma tesislerinde geçerli emisyon sınırları (katı yakıtlar) [10]	28
2.8. H.K.K.Y.'e göre ısı gücü 2 MW'tan büyük mevcut veya yeni kurulacak sıvı yakıtlı yakma tesislerinde geçerli emisyon sınırları (sıvı yakıtlar) [10]	29
2.9. H.K.K.Y.'e göre ısı gücü 0,15 MW'tan büyük mevcut veya yeni kurulacak yakma tesislerinde geçerli emisyon sınırları (gaz yakıtlar) [10]	30
3.1. Bozüyük'te toprak gruplarının dağılımı [24]	32
3.2. Arazi kullanım şekillerinin dağılımı [24]	32
3.3. Hava kirletici parametreler, sıcaklık ve nem aylık ortalamaları	33
3.4. Çalışma alanındaki lokalitelerin özellikleri	36
5.1. Bitkilerdeki toplam kükürt miktarları	44
5.2. Topraklardaki toplam kükürt miktarı	49

1. GİRİŞ

Dünyada nüfus artışına paralel olarak, şehirleşme ve sanayileşmenin her geçen gün daha da artması sonucunda özellikle endüstri kuruluşlarının yoğun olduğu bölgelerde çevre kirliliği önemli bir sorun haline gelmiştir. Çevre kirliliğinin önemli bir parçası olan hava kirliliği, yalnızca olduğu bölgeyi değil meteorolojik koşullara bağlı olarak olduğu bölgeden kilometrelerce uzaklarda etkilemektedir. Bunun sonucunda çevre kirliliği uluslararası bir boyut kazanmış ve üzerinde uzlaşılması gereken öncelikli sorunlardan biri haline gelmiştir.

Hava kirliliğinin ekosistemler üzerine olan etkileri; iklim üzerine olan etkileri, biyojeokimyasal döngüler üzerine olan etkileri, biyosönoz ve bitki türleri üzerine olan etkileri, insanlar, hayvanlar ve cansız varlıklar üzerine olan etkileri olmak üzere çeşitli şekillerde incelenmektedir. Bu etkiler sonucunda biyosönozdaki rekabet gücü değişime uğramakta, biyotoplardaki türlerin genel spektrumunda büyük bir değişim meydana gelebilmektedir. Kirleticiler vejetasyon üzerinde de yıkıcı bir etki yaparak ormanlara ve tarım ürünlerine zarar vermektedir. Bu zararlar büyümenin engellenmesi, hastalıklara ve tarımsal ilaçlara hassasiyetin artması, üremenin engellenmesi şeklinde ortaya çıkmaktadır [1].

Hava kirliliğine neden olan en önemli emisyonlardan biri kükürtdioksit (SO_2) gazıdır. Ülkemizde evlerde ısınma amaçlı, endüstri ve termik santrallerde ise enerji üretimi için kullanılan kömürlerin düşük kalorili olması ve kükürt içeriğinin de yüksek olması nedeni ile kükürtdioksitten kaynaklanan hava kirliliği oldukça önemlidir.

SO_2 gazı ya stratosferin alt kısmında ve troposferde sülfata dönüştürülür veya havadaki su buharı ile birleşerek asit yağmurları şeklinde tekrar doğaya geri döner. Ancak hangi durumda döngüye katılırsa katılsın yüksek konsantrasyonlarda canlılar ve çevreleri için tehlikelidir.

Krupa ve Legge [2] tarafından 1999 yılında yapılan bir çalışmada dört farklı bölgedeki Saskatoon böğürtlenlerinde (*Amelanchier alnifolia* Nutt) ve bu bölgelerdeki topraklarda kükürt analizi yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda bölgede gözlenen yaralanmaların nedeninin kükürt olduğu belirtilmektedir.

Mikula [3] tarafından yapılan bir çalışmada Polonya'nın Plock Yağ Rafinerisi'nin SO₂ emisyonlarından etkilenen bölgelerdeki bitkilerde, toprakta ve yüzey sularında kükürt konsantrasyonları belirlenmiştir. Şehir merkezinde ve şehre yaklaşık 25 km uzaklıktaki kırsal alanlarda sebzelerdeki (kırmızı pancar, havuç, maydanoz, fasulye ve lahana) sülfat sülfür konsantrasyonları ölçülmüştür. En yüksek sülfat sülfür konsantrasyonlarına rafineriye en yakın olan bahçelerde rastlandığı belirtilmiştir. Hemen hemen tüm bahçelerde (biri dışında) lahana ve havuç yapraklarında bitkiler için zararlı olan (% 0.5'in üzerinde) sülfat sülfür içeriğine rastlanmıştır. Bahçelerin tümünde topraklarda bulunan sülfat sülfür miktarlarının Polonya'daki maksimum müsaade edilebilir sınır değerleri (% 0,004 dm³) önemli ölçüde aştığı söylenmektedir. Topraklarda bulunan sülfat sülfür konsantrasyonlarının bahçelerin rafineriye olan uzaklıklarına bağlı olduğu belirtilmiştir.

Zabunoğlu, Haktanır ve ark. [4] Samsun'da kurulu bulunan Türkiye Gübre Sanayi A. Ş.'ye ait gübre fabrikaları ile Karadeniz Bakır İşletmeleri bakır izabe fabrikası baca emisyonlarının çevredeki tarımsal alanlarda yaptığı etkiyi belirlemek amacıyla gerçekleştirdikleri araştırma iki yıl sürmüştür. Bu süre içinde çevre çiftçisinin şikayetlerinin yoğun olduğu dönemlerde bütün arazi taranmış, gözlemler yapılmış, bitki ve toprak örnekleri alınmıştır. Arazide yapılan gözlemler sonucunda bölgede tarımı yoğun olarak yapılan ve en değerli ürün olan tütünde, özellikle fabrikalara yakın kesimlerde ve hakim rüzgar yönünde (güneydoğu) zararlanmalar belirlenmiştir. Zararların tipik SO₂ zararı olduğu ve yanık etkisinin Haziran-Temmuz dönemlerinde çok yüksek bulunduğu belirtilmiştir.

Serez ve Ata [5] tarafından yapılan bir çalışmada Kazdağları'ndan alınan örnek karaçam ve göknar ibrelerinde kükürt oranı belirlenmiştir. Sağlıklı ve hasta ağaçlardan alınan ibrelerde, birbirinden farklı önemli derecede kükürt miktarı bulunmadığı kaydedilmiştir. Ancak, Kazdağları'ndaki karaçam ve göknarlar'da görülen ölümlerin tipik gaz zararlarına benzediği belirtilmiştir.

Avustralya'nın Graz şehrinde ağaçlar üzerinde gelişen likenlerin (kabuksu likenler) tür sayısı ve bitki yoğunluğu bakımından gelişim durumları ile hava kirliliğinin neden olduğu SO₂ birikimi dikkate alınarak incelenip karşılaştırılmıştır. Graz'da SO₂ birikimi yıllık ortalamasının 131,3 mg/100 cm²/yıl

olduğu merkezi kesimde likenler hiç gelişmediği halde, kentin çevresine doğru diğer kısımlarda SO₂ yoğunluğu ile kabaca paralel olarak değişen miktarlarda liken türüne ve sıklığına rastlandığı kaydedilmiştir [6].

Kantaracı [7] tarafından Biga Yarımadası'nda hava kirliliğinin ormanlara etkisi araştırılmıştır. Bölgede 1996 yılından itibaren yapılan araştırmalarda; orman ağaçlarının yapraklarındaki kükürt değerlerinin 1996-1997'de 1000-4500 ppm arasında iken, 1998-1999'da 4000-6000 ppm'e yükseldiği belirtilmiştir. Özellikle Kazdağı gknarında kurumaların giderek arttığı, karaçam ve kızılçam ağaçlarının yapraklarındaki sarı lekelerin ise giderek belirginleştiği bildirilmiştir. Hava kirliliğinin etkisi altındaki yaprakların klorofil miktarının azaldığı ve bunun sonucunda odun hammaddesi üretiminde önemli miktarda gerileme olduğu ve dolayısı ile ekonomik kayıpların olduğu vurgulanmıştır.

etik [8] tarafından Murgul bakır madeni işletmesi alanında yapılan çalışmada, sürekli olarak SO₂ etkisine maruz kalmış bölgelerde, primer vejetasyonun tamamen tahrip olduğu ve SO₂'ye dayanıklı birkaç türün çok seyrek olarak kolonileştikleri grlmştir. Bu çalışmada, yüksek sıcaklık ve yüksek orandaki nemin bitkilerin SO₂'ye karşı dayanıklılıklarını arttırdığı saptanmıştır. Ayrıca, tamamiyle ışıkta büyüyen bitkilerin gölgede büyüyenlere, fidelerin yaşlılarına oranla SO₂'ye daha dayanıklı oldukları tespit edilmiştir.

Bu bölgede SO₂'ye duyarlı oldukları belirlenen ağaç ve çalı türleri; *Ostrya carpinifolia*, *Pinus sylvestris*, *Picea orientalis*, *Fagus orientalis*, *Betula verrucosa*, *Alnus glutinosa*'dır. SO₂'ye dayanıklı ağaç ve çalı türleri olarak; *Cornus orientalis*, *Smilax excelsa*, *Quercus sessiliflora*, otsu türler olarakta; *Phytolaca decandra*, *Setaria viridis*, *Lolium perenne*, *Polygonum kitabelanum*, *Cynodon dactylon* türleri tespit edilmiştir. Murgul bakır yataklarının etrafında asıl vejetasyonun *Fagus orientalis*, *Picea orientalis*, *Rhododendron ponticum* türlerinden olduğu, SO₂ etkenliği sonucu bunların yerini, çok seyrek dağılış gösteren *Cornus orientalis* kümelerinin aldığı saptanmıştır. Seyrek olan bu vejetasyon nedeni ile bölgenin çok şiddetli bir erozyona uğradığı da rapor edilmiştir.

Caner ve Eruz [9] tarafından İstanbul'da hava kirliliğinin yol açtığı ekolojik sonuçlar incelenmiştir. İstanbul'da yağışların asitlik derecelerinin

ölçüldüğü 1990-1991 ve 1991-1992 yıllarına ait kış aylarında (Ekim-Mart) ortalama kükürtdioksit değerlerinin daima sınır değerlerin ($250 \mu\text{g}/\text{m}^3$) üzerinde bulunduğu belirtilmektedir. Yağmur suyunda pH ölçümü dışında, bazı ağaç türlerinin iğne yapraklarındaki kükürt birikimi ile ilgili sonuçlar ve dendrokronolojik olarak elde edilen sonuçlar da İstanbul'da hava kirliliğinin ormanlar ve diğer tüm canlılar için tehdit edici boyutlarda olduğu dolayısıyla konunun ciddiyetle ele alınması gerektiği belirtilmektedir. Araştırma sonucunda yağışların asidik karakter kazandığı ve ağaçlarda hava kirliliğine bağlı olarak önemli miktarlarda kükürt biriktiği, ağaçların yaş halkalarında belirgin daralmaların olduğu belirtilmektedir.

Yücel ve Öztürk [10] tarafından Eskişehir'de yapılan bir çalışmada kent içi ve yakın çevresinde park, bahçe, yol kenarı ve yakın rekreasyon alanlarında yetişen bitkiler üzerinde kirliliğin etkileri araştırılmış olup, yapılan çalışmalar sonunda bitkilerde, özellikle ağaç ve çalılarda gözle açıkça görülebilir önemli hasarlar saptandığı belirtilmektedir. *Pinus silvestris* L. ve *Pinus nigra* L. yapraklarında sararma ve kuruma, erken yaprak dökümü ve yaprak azlığı, tepe tacında deformasyonlar ve ağaçlarda sürekli kurumalar belirlendiği bildirilmektedir. *Cedrus* sp'nin önce yapı olarak zayıfladığı, bazı fertlerde yan dallarda yumrular halinde patolojik oluşumlar geliştiği, bazı fertlerde ise tepe sürgünlerinin yada ağacın tamamen kuruduğu belirtilmektedir. *Picea orientalis* L. ve *Abies bormülleriana* Mattf'ta yaprak azlığı ve yan dallarda düzensiz kurumalar sonucu form bozukluklarının meydana geldiği, *Chamaecyparis lavsoniana* (A. Murr) Parl.'da önce yer yer pul yaprakların, daha sonrada 3-5 m boyundaki ağaçların tamamen kuruduğu belirtilmiştir. *Picea abies* L.'de önce aşırı yaprak dökülmesi ve ardından ağacın tepe sürgünlerinde ve yan dallarında belirgin kurumalar saptandığı belirtilmektedir. *Juniperus* sp.'de sürgün uçlarındaki yapraklarda sararma, özellikle tepe ve tepeye yakın yan dallarda yaprak dökülmesi ve kurumalar görüldüğü belirtilmektedir. Yapraklı ağaçlardan; *Platanus orientalis* L., *Aesculus hypocastanum* L. ve *Acer pseudoplatanus* L.'de yaprak ucunda ve kenarlarında kıvrılmalar, kurumalar ve erken yaprak dökümü olduğu bildirilmektedir.

Ülkemiz açısından oldukça önemli olan toprak, tarım ürünleri ve bitki türlerinin kalitesinin belirlenmesi ve korunmasına yönelik yapılan bu çalışma ile SO₂ kirliliğinin etkileri ve bu etkilerin boyutları belirlenmeye, ekolojik yönden bir veri tabanı oluşturularak kirlilik envanteri çıkarılmaya ve biyolojik zenginliklerimizin korunması konusunda neler yapılabileceği ortaya konulmaya çalışılmıştır.

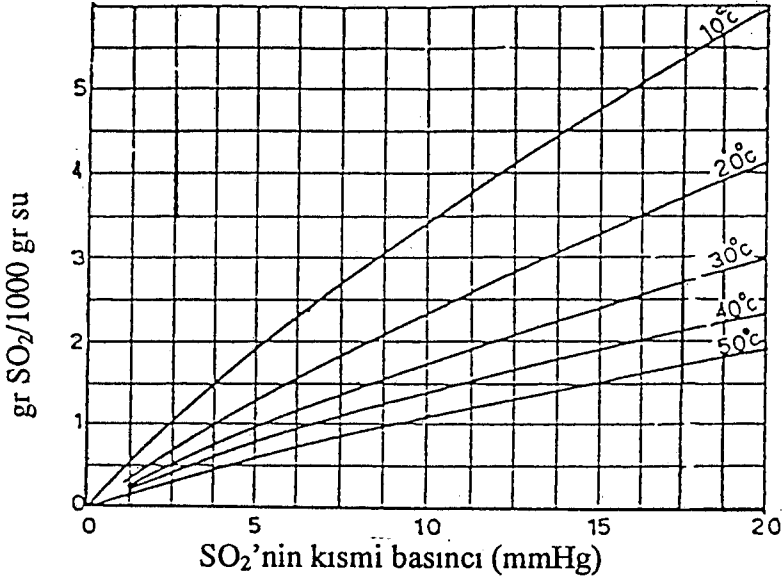
2. KÜKÜRTDİOKSİT HAKKINDA GENEL BİLGİLER

2.1. Kükürtdioksitin Özellikleri

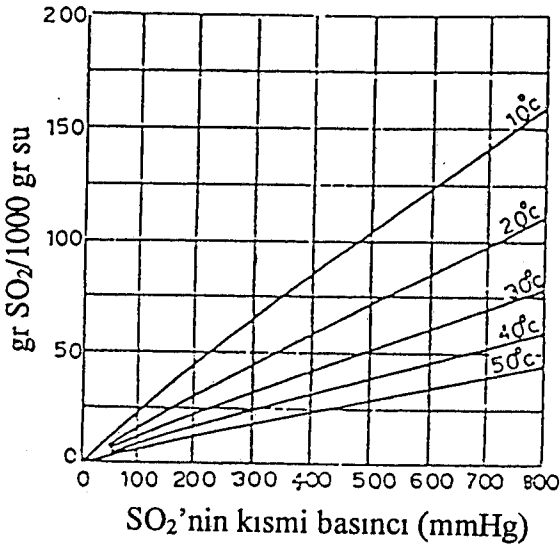
Kükürtdioksit, renksiz, yanıcı ve patlayıcı olmayan boğucu bir gazdır. Çizelge 2.1’de kükürtdioksitin fiziksel, kimyasal, organoleptik ve termodinamik özellikleri topluca verilmekte, Şekil 2.1.a ve 2.1.b’de ise kükürtdioksitin sudaki çözünürlüğü düşük ve yüksek derişimler için gösterilmektedir.

Çizelge 2.1. SO₂’nin fizisel, kimyasal, organoleptik ve termodinamik özellikleri [10]

Bileşenin simgesi	SO ₂	Entalpi,	25 °C; -296,842
Renk (katı, sıvı, gaz)	-, -, renksiz	Gibbs Serbest Enerjisi (kJ/mol)	25 °C; -300,164
Koku (katı, sıvı, gaz)	-, -, yakıcı	Entropi (kJ/mol K)	25 °C; 0,248103
Tat (katı, sıvı, gaz)	-, -, ekşimsi	Tutuşma sıcaklığı (°C)	-
Molekül Ağırlığı (g/gmol)	64,063	Henry Sabiti	-
Üçlü Nokta (°C, kPa)	-78,5	Sıkıştırılabilme Faktörü	-
Kritik Nokta (°C, kPa, l/kg)	157,6; 7,884; 1,904	Kritik Koşullarda	0,253
Kaynama Noktası (°C)	-10	Diğer Koşullarda	-
Buhar Basıncı (kPa)	10 °C; 230 20 °C; 330 30 °C; 462 40 °C; 630	Çözünürlük	101,3 kPa; g/100g H ₂ O 0 °C; 22,971 10 °C; 16,413 20 °C; 11,577 30 °C; 8,247 40 °C; 5,881
Buharlaştırma Entalpisi (kJ/mol)	24,92	Tutuşma Bileşimi (Hacimce λ)	-
Erime Noktası (°C)	-72,7	Yanma Isısı	-
Erime Gizli Isısı (kJ/mol)	7,401	Patlama Bileşimi (Hacimce %)	-
Süblimleşme Noktası	-	Yükseltgenme Potansiyeli (V)	+0,12
Faz Değişim Noktası	-	Dipol Momenti (Cm: D)	5,34 10 ⁻³⁰ ; 1,6
Yoğunluk	-	Elektrik İletkenliği (Ω ⁻¹ /cm)	80 10 ⁻⁹
Sıvı (g/cm ³)	-20 °C; 1,50	Isı İletkenliği (cal/cm °C)	-
Gaz/Mutlak (g/cm ³)	-25 °C; 2668 10 ⁻³	Gaz	15 °C; 21 10 ⁻⁶
Gaz/Bağıl	25 °C; 2,263	Sıvı	-25 °C; 529 10 ⁻⁶
Viskozite (gaz, sıvı) (Cp)	10 °C; 0,012 0 °C; 0,400	Kırma indisi (gaz) (nD)	25 °C; 1,0006022
Cp (j/molK)	25 °C; 39,884	Dielektirik Sabiti	-
Cv (J/molK)	25 °C; 30,982	Gaz	20 °C; 1,0093
Cp/Cv (-)	25 °C; 1,29	Sıvı	20 °C; 14,1
Spesifik Isı (sıvı) (kJ/kg K)	0 °C; 1,331	Yüzey Gerilimi (dyn/cm ²)	-10 °C; 28,59
Oluşum	-		



Şekil 2.1.a. Düşük derişimde SO₂'nin sudaki çözünürlüğü [10]



Şekil 2.1.b. Yüksek derişimde SO₂'nin sudaki çözünürlüğü [10]

Atmosferde nispeten kararlı durumda olan kükürdioksit, bir indirgeyici veya oksitleyici olarak davranmaktadır. SO₂ fotokimyasal veya katalitik olarak atmosferdeki diğer bileşiklerle reaksiyona girerek SO₃, H₂SO₄ damlacıklarını ve çeşitli sülfatları oluşturmaktadır. SO₃ sülfürik asitin anhidriti olup, yağmur veya yoğunlaşmış nem damlaları ile birleşerek atmosferde sülfürik asit oluşmasına neden

olmaktadır. Oluşan sülfatlar ise çoğunluğu 0,2-0,9 µm çapa sahip katı tanecikler olup görüş mesafesini azaltmaktadır [10].

2.2. Kükürtoksitlerin Oluşum Termodinamiği

Kömürler % 0,5-4 oranında kükürt içermektedir. Fuel oil ise %1-4 oranında kükürt içermektedir. Bu nedenle fosil yakıtların yakılması sonucunda önemli miktarda kükürt oksitler açığa çıkmaktadır. Fosil yakıtlarda bulunan kükürten kükürt oksitin oluşma reaksiyonu şu şekildedir:



Reaksiyon oldukça ekzotermiktir ve 25 °C'de yaklaşık 300000 kJ/mol ısı açığa çıkmaktadır. Yanma reaksiyonu sonucunda kükürtdioksite ek olarak eser miktarda kükürt trioksitte açığa çıkmaktadır. Fosil yakıtların yanması ile oluşan SO₂/SO₃ oranı tipik olarak 40/1-80/1 aralığındadır.

SO₂ normal atmosferik koşullarda bir indirgeyici yada oksitleyici olarak hareket etmektedir. Örneğin:



Bu reaksiyonda SO₂ yükseltgeyici bir ajandır. Diğer önemli termodinamik reaksiyon ise şöyledir:



Bu reaksiyonda partikül maddeler ve azot oksitler katalizördür.



Ortamda nem bulunması durumunda kükürt oksitler aşağıdaki reaksiyonlar sonucunda asit sisi oluşturmaktadır.



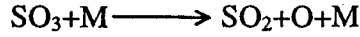
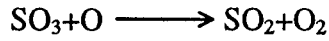
Bu reaksiyonda katalizör demir ve magnezyumun sülfat ve kloritleridir. Asit sisleri korozif olup, görüş mesafesini azaltmakta ve asit yağmurlarına neden olmaktadır. SO₂ ve SO₃ arasındaki termodinamik denge ilişkisi Çizelge 2.2'de verilmektedir.

Sadece düşük sıcaklıklarda SO₃ oluştuğu ve yüksek sıcaklıklarda SO₂/SO₃ oranının çok yüksek olduğu K_p değerinden görülmektedir. Bu nedenle SO₃ derişimi asil alev bölgesinde çok düşük, soğumuş baca gazında ise çok yüksektir.

Çizelge 2.2. SO₂-SO₃ için denge sabitleri [11]

$SO_2 + 1/2O_2 \rightleftharpoons SO_3$	T °K	K _p
$K_p = \frac{SO_3}{pSO_2 \cdot (pO_2)^{1/2}}$	298	2,6 10 ¹²
	500	2,6 10 ⁵
	1000	1,8
	1500	3,8 10 ⁻²
	2000	5,6 10 ⁻³

Bununla birlikte termik santral fırınlarındaki SO₃ derişimleri, tamamen farklı şekilde gözlenebilmektedir. SO₃ derişimi, SO ve SO₂ gibi ara ürünlerin oluşum hızlarını belirleyen kinetikler nedeni ile farklılıklar gösterebilmektedir. Baca gazındaki SO₃ ölçümlerindeki sapmaların bir nedeni de, SO'nun O₂ ile olan denge reaksiyonu sonucunda oluşan SO₂ olabilmektedir. Hava kirliliğinin insanlar ve eşyalar üzerine etkisini referans alan ana sorun SO₃ giderimidir. Başlıca SO₃ giderim süreci aşağıdaki şekildedir:



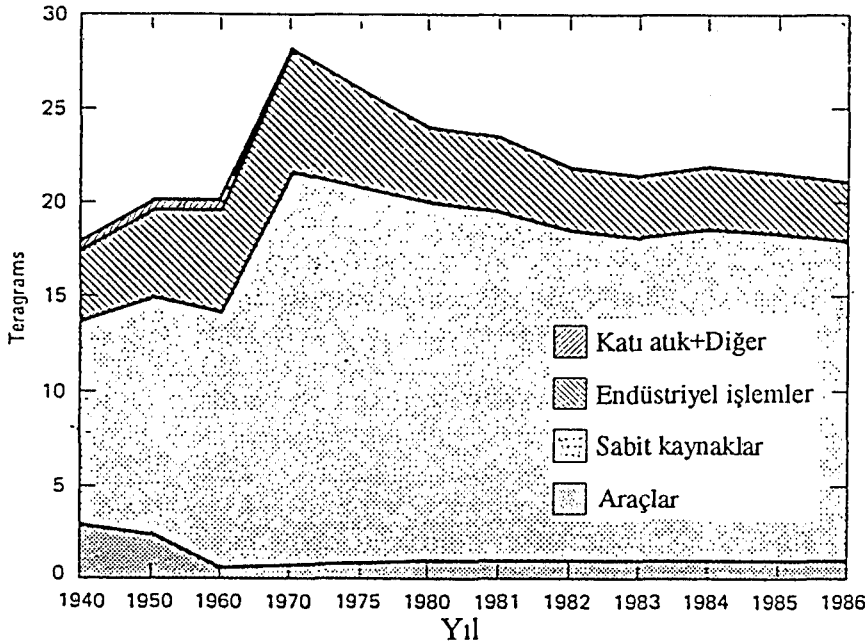
Yüksek miktarda "O" atomunun bulunduğu sıcak reaksiyon bölgesinde, SO₃ derişiminin düşük olduğu düşünülebilmektedir. Pratikte, SO₃ derişimi SO₂ derişiminin %1-5'i kadardır. SO₃ derişimi yakıt zenginleştirme koşulları altında daha da azaltılabilir.

Böylece kükürtün ana oksiti olan SO₂'nin yanma sonucu oluştuğu ve SO₂'nin SO₃'e dönüşümünün yavaş bir süreç olduğu sonucuna varılabilmektedir. Bununla birlikte SO₂ SO₃'e partikül madde ve nemin mevcudiyeti ile kolayca dönüşebilmektedir. Bu da insanlar ve eşyalar için tehlikeli olan sülfat aerosollerini artırmaktadır [11].

2.3. Kükürtdioksit Kaynakları

Tüm atmosferik gazlar içinde hava kirliliği ile en çok ilgisi olan gaz SO₂'dir. Atmosferdeki kükürt emisyonunun yaklaşık % 60'ı doğal kaynaklardan gelmektedir. Bu doğal kaynaklar mikrobiyal aktiviteler, volkanlar, deniz dalgaları ve kayaların ayrışmasıdır. Atmosferdeki kükürtün diğer % 40'ı insan kaynaklıdır.

İnsan kaynaklı kükürtdioksit emisyonlarının % 80'den fazlası fosil yakıtların yakılması sonucu oluşmaktadır [11]. İnsanların neden olduğu yanma dışı diğer SO₂ kaynakları ise petrol rafinerileri, bakır izabe tesisleri ve çimento üreten tesislerdir. Doğal emisyonlar dünyanın her tarafında daha geniş bir dağılım gösterirken, insanların neden olduğu emisyonlarda daha bölgesel bir dağılım görülmektedir. Bu emisyonların % 90'ı Avrupa, Kuzey Amerika, Hindistan ve uzak doğudaki yerleşim bölgeleri ve endüstriyel alanlardan gelmektedir. Gelişmiş ülkelerde endüstriyel girdiler doğal girdilerden çok daha fazladır. Emisyon kontrollerinin artışı, yakıt tüketim şeklindeki değişiklikler, kükürt içeriği düşük yakıtların tercih edilmesi ve gaz giderme ekipmanlarının geniş bir şekilde kullanımı sonucunda 1970'ten beri kükürt oksit emisyonunda yaklaşık % 25'lik bir azalma sağlanmıştır [12]. SO₂ emisyonunun kaynaklara göre dağılımı ve yıllara göre değişimi Şekil 2.2'de verilmektedir. SO₂'nin havada 2-4 gün kalabildiği ve bu süre içinde 1000 km kadar uzağa taşınabildiği tahmin edilmektedir. Bu nedenle SO₂ kirliliği uluslararası bir sorun olarak göze çarpmaktadır.



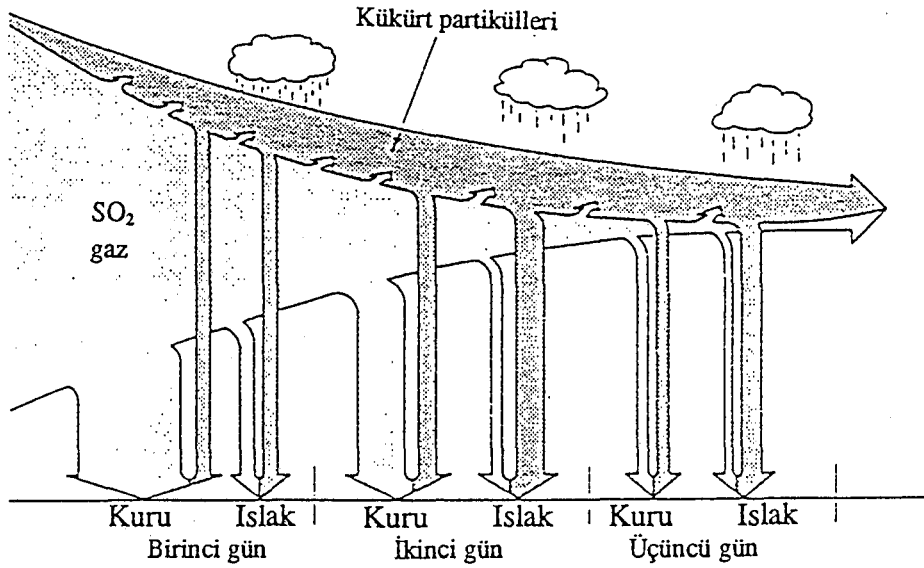
Şekil 2.2. SO₂ emisyonunun kaynaklara göre dağılımı ve yıllara göre değişimi [12]

SO₂ atmosferdeki diğer bileşenlerle fotokimyasal yada katalitik reaksiyonlara girmektedir. Bu tepkimeler sonucunda SO₃, sülfirik asit

damlacıkları ve sülfürik asit tuzları oluşmaktadır [13]. Kükürtdioksit bazı reaksiyonlar sonucu SO_3 'e dönüşmektedir.

SO_3 ve su çok hızlı bir şekilde reaksiyona girmekte ve asit yağmurlarının başlıca sebebi olan sülfürik asiti oluşturmaktadır. Sülfürik asit molekülleri havada bulunan partiküllerin üzerine yoğunlaşmakta ve hızlı bir şekilde partiküllere dönüşmektedir. Bu partiküllerin büyük bölümünü genellikle sülfat (SO_4^{2-}) aerosolleri oluşturmaktadır.

Gaz şeklindeki SO_2 'nin sülfat partiküllerine dönüşmesi birkaç günde gerçekleşmektedir. Bu zaman esnasında kükürt toprakta yada suda, SO_2 yada sülfat şeklinde birikebilmektedir. Her iki kükürt kirliliğide ya ıslak çökme ile yada kuru çökme ile olmaktadır. Kükürt dönüşümü ve birikimine, zaman ve mesafenin etkisi Şekil 2.3'te verilmektedir.



Şekil 2.3. Kükürt dönüşümü ve birikimine, zaman ve mesafenin etkisi [12]

2.4. Kükürtdioksitin Kullanım Alanları

Kükürt dioksit gazı bakteriler, mantarlar ve böcekler için kuvvetli bir zehirdir. Bu nedenle endüstride dezenfeksiyon maddesi olarak kullanılmaktadır. Örneğin şarap fiçileri içinde kükürt yakmak suretiyle dezenfeksiyon işlemi yapıldığı bilinmektedir.

Sıvı kükürtdioksit ise petrol endüstrisinde çözücü olarak kullanılmaktadır. Sıvı haldeki kükürtdioksit petrolde bulunan doymamış hidrokarbonları çözerken, doymuş hidrokarbonları çözmez. Bu durumdan yararlanılarak petrolde bulunan bu iki cins hidrokarbon birbirinden ayrılabilir. Ayrıca sıvı kükürtdioksit buzdolaplarında soğutma sıvısı olarak kullanılmaktadır. Kükürtdioksit yağların ve yiyeceklerin beyazlatılmasında, etlerin saklanması, kimyasal maddelerin elde edilmesinde, kağıt imalatında ve camların tavlama sırasında kullanılmaktadır.

2.5. Kükürtdioksitin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Emisyon miktarları organik kökenli kirleticilere kıyasla çok daha fazla olan inorganik kirleticilerin atmosferdeki yayılma hızları da yine organik kirleticilere kıyasla daha yüksektir. Ancak, kirletici bileşenin kökü ne olursa olsun, maruz kalma süresine bağlı olarak ve özellikle canlı bünyesinde birikerek, bazı doku ve organları yapısal değişikliklere uğratmakta, canlı vücudundaki enzimler aracılığıyla güç bozunabilen daha zararlı ve genellikle kompleks şeklindeki bileşikler oluşturmak suretiyle etkisini göstermektedir.

Gaz ve buhar şeklindeki bileşenler, tahriş edici, boğucu ve alerjik karakteristiklerine bağlı olarak çok çeşitli akut ve/veya kronik etkilerde bulunmaktadır. Genel itibarıyla bu tip bileşenlerin, üst solunum yolu, sindirim sistemi, kalp, damar ve dolaşım sistemi, ağız dişi ve dişi eti, deri, kemik, göz, beyin, sinir sistemi, kan, karaciğer, hücre ve dokularda tahribata yol açtığı ve çeşitli hastalıklara neden olduğu bilinmektedir. Ayrıca zehirlenme, zayıflama, kramplar, sakat doğum ve kanser vakalarına yol açmasının yanısıra ölüm olaylarıyla da sıklıkla karşılaşmaktadır [10].

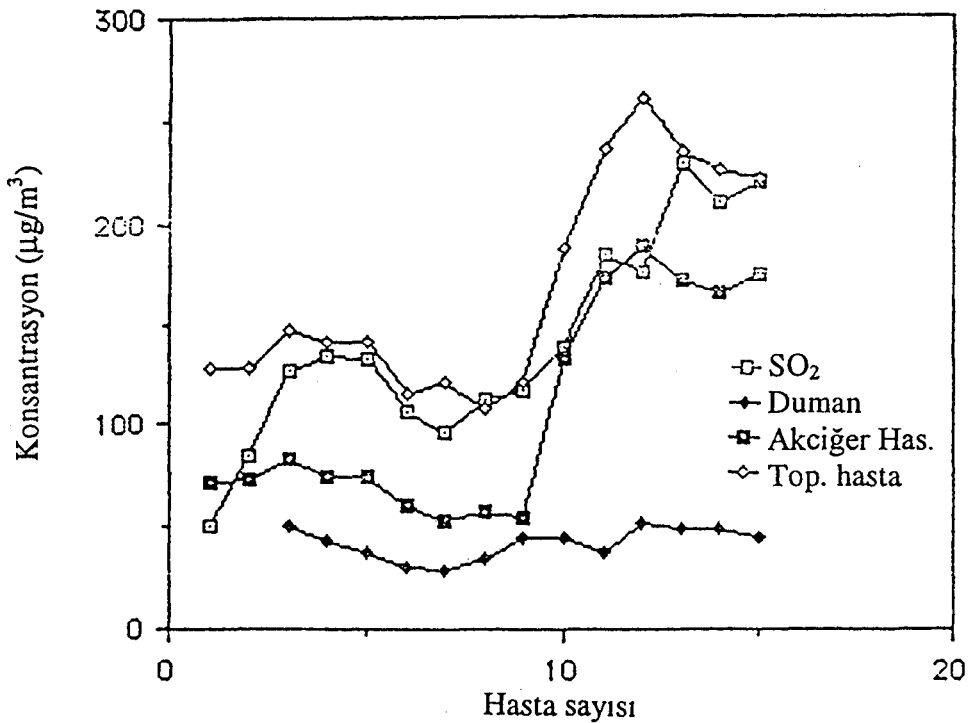
SO₂, suda ve dolayısıyla vücut sıvısında (kanda) büyük ölçüde çözünebilen bir gazdır. Bunun en önemli etkisi üst solunum yollarının cidarlarını zedeleyerek, neticede hava akışına olan mukavemetini azaltmasıdır. Böylece kronik akciğer hastalıklarının, özellikle akciğer ve bronşit iltihaplanmalarının gelişmesine neden olmaktadır. Araştırmalar kükürtdioksitin, sodyum klorür gibi aerosoller ile birlikte bulunması halinde çok daha tehlikeli olduğunu göstermektedir. SO₂'nin tesiri

kronik olmaktan çok akut olarak meydana gelmektedir. Kükürtdioksit aynı zamanda solunum sisteminin koruyucusu olan tüycüklere de zarar vermektedir.

SO₂ atmosferde su buharı ile birleşerek sülfürik asit ve asit yağmurlarını oluşturmaktadır. Sülfürik asitin tesiri esas itibarı ile bileşimindeki SO₂'nin üst solunum yollarının ve balgam çıkarmaya yarayan dokuların tahriş edilmesi ve bronşların daraltılması şeklinde olmaktadır. Ortamda aerosollerin bulunması halinde, bunların yüzeyinde adsorbe edilerek akciğerin pulmonari zarlarına kadar gitmekte ve orada yerleşip hava torbacıklarının tahribine neden olmaktadır [13].

1972'de New York'ta yapılan bir çalışmada, SO₂ konsantrasyonunun yoğun olduğu bölgelerde 1-12 yaş grubu arasındaki çocuklarda akut bronşit hastalıklarında %18 artış olduğu gözlenmiştir [14].

İstanbul'da yapılan bir çalışmada da, SO₂ ve duman (partikül) konsantrasyonları ile akciğer ve solunum yolları hastalıkları nedeni ile hastanelere yapılan müracaat sayısı arasındaki korelasyon Şekil 2.4'te gösterilmektedir. Görüldüğü gibi SO₂ konsantrasyonundaki artışa paralel olarak akciğer ve solunum yolu hastalıklarında da artış gözlenmektedir [14].



Şekil 2.4. Kükürtdioksit konsantrasyonu ile akciğer hastalıkları arasındaki ilişki [14]

Hava kirleticilerinin seçilmiş insan grupları üzerindeki tesiri WHO tarafından araştırılmaktadır. Buna bir örnek olmak üzere Çizelge 2.3'teki değerler verilmektedir. SO₂'nin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri ise Çizelge 2.4'te verilmektedir [13].

Çizelge 2.3. Seçilmiş insan grupları üzerinde sağlık etkileri [13]

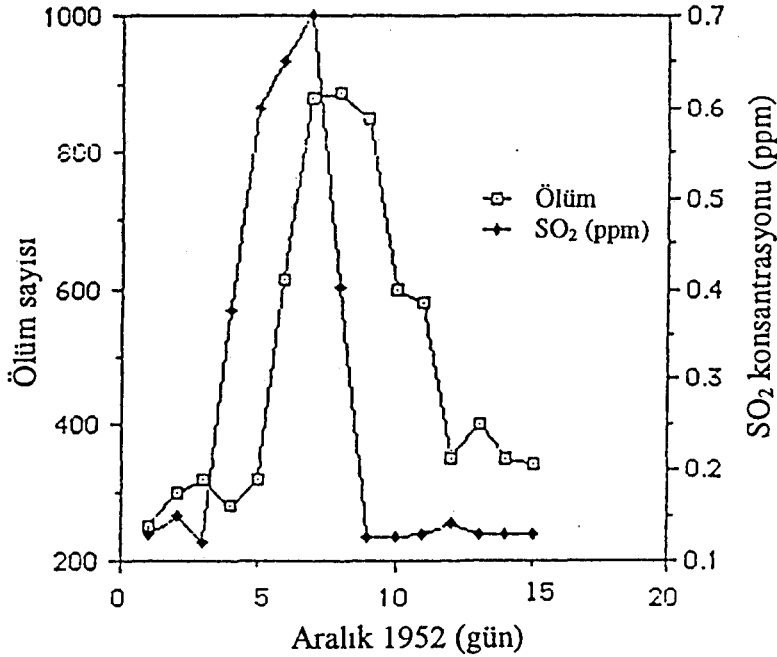
SO ₂	Duman	Etkileri
500µg/m ³ (Günlük ortalama)	500µg/m ³ (Günlük ortalama)	Fazla ölüm ve hastaneye müracaat
250-500µg/m ³ (Günlük ortalama)	250µg/m ³ (Günlük ortalama)	Akciğer hastalıkları ile sağlığın bozulması
100µg/m ³ (Yıllık arit. ort.)	100µg/m ³ (Yıllık arit. ort.)	Akciğer hastalıkları ile sağlığın bozulması
80µg/m ³ (Yıllık geo. ort.)	80µg/m ³ (Yıllık geo. ort.)	Görünüşü ve insanları rahatsız edici durumlar

Çizelge 2.4. SO₂'nin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri [14, 15]

SO ₂ (ppm)	Süre	Etkiler
0,037-0,092	Yıllık ortalama	185 µg/m ³ duman konsantrasyonu ile birlikte, solunum yolları ve akciğer hastalıklarında artışlar.
0,07	Yıllık ortalama	Yüksek partikül konsantrasyonu ile birlikte, çocuklarda solunum yolu hastalıklarında ilerleme.
0,11-0,19	24 saat	Düşük partikül konsantrasyonunda yaşlı kimselerde solunum yolu hastalıklarında artış.
0,19	24 saat	Büyüklerde kronik solunum yolu hastalıklarında artış.
0,19	24 saat	Düşük partikül konsantrasyonunda ölüm oranlarında artış.
0,25	24 saat	750 µg/m ³ duman konsantrasyonu ile birlikte, günlük ölüm oranlarında artış görülebilir (İngiltere), hastalanmalarda ani artış.
0,5	10 dakika	Astım hastalıklarında egzersiz (hareket) halinde solunum direncinin artması.
5	24 saat	Sağlıklı kimselerde solunum direncinin artması.
8-12		Boğazda tahriş, öksürük, göğüs kafesinde sıkışma, gözlerde ağrı ve sulanma.
10	10 dakika	Bronkospazm
18		Göz irritasyonu, öksürme.
150	Birkaç dakika	Gözlerde tahriş, burun boğaz ve akciğer membranında tahribat.
500	30-60 dakika	Büyük tehlike oluşturur.
1000-2000'den yüksek	Uzun süre	Ölüme neden olur.

Kükürtdioksitin yukarıda bahsedilen etkileri, bilhassa çok yüksek konsantrasyonların meydana geldiği olaylarda, hastalık ve ölüm oranlarında artışlara sebep olmuştur. 1930'da Mause Vadisi olayında maksimum SO₂

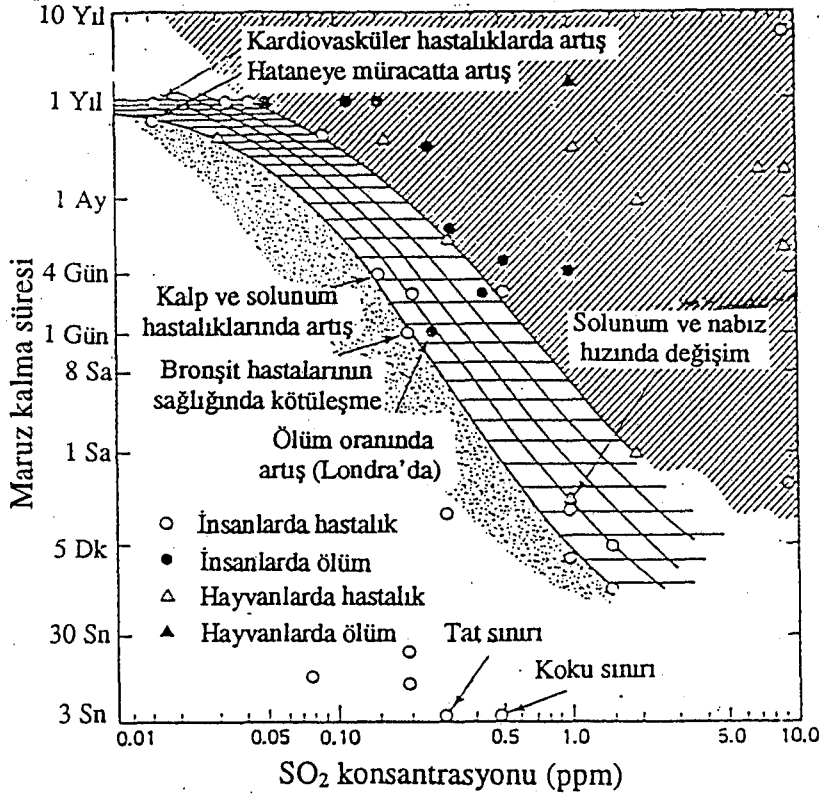
konsantrasyonu $20,9 \text{ mg/m}^3$ (8 ppm) olduğu tahmin edilmektedir. Pensilvania Donora'da 1948'de SO_2 konsantrasyonu 3-4 gün süre ile $1,3 \text{ mg/m}^3$ (0,5 ppm) – $5,2 \text{ mg/m}^3$ (2 ppm) olarak hesaplanmıştır. Aralık 1952'de Londra'da meydana gelen olayda SO_2 konsantrasyonu 5 gün süre ile ortalama $1,5 \text{ mg/m}^3$ (0,57 ppm) ve maksimum günlük ortalama ise $3,4 \text{ mg/m}^3$ (1,3 ppm) olarak ölçülmüştür. Bu değerler normal değerlerin bir kaç katıdır ve sonuçta hava kirliliğinden dolayı ölen insanların sayısında önemli bir artış gözlenmiştir. Ölüm sayısı ile SO_2 konsantrasyonu arasındaki ilişki Şekil 2.5'te verilmektedir. 1953'te New York'ta ard arda 3 gün süre ile SO_2 konsantrasyonunun $0,5\text{-}2,2 \text{ mg/m}^3$ (0,2-0,86 ppm) olduğu tahmin edilmiştir, 1963 yılı için tahmin edilen konsantrasyon 15 gün süre ile $1,2 \text{ mg/m}^3$ 'tür (0,46 ppm). Kaydedilen maksimum konsantrasyon ise 4 saat süre ile $3,9 \text{ mg/m}^3$ 'tür (1,5 ppm) [14, 16].



Şekil 2.5. Londra olayında meydana gelen ölümler [14]

Kükürdioksitin insan sağlığı üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalar, genellikle laboratuvar koşullarında sağlıklı kişilerin SO_2 'ye maruz kalması sonucu elde edilen bulguları içermektedir. Bu koşullar diğer kirleticilerin neden olduğu sinerjistik etkileri (özellikle partikül maddeler ile birlikte) içermediğinden dış ortam havası ile karşılaştırılamamaktadır. Dış ortam havasına maruz kalma

zamanına bağılı olarak SO₂ konsantrasyonunun etkileri Şekil 2.6'da özetlenmektedir [10, 12].



Şekil 2.6. Kükürtoksitlerin insan sağlığına etkileri [12]

(Taralı alan ölümlerin fazla olduğu maruziyet aralığını, kareli alan önemli sağlık etkilerinin bulunduğu maruziyet aralığını ve noktali alanda sağlığa etkileri olduğundan kuşkuilanılan maruziyet aralığını göstermektedir.)

2.6. Kükürtdioksitin Hayvanlara Etkileri

Kirletici bileşenlerin, hayvanlarda akciğer hücrelerinde parçalanma, akciğer zarı iltihapları, alveollerde şişme ve gerilme gibi yapısal değişim ve solunum yolu enfeksiyonlarına yol açtığı bilinmektedir. SO₂, NO₂, çeşitli oksitleyiciler, florlu bileşikler, partiküller, PCB, dioksin, kurşun, civa, etilen gibi bazı kirleticilerin çiftlik hayvanlarında topallık, kuşların ve diğer hayvanların vücutlarında birikim, solunum yollarında tahribat ve üreme kapasitesinde azalmaya neden olduğu da bilinmektedir [10].

SO₂'nin neden olduğu asit yağmurları vahşi yaşamı etkilemektedir. Asit birikimi sonucunda Avrupa'nın bazı bölgelerinde salyangoz miktarı azalmıştır. Salyangoz sayısının azalması sonucunda Passerine kuşlarının yumurtalarının

kabukları incelmış ve poröz bir hal almıştır. Bundan sonra kuşların pençeleri düşmüş ve kuşlar yuvalarını terk etmişlerdir. Rusya'da tarla fareleri bir bakır-nikel izabe tesisinin neden olduğu yüksek SO₂ konsantrasyonundan etkilenmişlerdir. SO₂ bu bölgedeki ürün miktarını azaltmıştır. Tesisten uzaklaşıldıkça tarla faresi yoğunluğunun arttığı gözlenmiştir [17].

Asit yağmurları sonucunda göller asidik bir hal alabilmekte. Asitli göllerdeki balıklar alüminyum, civa, çinko ve kurşun gibi metallerin zehirli derişimleri nedeni ile ölebilmektedir. Alüminyum solungaçlarda birikerek solunumu engellemekte ve neticede boğulmaya sebep olabilmektedir.

İsveç'in güneyindeki göllerde balıkların aşamalı olarak ortadan kalktığı gözlenmiştir. İlk olarak sazan balıkları kaybolmuş, bundan 20 yıl sonra turna balıkları, bundan 10 yıl sonra da yılan balıkları ve levrekler ortadan kaybolmuştur. Bu durumdan genellikle küçük balıkların daha çok etkilendiği gözlenmiştir.

Kuzeydoğu Amerika'da endüstriden kaynaklanan SO₂, Kanada'daki tatlı su göllerinin asidik bir hale gelmelerine neden olarak balıkların ölümüne sebep olmaktadır. Almanya ve İngiltere'nin neden olduğu asit yağmurları ise İskandinavya'da benzer bir probleme yol açmıştır [17].

2.7. Kükürtdioksitin Bitkilere Etkileri

Havadaki zararlı maddelerin bitkiler üzerinde ve toprakta birikimi iki şekilde olmaktadır. Birincisinde gaz ve küçük zerreler halindeki zararlı maddeler, direkt olarak bitkilerin yapraklarında ve toprakta birikirler ki, buna kuru çökme denir. Bu maddeler yağmurun, kar ve sisin etkisiyle suda çözünerek çeşitli asitlere dönüşmektedir. İkincisinde ise zararlı maddeler daha havada iken yağmur, kar ve sisin etkisi ile asitlere dönüşerek asitli yağmurlar halinde yeryüzündeki bitki, toprak ve sulara ulaşmaktadır. Buna da ıslak çökme denmektedir [18].

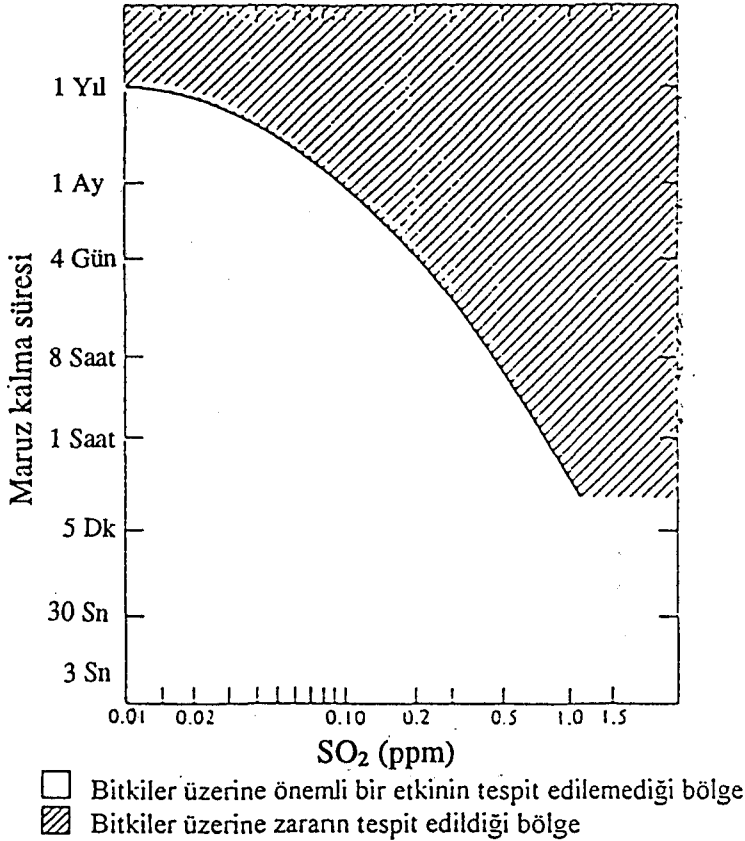
Bitkiler ve atmosfer arasındaki gaz ve su alışverişi, bitkiler tarafından gerçekleştirilen fotosentez, solunum ve terleme gibi bir çok fizyolojik prosesin temelini oluşturur. Atmosfer ile bitkiler arasındaki gaz alışverişi yapraklar üzerindeki kapalı ve açık stomalar tarafından düzenlenmektedir [19]. SO₂ bitki bünyesine gaz olarak stomalardan girebildiği gibi sıvı fazlarda sülfüröz asite

dönüşerekte girebilmektedir. Wenel SO₂'nin yapraklarda açık olan stomaları normalden fazla açarak, bitkilerin fazlaca su kaybetmelerine ve dolayısı ile bitkilerin fizyolojik kuraklıkla karşılaşmalarına neden olduğunu bildirmektedir. Bununla birlikte son zamanlarda bazı gaz kirleticilerin yaprağın kütikula tabakası tarafından absorblanabileceğini gösteren kanıtlar vardır. Bu da su kaybının artmasına ve kütikula tabakasının zarar görmesine neden olabilmektedir. Ayrıca stomalardan giren SO₂'nin kuru havalarda stomaların kapanmasıyla yaprakların içerisine doğru ilerlediği ve karbonhidratları değişikliğe uğratarak bitkinin büyümesini engellediği bilinmektedir. Stomalardan giren SO₂ yaprak hücrelerinde protoplazma suyu ile birleşerek önce H₂SO₃'e ve daha sonra da H₂SO₄'e dönüşmektedir. Hücrenin koloidal durumu bozulmakta, mezofil dokusunda bulunan kloroplastlar parçalanmakta ve yeşil renk maddesinin kimyasal yapısı tamamen değişmektedir. Klorofilin yapısında bulunan demir (Fe) elementi tutulmakta ve bu elementin katalitik görevi engellenmektedir. Karakteristik belirtisi, yaprak ana ve yan damarlarının yeşil renkli olması, diğer taraflarının kurumasıdır. Çünkü damarlarda iletkenlik diğer kısımlara göre daha yoğundur [5]. Özellikle yoğun SO₂ gazının etkisi ile bazı bitkilerin gelişimlerinin (tür sayısı ve bitki sıklığı bakımından) zayıfladığı ve bir kısmının ortadan kalktığı tesbit edilmiştir [6].

SO₂ yaralanmalarında, hücre bütünlüğünün parçalanma başlangıcı çoğunlukla sünger parankimalarında görülmektedir. Sonradan bunun üzerindeki palizat parankiması da etkilenmektedir. Önceleri suda ıslanmış gibi görülen bu bölgeler, sonraları kuru ve kağıtsı bir şekil almaktadır. Bu durumda yapraklar, açık fildişi veya haki beyaz bir renk almaktadır. Son etki ise yaprak damarlarında beyaz renkli lekelerin oluşmasıdır. Bir çok geniş yapraklı bitki ve ağacın yapraklarının düşük miktarlarda dahi SO₂'ye maruz kalınması halinde yaygın bir klorozis görülmektedir. Poaceae'lerde çökme kın kalınlığı boyunca yeknesaktır. Conifer'ler, SO₂'ye maruz kaldığında, yaprak hücreleri su kaybeder ve yeşil renkleri zarara uğrar, bunun sonucu iğne yaprağın ya tümü ya da uç kısmı etkilenmektedir.

Genel olarak, bir bitkide SO₂ etkisi sonucu görülebilecek zararlı etkiler, yaprak dokularında nekrotik çökmeler, klorozis veya renk değişimleri, büyüme değişimleri olmak üzere üç grup altında toplanmaktadır [10].

Bitkiler, 0,05 ppm kükürtdioksit derişimine kısa sürelerde zarar görmeksizin dayanabilmekte; 0,10-0,30 ppm arasındaki SO₂ derişimlerinde ise bitkilerde değişebilen periyotlarda kronik yaralanmalar görülmektedir [10]. Bitkiler özellikle şiddetli ışık, uygun nem ve sıcaklıkta SO₂'ye karşı daha hassastır. İklim koşullarına bakmaksızın büyüme mevsiminde de SO₂'ye karşı daha hassastırlar. Bitkilerin SO₂'ye karşı hassasiyetleri farklılıklar göstermektedir. SO₂ yonca, pamuk, buğday, elma, kabak, marul, ıspanak ve diğer yapraklı bitkilere etki etmektedir. 0,3 ppm konsantrasyona 8 saat maruz kalan bu bitkiler büyük zarar görmektedir. Patates, soğan, mısır ve akçaağaç gibi bitkiler ise SO₂'ye karşı daha dayanıklı olan bitki türleridir. Açık ortam havasındaki SO₂ derişimi ile maruz kalma zamanı arasındaki ilişki ve bitkiler üzerindeki etkileri Şekil 2.7'de verilmektedir.



Şekil 2.7. Kükürtdioksitin bitkiler üzerine etkileri [10]

Tarımsal ürünlerin endüstriyel emisyonlara karşı farklı hassasiyetler gösterdikleri bazı çalışmalarla belirlenmiştir. Örneğin, bir termik santral etrafındaki 2-3 km²'lik bir alanda SO₂ ve kül emisyonlarının neden olduğu üretim düşüşleri şu şekildedir. Çavdarda % 15-28, buğdayda % 18-26, arpada % 16-34, yulafta % 30-45, patatesten % 17-35, yoncada %38 ve üzeri, pancarda % 15-30, mısırdan % 25-50, ve kuru otta % 14-25 [20].

Kirleticiler ağaçlara hava yolu ile yapraklardaki stomalardan, tomurcuklardan, kabuklardan ve diğer bölümlerden girmektedirler. Ağacın absorbladığı gazlar yaprak ve ibrelerin kenar ve uç kısımlarında birikerek stomaların mineral kompozisyonunu değiştirmektedir.

Batı Almanya'da "asit yağmurlarının etkileri" konusunda pek çok araştırmaları bulunan Ulrich'e göre, SO₂ sis veya yağmur damlacıkları ile aside dönüşmekte ve "asit yağmurları olarak" toprağa inmektedir. Orman toprağındaki hidrojen-iyon dolaşımındaki denge bozularak asidite artmaktadır. Ayrıca zehirli olan alüminyum iyonları çözünerek köklere bağlanmakta ve kökleri öldürmektedir. Böylece köklere bağlı olan ve köklerle karşılıklı ortak yaşayan (simbiyoz) Mikoriza mantar türleri zarar görmektedir. Bu defa mantarların kaybolmasıyla köklerin üst yüzeyinde oluşan boşluklardan hastalık etmeni karakteri taşıyan bakteri ve mantarlar girerek, ham besin suyuyla hareket edip, canlı odun tabakasında birikmekte ve su dolaşımını engellenmektedir. Diğer taraftan SO₂'nin sis veya yağmurla oluşturduğu asit toprağına indiğı zaman, bitkilerin beslenmesinde hayati önemi bulunan Mg, Ca, K ve Mo'nin alınması çok güçleşmekte ve beslenme eksiklikleri meydana gelmektedir [5].

Ağaçların en önemli organı olan ve fotosentez yolu ile hammaddelerin üretildiğı yaprakların üzerinde oluşan asitler, klorofilin yapısını bozmakta, hücre çeperlerini ve stomalarını parçalamakta, dolayısı ile ağaçların büyümesini ve gelişmesini engellemektedir. Bunların sonucunda, ana ve yan tomurcukların uzunluğuna büyümesi azalmakta, yapraklar ve iğne yapraklar küçülmekte, tepeler seyrelemekte, vaktinden önce solmakta, sararmakta, dökülmekte ve açılmakta, doruk kısımları kurumakta ve yıllık halkalar daralmaktadır [18].

Yaprak döken ağaçlar, yaprak dökmeyen ağaçlardan daha fazla SO₂ absorblar, fakat SO₂'nin etkilerine karşı daha dayanıklıdırlar. 1 mg/m³'e kadar

olan SO₂ konsantrasyonları genellikle yapraklarda gözle görülür bir zarara neden olmazlar, fakat klorofil içeriğinin azalmasına ve yaprakların erken dökülmesine neden olabilmektedirler. Daha yüksek derişimlerde akut zararlar vermekte, klorofil tamamen bozunmakta ve yapraklar kırmızıya dönmektedir.

Yaprak dökmeyen ağaçlara verdiği zararın büyüklüğü ve karakteri farklıdır ve havadaki SO₂ derişimine bağlıdır. 0,3 mg/m³'e kadar olan konsantrasyonlarda kronik zararlar meydana gelir, daha yaşlı ibrelerin erken dökülmesine neden olur, ibrelerin sayısı azalır ve sonunda ağaç ölür. İbreler kırmızıya dönmemelerine rağmen, ibrelerdeki klorofil miktarı yavaş yavaş azalır. Havada yüksek derişimlerde (yaklaşık 1 mg/m³) SO₂ bulunması, ibrelerde akut zararlara neden olur, klorofil tamamen bozunur, bir kaç saat kadar kısa bir sürede ibrelerin solduğu ve renk değiştirdiği görülebilir.

Bir kirleticinin toksik derişimi ağaç tipine ve ağacın bulunduğu bölgeye göre büyük oranda değişebilir. Ruhr bölgesindeki çam ormanlarında görülen zararlar (0,2 mg/m³ yada daha yüksek) ortalama SO₂ derişiminde meydana gelmiştir. Bu bölgelerdeki yaprağını dökmeyen en hassas ağaç türlerinde görülen zararların, sadece 0,05-0,08 mg/m³'lük SO₂ konsantrasyonunda oluştuğu bulunmuştur. Atmosferdeki 0,03 mg/m³ kadar küçük ortalama SO₂ konsantrasyonu ağaçların büyümesini engellemektedir [20].

2.8. Kükürtdioksitin Cansız Varlıklara Etkileri

2.8.1. Kükürtdioksitin yapılara ve taşlara etkileri

SO₂ ve su, kireç taşı (CaCO₃) ile reaksiyona girerek kalsiyum sülfat (CaSO₄) ve jips (CaSO₄ .2H₂O) oluşturmaktadır. Bu iki sülfat suda kolay çözünmekte ve böylece bina yapımında kullanılan mermer, kireç taşı ve harç gibi inşaat malzemelerine zarar vermektedir. Kalsiyum sülfat ve jips yüzeylerin solmasına da sebep olmaktadır. Çözünen kalsiyum sülfat, kireçtaşları üzerindeki delik ve çatlaklara sızarak, bu delik ve çatlakları genişletmekte, taşların daha fazla tahrip olmasına neden olmaktadır. Pek çok tarihi anıt, heykel ve bina kükürtdioksit maruz kalma sonucu zarar görmektedir [10, 21].

Gökaltun (1997) doktora tez çalışmasında, yapılar üzerine “kuru ve ıslak çökeltme mekanizmaları” şeklinde, iki farklı yoldan ulaşan atmosferik kirlenmelerin etkileri ve bu etkilerin, farklı ortamlarda ve konumlarda yer alan kireçtaşları üzerinde meydana getirdiği parlaklık değişimlerinin deneysel bir yöntem ile incelenmesi yönünde bir araştırmaya gitmiştir. Bu çalışmada, hasar fonksiyonu mekanizmalarının yardımı ile açığa çıkan CaSO_4 bu tür taşlarda meydana gelebilecek en ciddi hasar oluşumdur. Dolayısıyla, ortaya çıkan hasar ve bozulmaların ana nedeninin kükürtdioksit olduğu kabul edilip, konu ağırlıklı olarak, kükürtdioksitin hasar mekanizmaları ve bu mekanizmaların neden olduğu hasarlar açısından incelendiğinde; kükürtdioksitin, taşın yüzeyine iki farklı yoldan: 1- Gaz şeklini içeren “kuru çökeltme mekanizması”, 2- Sulu (asidik) şekli içeren “ ıslak çökeltme mekanizması” ile ulaştığı ve bu ulaşım sonucunda da, kireç taşının bünyesinde, en önemli hasar oluşumu olan CaSO_4 'in meydana geldiği görülmüştür.

Araştırmalardan elde edilen bulguların değerlendirilmesi sonucunda, atmosferik kirlenmelerin, kuru ve ıslak çökeltme mekanizmalarının kireçtaşları ile olan etkileşiminin ve kimyasal reaksiyonunun, hava kirliliği seviyesi, meteorolojik faktörler, yağmur suyunun asitliği, kireç taşı örneklerinin yerleştirildiği bölgelerin yapısı ve durumu, kireçtaşlarının bu bölgeler içinde bulunduğu konum, reaksiyon süresi, kireçtaşlarının karakteristik özellikleri ve kimyasal yapıları gibi temel faktörlere bağlı olduğu ve ister kuru çökeltme, isterse ıslak çökeltme mekanizmalarının etkisiyle olsun, kireç taşları üzerinde, çok kısa süreler sonunda dahi parlaklık kaybı meydana geldiği ve bu parlaklık kaybında, kireçtaşlarının bünyesinde, bundan sonra ortaya çıkabilecek hasar ve bozulmaların başlangıcını oluşturduğu bulunmuştur [10].

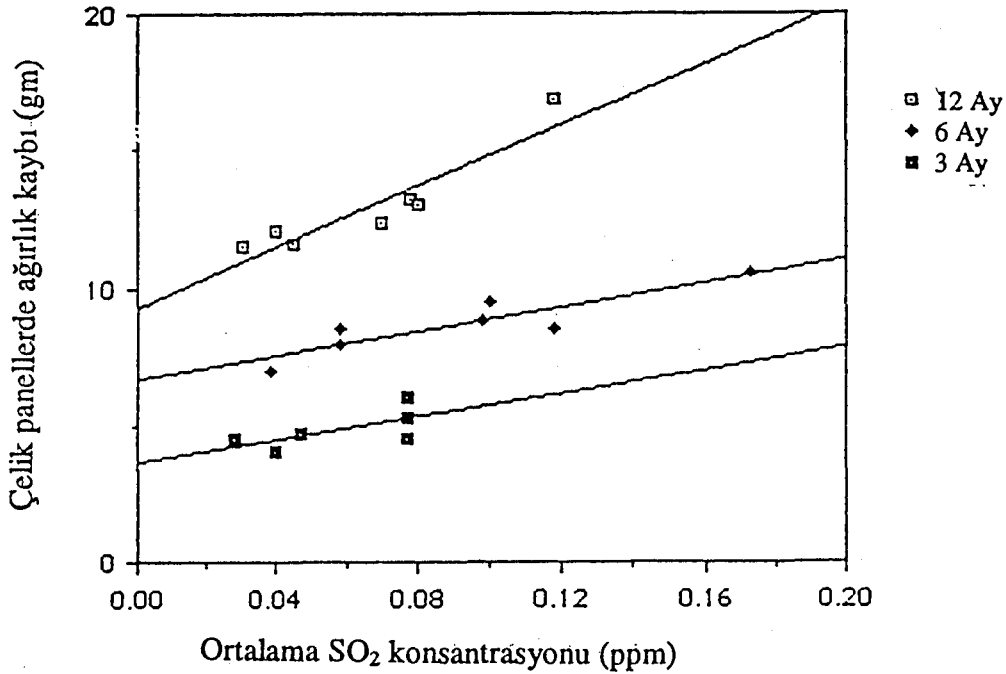
2.8.2. Kükürtdioksitin metallere etkileri

Kükürt oksitler, atmosferde veya metal yüzeylerinde sülfürik asit oluşturmak suretiyle, metallerin korozyon hızlarının artmasına neden olmaktadır. Bu etki hem metal cinsine hem de SO_2 'nin atmosferdeki konsantrasyon ve etkili olduğu süreye bağlıdır. % 70 bağıl nemliliğin üzerinde kükürtdioksit ve yüksek derişimdeki partiküle maruz kalma durumunda nikel, bakır, çinko, çelik ve demir

gibi pek çok metalde korozyon görülmektedir. Çelik paneller yılda ortalama 0,03 ppm seviyesinde kükürdioksit ve yüksek derişimdeki partiküle maruz kaldıklarında, ağırlıklarının % 10'unu kaybetmektedirler. Korozyon, fosil yakıtların daha çok yandığı yani emisyon miktarlarının arttığı sonbahar ve kış aylarında hızlanmaktadır. Korozyon hızı, kirli hava bölgelerinde temiz hava bölgelerine göre 1,5-5 kat daha yüksektir.

Chicago'da metal korozyonu ile ilgili bir araştırma yapan Upham; 20 ayrı bölgeye çelik paneller bırakmış ve bu bölgelerdeki SO₂ derişimlerini ölçmüştür. 3, 6 ve 12 aylık maruziyet süreleri boyunca ortalama SO₂ derişimi ve ağırlık kaybı arasındaki ilişki Şekil 2.8'de gösterilmektedir. Şekilde de görüldüğü gibi SO₂ derişimi arttıkça ağırlık kaybı artmaktadır. Ayrıca bu çalışmada kent merkezindeki korozyonun dış kesimlere göre daha yüksek olduğu belirtilmektedir [21].

Çinko demir üzerine koruyucu tabaka olarak kaplanmakta ve galvanizlenmiş demir elde edilmektedir. Endüstriyel bölgelerde ve bu bölgelerin etrafında SO₂ ve neme maruz kalan bu çinko kaplamalar, belirli bir korozyondan



Şekil 2.8. SO₂ konsantrasyonunun çelik levhaların korozyonu üzerine etkisi [14]

sonra koruyucu özelliklerini kaybetmektedirler. Hanie ve Upham çinko korozyonu ile ilgili yaptıkları bir çalışmanın sonuçlarını, farklı çevrelerdeki çinko kaplı galvaniz levhaların kullanım sürelerini belirlemek için kullanmışlardır. SO₂ derişimlerinin bir fonksiyonu olarak bu galvaniz levhaların kullanım süreleri Çizelge 2.5'te verilmektedir [21].

Çizelge 2.5. Galvaniz çelik levhaların kullanım süreleri. (Galvaniz kaplama kalınlığı 53 µm, ortalama nem % 65) [21]

SO ₂ Konsantrasyon u µg/m ²	Çevre tipi	Kullanım süresi (Yıl)		
		Tahmin edilen	Belirlenmiş aralık	Gözlenen aralık
13	Kırsal	244	41,0	30-35
130	Yerleşim Bölgesi	24	16,0-49,0	
260	Yarı endüstriyel	12	10,0-16,0	15-20
520	Endüstriyel	6	5,5-7,0	
1040	Ağır endüstri	3	2,9-3,5	3-5

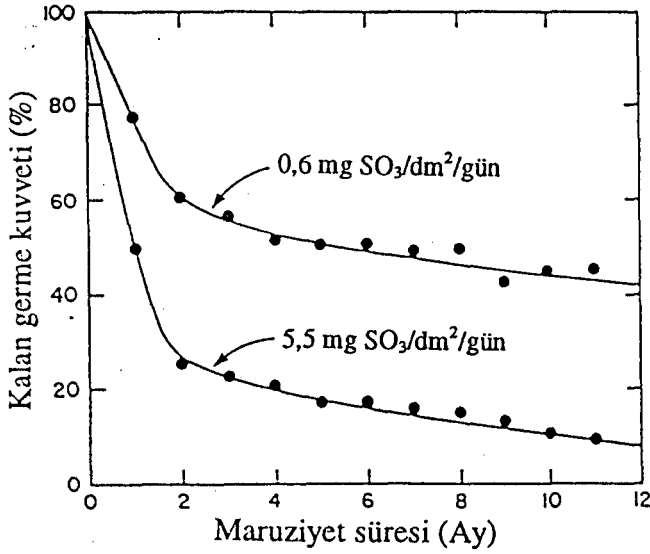
Bu çizelgede de görüldüğü gibi SO₂ derişimi arttıkça galvaniz levhaların kullanım süreleri önemli ölçüde azalmaktadır. ABD'nin Pitsburg kentinde, SO₂ konsantrasyonunun 1926-1960 periyodu arasında 0,15 ppm'e düşerek 3 kat azalması neticesinde, çinkonun korozyon hızında da 4 kat bir azalma olduğu görülmüştür. Metallerin korozyonunda, SO₂'nin etkisi yanında, sıcaklık ve neminde etkisi bulunmaktadır. Örneğin alüminyum SO₂'ye karşı oldukça dayanıklı olmasına mukabil, yüksek SO₂ konsantrasyonlarında (280 ppm) ve nisbi nem %70'in üzerine çıktığında korozyon hızı önemli ölçüde artmaktadır [14].

2.8.3. Kükürtdioksitin kumaşlara etkileri

Kükürt oksitler kumaşların gerilme mukavemetinin kaybolmasına neden olmaktadır. SO₂ pamuk, keten, kenevir, naylon ve yapay ipeğe zarar vermekte, selüloz liflerini zayıflatmaktadır.

ABD'nin St. Luis kentinde yerleşim bölgelerindeki hava kirliliğinin, pamuğun germe kuvvetine etkisini belirlemek için bir araştırma yapılmıştır. Numuneler 7 bölgede 1 yıla kadar hava kirliliğine maruz bırakılmıştır. Germe kuvveti ile SO₃ derişimi arasındaki ilişki Şekil 2.9'da verilmektedir. Her iki

seviyedeki açık ortam havasına maruz kalan numunelerin germe kuvvetlerinde 1 yıl içinde % 50'den daha fazla bir azalma gözlenmiştir [21].



Şekil 2.9. SO₃ derişiminin pamuğun germe kuvveti üzerine etkisi [21]

2.8.4. Kükürtdioksitin deri, kağıt, boya ve cama etkileri

SO₂'nin deri ve kağıt malzemeler üzerinde yıpratıcı etkileri vardır. SO₂ deri tarafından absorbe edilerek sülfürik asite dönüşmekte ve derinin yapısını bozmaktadır. Bu da, bilhassa kütüphanelerdeki kitap ciltlerinin çatlamasına yol açmaktadır. Kağıttaki selüloz elyaf, SO₂'nin etkisi ile zayıflamaktadır. Bu olayda, kağıt üretiminde kullanılan kimyasal maddelerin içinde bulunan eser miktarda metallerin SO₂'nin sülfürik asite dönüşümünü kataliz edici etkisinin de önemli bir rolü bulunmaktadır. Sonuçta kağıt sararmakta, yıpranmakta ve kırılgan bir hal almaktadır.

Yapılan gözlemler SO₂'nin 1-2 ppm konsantrasyon arasında boya filmlerinin kuruma sürelerini %50-100 arasında arttırdığını göstermektedir. 7-10 ppm arasında ise bu süre 3 güne kadar çıkmaktadır. Bu ortamlarda kuruyan yüzeylerin ise daha az dayanıklı oldukları belirlenmiştir [14].

Cam normalde çok kararlı bir madde olarak bilinmektedir. Bununla birlikte orta çağa ait camlardaki bozulmaların nedeninin SO₂ olabileceğini gösteren kanıtlar vardır. SO₂ rutubetle beraber bulunduğu cam yüzeylerine daha fazla zarar vermektedir [21].

2.9. Kükürt Oksitlerin Sınır Değerleri

2.9.1. Açık ortam sınır değerleri

2 Kasım 1986'da yürürlüğe girmiş olan Hava Kalitesini Korunma Yönetmeliği'nde (H.K.K.Y) çeşitli durumlarda açık ortamda bulunmasına izin verilmiş kükürtdioksit sınır değerleri Çizelge 2.6'da verilmektedir. Çizelgede verilen yasal sınırlar, gelişmiş ülkelerin sınır değerlerine kıyasla yüksektir. Dünya Sağlık Örgütüne (WHO) üye ülkelerde SO₂'nin yıllık ortalama değeri için geçmişte 80 µg/m³ sınırı önerildiği halde, günümüzde 60 µg/m³ sınır değerinin aşılması hedef alınmaktadır. Oysa yönetmelikte SO₂'nin uzun vadeli sınır değeri (yıllık ortalama) genel yerleşim birimleri için 150 µg/m³'tür.

Çizelge 2.6. Yasal olarak izin verilen açık ortam havasında kükürtdioksit sınır değerleri [10]

Ortalama alma süresi	Standart Değer µg/m ³	Geçerli olduğu yer
Uzun vadeli	150	Genel yerleşim alanları
Uzun vadeli	250	Endüstri bölgeleri
Kısa vadeli	400	Genelde ve Endüstri bölgeleri
Bir saatlik ortalama	900	Genelde ve Endüstri bölgeleri
Ekim-Mart arası kış sezonu	250	Kentsel bölgede

KVD: Bütün ölçüm sonuçları sayısal değerlerinin büyüklüğüne göre düzenlendiğinde ölçüm sonuçlarının %95'inin altında, %5'inin üstünde kaldığı değerdir (Tercihen aylık veya günlük ortalama).

UVD: Bütün ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalaması olan değerdir (Tercihen yıllık ortalama).

Ayrıca bu kapsamda yönetmelik, mahalli çevre birimlerine hassas hayvan, bitki türleri ve malzemenin varlığı nedeniyle özel koruma statüsüne ihtiyaç duyulan özel koruma alanlarında, temiz hava planları kapsamında kükürtdioksit derişim değerlerini, yıllık ortalama 60 µg/m³; kış mevsimi ortalaması 120 µg/m³; günlük ortalama 150 µg/m³; bir saatlik ortalama 450 µg/m³ olarak hedeflemelerini ve her türlü uzun vadeli planları bu standartlara göre geliştirmelerini önermektedir [10].

2.9.2. Emisyon sınır değerleri

SO₂'nin termik santraller başta olmak üzere, temelde kömürün ve petrolün yakılmasına bağlı olarak bir çok kaynağı vardır. Bu kaynaklar için kullandıkları

yakıt ve teknoloji türü, ısıl büyüklük ve işletmelerin geriye kalan faydalı ömürleri gözönünde bulundurularak farklı emisyon standartları H.K.K.Y'de getirilmektedir. Kullandıkları yakıt miktarının MW olarak ısıl değerlerine göre ve yakıt cinsi ile bağlantılı olarak çeşitli yakma tesislerinin SO₂ emisyon sınırları Çizelge 2.7, 2.8, ve 2.9'da verilmektedir. Bu çizelgelerden görüldüğü üzere yeni kurulacak ve yakıt ısıl gücü 300 MW ve üzerinde olan kömürlü termik santraller için %5 hacimsel oksijen hesabıyla konulan 1000 mg/m³ SO₂ sınır değeri esastır. Bu değer ise kömürün içeriğinde yaklaşık olarak % 0,4 kükürt bulunması anlamına gelmektedir. Buradan aynı zamanda Türk linyitlerinin normalin 1/5 ile 1/10 kadarı bir kükürt içeriğine sahip olmaları gerektiği anlaşılmaktadır. Yine söz konusu yönetmelikte yakıt ısıl gücü 300 MW'a kadar olan ızgaralı veya toz kömür yakan tesislerde ise SO₂ sınırı 2000 mg/m³ olarak verilmiş, yani yukarıdaki düşünce tarzına göre en çok %1 kükürt içeren kömürler için ilave bir yatırım öngörülmemiştir. Türk linyitleri ortalama %2,5-4 arası kükürt içermekte ve ilave bazı işlemlerden geçirilmedikçe bu %1 sınırına uymak mümkün görülmemektedir [10].

Çizelge 2.7. H.K.K.Y.'e göre ısı gücü 0,15 MW'tan büyük mevcut veya yeni kurulacak mekanik beslemeli katı yakıtlı yakma tesislerinde geçerli emisyon sınırları (Katı yakıtlar) [10]

Tesis Büyüklüğü	Parametreler						
	Tozlar		Karbon Monoksit	Azot Oksitler		Kükürt Oksitler	
	Yeni Tesis	Eski Tesis		NO ₂ olarak (% 5 O ₂)		SO ₂ olarak (% 5 O ₂)	
			Yeni Tesis	Eski Tesis	Yeni Tesis	Eski Tesis	
0,15-5 MW	350 mg/m ³	450 mg/m ³	250 mg/m ³	Yok	Yok	*2000 mg/m ³ **400 mg/m ³	(*)
5-15 MW	200 mg/m ³	250 mg/m ³	250 mg/m ³	Yok	Yok	2000 mg/m ³ 400 mg/m ³	Bakınız Tablo 2.8'e
15-50 MW	İnterpolasyon	İnterpolasyon	250 mg/m ³	Yok	Yok	*2000 mg/m ³ **400 mg/m ³	
>50 MW	150 mg/m ³	250 mg/m ³	250 mg/m ³	800 mg/m ³	1000 mg/m ³	*2000 mg/m ³ **400 mg/m ³	
>100 MW	150 mg/m ³	250 mg/m ³	250 mg/m ³	800 mg/m ³	1000 mg/m ³	*2000 mg/m ³ **400 mg/m ³	
>300 MW	150 mg/m ³	250 mg/m ³	250 mg/m ³	800 mg/m ³	1000 mg/m ³	1000 mg/m ³	
NOTLAR				Toz taş kömürü için		*Izgaralı ve toz yakıtlı **Akışkan yataklı (% 7 atıkoksijen esastır)	
				Ergimiş kül bırakan 1800 mg/m ³	2000mg/m ³		
				Kuru kül bırakan -	1300 mg/m ³		

(*)Tesisin kalan ömrü; 20000 saatten az ise sınırlama yoktur

>300 MW: 20000-50000 saat ise veya 300 MW: 20000 saatten çok ise 3200 mg/m³ tür

<300 MW: 50000 saatten çok ise yeni tesislere verilen sınırlamalar geçerlidir

Not: Aksi belirtilmedikçe aşağıdaki yakıt ve yakma tesisi türlerine göre belirtilen oksijen yüzdeleri esas alınacaktır.

Odon ve odun atıkları : % 13

Toz kömürlü, kuru cürüflü ve su borulu sistemler : % 6

Izgaralı, büyük hacimli ve su borulu sistemler : % 7

Toz kömürlü, ergimiş cürüflü ve su borulu sistemler : % 5

Çizelge 2.8. H.K.K.Y.'e göre ısı gücü 2 MW'tan büyük mevcut veya yeni kurulacak sıvı yakıtlı yakma tesislerinde geçerli emisyon sınırları (Sıvı yakıtlar) [10]

Tesis Büyüklüğü	Parametreler								
	Tozlar				Karbon Monoksit	Azot Oksitler (NO ₂ olarak)		Kükürt Oksitler (SO ₂ olarak)	
	No: 6 Fueloil (% 1,5 kül)	No: 6 Fuel-oil (% 0,75 kül)	No: 4 ve 5 Fuel-oil	Motorin		Yeni Tesis	Eski Tesis	Yeni Tesis	Eski Tesis
2-5 MW	190 mg/m ³	130 mg/m ³	150 mg/m ³	120 mg/m ³	175 mg/m ³			1700 mg/m ³	(*)
5-15 MW	İnterpolasyon	İnterpolasyon	İnterpolasyon	70 mg/m ³	175 mg/m ³			1700 mg/m ³	
15-50 MW	170 mg/m ³	110 mg/m ³	130 mg/m ³	70 mg/m ³	175 mg/m ³			1700 mg/m ³	
>50 MW	170 mg/m ³	110 mg/m ³	130 mg/m ³	70 mg/m ³	175 mg/m ³	800 mg/m ³	1000 mg/m ³	1700 mg/m ³	
>100 MW	170 mg/m ³	110 mg/m ³	130 mg/m ³	70 mg/m ³	175 mg/m ³	800 mg/m ³	1000 mg/m ³	1700 mg/m ³	
>300 MW	170 mg/m ³	110 mg/m ³	130 mg/m ³	70 mg/m ³	175 mg/m ³	800 mg/m ³	1000 mg/m ³	800 mg/m ³	
NOTLAR	TAMAMINDA % 3 ATIK OKSİJEN ESASTIR								

(*) Tesisin kalan ömrü;

20000 saatten az ise sınırlama yoktur

>300 MW: 20000-50000 saat ise veya 300 MW: 20000 saatten çok ise 3200 mg/m³ tür

<300 MW: 50000 saatten çok ise yeni tesislere verilen sınırlamalar geçerlidir

Çizelge 2.9. H.K.K.Y.'e göre ısı gücü 0,15 MW'tan büyük mevcut veya yeni kurulacak sıvı yakıtlı yakma tesislerinde geçerli emisyon sınırları (Gaz yakıtlar) [10]

Tesis Büyüklüğü	Parametreler					
	Toz	Kükürtdioksit		Karbon Monoksit	Azotlar	Aldehitler
		Doğal gaz	Kok gazı	(Doğal gaz)	(Oksitler)	(Formaldehit olarak)
0,15-5 MW	10 mg/ m ³	100 mg/ m ³	200 mg/ m ³	100 mg/ m ³	-	20 mg/ m ³
5-15 MW	10 mg/ m ³	100 mg/ m ³	200 mg/ m ³	100 mg/ m ³	-	20 mg/ m ³
15-50 MW	10 mg/ m ³	100 mg/ m ³	200 mg/ m ³	100 mg/ m ³	-	20 mg/ m ³
>50 MW	10 mg/ m ³	100 mg/ m ³	200 mg/ m ³	100 mg/ m ³	-	20 mg/ m ³
>100 MW	10 mg/ m ³	60 mg/ m ³	60 mg/ m ³	100 mg/ m ³	500 mg/ m ³	-
>300 MW	10 mg/ m ³	60 mg/ m ³	60 mg/ m ³	100 mg/ m ³	500 mg/ m ³	-
NOTLAR	TAMAMINDA % 3 ATIK OKSİJEN ESASTIR					

3. ÇALIŞMA ALANININ TANITIMI

Bilecik ilinin en büyük ilçesi konumunda olan Bozüyük, doğusunda İnönü, kuzeyinde Söğüt, batısında Pazaryeri ve İnegöl, güneyinde ise Domaniç ilçeleri ile çevrelenmiştir. İlçenin rakımı 743 m'dir. İlçenin 1997 sayımına göre toplam nüfusu 55705 olup, 41633'ü ilçe merkezinde, 14072'si köylerde yaşamaktadır.

İlçe merkezi Boztepe ve Kızıltepenin güney eteklerinde kurulmuştur. Eskişehir-İstanbul yolu üzerinde çizgisel bir yerleşim gözlenmektedir. Yol boyunca 3-4 km kadar uzanan kent, yolun iki tarafına yayılmaktadır. Yolun kuzeyi yumuşak bir eğimle içlere gittikçe yükselmektedir. Güney bölümler ise düzlüktür. Kent, yolun 700 m kadar güneyindeki DSİ kanalına kadar yayılmaktadır. Doğu-Batı yönünde bir koridor gibi uzanan kent yer yer kanallarla bölünmektedir. Bozüyük karayolu bakımından bir kavşak noktası durumundadır. İstanbul-Eskişehir-Ankara, Ankara-Bursa ve Kütahya-İstanbul karayolları ile İstanbul-Eskişehir demiryolu ilçe merkezinden geçmektedir [22].

İlçe toprakları genelde engebelidir. Orta kesiminde kuzeybatı-güneydoğu istikametinde Bozüyük Ovası yer almaktadır. Bu ova Kızıltepe ve Boztepe'nin güney eteklerindeki neojen çanağının yanında uzanmaktadır. Yaklaşık 60 km²'lik bir alan kaplayan Bozüyük Ovası, kuzeybatıda daralarak Karasu Vadisi'ne doğru yayılmaktadır. Ova güneyde genişleyerek, bir yandan İnönü Kandilli düzlüğüne, diğer yandan Karaağaç ve Kandilli köylerinin kuzeyindeki sırtlara kadar uzanmaktadır [22]. Sakarya Nehri besleyen küçük çay ve dereler ilçe topraklarını sulamaktadır. Bunlardan biri olan Sarısu üzerinde Dodurga Barajı yer almaktadır [23].

Bozüyük dolayındaki yükseltiler genellikle ilçenin batı ve güneybatısında yer almaktadır. İlçenin güneybatısındaki yüksekliği 1906 m'ye ulaşan Kala Dağı Bilecik İli'nin en yüksek kabartısını oluşturmaktadır. Batıdaki Yırca Dağı'nın en yüksek noktası ise 1790 m ile Üçtepeler'dir. Bozüyük'ün kuzeyinde 900 m yüksekliğindeki Kızıltepe, güney ve güneybatısında ise Osmaniye (1210 m) ve Kızılcaviran (1250 m) tepeleri yer almaktadır [22].

Bozüyük ilçesi 84730 hektar yüzölçümüne sahiptir. İlçede 47155 hektar yüzölçümü ve % 55,6 oran ile en fazla yayılımı orman-funda arazileri

göstermektedir. Bunu 24817 hektar yüzölçümü ve % 29,2'lik oranı ile tarım arazileri izlemektedir. Daha sonra sırası ile meralar 9825 hektar, hali araziler 1385 hektar, tarım dışı kullanılan araziler 1257 hektar, su yüzeyleri 291 hektar yer kaplamaktadır. Bozüyük ilçesinde bulunan tarım arazilerinin 22008 hektarında kuru tarım, 2809 hektarında sulu tarım yapılmaktadır. İlçede bulunan orman ve fundalıklar IV., VI. ve VII. sınıflardaki orta-dik, çok dik ve sarp meyile, sığ ve çok sığ toprak derinliğine sahip araziler içersinde yer almaktadır. Orman ve fundalıkların 36690 hektarı orman, 10465 hektarı fundalıktır. İlçede tarım dışı kullanılan arazilerin 985 hektarı az yoğun yerleşim yeri, 141 hektarı sanayi alanı, 131 hektarı askeri alan olarak kullanılmaktadır. Bozüyük ilçesindeki hali arazinin tamamı çıplak kaya ve molozlardan oluşmaktadır [24]. Bozüyük'te toprak gruplarının dağılımı Çizelge 3.1'de, arazi kullanım şekillerinin dağılımı da Çizelge 3.2'de verilmektedir.

Çizelge 3.1. Bozüyük'te toprak gruplarının dağılımı [24]

Toprak grubu	Alan (Hektar)
Alüvyal topraklar	3086
Kahverengi orman toprakları	41538
Kireçsiz kahverengi orman toprakları	35104
Kahverengi toprakları	2762
Kireçsiz kahverengi toprakları	564
Çıplak kaya ve molozlar	1385
Su yüzeyi	291
Toplam	84730

Çizelge 3.2. Arazi kullanım şekillerinin dağılımı [24]

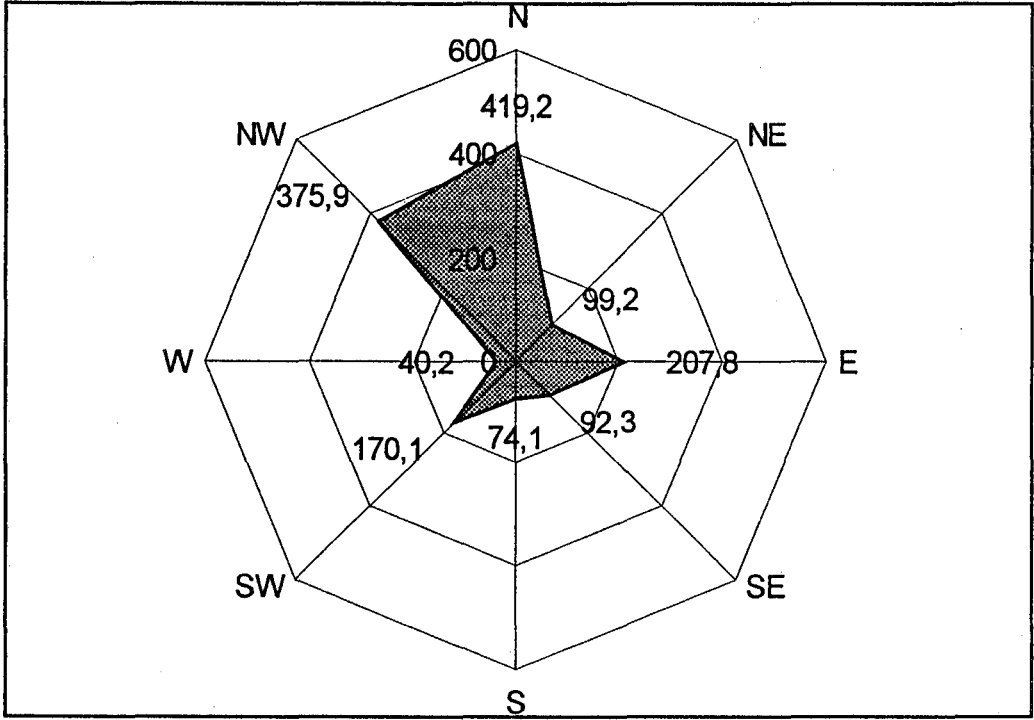
Kullanma şekli	Alan (Hektar)
Kuru tarım nadaslı	21908
Kuru tarım nadassız	100
Sulu tarım	1935
Yetersiz sulu tarım	874
Mera	9825
Orman	36690
Funda	10465
Yerleşim yeri	1257
Diğer araziler	1385
Su yüzeyi	291
Toplam	84730

İklim geçit tipi özelliği göstermektedir. Marmara ile İç Anadolu iklimi karışık haldedir. Daha ok İç Anadolu'nun yayla iklimi hüküm sürmektedir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlı geçmektedir. Isı $-12,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasında değişmektedir. Senelik yağış miktarı metrekareye 430 mm'dir. Yağmurlar daha çok ilkbahar ve sonbaharda yağmaktadır. İlçede hakim rüzgar yönü kuzey-kuzeybatıdır. Bozüyük'e ait hava kirletici parametreler, sıcaklık ve nem aylık ortalamaları izelge 3.3'te verilmektedir. 2000 yılı ocak ayı ile 2001 yılı nisan ayları arasındaki verilerden elde edilen ve ilçedeki hakim rüzgar yönlerini gösteren rüzgar glde Şekil 3.1'de verilmektedir.

Çizelge 3.3. Hava kirletici parametreler, sıcaklık ve nem aylık ortalamaları

Aylar	2000 Yılı				2001 Yılı			
	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Partikül Madde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	Nisbi Nem (%)	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Partikül Madde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	Nisbi Nem (%)
Ocak	201	46	-6	80	100	35	3	75
Şubat	164	45	-2	77	93	37	3	65
Mart	111	37	3	69	71	31	11	55
Nisan	58	22	14	76	26	17	11	66
Mayıs	29	13	14	71				
Haziran	20	11	18	72				
Temmuz	12	12	23	60				
Ağustos	36	14	20	72				
Eylül	28	13	16	68				
Ekim	42	21	11	77				
Kasım	81	42	8	66				
Aralık	105	43	3	82				

İlçe ekonomisi tarım ve sanayiye dayanmaktadır. Başlıca tarım ürünleri; tahıl, Çeker pancarı, ayçiçeği, mısır, patates ve Őerbetçi otudur. Büyük ve kk baş hayvancılığın yapıldığı Bozüyük'te buna dayalı olarak peynir üretilmektedir. İlçede arıcılıkta yapılmakta ve yaklaşık 15 ton bal üretilmektedir. Orman bakımından zengin olmasına rağmen ormancılık fazla gelişmemiştir. İlçedeki orman arazisi Bozüyük, Muratdere ve Dodurga isimleri altında üç ayrı orman bölgesine ayrılmıştır. Ormanlarda sarıçam, karaçam, göknar, meşe, ardı, titrekavak, kayın, dişbudak, akçaağaç, gürgen ve porsuk ağaçları bulunmaktadır. Çeşitli av hayvanlarının yaşadığı bu ormanlarda avcılık ta yapılmaktadır [25].



Şekil 3.1. Bozüyük'teki hakim rüzgar yönleri

1970'lerin sonuna doğru ilçeye önemli sanayi yatırımları yapılmaya başlanmıştır. Bunun sonucunda bu gün ilçede sanayi çok gelişmiştir. Sanayi kuruluşları Bozüyük-Eskişehir yolunun iki tarafında, yerleşimin bittiği yerden itibaren bir kaç kilometre boyunca sıralanmaktadır. Başlıca sanayi kuruluşları seramik fabrikaları ve kil tesisleri, şofben ve radyatör üreten demir döküm fabrikası, kağıt fabrikası, sıhhi tesisat, bisküvi, sünger, iplik, halı, kablo, kiremit, ampul fabrikalarıdır. Bunların isimleri aşağıda verilmiştir.

Çitosan Bozüyük Seramik Sam. Tic. A.Ş.

Toprak Demirdöküm Müessesesi

Bozteks İplik San. ve Tic. A.Ş.

Eczacıbaşı (ESAN) Endüstriyel Ham. San. Tic. A.Ş.

Eczacıbaşı Yapı Ger. San. Tic. A.Ş.-Artema Armatür

Eczacıbaşı Yapı Ger. San. Tic. A.Ş.-Vitra Seramik Grubu

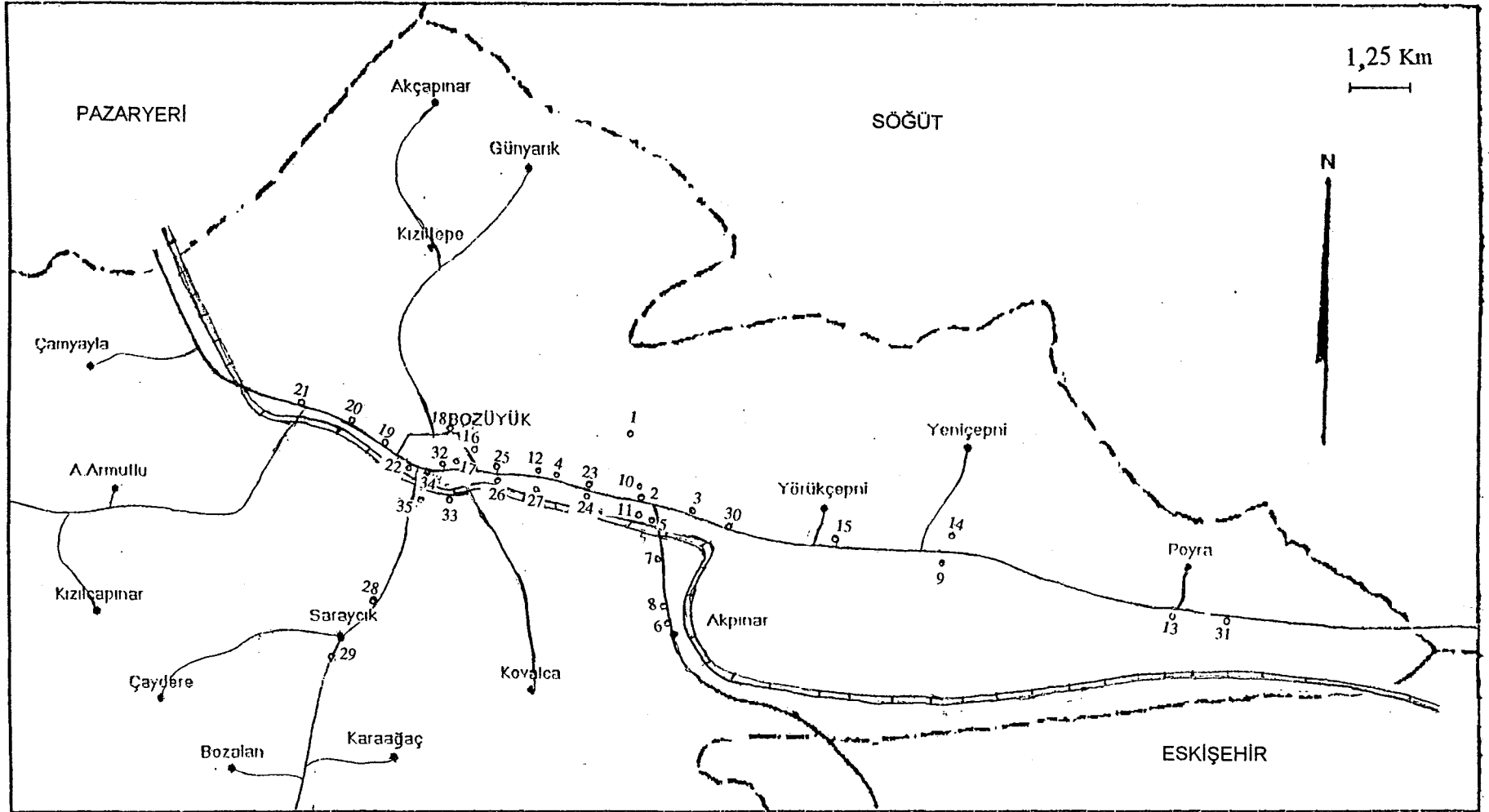
Eczacıbaşı Yapı Ger. San. Tic. A.Ş.-Firit Tesisleri San.

Eczacıbaşı (EKS) Karo Seramik Sanayi A.Ş.

Türk Demirdöküm San. A.Ş.

Sontaş Mermer San. A.Ş.
Toprak Kağıt San. A.Ş.
AK-AL Tekstil Sanayi Tic. A.Ş.
Toprak Enerji San. A.Ş.
Demirer Kablo San. Tic. A.Ş.
Toprak Seniteri ve İzalatör San. Tic. A.Ş.
Toprak Seramik San. A.Ş.
Eti Gıda San. Tic. A.Ş.
Haliser Halıfleks Halı ve Yer Döşemeleri San. Tic. A.Ş.
Tikveşli Süt Ürünleri ve Gıda San. A.Ş.
Ak Enerji Elektrik Üretimi Oto Pro. Grubu A.Ş.
İdaş İstanbul Döşeme San. A.Ş.
Köylüoğlu Makina Kimya San. A.Ş.
Ramtaş Kereste San. A.Ş.
(ABS) Alçı Blok San. A.Ş.
Bozüyük Kimya San. A.Ş.
Elbir Teneke San. A.Ş.
Bozvit Vitrikiye Seramik San. A.Ş.
Seren Seramik San. A.Ş.

Kasım 2000 ve Nisan 2001 tarihleri arasında 35 lokaliteden alınan 58 bitki örneğinde kükürt analizleri yapılmıştır. Bitki örneklerinin alındığı bölgelerden yüzey toprağı da (0-20 cm) alınmış ve bunlarda da kükürt analizleri yapılmıştır. Örnek alınan noktaların lokalite özellikleri Çizelge 3.4'te verilmektedir. Örnek alınan noktalar ise Şekil 3.2'de verilen haritada belirtilmektedir.



Şekil 3.2. Çalışma alanının haritası

4. MATERYAL VE METOT

4.1. Bitki Örneğinin Yaş Yakma Yöntemi ile Yakılması

4.1.1. Araç ve gereçler

1. 125 ml'lik erlen
2. Asit buharlarının tamamen dışarı atılmasını sağlayacak çeker ocak.
3. Su banyosu
4. Kullanılan erlenlere uygun küçük huniler
5. 50 ml'lik makro büret
6. 100ml'lik balon joje
7. 250 ve 1000 ml'lik mezür

4.1.2. Kimyasal maddeler

1. Nitrik asit sp.gr.1,42
2. Perklorik asit, %72'lik
3. Nitrik-Perklorik asit karışımı: 1000 ml nitrik asit üzerine 250 ml perklorik asit ilave edilmekte soğuduktan sonra kullanılmaktadır. Artan asit karışımı kahve renkli şişede serin bir yerde saklanmaktadır.

4.1.3. Yöntem

105 °C de etüvde 24 saat bekletilmiş olan bitki örnekleri öğütülmekte, bu örneklerden 1gr tartılmakta ve 125 ml'lik erlene konulmaktadır. Büret yardımı ile her bir gr için üzerine 12 ml nitrik-perklorik asit karışımı ilave edilmektedir. Hafif çalkalayarak bitki materyalinin asit ile tamamen ıslatılmasından sonra erlen üzerine küçük huni konulmakta ve çeker ocak içerisindeki mantolu ısıtıcıda 20-30 dk bekletilmektedir. Daha sonra su banyosunda 50 °C sıcaklıkta 3 saat bekletilmektedir. Su banyosundan çıkarılan erlenler mantolu ısıtıcıya alınmakta ve sıcaklık yavaş yavaş 150-200 °C'ye yükseltilmektedir. Ortamdan nitrik asidin büyük bir kısmı uzaklaştıktan sonra bitki çözeltisi açık sarı bir renk almaktadır. Nitrik asit miktarı azaldıkça eriyikte sıcaklık yükselmesi devam etmekte ve en sonunda perklorik asit geride kalan parçalanmamış organik materyali de oksitlemekte ve eriyik açık bir renk almaktadır. Perklorik asitin kesif beyaz dumanları erlenin içini tamamen doldurduktan sonra en az yarım saat daha yakmaya devam edilmektedir. Yakma sonunda erlen içinde aşağı yukarı bir ml

kadar perklorik asit kalmakta ve bitki çözeltisi beyaz renkte olmaktadır. Yeteri kadar soğuduktan sonra erlene bir miktar saf su ilave edilmekte, çalkalanmakta ve kantitatif olarak 100 ml'lik balon jøjeye aktarılmaktadır. Oda sıcaklığına geldikten sonra saf su ile ölçü balonu derecesine tamamlanmakta, çalkalanmakta ve silisyumun dibe çökmesi için en az 5-6 saat beklenmektedir. Gerekli hallerde süzmek veya santrifüjden geçirmek suretiyle silisyum bitki çözeltisinden ayrılmaktadır [26].

4.2. Bitkide Toplam Kükürdün Türbidimetrik Yöntemle Tayini

4.2.1. Araç ve gereçler

1. 2, 5 ve 10 ml'lik pipet
2. 25 ve 100 ml'lik ölçü balonu
3. Küçük huni
4. Whatman 42 filtre kağıdı (mavi bant)
5. Spectronic-20 kalorimetresi

4.2.2. Kimyasal maddeler

1. Amonyum asetat çözeltisi (2N): Bir miktar saf suda 144 gr ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) 1 lt'lik ölçü balonunda eritilmekte ve saf su ile 1000 ml'ye tamamlanmaktadır. Bu çözelti 2 Normal amonyum asetat çözeltisidir.
2. Yardımcı gliserin çözeltisi: 25 ml gliserin saf su ile 1 lt'ye tamamlanmaktadır.
3. Kristal baryum klorür
4. Standart kükürt çözeltisi: 0,1749 gr susuz sodyum sülfat (Na_2SO_4) 105 °C'de 1 saat kurutulmakta, 1 Lt'lik balon jøjede 800ml distile su ile çözülmekte ve 1 Lt'ye tamamlanmaktadır.

4.2.3. Yöntem

Yaş yakma yöntemi ile hazırlanmış olan 100 ml'lik balon jøjedeki örnekten 10 ml alınarak 25 ml'lik balon jøjeye aktarılmaktadır. Üzerine 5 ml amonyum asetat çözeltisi ilave edilmektedir. Bu durumda ölçü balonundaki çözeltinin pH'sı yaklaşık 5 olmalıdır. Sonra küçük bir huni yardımı ile 1 gr özel

olarak hazırlanmış baryum klorür ilave edilmekte ve 1 dk çalkalanmaktadır. Üzerine 1 ml gliserin çözeltisi ilave edilmekte ve tekrar çalkalanmaktadır. Saf su ile balon derecesine tamamlanmakta, 5 dk sonra çözeltinin ışık geçirgenliği 430 nm dalga boyunda spektrofotometrede (Cadas 100) okunmakta ve okunan değer kalibrasyon eğrisinde değerlendirilerek hesaplama yapılmaktadır [27].

4.2.4. Hesaplamalar

1 gr bitki örneği yakılmış ve 100 ml'ye tamamlanmış ise;

$$\text{I. Sulandırma faktörü (I.SF)} = 100/1 = 100$$

Bu bitki çözeltisinden 10 ml örnek alınıp saf su ile 25 ml'ye tamamlanmış ise;

$$\text{II.Sulandırma faktörü (II.SF)} = 25/10 = 2.5$$

Toplam sulandırma faktörü (TSF) = (I. Sulandırma faktörü) × (II. Sulandırma faktörü)

$$\text{Toplam sulandırma faktörü (TSF)} = 100 \times 2,5 = 250$$

$$\text{Bitki çözeltisindeki toplam S (ppm)} = \% T \times \text{TSF}$$

$$\% T = Y = \text{Absorbans}$$

$$\text{Bitki örneğindeki toplam S (\%)} = \text{S (ppm)}/10000$$

4.3. Toprak Doygunluk Ekstraktında Türbidimetrik Sülfat Tayini

4.3.1. Araç ve gereçler

Bitkide türbidimetrik kükürt tayininde kullanılan araç ve gereçler.

4.3.2. Kimyasal maddeler

1. Baryum klorür
2. Gliserin çözeltisi
3. Sülfat ana standartı: 105 °C'de kurutulmuş 0,2716 gr K₂SO₄ tartılarak bir litrelik balon jöjeye alınmaktadır. Bir miktar saf su içerisinde çözündürülerek saf su ile 1000 ml'ye tamamlanmaktadır. Bu çözelti 150 ppm SO₄ veya 50 ppm S kapsamaktadır.

4. NaCl-HCl Çözeltisi: 120 gr NaCl 500 ml'lik balon jöjeye alınmaktadır. Bir miktar saf su içerisinde çözündürölmekte, üzerine 10 ml konsantre HCl ilave edilerek saf su ile 500 ml'ye tamamlanmaktadır.

4.3.3. Yöntem

Analizi yapılacak olan toprak örnekleri 105°C'de etüvde 2-3 saat bekletilmektedir. Analizi istenen ekstrakt miktarına göre 2 mm'lik elekten elenmiş topraktan bir beher veya kavanoz içine 100 gr alınmaktadır. Üzerine spatül ile karıştırılarak saf su ilave edilmektedir (Kaç ml saf su ilave edildiği not edilmelidir). Karıştırma sırasında kil tanecikleri su ile iyice temas etmeleri için ezilmektedir. Bu işleme toprakta ezilmemiş en ufak bir parça kalmayınca kadar devam edilmektedir. Toprağın su ile doygun hale gelmesi durumunda çamurun yüzeyi ışığı yansıttığı için parlak olmalı, kap eğilince çamur yavaşça akmalıdır. Satüre toprak macunu spatül ile ortadan bölündüğünde yeniden birleşmelidir. Karıştırma işi bitince satürasyon çamurunun ağzı kapatılmakta ve 2-6 saat beklenmektedir. Ayrıca bekleme sırasında toprak macunu yüzeyinde su birikmemeli ve toprak macunu parlaklığını kaybetmemelidir. Aksi halde belirli bir miktar su veya toprak ilave edilerek macun tekrar hazırlanmalıdır. Sonra çamur istenilen kıvamını muhafaza ediyorsa vakumla buchner hunisinden süzölmektedir. Süzöntü bir deney tüpüne toplanmaktadır. Şayet ilk süzöntü bulanık ise yeniden süzölmeli veya bulanık kısım atılmalıdır. Filtre kağıdından hava geçmeye başlayınca kadar süzmeye devam edilmelidir.

Süzöntüden 1-3 ml alınmakta ve 50ml'lik balon jöjeye konulmaktadır. Üzerine 4ml NaCl-HCl karışımından eklenmekte ve saf su ile bir miktar seyreltilmektedir. 0.25gr baryum klorür eklenmekte ve bir dakika karıştırılmaktadır. Üzerine 2ml yardımcı gliserin çözeltisi eklenmekte ve hacim saf su ile 50 ml'ye tamamlanmakta, çalkalanmakta ve 6-10 dakika arasında 425 nm dalga boyunda okunmaktadır. Bu okumalar grafikte değerlendirilerek gerekli hesaplamalar yapılmaktadır [28].

4.3.4. Hesaplamalar

I.Sulandırma faktörü (I.SF) = Toprak saturasyon ekstraktında kullanılan su miktarı (ml) / Toprak miktarı (gr)

Toprak saturasyon ekstraktından 1ml örnek alınmış ve saf su ile 50 ml'ye tamamlanmış ise;

II.Sulandırma faktörü (II.SF) = 50/1 = 50

Toplam sulandırma faktörü (TSF) = (I. Sulandırma faktörü) × (II. Sulandırma faktörü)

Toprak örneğindeki S (ppm) = (Toplam sulandırma faktörü) × (Grafikte okunan S'in meq değeri)

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bilecik iline bağılı Bozüyük İlçesin'de yapılan bu araştırmada meyve ağaçlarından *Cydonia oblonga* Miller. (Ayva), *Malus silvestris* Miller. (Elma) *Quercus infectaria* L. (Erik), kültür bitkilerinden *Rosa centefolia* L. (Gül), geniş yapraklı ağaçlardan *Quercus infectaria* Oliver. (Meşe), *Populus tremula* L. (Kavak), *Salix alba* L. (Söğüt), *Salix babylonica* L. (Salkım söğüt), *Platanus orientalis* L. (Çınar), Gymnospermilerden *Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* (Lamb) Holmboe (Karaçam) ve *Thuja orientalis* L. (Mazı) ağaçlarının yapraklarında ve bölgede geniş tarımı yapılan *Triticum sativum* L. (Buğday) bitkisinin de kükürt analizleri yapılmıştır. Yapılan analizlerde elde edilen sonuçlar Çizelge 5.1'de verilmektedir.

Örnekler daha çok yerleşimin yoğun olduğu ilçe merkezinden ve sanayinin yoğun olduğu bölgelerden alınmıştır. İlk 9 istasyondan alınan örnekler 2000 yılı Kasım ayı içinde alınmıştır. Bunlar içinde en yüksek değerlerin 4. istasyonda bulunduğu görülmektedir. Bunun nedeni 4. istasyonun bu ayda örnek alınan istasyonlar içinde ilçe merkezine en yakın nokta olmasıdır. 4. istasyondan 2000 yılı Kasım ayı ve 2001 yılı Nisan ayında *Salix babylonica*'da (Söğüt) kükürt miktarları belirlenmiştir. Nisan ayında bulunan değerlerin Kasım ayındaki değere göre düşük olduğu görülmektedir. Bu durum ilçede Nisan ayında ölçülen SO₂ konsantrasyonlarının Kasım ayı konsantrasyonlarından düşük olması ve Nisan ayındaki yağışlarla açıklanabilir. Kasım ayındaki en düşük değer 1. istasyondan alınan *Cydonia oblonga*'da (Ayva) ölçülmüştür. Birinci istasyondan alınan 4 farklı bitkide ölçülen değerlerin birbirlerine yakın olduğu görülmektedir.

Aralık ayında bulunan değerler çalışma süresi boyunca bulunan en yüksek değerlerdir. Bu ay içinde örnek alınan 10, 11 ve 12. istasyonlar sanayi bölgesi içinde yer almaktadır. 2000 yılı Aralık ayına ait klimatolojik verilere bakıldığında (Ek-2) bu ayın başından itibaren sıcaklığın düşmeye başladığı görülmektedir, dolayısıyla ile emisyonlarda bir artış söz konusu olabilir. Yine 2000 yılında ilçede ölçülen SO₂ konsantrasyonlarının Kasım ayından itibaren yükselmeye başladığı görülmektedir (Ek-1). Bu ay içinde alınan örneklerde en yüksek değer yine *Salix babylonica*'da belirlenmiştir. Bu değer Kasım ayında 4. istasyondaki aynı tür

Çizelge 5.1. Bitkilerdeki toplam kükürt miktarları (Kuru ağırlık)

Lokalite No	Bitki türü	Toplam S (%)	
		Yıkanmamış	Yıkanmış
1	<i>Cydonia oblonga</i>	1.096	0.672
	<i>Malus sylvestris</i>	1.025	0.968
	<i>Quercus infectoria</i>	1.057	0.589
	<i>Prunus x domestica</i>	1.468	1.449
2	<i>Populus tremula</i>	2.598	2.014
3	<i>Salix babylonica</i>	3.201	1.808
4	* <i>Salix babylonica</i>	6.893	5.313
	** <i>Salix babylonica</i>	5.654	4.472
5	<i>Populus tremula</i>	4.094	1.500
6	<i>Quercus infectoria</i>	2.361	0.788
7	<i>Quercus infectoria</i>	2.913	1.032
8	<i>Quercus infectoria</i>	2.482	0.531
9	<i>Populus tremula</i>	2.418	1.150
10	<i>Populus tremula</i>	10.577	8.998
	<i>Salix babylonica</i>	14.268	12.118
11	<i>Populus tremula</i>	11.142	10.635
12	<i>Populus tremula</i>	9.358	8.433
	* <i>Triticum sativum</i>	1.744	0.634
	<i>Quercus infectoria</i>	3.291	2.765
	** <i>Triticum sativum</i>	4.306	3.952
13	<i>Pinus nigra</i>	0.839	0.595

* 2000 yılında aynı istasyondan alınan örnek

** 2001 yılında aynı istasyondan alınan örnek

Çizelge 5.1 (Devam) Bitkilerdeki toplam kükürt miktarları (Kuru ağırlık)

Lokalite No	Bitki türü	Toplam S (%)	
		Yıkanmamış	Yıkanmış
14	<i>Populus tremula</i>	3.580	3.163
15	<i>Triticum sativum</i>	1.314	
16	<i>Salix alba</i>	2.013	1.853
	<i>Thuja orientalis</i>	1.129	1.051
	<i>Rosa centifolia</i>	1.398	1.224
	<i>Pinus nigra</i>	2.290	0.916
17	<i>Pinus nigra</i>	2.720	1.057
18	<i>Salix alba</i>	2.938	1.776
	<i>Pinus nigra</i>	1.019	0.627
	<i>Thuja orientalis</i>	1.693	0.505
19	<i>Pinus nigra</i>	2.348	0.679
20	<i>Quercus infectoria</i>	1.032	0.544
	<i>Pinus nigra</i>	1.269	0.871
21	<i>Populus tremula</i>	1.488	1.391
22	<i>Rosa centifolia</i>	4.408	1.122
	<i>Platanus orientalis</i>	3.253	1.250
	<i>Pinus nigra</i>	1.616	1.032
	<i>Triticum sativum</i>	5.243	3.702
	<i>Salix alba</i>	4.331	3.638
23	<i>Pinus nigra</i>	1.314	1.237
24	<i>Populus tremula</i>	1.757	0.755
25	<i>Populus tremula</i>	1.635	0.929
26	<i>Populus tremula</i>	1.731	1.539

Çizelge 5.1 (Devam) Bitkilerdeki toplam kükürt miktarları (Kuru ağırlık)

Lokalite No	Bitki türü	Toplam S (%)		
		Yıkanmamış	Yıkanmış	
27	<i>Populus tremula</i>	1.609	1.584	
28	<i>Pinus nigra</i>	1.500	0.871	
	<i>Quercus infectoria</i>	1.500	1.455	
	<i>Thuja orientalis</i>	0.948	0.415	
	<i>Triticum sativum</i>	5.031	4.472	
29	<i>Quercus infectoria</i>	1.051	0.935	
	<i>Thuja orientalis</i>	0.403	0.120	
	<i>Salix alba</i>	11.534	4.395	
30	<i>Triticum sativum</i>	3.163	2.373	
31	<i>Triticum sativum</i>	2.194	1.802	
32	<i>Cydonia oblonga</i>	2.425	2.000	
33	<i>Malus sylvestris</i>	2.097	1.494	
34	<i>Prunus x domestica</i>	2.823	1.898	
35	<i>Populus tremula</i>	4.652	4.447	
10	En yüksek değer	<i>Salix alba</i>	14.268	12.118
29	En düşük değer	<i>Thuja orientalis</i>	0.403	0.120

bitkide belirlenen değer oldukça üzerindedir. 12. istasyondan alınarak analizi yapılan *Triticum sativum*'da (Buğday) Nisan ayında belirlenen değer Kasım ayındaki değere göre yüksek olduğu görülmektedir. Kasım ayındaki değer buğday sapı kalıntılarında bulunmuş, Nisan ayındaki değer ise buğday çimlerinde belirlenmiştir.

Ocak ayında alınan örneklerde en yüksek değerlerin 22. istasyondan alınan örneklerde bulunduğu görülmektedir. Bu istasyondaki *Pinus nigra*'da bulunan değer diğer değerlerden oldukça düşüktür. Bunun nedeni yaprak dökmeyen

ağaçların SO₂'yi yaprak döken ağaçlara göre daha fazla absorblamasıdır. Bu istasyon Ocak ayında örnek alınan istasyonlar içinde ilçe merkezine en yakın olan istasyondur. 2001 yılı Ocak ayında ilçede ölçülen SO₂ konsantrasyonlarına bakıldığında bu değerlerin 2000 yılı Aralık ayı değerlerine yakın olduğu görülmektedir. Buna rağmen bitkilerde Ocak ayında bulunan değerler Aralık ayındaki değerlerden oldukça düşüktür. Bu durum Ocak ayında örnek alınan istasyonların emisyon kaynaklarına uzak oluşları ve Aralık ayında örnek alınan istasyonlarında emisyon kaynaklarına yakın oluşları ile açıklanabilir.

2001 yılı Şubat ayında 24, 25, 26 ve 27. istasyonlardan alınan *Populus tremula*'larda (Kavak) bulunan değerlerin birbirlerine yakın oldukları göze çarpmaktadır. Bu ayda 23. İstasyondan alınan *Pinus nigra*'daki kükürt miktarı aynı ayda belirlenen diğer değerlere göre düşüktür. İlçede Ocak ve Şubat aylarında ölçülen SO₂ konsantrasyonları birbirine yakındır (Ek-1). Ocak ve Şubat aylarında *Pinus nigra* ve *Populus tremula* türlerinde bulunan kükürt miktarları karşılaştırıldığında bunlarında birbirine yakın oldukları görülmektedir.

Mart ayında 28. ve 29. istasyonlarda belirlenen değerlerin düşük oldukları dikkati çekmektedir. Bu iki istasyon ilçe merkezine uzaktır.

Nisan ayında 32, 33 ve 34. istasyonlardan alınan *Cydonia oblonga*, *Malus sylvestris* ve *Prunus domestica*'da bulunan değerler Kasım ayında 1. istasyondan alınan aynı tür bitkilerde bulunan değerlere göre yüksektir. Bunun nedeni Nisan ayında örnek alınan noktaların Kasım ayında örnek alınan noktaya göre emisyon kaynaklarına daha uzak olmasıdır. Nisan ayındaki en yüksek değer ilçe merkezine yakın olan 35. istasyondan alınan *Populus tremula*'da belirlenmiştir.

Meyve ağaçlarından kiraz (*Cherry prunus cerasus*) için literatürde belirtilen toksik seviye (Mayıs ayında) % 0,75 ve şeftali (*Prunus persica*) için belirtilen toksik seviyede (Mayıs-Eylül aylarında) % 0,30-0,38' arasındadır [29]. Bu çalışmada meyve ağaçlarında (yıkılmış örneklerde) belirlenen kükürt miktarları % 0.59 ile % 2 arasında değişmektedir. Bu değerlerin literatürde belirtilen değerlere göre yüksek oldukları görülmektedir. Dolayısı ile ilçedeki meyve ağaçları SO₂'den kaynaklanan hava kirliliğinden olumsuz yönde etkilenmektedir. Literatürde buğday (*Triticum sativum*) için belirtilen araz görülen seviye (Nisan ayında) % 0,22'dir [29]. Çalışmada buğdaylarda belirlenen kükürt

miktarları (yikanmış örneklerde) ise % 0,64 ile % 4,47 arasında değişmektedir. Bu değerlerde literatürde belirtilen değerlerin oldukça üzerindedir. Bu nedenle bölgenin önemli tarım ürünleri arasında yer alan buğday da hava kirliliğinden olumsuz yönde etkilenmektedir.

Bitkilerde en yüksek değerlere sanayinin yoğun olarak bulunduğu bölgelerde 2000 yılı Aralık ayında rastlanmıştır. Bundan sonraki yüksek değerler ise yerleşimin yoğun olduğu ilçe merkezinde tesbit edilmiştir. Bu da ilçede SO₂'den kaynaklanan hava kirliliğinin en büyük nedeninin sanayi ve yerleşim bölgesinde meydana gelen emisyonlar olduğunu göstermektedir. En düşük değerlere ise örnek alınan 28. ve 29. İstasyonlarda 2001 yılı Mart ayında rastlanmıştır. Bu noktalar sanayi bölgesine ve ilçe merkezine uzaktır ve hakim rüzgar yönü dışındadır.

Ağaçlardaki en yüksek değerler söğüt (*Salix alba*) ve kavak (*Populus tremula*) ağaçlarında bulunmuştur. Genel olarak tüm bitkilerde emisyon kaynaklarından uzaklaşıldıkça bulunan değerlerin düştüğü görülmektedir.

Topraklarda bulunan kükürt değerleri Çizelge 5.2'de verilmektedir. Topraklarda da en yüksek değerler bitkilerde olduğu gibi sanayi bölgesinden alınan örneklerde belirlenmiştir. En düşük değer ise kirlilik kaynaklarına (ilçe merkezi ve sanayi bölgesi) uzak olan 29. bölgede bulunmuştur. 1. istasyondan Kasım ayında alınan iki farklı örnekte bulunan değerlerin birbirine yakın olduğu görülmektedir. 4. istasyondan Kasım ve Nisan aylarında alınan örneklerde bulunan değerler birbirinden oldukça farklıdır. 12. istasyondan Aralık ve Nisan aylarında alınan toprak örneklerindeki kükürt miktarları arasında büyük bir fark vardır. Bunların nedeni Kasım ve Aralık aylarındaki SO₂ konsantrasyonlarının Nisan ayından hayli yüksek olması ve Nisan ayında meydana gelen yağışlardır. Toprak örneklerinde de kükürt içeriği bitkilerde olduğu gibi emisyon kaynaklarından uzaklaşıldıkça azalmaktadır. Bitkilerde yüksek kükürt oranları tesbit edilen istasyonlardan alınan toprak örneklerinde de kükürt oranları diğer bölgelere göre daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 5.2. Topraklardaki toplam kükürt miktarı (Kuru ağırlık)

Lokalite no	Toplam S (ppm)	
1	40-54	
2	209	
3	599	
4	197*	
	46**	
5	11	
6	23	
7	13	
8	20	
9	626	
12	1342*	
	89**	
13	107	
14	46	
15	67	
16	26	
18	61	
19	153	
20	181	
21	243	
22	67	
24	21	
25	60	
27	58	
28	13	
29	10	
30	14	
31	15	
32	67	
33	34	
34	64	
35	46	
12	Enyüksek değer	1342
29	En düşük değer	10

* 2000 yılında aynı istasyondan alınan örnek

** 2001 yılında aynı istasyondan alınan örnek

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan analizler sonucunda meyve ağaçlarından ayva, elma ve erikte yüksek oranda kükürt belirlenmiştir (yıkanmış örneklerde % 0,589-1,898 aralığında). Literatürde meyve ağaçlarından kiraz (*Cherry prunus cerasus*) için belirtilen toksik seviye % 0.75 ve şeftali (*Prunus persica*) için belirtilen toksik seviye % 0,30-0,38'dir. Kiraz için araz görülen seviye % 0,13 ve şeftali için yüksek seviye % 0,23'tür [29]. İlçeden alınan bitki örneklerinde belirlenen değerlerin çoğunun bu değerlerin oldukça üzerinde olduğu görülmektedir. Bölgedeki önemli tarım ürünleri arasında yer alan buğday (*Triticum sativum*) için literatürde belirtilen araz görülen seviye % 0,22'dir. Literatürde mısır (*Zea mays*) için verilen araz görülen seviye % 0,04, domates (*Lycopersicon esculentum*) için % 0,00 (S-SO₄), soya fasulyesi (*Glycine soja*) için % 0,14 ve yonca (*Medicago sativa*) içinde % 0,13'tür [29]. Bu çalışmada bulunan kükürt miktarları bu değerlerin oldukça üzerindedir. Bitkilerde belirlenen kükürt miktarları emisyon kaynaklarından uzaklaştıkça düşmektedir. Buna rağmen emisyon kaynaklarından oldukça uzak bir noktada belirlenen en düşük değer (yıkanmış örnekte % 0,12) bile yukarıda belirtilen değerlere göre oldukça yüksektir. Bu durum ilçede yalnız emisyon kaynaklarına yakın bölgelerin değil, uzak olan bölgelerinde hava kirliliğinden olumsuz yönde etkilendiğini göstermektedir. Kirleticilere uzak olan istasyonlarda belirlenen değerlerinde literatürde belirtilen değerlerden oldukça yüksek olması hava kirliticilerinin etkilerini ve bu etkilerin boyutlarını göstermesi açısından önemlidir.

Özellikle kış mevsiminde ilçede SO₂ konsantrasyonunun yükselmesi sonucunda bitkilerde çok yüksek kükürt seviyelerine rastlanmıştır. Kışın meydana gelen yüksek SO₂ konsantrasyonları nedeni ile diğer mevsimlerde alınan bitki örneklerinde belirlenen değerlerde literatürde belirtilen değerlerin üzerinde çıkmaktadır.

Yapılan analizler sonucunda özellikle sanayi bölgesi ve ilçe merkezinden alınan örneklerde çok yüksek oranda kükürt tespit edilmiştir. Bu durum ilçedeki hava kirliliğinin başlıca sebebinin sanayi bölgesindeki emisyon kaynakları ve

evlerden kaynaklanan emisyonlar olduğunu göstermektedir. Bu nedenle ilçede hava kirliliğinin en yoğun olduğu yerler ilçe merkezi ve sanayi bölgesidir.

İstasyonlara göre, bitki türlerine göre ve aylara göre kirliliğin boyutlarının ve kirleticilerin etkilerinin daha iyi belirlenmesi, bunlarla ilgili değerlendirme ve karşılaştırmaların daha iyi yapılabilmesi açısından aynı istasyondan ve aynı bitkiden farklı zamanlarda veya her ay örnekler alınmalıdır. Örnek alınacak noktalar belirlenirken kirleticili kaynaklara olan mesafeler ve hakim rüzgar yönleri dikkate alınmalıdır.

Hava kalitesinin korunmasında asıl amaç insan sağlığının korunması ve doğa üzerindeki olumsuz etkilerin önlenmesidir. İklimsel koşullar, endüstriyel işlemler, bilinçsiz yakma ve özellikle kalitesiz yakıt kullanımı gibi nedenlerle hava kirliliği pek çok ilimiz için önemli bir sorundur. Konuyla ilgili olarak kaloriferlerin yakılmasını kısıtlama, taşıtları trafikten menetme gibi kısa vadeli geçici önlemler almak yerine soruna köklü çözümler bulunmalı ve sorunun asıl nedenleri araştırılmalıdır.

İlçede ölçülen SO₂ değerleri H.K.K.Y.'de belirtilen sınır değerlerin altındadır. Ancak uzun süreli maruziyet nedeniyle bitkilerde birikim meydana gelmektedir. Ayrıca H.K.K.Y.'de belirtilen değerler WHO tarafından belirtilen değerlerin oldukça üzerindedir. Bu değerler ülke şartlarında dikkate alınarak belirli oranlarda azaltılmalıdır. İlçede doğalgaz kullanımı imkanlar dahilinde daha da yaygınlaştırılmalıdır. Bilinçsiz yakma ve yakıt tüketimini engellemek amacı ile çalışmalar yapılmalı, vatandaşlar bu konuda aydınlatılmalıdır. Ayrıca yakıt tüketiminin azaltılması amacı ile binalarda yalıtıma gereken önem verilmelidir. Kükürt oranı düşük yakıtlar, kükürtdioksitle karşı dayanıklı olan tarım ürünleri ve ağaç türleri tercih edilmelidir.

Bitkilerde belirlenen yüksek orandaki kükürt miktarı bölgedeki tarımı ve ormanları olumsuz yönde etkileyebilir. Bu gün çok fazla göze çarpmayan bu etkiler ileride çok daha ağır bir şekilde ortaya çıkabilir. Gelişmiş ülkelerin sanayileşme ile birlikte karşı karşıya kaldıkları orman ölümleri, göllerin asidik bir hal almaları gibi olaylardan ders alınarak ileride bu gibi olaylarla karşılaşmamak için gerekli tedbirler alınmalıdır. Bunun için kirleticilerin atmosferdeki dağılımı

ve geçirdikleri kimyasal aşamaların izlenebilmesi ve bu kirleticilerin etkilerinin daha iyi anlaşılabilmesi amacı ile bir kirlilik haritası oluşturulmalıdır.

7. KAYNAKLAR

1. AKMAN, Y., KETENOĞLU, O., KURT, L., EVREN, H. ve DÜZENLİ, S., Çevre Kirliliği Çevre Biyolojisi, Palme Yayıncılık, Ankara (2000).
2. KRUPA, S.V., ve LEGGE, A.H., *Saskaton Serviceberry and Ambient Sülfür Dioksit Exposures: Stady sites re-visited*, Environmental Pollution, **111**, 363-366 (1999).
3. MIKULA, W., *Sulphate Sulphur Concentration in Vegetable Crops, Soil and Ground Water in the Region Affected by the Sulphur Dioxide Emission from Plock Oil Refinery (Central Poland)*, Water, Air and Soil Pollution, **85**, 2539-2546 (1995).
4. ZABUNOĞLU, S., HAKTANIR, K., KARAÇAL, İ., ve OKSAY, K., *Samsun Azot Sanayi ve Karadeniz Bakır İşletmeleeri Baca Emisyonlarının Çevredeki Tarım alanlarına ve Bitkisel Ürüne Etkilerinin Araştırılması*, Doğa Türk Mühendislik ve Çevre Bilimleri Dergisi, **13**, 139-161 (1989).
5. SEREZ, M. ve ATA, C., *Kazdağı Ormanlarında Karaçam ve Kazdağı Gökarnı Türlerinde Görülen Gaz Zararları*, "Dördüncü Bilimsel ve Teknik Çevre Kongresi Tebliğler Kitabı", İzmir (1988).
6. ÖZTÜRK, A. ve ÖZTÜRK, K., *Hava Kirliliği ve Bitkiler*, "Dördüncü Bilimsel ve Teknik Çevre Kongresi Tebliğler Kitabı", İzmir (1988).
7. KANTARCI, M.D., *Biga Yarımadasında Hava kirliliğinin Ormanlara Etkisi*, 1. Ulusal Çevre Kirliliği Kontrolü Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 174-183, Ankara (2000).
8. ÇETİK, R.A., *The Vegetation of The Murgul Area Effected by SO₂*, Comm. Dela Fac. Des. Sci. De L'Univ. D'Ankara, **10**, 139-163 (1965).
9. CANER, H. ve ERUZ, E., *İstanbul'da Hava Kirliliğinin Yol Açtığı Ekolojik Sonuçlar*, II. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, Ankara (1995).
10. KAYTAKOĞLU, S., VAR, F., ÖCAL, E., AKYALÇIN, L., SÜREL, F. ve ADAR, N., *Fosil Yakıt Kullanımından Kaynaklanan SO₂ Emisyon giderici Yöntemlerin ve İlgili Parametrelerin Araştırılması ve Giderme Yöntemlerinin Karşılaştırılması*, A.Ü. Araştırma Fonu Projesi Sonuç Raporu, 1991
11. KRISHNA, M., *Air Pollution and Control*, Kaushal, Kakinada, Japonya (1995).
12. MASTERS, G.M., *Introduction to Environmental Engineering and Science*, Englewood Cliffs N.J.: Prentice Hall, İngiltere (1991).
13. KARPUZCU, M., *Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü*, İstanbul (1994).

14. TIRIS, M., KALAFATOĞLU, E. ve OKUTAN, H., Hava Kirliliği Kaynakları ve Kontrolü, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Kimya Mühendisliği Araştırma Bölümü, Kocaeli (1993).
15. DÖĞEROĞLU, T. ve KARA, S., *Bazı Hava Kirleticilerin Canlı Yaşamına ve Cansız Varlıklara Etkileri*, “Dördüncü Bilimsel ve Teknik Çevre Kongresi Tebliğler Kitabı”, İzmir (1988).
16. PEAVY, H.S., ROWE, D.R. and TCHOBANGLIOUS, G., Environmental Engineering, MvGraw-Hill, New York (1994).
17. STILING, P. D., Ecology: Theories and Applications, Prentice Hall International, Upper Sadel River (1996).
18. ERASLAN, İ., *Hava Kirliliğinin Kent ve Orman Ağaçlarına Etkisi ve Çevre Mevzuatımız*, “Dördüncü Bilimsel ve Teknik Çevre Kongresi Tebliğler Kitabı”, İzmir (1988).
19. HARRISON, R.M., Pollution: Causes, Effects and Control, Royal Society of Chemistry, London (1990).
20. BRETSCHEIDER, B, KURFÜRST, J. ve STULIKOVA, M., Air Pollution Control Technology, Elsevier, Amsterdam (1987).
21. BAUBEL, R.W., FOX, D.L., TURNER, D.B. ve STERN, A.C., Fundamentals of Air Pollution, Academic Press, San Diego (1994).
22. Anonim, Yurt Ansiklopedisi, Anadolu Yayıncılık, İstanbul (1982).
23. Türkiye Gazetesi Yeni Rehber Ansiklopedisi, İstanbul (1993).
24. Bilecik İli Arazi Varlığı, T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara (1998).
25. Gelişen Bozüyük, Bozüyük Ticaret ve Sanayi Odası Dergisi, 1 (1998).
26. YILMAZ, H., *Bitki Örneklerinin Analiz İçin Yakılmaları*, Orman Toprak Laboratuvarlarının Kuruluş Esasları ve Laboratuvar Teknikleri Semineri Kitabı, 180-183, Eskişehir (1994).
27. YILMAZ, H., *Bitkide Kükürt Analizi*, Orman Toprak Laboratuvarlarının Kuruluş Esasları ve Laboratuvar Teknikleri Semineri Kitabı, 180-183, Eskişehir (1994).
28. TACENUR, İ.A. ve YILMAZ, H., *Toprak Tuzluluğu ve Analiz Yöntemi*, Orman Toprak Laboratuvarlarının Kuruluş Esasları ve Laboratuvar Teknikleri Semineri Kitabı, 92-95, Eskişehir (1994).

29. KACAR, B., Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II: Bitki Analizleri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Yayınları, Ankara (1970).

Bilecik ili Bozüyük ilçesi 2000 yılına ait hava kirletici parametrelerin aylık ölçüm sonuçları (mg/m³)

Gün	Ocak		Şubat		Mart		Nisan	
	SO ₂	Partikül Madde	SO ₂	Partikül Madde	SO ₂	Partikül Madde	SO ₂	Partikül Madde
1	192	53	192	53	144	53	80	34
2	208	53	176	41	128	41	80	27
3	176	18	192	53	144	41	48	23
4	192	27	176	41	128	41	64	23
5	224	27	192	41	144	41	64	23
6	208	27	192	60	96	47	64	18
7	224	47	160	41	128	53	48	18
8	224	41	160	41	128	41	64	23
9	224	41	176	41	128	41	48	23
10	160	53	176	47	144	41	64	23
11	192	41	160	47	144	41	64	23
12	192	41	144	53	128	53	48	18
13	176	53	144	53	112	18	48	18
14	192	53	160	41	112	27	48	18
15	192	53	160	41	128	27	48	18
16	192	46	176	41	128	41	64	18
17	176	41	160	41	144	27	64	23
18	192	47	160	53	144	27	64	23
19	192	53	160	53	144	27	48	23
20	208	53	160	53	96	53	48	23
21	192	53	176	34	80	53	64	23
22	208	53	160	41	80	47	48	23
23	208	53	160	41	80	27	64	23
24	208	53	144	53	64	27	64	23
25	208	53	160	41	64	34	48	23
26	224	47	144	53	64	27	64	23
27	208	47	144	41	96	34	48	23
28	208	53	160	34	80	27	64	23
29	224	53	144	41	96	34	64	23
30	208	53			80	34	48	23
31					80	34		

Bilecik ili Bozüyük ilçesi 2000 yılına ait hava kirletici parametrelerin aylık ölçüm sonuçları (mg/m³)

Gün	Mayıs		Haziran		Temmuz		Ağustos	
	SO ₂	Partikül Madde	SO ₂	Partikül Madde	SO ₂	Partikül Madde	SO ₂	Partikül Madde
1	32	10	24	14	13	10	32	27
2	48	10	24	14	13	10	32	18
3	32	10	24	14	10	10	16	14
4	32	14	16	10	10	10	16	18
5	16	10	16	10	10	10	16	14
6	32	10	24	14	10	10	16	23
7	32	14	16	10	13	10	16	18
8	48	14	24	10	13	14	16	10
9	32	14	16	10	10	14	16	10
10	48	14	24	10	10	14	32	14
11	32	18	24	10	13	10	32	14
12	32	14	24	10	13	14	32	14
13	32	14	16	10	11	14	32	14
14	16	10	16	10	11	14	32	14
15	32	10	24	10	11	10	32	10
16	32	10	16	10	11	10	32	14
17	16	10	24	10	13	10	32	14
18	32	10	24	10	13	10	32	18
19	32	10	24	10	13	10	32	14
20	16	10	16	10	13	10	16	14
21	32	10	16	10	10	14	32	14
22	32	14	16	10	10	14	16	14
23	16	23	24	14	16	14	16	10
24	16	27	24	14	16	14	16	10
25	32	27	16	14	16	14	32	10
26	32	10	16	14	16	10	32	10
27	32	10	24	10	13	10	32	10
28	16	10	16	10	13	10	32	10
29	32	10	16	10	13	10	16	10
30	16	10	24	10	13	14	32	10
31	32	10			13	14	32	10

Bilecik ili Bozüyük ilçesi 2000 yılına ait hava kirletici parametrelerin aylık ölçüm sonuçları (mg/m³)

Gün	Eylül		Ekim		Kasım		Aralık	
	SO ₂	Partikül Madde	SO ₂	Partikül Madde	SO ₂	Partikül Madde	SO ₂	Partikül Madde
1	32	14	16	18	48	27	112	47
2	32	10	32	10	64	53	112	47
3	16	13	32	14	64	47	112	47
4	16	18	16	14	64	41	96	34
5	16	14	32	14	64	47	96	34
6	16	10	16	10	64	27	112	34
7	16	10	32	14	80	41	96	34
8	16	18	32	14	64	41	112	34
9	16	14	32	14	80	34	112	34
10	32	10	16	14	64	34	96	34
11	32	10	32	14	80	41	96	41
12			32	18	80	41	96	41
13			32	23	80	34	112	47
14			16	27	80	41	112	47
15	32	10	32	27	96	53	96	41
16	32	10	32	18	80	41	112	47
17	32	14	48	18	80	41	112	47
18	32	27	32	18	80	53	96	47
19	32	14	48	27	96	53	96	47
20	16	14	48	27	80	53	112	47
21	32	14	64	27	96	47	96	47
22	32	14	64	27	96	34	112	41
23	32	14	64	27	80	41	112	41
24	32	14	64	27	96	34	112	41
25	48	14	64	34	80	41	96	47
26	32	27	80	34	80	41	112	47
27	64	14	64	27	96	41	112	41
28	48	14	48	27	112	41	112	47
29	64	14	64	34	112	47	96	47
30	32	14	48	18	96	47	96	47
31			64	27			112	47

Bilecik ili Bozüyük ilçesi 2001 yılına ait hava kirletici parametrelerin aylık ölçüm sonuçları (mg/m³)

Gün	Ocak		Şubat		Mart		Nisan	
	SO ₂	Partikül Madde	SO ₂	Partikül Madde	SO ₂	Partikül Madde	SO ₂	Partikül Madde
1	112	41	96	47	64	32	48	18
2	112	41	96	47	80	41	32	18
3	96	34	80	34	80	41	32	18
4	112	41	96	34	80	41	16	18
5	112	41	96	34	80	32	16	14
6	96	41	80	66	64	32	32	14
7	112	41	96	41	64	32	32	14
8	112	41	96	41	80	32	16	14
9	128	41	96	27	80	32	32	18
10	112	41	80	27	64	32	32	18
11	112	34	80	27	80	32	32	18
12	112	34	112	41	64	27	32	23
13	96	34	96	34	80	27	40	23
14	112	34	96	41	80	34	40	23
15	80	32	96	41	80	34	32	23
16	96	32	96	34	64	27	32	23
17	96	32	96	34	80	27	32	14
18	96	41	96	34	64	27	32	14
19	80	41	96	34	64	34	32	14
20	96	32	96	41	64	34	32	14
21	96	32	96	41	64	34	16	14
22	96	32	112	41	64	34	16	14
23	96	32	96	34	64	34	16	14
24	96	32	112	34	64	34	16	14
25	80	27	96	34	64	34	16	14
26	80	27	80	32	80	34	16	14
27	96	32	80	32	64	34	16	18
28	80	32	64	32	64	27	16	18
29	96	34			64	27	16	18
30	96	34			64	27	16	18
31	96	34			80	27		

**BİLECİK İLİ BOZÜYÜK İLÇESİ METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜ'NÜN
OCAK 2000 AYI AYLIK METEOROLOJİK RASAT DEĞERLERİ**

TARİH	Basınç Ort.(mb)	Sıcaklık Ort.(C ⁰)	Nisbi Nem Ort.(%)	Rüzgar yönü ve Hız.Ort(m/sn)	Pulut- buluk	Hidro Met. Olay	Piyaset (mm.)
01.01.2000	927,2	6,7	82,0	N 3,8	9,9	-	20
02.01.2000	929,3	-3,2	90,0	NW 9,0	10,0	Karlı	10
03.01.2000	929,3	-4,3	88	N 5,0	10,0	Karlı	10
04.01.2000	924,8	-6,0	88	NW 6,3	10,0	Karlı	10
05.01.2000	924,3	-4,0	85	N 3,3	10,0	Karlı	15
06.01.2000	927,2	-3,8	84	N 2,2	10,0	-	20
07.01.2000	928,0	-3,0	85	NW 2,5	10,0	Karlı	15
08.01.2000	928,2	-2,0	85	NW 3,0	10,0	Karlı	10
09.01.2000	929,0	-3,8	85	NW 3,3	10,0	Karlı	10
10.01.2000	933,4	-1,6	85	NW 2,0	9,3	Karlı	15
11.01.2000	938,0	-2,8	81	N 2,3	9,7	-	20
12.01.2000	938,8	-2,8	80	N 2,2	10,0	Karlı	10
13.01.2000	938,3	-3,2	84	N 2,0	8,8	-	20
14.01.2000	938,0	-6,0	85	E 5,3	8,8	-	20
15.01.2000	935,4	-10,0	80	NE 2,0	8,0	-	20
16.01.2000	933,6	-9,9	80	E 4,2	9,8	-	10
17.01.2000	921,7	-9,3	80	E 5,0	10,0	-	20
18.01.2000	904,5	-6,3	81	NW 2,7	10,0	Karlı	10
19.01.2000	913,3	-5,0	82	NW 2,2	10,0	Karlı	0,8
20.01.2000	924,2	-9,0	80	NW 5,2	10,0	Karlı	20
21.01.2000	923,3	-11,2	77	NE 3,0	8,8	-	20
22.01.2000	924,0	-7,0	74	NW 3,3	10,0	Karlı	0,8
23.01.2000	926,0	-14,0	78	E 5,0	9,0	-	20
24.01.2000	916,7	0,0	71	E 3,3	8,3	-	20
25.01.2000	922,5	-6,4	81	NW 2,0	10,0	Karlı	0,8
26.01.2000	927,2	-9,5	76	NW 2,0	8,0	Karlı	0,8
27.01.2000	929,3	-13,0	64	NW 1,5	6,7	Karlı	20
28.01.2000	931,7	-12,2	67	SE 2,8	5,7	-	20
29.01.2000	931,9	-13,0	68	E 4,3	6,2	-	20
30.01.2000	930,2	-10,0	70	E 4,0	8,3	-	20

03,02,2000

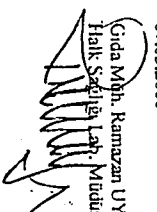
Özde Müh. Ramazan WYSAL
Halk Sağlığı Lab. Müdürü V.

BİLEÇİK İLİ BOZÜYÜK İLÇESİ ŞUBAT 2000 AYI AYLIK METEOROLOJİK RASAT DEĞERLERİ

TARİH	Basınç Ort.(mb)	Sıcaklık Ort(°C)	Nisbi Nem Ort(%)	Rüzgar Yönü ve Hız(Ort(m/s))	Bulutluluk	Hydro Met. Olar	Küvet (mm)
01.02.2000	933.2	1.0	78.0	NW3.2	9.0		20
02.02.2000	932.8	-2.0	84.0	NE3.3	8.0	Sisli	1
03.02.2000	930.8	-3.2	80.0	E3.3	9.3		20
04.02.2000	933.7	-2.7	84.2	N3.2	10.0	Karlı	2
05.02.2000	935.3	-8.0	78.6	N4.8	8.0	Karlı	20
06.02.2000	933.7	0.2	73.6	NW3.7	7.9		20
07.02.2000	934.0	0.5	66	E0.8	8.7		20
08.02.2000	932.5	-7.2	80	E4.8	7.0		20
09.02.2000	930.6	-7.1	85	E5.8	6.7		20
10.02.2000	932.3	-2.2	74	E3.2	5.7		20
11.02.2000	934.5	-0.2	74	E2.5	5.7		20
12.02.2000	932.1	-0.8	77	SE3.0	6.3		20
13.02.2000	928.2	1.2	74	N1.8	7.2		20
14.02.2000	926.2	0.0	75.7	E2.5	8.7	Yağ-Kırağı	20
15.02.2000	922.9	-1.8	93.3	E3.3	9.3	Yağmur	15
16.02.2000	925.6	-1.6	84.3	NW3.3	10.0	Yağmur	15
17.02.2000	923.9	-0.7	71.7	E5.8	6.3		20
18.02.2000	917.5	5.2	65.0	E6.7	8.3	Yağmur	20
19.02.2000	921.2	-0.8	82.3	N3.0	8.7	Yağmur	20
20.02.2000	925.3	2.0	66.2	SE3.3	8.7	Yağmur	20
21.02.2000	919.9	0.9	78.0	NW2.2	10.0	Kar-Yağmur	10
22.02.2000	925.2	-4.5	84.3	N3.3	10.0	Kar-Yağmur	10
23.02.2000	929.5	-5.3	78.3	N5.0	10.0	Kar	10
24.02.2000	930.5	-4.6	75.7	SE3.0	9.7		20
25.02.2000	933.1	-3.9	68.3	NW2.5	9.0		20
26.02.2000	930.9	-3.7	83.0	NW2.2	7.7	Kar-Kırağı	15
27.02.2000	935.5	-2.5	72.3	N1.7	6.7	Kırağı	20
28.02.2000	938.0	-3.7	71.0	N3.2	5.7	Kırağı	20
29.02.2000	935.5	-4.8	65.7	SE4.3	3.0	Kırağı	20
30.02.2000							
31.02.2000							

07.03.2000

Gıda Mhb. Karaman UYSAL
Halk Sağlığı Müdürü V.

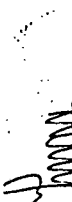


**BİLECİK İLİ BOZÜYÜK İLÇESİ METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜ'NÜN
MART 2000 AYI AYLIK METEOROLOJİK RASAT DEĞERLERİ**

TARİH	Basınç Ort. (mb)	Sıcaklık Ort. (°C)	Nisbi Nem Ort. (%)	Rüzgar Yönü ve Hız Ort. (m/sn)	Bulutluluk	Hidro Met. Olay	Riysel (km)
01.03.2000	928.7	-4.8	50.0	SE1.8	1.3	Kırağ.	20
02.03.2000	926.9	-0.5	56.0	NE3.5	4.0		1
03.03.2000	925.8	2.5	63.0	SW3.3	6.7	Yağışlı	20
04.03.2000	927.5	4.6	62.7	SW3.3	0.7		2
05.03.2000	926.7	7.4	55.7	SW3.0	5.3		20
06.03.2000	930.3	-4.8	79	NW3.3	10.0	Karlı	10
07.03.2000	934.0	-3.9	54	SW3.0	6.0		20
08.03.2000	932.4	-1.6	55	SE1.3	0.0	Kırağ.	20
09.03.2000	928.3	4.4	49	ŞW3.5	2.7	Kırağ.	20
10.03.2000	924.1	6.0	53	SW6.7	6.7	Yağmur	15
11.03.2000	929.7	1.0	78	W3.3	3.5	Yağmur	20
12.03.2000	928.0	4.0	76	SW5.0	5.0	Kırağ.	20
13.03.2000	933.8	2.0	73	NW3.0	8.0		20
14.03.2000	934.0	-1.0	86	E1.5	0.0	Kırağ.	20
15.03.2000	927.2	6.0	56	SW3.2	4.0	Kırağ.	20
16.03.2000	922.0	8.0	76	SW3.0	8.0		20
17.03.2000	914.0	-2.0	92	SW1.7	10.0	Karlı	10
18.03.2000	915.0	-4.0	86	NW1.8	10.0	Karlı	10
19.03.2000	920.0	-6.0	90	SE4.0	10.0	Karlı	10
20.03.2000	928.3	-3.0	78	E2.2	4.0	Yağmur	20
21.03.2000	926.0	-1.8	80	SE4.2	9.6	Kırağ.-Yağmur	10
22.03.2000	924.9	-5.0	88	NW4.2	10.0	Kar	10
23.03.2000	925.2	-5.8	84	NW2.0	6.8		20
24.03.2000	925.8	6.0	70	N3.2	0.0	Kırağ.	20
25.03.2000	930.2	8.0	74	N2.7	3.2	Kırağ.	20
26.03.2000	930.3	10.2	82	N2.3	1.0	Kırağ.	20
27.03.2000	929.3	12.8	46	N3.0	1.0		20
28.03.2000	929.1	10.2	58	W3.2	1.3		20
29.03.2000	930.4	9.5	66	N2.5	3.3		20
30.03.2000	927.9	12.8	59	SE.2	2.3	Cirri	20
31.03.2000	924.6	15.6	56	SW2.3	2.1	Cirri	20

04.04.2000

Gıda Müh. Kamuran UYSAL
Halk Sağlığı İl Müdürü V.



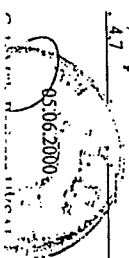
BİLEÇİK İLİ BOZÜYÜK İLÇESİ METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜ'NÜN NİSAN 2000 AYI
AYLIK METEOROLOJİK RASAT DEĞERLERİ

TARİH	Basınç Ort.(mb)	Sıcaklık Ort.(C)	Nisbi Nem Ort.(%)	Rüzgar Yönü ve Hız Ort.(m/sn)	Bulutluluk	Hydro Met. Olav	Rüyet (km)
01.04.2000	922.4	17.0	44	S.2.5	2.3	Ciğil	20
02.04.2000	921.9	14.2	50	E.2.4	3.3		20
03.04.2000	926.8	18.2	56	N.2.5	0.0	Ciğil	20
04.04.2000	926.6	19.7	48	SW.4.2	3.2	Yağmur	20
05.04.2000	921.2	20.4	36	SW.8.3	3.0		20
06.04.2000	920.6	20.0	40	S.2.0	4.0	Yağmur	20
07.04.2000	923.2	11.8	76	N.2.2	9.2	Yağmur	15
08.04.2000	924.8	1.6	96	W.1.3	9.8	Yağmur	20
09.04.2000	926.0	2.0	90	NW.3.7	9.6	Sisli	10
10.04.2000	928.4	4.5	55	NE.2.5	0.0	Kıraçlı	20
11.04.2000	920.9	8.2	68	E.2.2	7.7		20
12.04.2000	918.8	16.3	70	SE.2.0	0.2	Ciğil	20
13.04.2000	917.7	10.4	94	NW.2.5	8.0	Yağmur	15
14.04.2000	923.6	12.0	84	NW.3.8	0.4		20
15.04.2000	924.8	14.0	92	NE.1.8	0.0	Ciğil	20
16.04.2000	925.0	16.2	86	NE.2.2	0.0		20
17.04.2000	922.0	22.0	62	SE.3.3	6.3	Yağmur	20
18.04.2000	918.6	21.4	76	E.1.8	5.8		20
19.04.2000	911.4	14.6	94	NW.3.3	9.2	Yağmur	15
20.04.2000	916.8	11.8	92	NW.1.2	9.8	Yağmur	10
21.04.2000	919.3	10.6	94	NW.1.2	9.9	Yağmur	10
22.04.2000	924.0	12.7	95	S.1.5	8.0	Yağmur	20
23.04.2000	924.2	13.6	90	N.1.7	8.3	Yağmur	15
24.04.2000	924.9	11.6	84	NW.1.7	8.7	Yağmur	15
25.04.2000	925.4	18.7	76	SW.5.0	2.6		20
26.04.2000	924.8	17.7	86	N.5.0	8.2	Yağmur	20
27.04.2000	925.6	12.4	92	W.1.5	9.2	Yağmur	15
28.04.2000	924.8	13.3	82	N.3.8	9.3	Yağmur	15
29.04.2000	926.6	12.1	91	NW.2.1	9.2		20
30.04.2000	930.0	16.7	92	N.1.5	7.4		20

83.65/2000
Gıda İlmih. İsmailhan İTSM
Hakk. Sebül İsmail Müdürlüğü V.

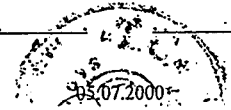
**BİLECİK İLİ BOZÜYÜK İLÇESİ METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜ'NÜN MAYIS 2000 AYI
AYLIK METEOROLOJİK RASAT DEĞERLERİ**

TARİH	Basınç Ort.(mb)	Sıcaklık Ort.(C°)	Nisbi Nem Ort.(%)	Rüzgar Yönü ve Hız Ort.(m/sn)	Bulutluluk	Hydro Met Olav	Rüyet (km)
01.05.2000	928.5	16.3	75	E 3.0	4.3	Yağmur	20
02.05.2000	926.0	14.5	78	N 3.0	8.0	Yağmur	15
03.05.2000	929.3	6.4	91	NW 4.3	10.0	Sis-Yağmur	20
04.05.2000	928.5	6.8	75	NW 2.5	9.0		20
05.05.2000	927.5	5.8	80	N 3.5	8.3		20
06.05.2000	929.3	7.0	73	N 3.3	6.0		20
07.05.2000	932.1	9.8	66	NW 3.2	2.0	Çiğli	20
08.05.2000	935.0	11.4	65	NW 4.7	4.0	Çiğli	20
09.05.2000	935.6	10.9	52	N 4.0	0.0	Çiğli	20
10.05.2000	934.0	12.6	46	N 3.2	0.0	Çiğli	20
11.05.2000	931.0	16.5	53	NW 1.3	1.7	Çiğli	20
12.05.2000	929.3	17.3	67	SW 4.0	1.0		20
13.05.2000	930.0	12.7	90	SW 3.0	6.3	Yağmur-Çiğli	10
14.05.2000	930.8	13.5	82	N 4.8	0.0	Çiğli	20
15.05.2000	930.8	12.8	52	NW 3.3	0.7		20
16.05.2000	928.4	13.0	60	N 3.2	0.0	Çiğli	20
17.05.2000	926.2	14.5	55	NW 3.9	1.0	Çiğli	20
18.05.2000	924.6	14.3	64	N 3.3	0.7	Çiğli	20
19.05.2000	923.5	14.1	64	N 4.2	0.0	Çiğli	20
20.05.2000	923.9	16.1	53	N 3.0	0.0	Çiğli	20
21.05.2000	925.6	17.8	54	N 3.3	0.0	Çiğli	20
22.05.2000	928.1	17.6	63	N 3.0	0.7	Çiğli	20
23.05.2000	928.1	19.0	68	SW 2.5	4.0	Yağmur-Çiğli	20
24.05.2000	926.5	11.4	91	NW 5.0	8.7	Yağmur	20
25.05.2000	926.5	11.8	89	NW 2.0	9.3	Yağmur	20
26.05.2000	929.5	15.8	88	NW 2.7	8.0	Yağmur	20
27.05.2000	930.9	17.4	78	N 2.8	3.0		20
28.05.2000	929.4	19.5	74	SE 1.5	1.3	Çiğli	20
29.05.2000	926.7	16.5	89	E 1.7	8.0	Yağmur	20
30.05.2000	926.1	17.0	82	NW 1.7	6.7	Yağmur	20
31.05.2000	928.8	17.8	79	N 1.8	4.7		20



**BİLECİK İLİ BOZÜYÜK İLÇESİ METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜ'NÜN
HAZİRAN 2000 AYI AYLIK METEOROLOJİK RASAT DEĞERLERİ**

TARİH	Basınç Ort.(mb)	Sıcaklık Ort.(C°)	Nisbi Nem Ort.(%)	Rüzgar Yönü ve Hız.Ort.(m/sn)	Bulutluluk	Hidro Met. Olav	Rüyet (km)
01.06.2000	928.0	15.9	77	N 1.7	7.7	Sis-Yağışlı	10
02.06.2000	929.5	11.5	93	NW 3.3	9.7	Yağışlı	20
03.06.2000	929.3	12.4	92	NW 3.3	10.0	Yağışlı	20
04.06.2000	930.8	15.0	89	NW 3.3	9.3	Yağışlı	20
05.06.2000	931.2	18.0	76	N 3.3	1.0	---	20
06.06.2000	926.1	19.3	73	NW 1.7	0.7	Ciğli	20
07.06.2000	924.4	19.6	82	N 3.0	0.0	Ciğli	20
08.06.2000	930.8	20.6	78	N 4.8	0.0	Ciğli	20
09.06.2000	930.8	21.0	74	NW 1.7	0.7	---	20
10.06.2000	932.4	18.8	66	N 1.7	0.0	---	20
11.06.2000	931.6	25.2	71	NW 3.7	0.0	---	20
12.06.2000	935.8	19.8	70	NW 2.3	0.0	Ciğli	20
13.06.2000	936.3	19.8	62	N 3.0	0.0	---	20
14.06.2000	935.0	21.0	56	N 5.0	0.7	---	20
15.06.2000	930.9	21.3	61	N 3.3	0.0	---	20
16.06.2000	927.2	22.1	44	NW 3.3	0.0	---	20
17.06.2000	927.5	19.0	81	N 4.7	2.7	---	20
18.06.2000	933.0	10.4	89	N 4.3	8.7	Yağışlı	20
19.06.2000	934.1	8.4	85	NW 1.7	6.7	Yağışlı	20
20.06.2000	930.5	14.7	69	NW 3.7	3.3	Ciğli	20
21.06.2000	930.7	14.4	54	N 1.3	0.0	Ciğli	20
22.06.2000	931.5	18.5	55	NW 1.3	0.7	---	20
23.06.2000	930.6	28.6	55	NW 3.3	2.0	---	20
24.06.2000	929.2	20.2	69	N 3.0	0.0	---	20
25.06.2000	926.5	19.0	58	N 3.2	0.7	---	20
26.06.2000	925.3	25.0	50	NW 3.3	0.7	---	20
27.06.2000	925.0	20.4	76	NW 3.3	2.3	---	20
28.06.2000	927.7	16.3	81	N 3.7	6.3	---	20
29.06.2000	926.3	18.0	80	NW 3.3	2.7	---	20
30.06.2000	926.1	20.0	86	NW 4.7	3.2	---	20



**BİLEÇİK İLİ BOZÜYÜK İLÇESİ METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜ'NÜN
TEMMUZ 2000 AYI AYLIK METEOROLOJİK RASAT DEĞERLERİ**

TARİH	Basınç Ort.(mb)	Sıcaklık Ort(°C)	Nisbi Nem Ort.(%)	Rüzgar Yönü ve Hız(Ort.(ms/s))	Bulutluluk	Hydro Met. Olay	Rüyet (km).
01.07.2000	.931.3	.17.0	.70	N.3.3	.3.3		.20
02.07.2000	.932.1	.24.7	.56	N.1.7	.0.0		.20
03.07.2000	.929.9	.20.4	.47	N.2.8	.0.0		.20
04.07.2000	.929.1	.23.6	.42	NW.2.5	.0.0		.20
05.07.2000	.929.5	.27.4	.47	N.3.8	.0.0		.20
06.07.2000	.927.8	.26.8	.54	NW.5.0	.0.7		.20
07.07.2000	.927.5	.21.5	.66	NW.3.5	.1.0		.20
08.07.2000	.926.4	.23.0	.48	N.3.0	.0.0		.20
09.07.2000	.922.0	.26.0	.38	N.3.2	.0.0		.20
10.07.2000	.921.3	.21.8	.63	N.4.8	.0.0		.20
11.07.2000	.925.2	.21.5	.55	N.3.5	.0.0		.20
12.07.2000	.927.7	.25.2	.47	N.2.2	.0.0		.20
13.07.2000	.921.3	.28.0	.39	SW.4.2	.0.0		.20
14.07.2000	.922.2	.19.2	.76	N.3.0	.1.7		.20
15.07.2000	.921.7	.21.5	.59	N.4.2	.0.0		.20
16.07.2000	.924.1	.23.6	.47	SW.1.7	.0.0		.20
17.07.2000	.928.5	.22.8	.64	N.3.2	.2.0		.20
18.07.2000	.928.3	.20.2	.60	N.2.7	.1.3		.20
19.07.2000	.923.3	.18.6	.51	N.3.3	.1.3		.20
20.07.2000	.925.0	.17.0	.76	W.3.3	.7.0		.20
21.07.2000	.926.7	.18.0	.76	W.3.3	.4.3	Yağışlı	.20
22.07.2000	.926.7	.18.0	.76	W.3.3	.4.3	Yağışlı	.20
23.07.2000	.927.3	.16.5	.93	NW.3.3	.9.3	Yağışlı	.20
24.07.2000	.927.5	.17.0	.87	N.4.7	.7.0		.20
25.07.2000	.932.4	.18.2	.60	N.3.2	.0.0	Çiğli	.20
26.07.2000	.929.9	.24.5	.49	N.1.7	.0.0		.20
27.07.2000	.927.6	.27.0	.44	N.3.3	.0.0		.20
28.07.2000	.927.6	.25.6	.52	N.3.0	.0.0		.20
29.07.2000	.926.0	.31.2	.72	N.5.0	.0.0		.20
30.07.2000	.926.9	.32.0	.62	NW.3.7	.0.0		.20
31.07.2000	.927.6	.29.8	.80	NW.2.8	.4.6		.20

14.08.2000

**BİLECİK İLİ BOZÜYÜK İLÇESİ METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜ'NÜN
AĞUSTOS 2000 AYI AYLIK METEOROLOJİK RASAT DEĞERLERİ**

<u>TARİH</u>	<u>Basınç Ort. (mb)</u>	<u>Sıcaklık Ort. (C°)</u>	<u>Nisbi Nem Ort. (%)</u>	<u>Rüzgar Yönü ve Hız Ort. (m/sn)</u>	<u>Bulutluluk</u>	<u>Hidro Met. Olav</u>	<u>Rüyet (km)</u>
01.08.2000	931.4	14.4	86	N 5.0	8.7	Yağışlı	20
02.08.2000	933.4	15.5	79	N 5.0	7.0	---	20
03.08.2000	934.8	16.2	71	N 3.3	2.7	Ciğli	20
04.08.2000	932.7	18.6	66	NE 2.2	0.0	---	20
05.08.2000	929.5	20.4	57	N 3.0	0.0	---	20
06.08.2000	928.2	22.1	57	N 2.0	0.0	---	20
07.08.2000	927.5	24.6	64	N 3.2	0.0	---	20
08.08.2000	928.2	26.2	65	N 4.0	0.0	---	20
09.08.2000	930.9	23.4	76	N 4.3	2.0	---	20
10.08.2000	929.9	22.0	78	N 3.3	7.3	---	20
11.08.2000	926.4	24.6	73	N 2.5	7.7	Yağışlı	20
12.08.2000	926.7	21.8	83	N 3.8	8.0	---	20
13.08.2000	930.3	20.5	81	N 2.5	6.7	---	20
14.08.2000	931.6	22.8	68	N 3.5	2.0	---	20
15.08.2000	930.5	23.6	63	N 3.2	4.7	---	20
16.08.2000	929.2	22.2	61	N 3.8	5.3	---	20
17.08.2000	928.7	21.0	70	N 3.5	4.3	---	20
18.08.2000	930.6	21.7	70	N 4.7	4.7	---	20
19.08.2000	929.6	21.6	68	N 3.3	5.3	---	20
20.08.2000	931.4	22.1	63	N 2.8	2.0	---	20
21.08.2000	930.2	22.7	62	N 3.3	1.0	---	20
22.08.2000	929.9	23.2	59	NE 1.7	0.0	---	20
23.08.2000	930.7	22.5	61	NW 3.3	0.0	---	20
24.08.2000	930.6	22.9	68	N 3.5	0.0	---	20
25.08.2000	928.5	18.6	79	NW 3.3	0.7	Yağışlı	20
26.08.2000	926.8	14.5	74	NW 2.8	4.7	Yağışlı	20
27.08.2000	930.2	13.0	78	NW 3.0	8.2	---	20
28.08.2000	932.2	13.3	82	E 2.8	4.0	Ciğli	20
29.08.2000	931.4	16.0	79	NW 4.5	4.2	Ciğli	20
30.08.2000	931.4	11.8	92	W 2.3	6.2	Yağışlı	20
31.08.2000	931.8	10.4	94	W 2.4	6.6	Ciğli	20

12.09.2000

**BİLEÇEK İLİ BOZÜYÜK İLÇESİ METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜ'NÜN
EYLÜL 2000 AYI AYLIK METEOROLOJİK RASAT DEĞERLERİ**

TARİH	Basınc Ort.(mb)	Sıcaklık Ort.(°C)	Nisbi Nem Ort.(%)	Rüzgar Yönü ve Hız.Ort.(m/sn)	Bulutluluk	Hydro Met. Olav	Rüyet (km)
01.09.2000	.927.7	.18.8	.53	NE 2.8	.00	Cıllı	.20
02.09.2000	.923.3	.20.0	.58	NW 3.3	.07		.20
03.09.2000	.924.7	.18.6	.56	NW 3.5	.00		.20
04.09.2000	.927.7	.20.4	.55	NW 3.0	.17		.20
05.09.2000	.924.8	.22.0	.51	SW 4.2	.43		.20
06.09.2000	.922.0	.14.8	.86	NW 2.8	.53	Yağışlı	.20
07.09.2000	.924.2	.12.4	.81	NW 2.7	.50		.20
08.09.2000	.928.9	.14.6	.66	NW 2.2	.47		.20
09.09.2000	.937.5	.14.3	.78	N 4.0	.13	Cıllı	.20
10.09.2000	.935.8	.17.6	.68	SW 1.0	.33		.20
11.09.2000	.928.7	.19.0	.60	E 1.7	.23		.20
12.09.2000	.925.9	.16.4	.82	NW 3.8	.20	Yağışlı	.20
13.09.2000	.929.5	.15.2	.88	NW 3.7	.90		.20
14.09.2000	.930.0	.17.8	.76	N 2.3	.57		.20
15.09.2000	.929.8	.16.3	.70	NW 2.5	.33	Cıllı	.20
16.09.2000	.931.3	.15.5	.74	N 3.7	.00	Cıllı	.20
17.09.2000	.929.9	.16.2	.64	N 2.7	.00	Cıllı	.20
18.09.2000	.930.9	.18.5	.57	W 1.7	.23	Cıllı	.20
19.09.2000	.932.5	.19.6	.52	SW 2.5	.00		.20
20.09.2000	.932.8	.19.8	.59	N 3.2	.13		.20
21.09.2000	.932.3	.18.5	.54	NW 2.8	.00		.20
22.09.2000	.929.9	.18.8	.49	SE 1.8	.13		.20
23.09.2000	.927.5	.20.0	.61	SW 4.8	.00		.20
24.09.2000	.931.3	.15.0	.85	NW 4.3	.77		.20
25.09.2000	.933.6	.10.8	.90	W 2.0	.100	Yağışlı	.20
26.09.2000	.933.2	.9.4	.85	N 3.2	.97		.20
27.09.2000	.931.8	.10.4	.77	N 2.0	.90	Yağışlı	.20
28.09.2000	.930.9	.11.9	.73	N 3.2	.77		.20
29.09.2000	.930.1	.10.6	.72	W 1.8	.47	Cıllı	.20
30.09.2000	.933.7	.11.8	.66	NE 1.5	.67	Sisli-cıllı	.15

04.10.2000

**BİLECİK İLİ BOZÜYÜK İLÇESİ METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜ'NÜN
EKİM 2000 AYI AYLIK METEOROLOJİK RASAT DEĞERLERİ**

TARİH	Basınç Ort. (mb)	Sıcaklık Ort.(C°)	Nisbi Nem Ort.(%)	Rüzgar Yönü ve Hız.Ort.(m/sn)	Bulutluluk	Hidro Met. Olav	Rüyet (km)
01.10.2000	935.9	18.0	85	N 2.2	5.0	Ciğli	20
02.10.2000	933.7	16.0	78	SW 0.7	5.8	Ciğli	20
03.10.2000	932.2	16.3	66	E 4.0	5.0	Ciğli	20
04.10.2000	931.6	17.4	70	E 2.7	7.2	---	20
05.10.2000	934.4	18.2	76	E 4.7	6.6	---	20
06.10.2000	929.8	17.7	56	SE 2.5	8.0	---	20
07.10.2000	929.7	16.0	78	N 3.0	9.3	Yağışlı	20
08.10.2000	928.0	17.0	88	SW 4.2	10.0	Yağışlı	20
09.10.2000	925.1	13.8	74.0	N 1.3	7.0	---	20
10.10.2000	922.3	12.9	89.0	NE 3.2	9.7	Yağışlı	20
11.10.2000	930.0	12.9	77.3	NW 1.5	6.0	Yağışlı	20
12.10.2000	932.5	12.7	72.3	SE 0.3	7.3	Sisli-ciğli	15
13.10.2000	932.7	12.6	72.7	NW 1.7	3.7	Ciğli	20
14.10.2000	932.6	12.4	77.0	N 3.8	5.7	---	20
15.10.2000	932.2	12.2	59.3	E 2.8	4.3	---	20
16.10.2000	933.2	12.0	62.7	SW 1.3	0.0	Ciğli	20
17.10.2000	932.4	12.8	70.0	N 3.3	4.7	Ciğli	20
18.10.2000	930.4	12.0	71.0	N 3.3	7.0	---	20
19.10.2000	930.0	9.0	76.0	N 3.2	7.3	---	20
20.10.2000	930.8	7.5	77.3	N 5.3	9.3	---	20
21.10.2000	933.3	5.9	81.3	N 4.2	8.3	---	20
22.10.2000	932.3	4.2	92.7	N 2.7	10.0	Yağışlı	20
23.10.2000	929.7	5.4	92	NW 3.3	10.0	Yağışlı	20
24.10.2000	928.8	6.0	92	NW 3.0	9.0	Yağışlı	20
25.10.2000	929.9	6.4	81	NW 1.4	8.3	---	20
26.10.2000	930.7	6.4	75	E 2.0	6.3	Sisli-krağılı	10
27.10.2000	929.4	7.5	69	E 4.8	2.3	Krağılı	20
28.10.2000	931.1	8.2	89	NE 1.3	10.0	Yağışlı	20
29.10.2000	934.3	5.8	78	NE 3.0	7.7	Yağışlı	20
30.10.2000	932.5	5.7	76	E 2.0	6.3	Sisli-krağılı	10
31.10.2000	930.7	6.0	72	NE 3.3	5.7	Sisli-krağılı	10

07.11.2000

**BİLECEK İLİ BOZÜYÜK İLÇESİ METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜNÜN
KASIM 2000 AYI AYLIK METEOROLOJİK RASAT DEĞERLERİ**

TARİH	Basınç Ort.(mb)	Sıcaklık Ort.(°C)	Nisbi Nem Ort.(%)	Rüzgar Yönü ve Hız.Ort.(m/sn)	Bulutluluk	Hydro Met. Olav	Rüyet (km)
01.11.2000	.929.0	.62	.70	.NE 3.0	.00	Karşılı	.20
02.11.2000	.928.9	.93	.75	.E 2.2	.33	Karşılı	.20
03.11.2000	.929.8	.112	.74	.N 2.5	.70	Yağışlı	.20
04.11.2000	.933.0	.100	.72	.E 2.0	.40		.20
05.11.2000	.933.0	.92	.72	.E 2.7	.00	Karşılı	.20
06.11.2000	.928.7	.130	.60	.NE 2.5	.80	Karşılı	.20
07.11.2000	.926.0	.150	.50	.SW 4.7	.43		.20
08.11.2000	.929.7	.136	.47	.S 3.0	.00		.20
09.11.2000	.933.3	.116	.59	.SE 1.7	.50		.20
10.11.2000	.933.1	.103	.60	.SE 2.7	.33	Çiğli	.20
11.11.2000	.933.2	.124	.59	.NE 1.7	.73		.20
12.11.2000	.935.0	.78	.88	.N 2.3	.87	Yağışlı	.20
13.11.2000	.932.4	.48	.74	.E 2.7	.53	Sisli-karşılı	.10
14.11.2000	.932.4	.28	.65	.E 4.0	.20	Karşılı	.20
15.11.2000	.933.2	.37	.55	.NE 2.5	.00	Karşılı	.20
16.11.2000	.932.7	.41	.51	.E 2.7	.00	Karşılı	.20
17.11.2000	.931.8	.35	.53	.NE 3.3	.00		.20
18.11.2000	.930.5	.30	.56	.NE 3.3	.00	Karşılı	.20
19.11.2000	.930.0	.32	.59	.E 3.2	.07	Karşılı	.20
20.11.2000	.930.1	.64	.56	.NE 2.0	.80		.20
21.11.2000	.932.4	.66	.74	.W 2.0	.50		.20
22.11.2000	.932.9	.47	.70	.NE 1.2	.33	Karşılı	.20
23.11.2000	.933.5	.40	.75	.NE 1.8	.73	Sisli	.10
24.11.2000	.933.7	.27	.77	.SW 0.5	.60	Sisli-karşılı	.10
25.11.2000	.935.1	.35	.62	.NE 1.7	.13	Karşılı	.20
26.11.2000	.931.9	.80	.56	.E 3.5	.80		.20
27.11.2000	.921.6	.106	.62	.SE 5.3	.83		.20
28.11.2000	.921.7	.83	.82	.SE 1.7	.93	Yağışlı	.20
29.11.2000	.928.5	.84	.86	.NE 2.5	.97	Yağışlı	.20
30.11.2000	.934.8	.64	.87	.W 2.5	.97		.20

96.12.2000
Gıda Mh. Mühürü
Yarışan DYSAL
Mühürü

**BİLECK İLİ BOZÜYÜK İLÇESİ METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜNÜN
ARALIK 2000 AYI AYLIK METEOROLOJİK RASAT DEĞERLERİ**

TARİHİ	Basınç Ort.(mb)	Sıcaklık Ort.(C)	Nisbi Nem Ort.(%)	Rüzgar Yönü ve Hız Ort.(m/sn)	Bulutluluk	Hydro Met. Olav	Rüyet (km).
01.12.2000	.938.6	.6.0	.76	E.3.3	.7.0	_____	.20
02.12.2000	.938.0	.3.3	.80	NE.3.0	.7.3	Sisli	.10
03.12.2000	.938.1	.2.2	.76	E.2.0	.6.0	Sisli	.10
04.12.2000	.938.4	.1.2	.89	E.3.0	.9.0	Sisli	.10
05.12.2000	.937.3	.0.8	.94	SE.1.5	.10.0	Sisli	.08
06.12.2000	.936.0	.0.5	.93	NE.1.2	.9.7	Sisli	.08
07.12.2000	.934.3	.3.8	.91	N.3.8	.10.0	Sisli	.15
08.12.2000	.934.4	.3.2	.89	NW.2.7	.8.3	_____	.20
09.12.2000	.936.3	-.0.2	.78	SE.1.3	.7.3	Karılı	.20
10.12.2000	.935.0	.0.8	.73	SE.4.3	.4.0	Karılı	.20
11.12.2000	.932.5	.5.0	.70	N.3.2	.6.0	_____	.20
12.12.2000	.934.7	.5.0	.92	NW.2.3	.10.0	_____	.15
13.12.2000	.933.5	.4.2	.90	NW.1.3	.9.6	_____	.20
14.12.2000	.930.0	.6.0	.94	E.2.5	.8.0	Sisli-Karılı	.15
15.12.2000	.928.0	.8.0	.92	E.2.5	.6.0	_____	.20
16.12.2000	.924.4	.12.0	.82	NW.5.8	.8.0	_____	.20
17.12.2000	.929.8	.8.2	.90	W.1.7	.6.4	_____	.20
18.12.2000	.930.1	.2.6	.80	S.0.7	.7.3	_____	.20
19.12.2000	.929.7	.2.2	.88	NW.2.0	.10.0	_____	.20
20.12.2000	.929.2	.0.1	.78	N.4.2	.8.3	_____	.15
21.12.2000	.925.1	-.3.3	.88	NW.2.7	.9.7	_____	.15
22.12.2000	.932.1	-.3.0	.79	SE.2.3	.9.3	_____	.15
23.12.2000	.926.6	-.2.1	.88	W.0.8	.10.0	_____	.10
24.12.2000	.926.7	-.4.0	.88	NW.3.7	.9.6	_____	.20
25.12.2000	.931.4	-.7.5	.75	NE.4.3	.8.3	_____	.10
26.12.2000	.930.0	-.2.5	.77	NE.4.7	.8.3	_____	.20
27.12.2000	.928.3	.8.1	.72	N.5.7	.7.3	_____	.20
28.12.2000	.927.1	.6.5	.68	NE.4.3	.7.7	_____	.20
29.12.2000	.921.2	.5.1	.73	E.4.7	.8.0	_____	.20
30.12.2000	.918.2	.8.6	.73	SE.4.2	.8.7	_____	.20
31.12.2000	.925.1	.8.6	.82	E.3.0	.8.0	_____	.20

03.01.2001

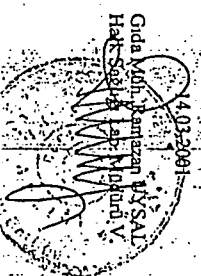
**BİLECİK İLİ BOZÜYÜK İLÇESİ METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜ'NÜN
OCAK 2001 AYI AYLIK METEOROLOJİK RASAT DEĞERLERİ**

<u>AYRIL</u>	<u>Basınç Ort.(mb)</u>	<u>Sıcaklık Ort.(C°)</u>	<u>Nisbi Nem Ort.(%)</u>	<u>Rüzgar Yönü ve Hız Ort.(km/sa)</u>	<u>Bulutluluk</u>	<u>Hidro Met. Olay</u>	<u>Rüyet (km)</u>
1.01.2001	924.8	7.2	85	E 5.0	9.7	Yağışlı	20
2.01.2001	928.4	7.0	84	NW 3.2	10.0	Yağışlı	20
3.01.2001	930.6	4.3	86	NE 3.7	9.7	----	20
4.01.2001	926.5	3.7	86	E 5.0	9.3	----	20
5.01.2001	930.2	3.2	85	SE 3.0	10.0	----	20
6.01.2001	933.0	4.9	80	NW 2.5	9.7	----	20
7.01.2001	936.7	6.4	84	E 3.0	7.0	----	20
8.01.2001	953.7	4.3	81	E 4.0	7.3	----	20
9.01.2001	930.5	7.9	68	SE 3.5	7.0	----	20
10.01.2001	934.4	5.2	75.3	N 1.8	7.7	Yağışlı	20
11.01.2001	933.7	2.5	72.7	E 1.8	7.7	Krağ-sisli	10
12.01.2001	931.4	1.7	69.7	SE 1.0	8.7	Krağ-sisli	10
13.01.2001	932.2	1.2	72.7	SE 0.8	9.3	Krağ-sisli	10
14.01.2001	932.5	2.0	90.7	NW 2.2	10.0	Yağışlı	20
15.01.2001	929.2	4.4	79.3	SE 2.5	9.3	Sisli	15
16.01.2001	933.3	3.0	86.0	SW 1.2	10.0	Katlı-vağışlı	20
17.01.2001	933.0	3.4	85.3	N 1.7	10.0	----	20
18.01.2001	931.7	2.9	87.0	NE 1.7	10.0	Yağışlı	20
19.01.2001	934.3	1.0	88.3	NW 2.0	10.0	Yağışlı	20
20.01.2001	935.6	-0.5	79.0	NW 2.0	9.3	Yağışlı	20
21.01.2001	933.7	0.2	83.3	NW 2.0	10.0	----	20
22.01.2001	934.5	-1.0	80.3	NW 1.7	9.7	----	20
23.01.2001	933.2	-0.3	80.0	NE 1.7	9.0	Krağ-sisli	10
24.01.2001	933.5	-1.4	68.3	NW 1.7	8.0	Krağlı	20
25.01.2001	937.4	-2.8	63.7	E 2.3	5.7	Krağlı	20
26.01.2001	936.5	-1.1	51.7	E 5.3	6.3	Krağlı	20
27.01.2001	931.2	1.2	52.0	E 5.8	8.0	----	20
28.01.2001	927.2	7.8	53.0	S 5.3	7.7	----	20
29.01.2001	930.8	8.5	62.3	S 3.3	8.7	----	20
30.01.2001	930.2	10.4	50.3	S 3.3	6.0	----	20
31.01.2001	923.3	6.9	48.7	S 5.2	7.3	----	20

06.02.2001
Gıda Müh. Ramazan UYSAL

**BİLEÇİK İLİ BOZÜYÜK İLÇESİ METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜ'NÜN
ŞUBAT 2001 AYI AYLIK METEOROLOJİK RASAT DEĞERLERİ**

TARİH	Basınç Ort (mb)	Sıcaklık Ort(°C)	Nispi Nem Drl(%)	Rüzgar Yönü ve Hız Or.(m/sn)	Bulutluluk	Hydro Met. Olay	Rüyet (km).
01.02.2001	920.3	7.2	65.0	S 5.0	8.7		20
02.02.2001	918.6	6.6	69.3	E 3.3	10.0	Yağmurlu.	20
03.02.2001	922.0	0.5	89.0	NW 1.7	10.0	Karlı-yağmurlu.	15
04.02.2001	931.1	-1.5	76.3	N 2.0	9.0	Yağmurlu.	20
05.02.2001	933.2	1.4	63	NE 3.3	4.7	Karlı	20
06.02.2001	934.1	3.3	75	NE 1.8	10.0		20
07.02.2001	936.7	4.0	70	N 2.5	6.0	Karlı-sisli.	15
08.02.2001	937.7	3.5	55	E 3.7	5.3	Karlı-sisli.	15
09.02.2001	937.0	6.4	50	E 4.0	0.0		20
10.02.2001	937.2	2.8	52	E 4.8	0.0	Karlı	20
11.02.2001	938.2	3.1	65	N 2.8	0.0	Karlı	20
12.02.2001	937.3	1.8	63.7	NW 3.2	10.0		20
13.02.2001	928.2	4.0	72.7	NE 1.5	9.7		20
14.02.2001	927.5	1.8	84.7	NW 2.0	9.3	Yağmurlu.	20
15.02.2001	922.2	0.7	77.3	N 2.5	9.3	Kar-Yağmurlu.	20
16.02.2001	935.6	0.1	72.0	NW 3.3	7.0		20
17.02.2001	935.1	-1.2	59.7	N 3.0	0.0	Karlı	20
18.02.2001	930.1	-0.3	60.0	N 3.0	4.3	Karlı	20
19.02.2001	923.5	-2.2	83	NW 2.2	9.3	Karlı	10
20.02.2001	924.2	-4.4	75	NW 2.7	9.7	Karlı	15
21.02.2001	925.8	-2.9	63	NE 1.8	7.7		20
22.02.2001	917.2	-0.3	79	NW 1.3	9.0	Karlı	20
23.02.2001	917.0	1.7	79	NE 1.7	7.7	Karlı	20
24.02.2001	919.8	9.9	66	SW 5.0	8.0		20
25.02.2001	922.9	11.8	47	S 5.0	7.3		20
26.02.2001	920.2	13.5	31.7	S 7.5	7.7		20
27.02.2001	920.3	8.4	64.3	S 6.7	8.7	Yağ-sisli,karlı.	10
28.02.2001	927.2	8.0	70.0	SE 3.0	8.0	Yağmurlu.	15



**BİLECEK İLİ BOZÜYÜK İLÇESİ METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜ'NDEN
MART 2001 AYI AYLIK METEOROLOJİK RASAT DEĞERLERİ**

TARİH	Basınç Ort.(mb)	Sıcaklık Ort.(C°)	Nispi Nem Ort.(%)	Rüzgar Yönü ve HızOrt.(m/sn)	Bulutluluk	Hidro Met. Olayı	Rüya (sn)
01.03.2001	920.1	10.8	67.3	S.5.8	8.0	Yağmurlu.	20
02.03.2001	925.8	7.5	54.3	SW.3.7	6.0	Yağmurlu.	20
03.03.2001	930.8	11.3	58.3	S.3.0	9.3	—	20
04.03.2001	932.6	15.5	32.0	SE.3.3	8.7	—	20
05.03.2001	930.6	14.5	39.3	SW.3.3	5.7	—	20
06.03.2001	929.2	11.4	68.0	NW.3.3	7.0	—	20
07.03.2001	929.5	1.8	80.0	NW.2.0	9.7	Kar-yağmur.	15
08.03.2001	930.5	2.8	73.0	NW.3.2	8.0	Karlı	20
09.03.2001	930.2	6.0	53.3	E.3.2	3.0	Karlı	20
10.03.2001	930.7	10.1	54.0	NE.3.5	3.7	—	20
11.03.2001	929.4	11.2	62.7	N.3.0	6.7	Cıvıllı	20
12.03.2001	927.2	10.4	68	N.1.7	8.2	Yağmurlu.	20
13.03.2001	925.9	7.8	37	NW.1.7	2.0	Cıvıllı	20
14.03.2001	921.3	10.2	61	SW.3.3	5.3	Cıvıllı	20
15.03.2001	926.2	6.0	70	NW.3.0	8.7	Yağmurlu.	20
16.03.2001	932.0	6.7	49	W.3.0	2.7	Karlı	20
17.03.2001	930.8	10.4	45	S.3.2	0.0	Karlı	20
18.03.2001	927.6	13.8	30	SW.3.3	2.7	—	20
19.03.2001	929.1	13.6	39.7	NW.6.7	7.3	—	20
20.03.2001	926.2	11.2	38.3	SW.5.0	6.0	—	20
21.03.2001	927.0	14.5	58.7	SE.2.5	6.0	Cıvıllı	20
22.03.2001	919.5	4.0	50.7	SW.2.5	7.3	—	20
23.03.2001	917.3	8.6	86.0	NW.3.8	10.0	Yağsılı	20
24.03.2001	925.5	13.4	61.0	NW.3.3	2.7	—	20
25.03.2001	923.8	11.8	46.0	SW.1.7	0.0	Cıvıllı	20
26.03.2001	923.1	21.2	70.3	SW.4.0	2.7	—	20
27.03.2001	926.2	21.4	17.0	SW.3.0	5.3	—	20
28.03.2001	924.6	12.5	45.7	NW.5.8	7.3	Yağmurlu	20
29.03.2001	929.5	8.8	64.0	N.2.5	6.3	—	20
30.03.2001	925.5	8.3	71.3	N.1.7	9.3	Yağmurlu	20
31.03.2001	927.0	7.2	88.0	SW.1.7	9.0	Yağmurlu	20

M.04.2001

**BİLECİK İLİ BOZÜYÜK İLÇESİ METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜ'NÜN
NİSAN 2001 AYI AYLIK METEOROLOJİK RASAT DEĞERLERİ**

TARİH	Basınç Ort. (mb)	Sıcaklık Ort. (C°)	Nisbi Nem Ort. (%)	Rüzgar Yönü ve Hız Ort. (m/sn)	Bulutluluk	Hidro Met. Olav	Rüyet (km)
01.04.2001	926.8	6.6	83.0	N 3.7	8.2		20
02.04.2001	930.7	3.8	83.7	NW 2.8	10.0	Yağışlı	20
03.04.2001	929.2	3.1	83.7	NW 2.3	10.0		20
04.04.2001	927.3	4.1	86.3	NW 1.3	10.0	Yağışlı	20
05.04.2001	925.4	6.9	72.3	W 2.5	6.7		20
06.04.2001	924.6	9.0	55.3	NW 0.7	7.7	Sisli-krağılı	15
07.04.2001	926.5	10.3	49.5	NW 2.3	8.7		20
08.04.2001	928.7	12.0	59.0	SE 2.0	0.7	Ciğli	20
09.04.2001	924.2	14.3	55	S 4.7	0.7	Ciğli	20
10.04.2001	920.2	10.0	75	SW 6.7	9.0	Yağışlı	20
11.04.2001	922.8	8.4	86	SW 2.2	7.7	Ciğli-Yağışlı	20
12.04.2001	927.5	9.6	75	SW 2.2	8.5		20
13.04.2001	923.4	13.8	58	SW 5.0	7.3		20
14.04.2001	922.4	5.0	94	NW 3.0	10.0	Yağışlı	20
15.04.2001	925.5	10.7	64	SE 5.0	6.0		20
16.04.2001	927.5	7.4	68	SE 2.3	7.7	Yağışlı	20
17.04.2001	928.7	12.0	50	SW 1.8	7.7	Sisli-Ciğli	10
18.04.2001	920.6	10.6	87	NW 1.5	10.0	Yağışlı	20
19.04.2001	927.3	13.0	63	N 1.2	6.7		20
20.04.2001	928.0	14.6	55	SW 1.7	6.0		20
21.04.2001	923.9	17.6	54.0	SW 5.8	10.0		20
22.04.2001	915.7	15.8	60	SE 3.5	9.7	Yağışlı	20
23.04.2001	915.2	8.4	64	SW 4.5	9.0	Yağışlı	20
24.04.2001	923.3	10.3	58	SW 4.7	8.3		20
25.04.2001	928.8	11.8	49	SW 3.3	4.7		20
26.04.2001	929.3	12.2	59	NW 3.3	5.3	Ciğli	20
27.04.2001	930.9	13.9	58	NW 2.0	2.0	Ciğli	20
28.04.2001	929.3	14.8	48	E 2.7	0.0	Ciğli	20
29.04.2001	928.4	16.5	47	NW 2.5	0.7		20
30.04.2001	927.8	16.2	61	NW 4.2	2.0		20

08.05.2001
Gıda M. B. Ramazan UYSAL
Halk Sağlığı Uzmanı / Müdürü V.