

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

168024

**KOCAELİ YARIMADASINDAKİ MONTERİ ÇAMI (PİNUS  
RADIATA) ORMANLARINA HAVA KİRLİLİĞİ ETKİSİNİN  
İBRE KÜKÜRT ANALİZLERİ İLE BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ahmet ÇELEBİ**

**Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ**  
**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Saim ÖZDEMİR**

**Ocak 2005**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

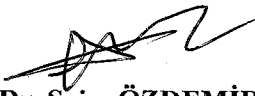
**KOCAELİ YARIMADASINDAKİ MONTERİ ÇAMI (PINUS  
RADIATA) ORMANLARINA HAVA KİRLİLİĞİ ETKİSİNİN  
İBRE KÜKÜRT ANALİZLERİ İLE BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ahmet ÇELEBİ**

**Enstitü Anabilim Dalı: ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ**

**Bu tez 31/01/2005 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.**

  
**Doç. Dr. Saim ÖZDEMİR**  
**Jüri Başkanı**

  
**Prof. Dr. M.Doğan KANTARCI**  
**Üye**

  
**Doç. Dr. Bülent ŞENGÖRÜR**  
**Üye**

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın oluşumunda emekleri geçen ;

Uzun yıllar yemeyip yediren, giymeyip giydiren, bugünleri umutla bekleyen, haklarını bu dünyada ödeyemeyeceğim **Babacığım ve Anneciğim**'e,

En büyük destekçim, Eşim, Hayat arkadaşım Sn. **Esra ÇELEBİ**'ye,

Okyanuslar dolusu bilgi ve becerileri olan, bilgi ve tecrübesinden her insanın faydalanmasında yarar gördüğüm, çalışmanın her noktasında yanımda olan, ülkemizin yetiştirdiği üstün bilim adamı Saygıdeğer Hocam **Prof.Dr. M.Doğan KANTARCI**'ya,

Bilgi ve deneyiminin yanında iyi niyeti ve nezaketine de hayran kaldığım, her aşamada yardıma koşan, birlikte çalışmaktan onur duyduğum Hocam **Doç.Dr.Saim ÖZDEMİR**'e.

Sonuca katkılarının yanında iyi niyeti ve ilgisi ile de beni onurlandıran Değerli Bölüm Başkanımız **Doç.Dr. Bülent ŞENGÖRÜR**'e,

Bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, katkılarını hiç esirgemeyen Sn. **Prof.Dr. M.Ömer KARAÖZ**, **Doç.Dr. Doğanay TOLUNAY**, **Dr. Nuray TOKGÖZ**, **Yrd.Doç.Dr. Ender MAKİNECİ**, **Prof.Dr. Ferruh ERTÜRK** ve **Yrd. Doç.Dr. Arslan SARAL**'a,

Katkılarını unutamayacağım, yüreği benimle birlikte atan dostum Sn. **İhsan BOZYEL**'e

Teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR .....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	vi
TABLolar LİSTESİ .....	ix
ÖZET .....	xi
SUMMARY .....	xii

### BÖLÜM 1.

GİRİŞ .....	1
-------------	---

### BÖLÜM 2.

HAVA KİRLİLİĞİNİN ORMAN AĞAÇLARINA ETKİLERİ İLE İLGİLİ KAYNAK ÖZETİ .....	3
--	---

### BÖLÜM 3.

KOCAELİ YARIMADASININ YETİŞME ORTAMI ÖZELLİKLERİ .....	13
3.1. Yeryüzü Şekli Özellikleri .....	13
3.2. İklim Özellikleri .....	14
3.3. Anakaya ve Toprak Özellikleri .....	17
3.4. Ağaçlandırma Alanındaki Doğal Ormanların Tür Bileşimi .....	18
3.5. İzmit İlinde Nüfus ve Nüfusun Değişimi .....	20
3.6. İzmit İlinde Sanayi Tesisleri .....	21
3.7. Hava Kirliliği ile Orman Alanları Arasındaki İlişki .....	27

### BÖLÜM 4.

ARAŞTIRMA MATERYALİ VE YÖNTEMLER .....	28
--	----

4.1. Araştırma Materyali (Örnek Alanların Seçimi ve İbre Örneği Alınması) .....	28
4.2. Yöntem .....	30
4.3. Çam İbreleindeki Kükürt Miktarının Verilmesi .....	30
BÖLÜM 5.	
BULGULAR .....	31
5.1. Örnek Alanların Sağlık Durumu .....	31
5.2. Örnek Ağaçların İbreleindeki Kükürt Miktarları .....	33
BÖLÜM 6.	
SONUÇLAR .....	36
BÖLÜM 7.	
TARTIŞMA .....	40
KAYNAKLAR.....	43
EKLER	
Ek 1 Harita .....	45
ÖZGEÇMİŞ .....	46

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

B	Batı
Cal	Kalori
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	Glikoz
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Kalsiyumnitrat
D	Doğu
G	Güney
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Karbonik Asit
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Sülfirik Asit
K	Kuzey
KNO <sub>3</sub>	Potasyumnitrat
Mg	Magnezyum
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Magnezyumnitrat
NAD	Nikotinamidadeninükleotid
NADP	Nikotinamidadeninükleotidfosfat
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	Amonyumnitrat
NO <sub>2</sub>	Azotdioksit
NO <sub>x</sub>	Azotoksitler
O <sub>3</sub>	Ozon
PAN	Peroksiasetilnitrat
ppm	Milyonda Bir
SO <sub>2</sub>	Kükürtdioksit
SO <sub>4</sub>	Sülfat
UV	Ultraviole

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 Doğu Avrupa'dan Gelen Hava Kütlelerinin Karadeniz Üzerinde Hareket ve Türkiye Kıyılarında Asit Yağış – Asit Sis Oluşum Olayının Modeli .....	4
Şekil 2.2 Yeşil Bitkilerde Klorofilde Karbonhidrat Sentezinin Şeması ve Hava Kirletici SO <sub>2</sub> ile NO <sub>2</sub> Gazlarının Etki Mekanizması .....	7
Şekil 2.3 SO <sub>2</sub> 'nin Çam İbrelerine Etkisi .....	8
Şekil 2.4 Yatağan Termik Santralının Çevresindeki Çam Ağaçlarının Sağlıklı Olarak Gelişim Göstermiş Çam Ağaçlarının Yıllık Halkalarındaki Genişliğin Karşılaştırılması .....	9
Şekil 2.5 Hava Kirliliğinin Orman Ağaçlarının Yıllık Halkalarında Sebep Olduğu Daralmalar .....	10
Şekil 2.6 Yeşil Bitkilerde Karbonhidrat Üretimi ve Solunum (Tüketim) ile Aktif, Terleme ile Pasif, Toprakta İyonların Alınması .....	11
Şekil 2.7 Atmosferdeki CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> ve NO <sub>x</sub> Gazlarının Bitki Yapraklarında ve Fotosentezde Kullanılması ve Fazla Miktardaki SO <sub>2</sub> ve NO <sub>x</sub> Gazlarının Bitkilerde Sebep Oldukları Zararlar .....	12
Şekil 3.1 Kocaeli Yarımadasındaki Karadeniz – İzmit Körfezi Arasında Yeryüzü Şekli, Yükselti ve Bakı ile Yıllık Ortalama Yağış Miktarlarının Değişimi .....	15
Şekil 3.2 Çalışma Alanı Rüzgar Esiş Durumları .....	16
Şekil 3.2.1 İzmit İl Merkezi Rüzgar Esiş Yönleri ve Sayıları .....	16
Şekil 3.2.2 Şile İlçesi Rüzgar Esiş Yönleri ve Sayıları .....	16
Şekil 3.2.3 Kandıra İlçesi Ay İçinde En Fazla Rüzgarın Estiği Yön .....	17
Şekil 3.3 Kocaeli Yarımadasında Karadeniz – İzmit Körfezi Arasında Yeryüzü Şekli, Yükselti ve Bakı ile Doğal Ormanlardaki Ağaç ve Çalı Türlerinin Bulunuşu Arasındaki İlişki .....	19

Şekil 3.4 İzmit İlindeki Sanayi Tesislerinin Bölgesel ve Sektörel Dağılımı .....	22
Şekil 3.4.1 Tesislerin Bölgesel Dağılımı .....	22
Şekil 3.4.2 Tesislerin Sektörel Dağılımı .....	22
Şekil 5.1 Körfez – İzmit – Kefken Kesitinde Monteri Çamlarının İbrelelerindeki Kükürt Miktarlarındaki Değişim.....	35
Şekil 7.1 Türkiye’de ve Yatağan Termik Santralının Çevresinde Baca Gazlarından Etkilenmemiş, az etkilenmiş, Oldukça Etkilenmiş ve Çok Etkilenmiş olan Kızılçam Ağaçlarının İbrelelerindeki Kükürt Miktarları .....	42





## TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1 SO <sub>2</sub> Gazına Karşı Dayanıklılık ile İlgili Ölçme Sonuçları .....	5
Tablo 3.1 Kocaeli Köylü ve Kentli Nüfusundaki Değişim .....	20
Tablo 3.2 Kocaeli İli SO <sub>2</sub> Ölçüm Sonuçları .....	23
Tablo 3.2.1 Endüstri Meslek Lisesi SO <sub>2</sub> Ölçüm Sonuçları .....	23
Tablo 3.2.2 Körfez SO <sub>2</sub> Ölçüm Sonuçları .....	23
Tablo 3.2.3 İzmit Belediyesi SO <sub>2</sub> Ölçüm Sonuçları .....	24
Tablo 3.2.4 Santral SO <sub>2</sub> Ölçüm Sonuçları .....	24
Tablo 3.2.5 Derince SO <sub>2</sub> Ölçüm Sonuçları .....	25
Tablo 3.2.6 Gölcük SO <sub>2</sub> Ölçüm Sonuçları .....	25
Tablo 3.2.7 Gebze SO <sub>2</sub> Ölçüm Sonuçları .....	26
Tablo 3.2.8 Dilovası SO <sub>2</sub> Ölçüm Sonuçları .....	26
Tablo 4.1. Kocaeli Yarımadası Pinus radiata Ağaçlandırma Alanları.....	29
Tablo 5.1. Kocaeli Yarımadası Pinus radiata Ağaçlandırmalarında Ağaçların Yükselti, Bakı, Yaş, Boy, Çap ve Sağlık Durumları .....	32
Tablo 5.2 Kocaeli Yarımadası İzmit – Kefken Kesitinde Pinus radiata İbrelere Kükürt Miktarları .....	34
Tablo 7.1 Türkiye’de ve Yatağan Termik Santralının Çevresinde Baca Gazlarından Etkilenmemiş, az etkilenmiş, Oldukça Etkilenmiş ve Çok Etkilenmiş olan Kızılcam Ağaçlarının İbrelelerindeki Kükürt Miktarları .....	41

## ÖZET

Anahtar Kelimeler: Kocaeli (Çatalca) Yarımadası, Hava Kirliliği, Pinus radiata

Hava Kirliliği gün geçtikçe tüm dünyada ciddiye alınıp, acil önlemler gerektiren bir sorun haline gelmiştir. Hava Kirliliği doğrudan veya dolaylı olarak tüm canlıları etkileyebilmektedir. Bu etkinin ölçüğü bilimsel çalışmalar çoğaldıkça daha iyi anlaşılakta ve zararlarının büyüklüğünün tahminlerin de ötesinde olduğu bir çok kez vurgulanmıştır.

Bu çalışmada; havasının en temiz olduğu yerler olarak bilinen ormanlarda dahi hava kirliliğinin ekolojik dengeyi bozucu etki yaptığına değinilmiştir. Ormanların üretim kayıplarının sebebi üzerinde durulmuş ve bu kayıplarda hava kirliliğinin etkileri araştırılmıştır. Bunun için belirgin bir hava kirleticisi olan SO<sub>2</sub> (Kükürtdioksit)'in, hızlı gelişme gösteren Monteri çamı (Pinus radiata) ibrelerinde birikim oranları araştırılmıştır. Çalışma alanı olarak Kocaeli (Çatalca) Yarımadası seçilmiştir. Bölgede bulunan tüm Monteri çamı ağaçlandırma alanlarından 1 yaş ve varsa 2-3 yaş ibre örnekleri toplanmıştır. Örneklerin kükürt analizleri yapılarak yoruma gidilmiştir.

Sonuçta hava kirliliğinin etkisi SO<sub>2</sub> birikimi ile anlaşılmiştir. Bölgede var olan kurumalarda hava kirliliğinin tek etken olmadığı, kurumaların böcekler ve diğer faktörlerle birlikte hava kirliliğinin de bir sonucu olduğu, ayrıca Monteri Çamı (Pinus radiata)'nın toprağı sığ olan ve sulak olmayan yerlerde ağaçlandırılmasının uygun olmadığı, bu noktalarda daha dayanıklı türlerin ağaçlandırılmasının daha verimli olacağı kanaatine varılmıştır.

# **THE DETERMINE WITH NEEDLE SULPHUR ANALYSIS OF THE AIR POLLUTION EFFECT TO MONTARY PINE'S FOREST IN KOCAELI PENINSULA**

## **SUMMARY**

Key words: Kocaeli(Çatalca) peninsula, Air pollution, Pinus radiata

When the time is passing the air pollution which need protect becomes problem. The air pollution effects to everykind liver in the earth directly or not. When the scientific works gets bigger,the harm's big will be understood in this work. Air pollution solves ecolocigally even in the forest which is known as a most clean air place. Forest's product lost is researched. For this SO<sub>2</sub> sulphur which is improve fastly. It's accumulation proportion is researched.

Kocaeli,Çatalca is choosen as a work place. One old, two old and three old pine trees' sample is used. Comment is done by doing examples' sulphur analyse. At the end the effect of air pollution is understood with SO<sub>2</sub> . The air pollution is not the only effect to dry in this place. Together with air pollution other effect and insect also effective to dry.

## BÖLÜM 1. GİRİŞ

Kocaeli Yarımadası Kuzey Anadolu ile Trakya'yı birbirine bağlayan iki yarımadadan Anadolu tarafında yer alanıdır. Batıda Trakya tarafında yer alan yarımada ise Çatalca Yarımadasıdır.

Kocaeli Yarımadasının kuzeyinde Karadeniz, güneyinde İzmit Körfezi ve Marmara Denizi yer almaktadır. Yarımadanın en yüksek yeri Kayalıdağ (Karakayalı Dağ) olup 650 m'dir. Karadeniz üzerinden esen hakim kuzey rüzgârları ile güneybatıdan esen lodos rüzgârı Kocaeli Yarımadası üzerine deniz etkisini taşımaktadır. İzmit Körfezinde hava hareketlerinin doğu – batı yönünde olması da ayrı bir iklim değerlendirmesini gerektirmektedir.

Kocaeli yarımadasının güneyinden geçen karayolu ve demiryolu İstanbul – İzmit – Adapazarı doğrultusunda yoğun bir sanayileşme ile buna bağlı olarak yoğun bir yerleşmeye sebep olmuştur.

Yarımadanın geniş kuzey kesimi ise ormanlarla kaplıdır. Bu ormanlar yakacak odun ve odun temini için meşe baltalıklarına dönüştürülmüş ve geniş alanlarda da çalılışmışlardır. Çalılışmış orman artıklarının yeniden üretime kazandırılması için Kocaeli Yarımadasında hızlı gelişen orman ağacı türleri ile geniş alanlarda ağaçlandırmalar yapılmıştır. Hızlı gelişen orman ağacı türlerinden en yoğun olarak kullanılan iki tür Sahil Çamı (Pinus pinaster) ve Monteri çamı (Pinus radiata)'dır. Kocaeli Yarımadasında hızlı gelişen orman ağacı türleri yanında yerli orman ağacı türlerinden Kızılcım, Karaçam, Sarıçam, Fıstık Çamı ve Sedir de geniş alanlarda yetiştirilmiştir.

Son yıllarda Kocaeli Yarımadasındaki ağaçlandırma alanlarında yaygın böcek zararları ve kurumalar ortaya çıkmıştır. Bu kuruma olayları ile zararlı böceklerin yaygınlaşmasında hava kirliliğinin de etkilerinin olabileceği düşünülmektedir.

İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı tarafından başlatılan kapsamlı bir çalışma programı ile Kocaeli Yarımadasındaki yerli ve yabancı ağaç türleri ile yapılmış ağaçlandırmalardaki gelişmeler ve bu gelişmeleri etkileyen yetiştirme ortamı faktörleri araştırılmaktadır. Hava kirliliğinin etkileri de bu çerçevede içinde araştırma konusudur. Bu geniş kapsamlı araştırma programı içinde “Monteri Çamı (*Pinus radiata*) ibrelerinde kükürt tayini ile hava kirliliğinin bu ağaçlar üzerinde bir etkisi olup olmadığını belirlemek” sunulan araştırma çalışmasının konusu olmuştur.

Monteri Çamı (*Pinus radiata*) çok hızlı büyüme yeteneği gösteren bir orman ağacı türüdür. Bu ağaç türü ile yetiştirilmiş olan ormanlar, diğer ormanlardan belirgin olarak daha boyu ve daha kalın çaplı olarak seçilmektedirler. Ağacın büyüme enerjisi aynı zamanda ibrelerin yüksek karbondioksit özümleme kapasitesine bağlıdır. Yüksek karbondioksit özümleme kapasitesi ise havada kirlilik yaratan  $SO_2$  ve  $NO_x$  gibi zararlı gazların da  $CO_2$  ile birlikte fazla miktarda alınmasına sebep olabilir. Fazla miktarda alınan  $SO_2$  ile  $NO_x$ 'ten türeyen  $H_2SO_4$ ,  $H_2SO_4$  ve  $HNO_3$  asitleri ise ibredeki klorofilli hücrelerde klorofilin tahrip olmasına, dolayısı ile  $CO_2$  özümlemesinin azalmasına veya ibrelerin kurummasına sebep olurlar. Böyle bir gelişme ağacın artım kaybına (yıllık halkaların daralması), zayıf düşmesine ve zararlı böceklerin istilasına ve kurummasına sebep olabilir. Bütün bu zarar görme sürecinin başında ibrelerdeki kükürt birikiminin ne kadar olduğunun bilinmesi gerekmektedir.

Öte yandan Monteri Çamı (*Pinus radiata*) İstanbul - İzmit - Adapazarı ekseninde kurulmuş olan yonga ve lif levha fabrikalarına önemli bir miktarda odun hammaddesi yetiştirilebilecek bir ağaç türüdür. Bu sebeple de Monteri Çamının sanayi için değeri çok yüksektir (Sahil Çamı da aynı durumda). Bölgedeki Devlet Orman İşletmeleri Monteri Çamı ve Sahil Çamı ağaçlandırmalarından elde ettikleri tomruk ve odunlardan önemli gelirler sağlamaktadırlar.

Yukarıdan beri sunulan özellikler Monteri Çamının ibrelerinde kükürt analizleri ile hava kirliliğinden etkilenme derecesini araştırmamıza bilimsel ve aynı zamanda ekonomik bir sebep oluşturmuştur.

## BÖLÜM 2. HAVA KİRLİLİĞİNİN ORMAN AĞAÇLARINA ETKİLERİ İLE İLGİLİ KAYNAKLARIN ÖZETİ

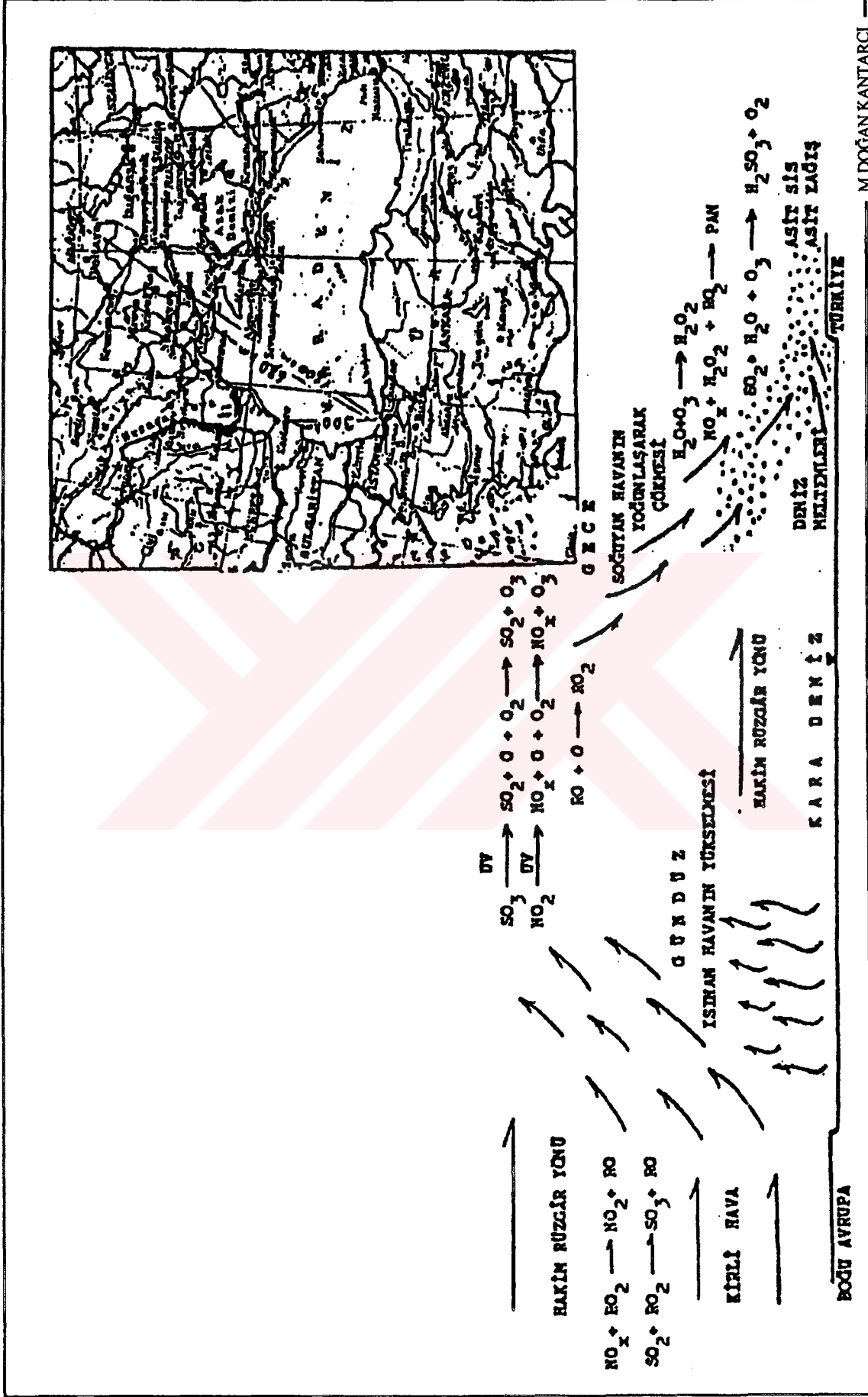
Burada incelenen kaynak araştırma ve yayınlar özellikle Kocaeli Yarımadası ve yakın çevresindeki hava kirliliği olayları ile ilgili olan yayınlardır. Komşu veya daha uzak bölgelerde aynı konudaki araştırmalar ile yayınlardan gerekli (doğrudan konu ile ilgili) olanlar da incelenmiştir.

Kocaeli ve Çatalca yarımadaı üzerine gelen hava kirliliği ile sanayi alanları arasındaki ilişkiler 1960'lardan beri bilinmekte ise de Karadeniz üzerinden gelen asit yağışlar ilk defa 1985-86 yıllarında ölçülmüş ve 1986'da yayınlanmıştır [ 2 ]. Bu çalışmada Karadeniz üzerinden gelen rüzgârlar ile oluşan yağışların reaksiyonu İstanbul Boğazı girişindeki Rumeli Feneri ağaçlandırma alanında 4.2-5.3 pH, Bahçeköy'de ise 4.2-4.7 pH arasında ölçülmüştür .

Daha sonra benzer bir çalışma ise 1990-1992 yıllarında Belgrad Ormanı ile İzmit çevresindeki asit yağışların reaksiyonu 2.6 - 3.8 pH değerleri arasında ölçülmüştür [ 1 ].

Aynı dönemde kar reaksiyonlarını ölçen M. D. Kantarcı, Samanlı Dağlarında Keltepe'nin kuzey yamacında 900 m ve 1000 m yükseltilerdeki karda 5.6-5.8 ile 4.8-6.0 pH değerleri ölçmüştür. Bu yükseltilerdeki kayın ağaçlarının dallarındaki likenlerin üstündeki kar suyunun reaksiyonu ise 3.6-3.9 arasında ölçülmüştür [ 3 ].

İzmit şehrindeki hava kirliliği için 1988 yılından bu yana yapılan SO<sub>2</sub> ölçmelerine bakılırsa havadaki SO<sub>2</sub> miktarında giderek bir azalma vardır [ 10 ]. Aylık SO<sub>2</sub> ölçmelerinin verildiği 1990 yılından buyana örnek olarak 1990 yılı ocak ayında SO<sub>2</sub> 451 µg/m<sup>3</sup>'ten 2002 yılında 51 µg/m<sup>3</sup>'e düşmüştür (Endüstri Meslek Lisesi çevresindeki ölçümler). Diğer değerler ileride ilgili bölümde verilmiştir.



PAN: Peroksiasetilnitrat RC<sub>2</sub> ve RC: Metan dışı hidrokarbon bileşikleri (Triklometan gibi CHCl<sub>3</sub> - CCl<sub>4</sub>)

Şekil 2.1 Doğu Avrupa'dan gelen kirli hava kütlelerinin Karadeniz üzerinde hareket yönü ve Türkiye kıyılarında ait yağış - asit sis oluşumu olayının modeli

Hava Kirliliğinin sınır değerleri Türkiye’de çok yüksek tutulmuştur. Bu sınır değerleri derleyen M. D. Kantarcı orman ağaçlarının çok daha düşük 20-30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{SO}_2$  değerlerine dahi hassas olduklarını belirtmektedir. Özellikle ekolojik olarak hassas (soğuk, kurak veya sığ topraklı, taşlı topraklı yetiştirme ortamlarında) havadaki  $\text{SO}_2$  miktarının 20-30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ’ün üzerine çıkmaması gerektiği belirtilmektedir. Ekolojik bakımdan en uygun yetiştirme ortamlarında ise havadaki  $\text{SO}_2$  miktarının ancak 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  kadar olabileceği belirtilmektedir [ 3 ]. Halbuki Türkiye’de  $\text{SO}_2$  için uzun vadeli sınır değer 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , endüstri bölgelerinde 250  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak verilmiştir (Türk Hava Kalitesini Koruma Yönetmeliği). Bu yüksek  $\text{SO}_2$  değerlerine göre havanın kalitesinin korunmadığı, tam tersine orman ağaçlarının ölümüne sebep olduğu belirtilmektedir (Tablo 2.1)

Tablo 2.1  $\text{SO}_2$  gazına karşı dayanıklılık ile ilgili ölçme sonuçları (Kantarcı , 1992)

BİTKİ TÜRÜ	$\text{SO}_2$ YOĞUNLUĞU mg/m <sup>3</sup>	ETKİ SÜRESİ <sup>(1)</sup>	E T K İ			
			Büyümeden duraklama (Materna 1973)			
1. BATI LADINI (Picea excelsa)	25-40	1 YIL	Büyümeden duraklama (Materna 1973)			
UYGUN YET.ORT.	150	30'	Büyüme devresinde dayanıklılık sınırı			
	100	24 SAAT	"	"	"	"
	50	1 YIL	"	"	"	IUFRO
ZAYIF VE FAKİR <sup>(2)</sup>	75	30'	"	"	"	ÇALIŞMA
HASSAS YETİŞME	50	24 SAAT	"	"	"	GRUBU
ORTAMLARINDA	25	1 YIL	"	"	"	1979
2. SARIÇAM (Pinus sylvestris)	170	1 YIL	Büyümenin duraklaması (Farrar ve ark.1977)			
	190	1 YIL	İbreliler için yaşama şansı çok azdır.			
3. VEYMUT ÇAMI (Pinus strobus)	45	7 AY	Büyümenin duraklaması (Linzon 1971)			
	70	6 SAAT	Hassas orijinlerde ibrelerde nokralanma.			
4. TÜM İBRELİ TÜRLER İÇİN	80	1 YIL	Belirgin ibre zararları-ölümler			
	100	1 YIL	Özellikle göknar, ladin, sarıçam melez ölümleri (Tingey ve Reinert 1975).			
5. TÜTÜN (BEL W-3) (Nicotinata bacum)	131	4 HAFTA	Büyümede duraklama			
		(Haftada 40 SAAT)	Kuru ağırlıkta % 22 azalma.			
6. TURP (Raphanus sativus)	130	5 HAFTA	Yaprak ve kök ağırlığında azalma, kök kısalmı			
		(Haftada 40 SAAT)	liğı (Tingey ve ark. 1971).			
7. ARPA	160-210	27 GÜN	Yapraklarda nokra oluşumu (Mandel ve ark. 1975)			
8. MISIR	160-210	27 GÜN	"	"	"	
9. ADI YONCA (Medicago sativa)	131	4 HAFTA	Kuru yaprak ağırlığında % 26, (Tingey ve Reinert 1975)			
		(Haftada 40 SAAT)	Kök ağırlığında % 49 azalma			
10. İNGİLİZ ÇİMİ (Lolium perenne)	43	96 GÜN (KIŞIN)	Kuru yaprak ağırlığında % 21 (Bell ve ark. 1979).			
	43	126 GÜN (KIŞIN)	"	"	"	% 51 azalma.
	69	12 HAFTA	"	"	"	azalma (Crittenden ve Read 1978)
	106	194 GÜN	"	"	"	% 24 " (Bell ve ark. 1979)
	122	44 GÜN	"	"	"	% 25 " (Bell ve Clough 1973)
	191	26 GÜN	"	"	"	azalma (Bell ve Clough 1973)
11. $\text{SO}_2$ İÇİN						
GENEL DAYANIKLILIK SINIRLARI						
ÇOK HASSAS BİTKİLER	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ /YIL					(Prinz ve Brandt 1980)
HASSAS BİTKİLER	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ /YIL					
AZ HASSAS BİTKİLER	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ /YIL					

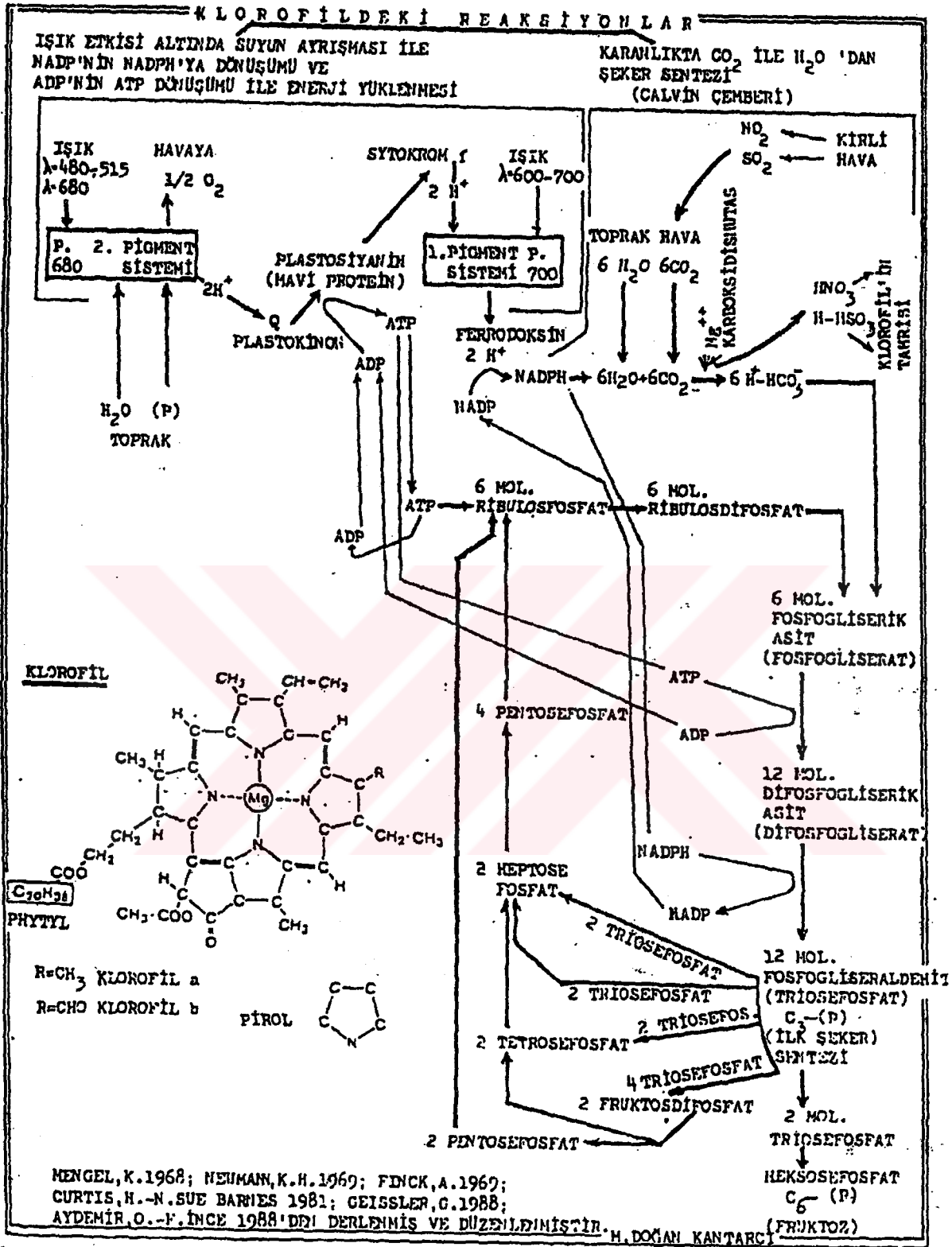
2) Erozyon alanları (sığ ve taşlı topraklar), fakir yetiştirme ortamları (Kuvarsit, kumtaşı toprakları), yüksek dağlık alanlar (UW ve  $\text{O}_3$  etkisi fazla).

1) ETKİ SÜRESİ; Effectsperiode SAAT: Hour GÜN: Day YIL: Year

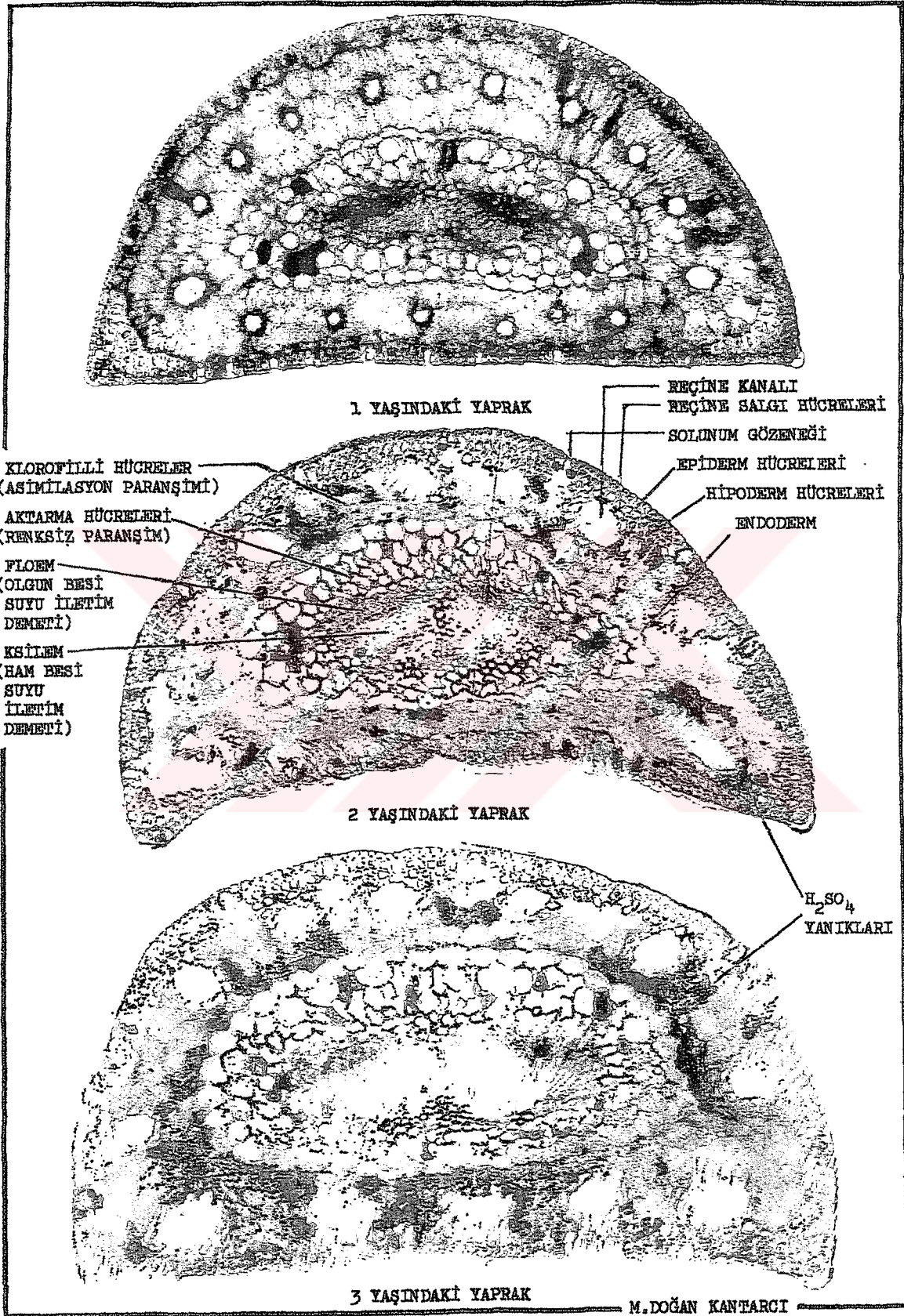


Havadaki SO<sub>2</sub> gazı bitki yapraklarında solunum gözeneklerinden aynen CO<sub>2</sub> gibi alınmaktadır. Karbondioksit (CO<sub>2</sub>) klorofildeki fotosentez sürecinde önce karbonik asite (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) dönüştürülmekte, daha sonra 3, 4, 5 ve 6 karbonlu karbonhidratlara dönüştürülerek glikoz sentezi yapılmaktadır. Havadan alınan SO<sub>2</sub> ve NO<sub>x</sub> ise aynen karbonik asidi sentezi yapıyormuş gibi klorofilde H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> ve giderek H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile HNO<sub>3</sub>'e dönüştürülmektedir. Ancak bu asitler klorofili tahrip etmektedirler (Şekil 2.2 ve 2.3). Klorofilin tahribi sonucunda yetersiz özümleme yapan ağacın yıllık halkaları daralmakta ve odun artımı azalmaktadır (Şekil 2.4 ve 2.5). Zararlı gazların fazla olması halinde bitki solunum için ihtiyacı olan karbonhidratı dahi üretememekte ve üretim/tüketim oranı < 1 olmakta, dolayısı ile bitki ölmektedir (Şekil 2.6).

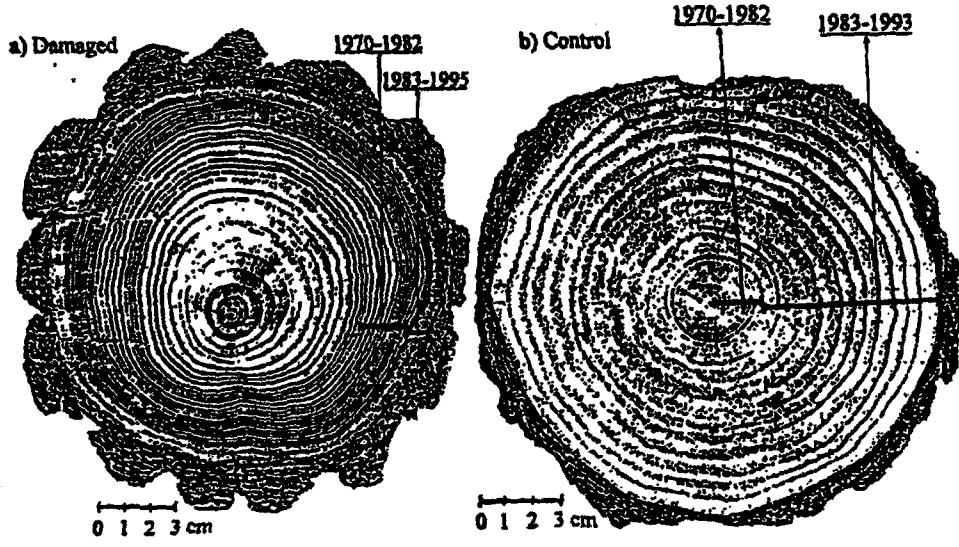




Şekil 2.2 Yeşil Bitkilerde Klorofildeki Karbonhidrat Sentezinin Şeması ve Havayı Kirlenici SO<sub>2</sub> ile NO<sub>2</sub> Gazlarının Etki Mekanizması (Kantarcı, 1996)

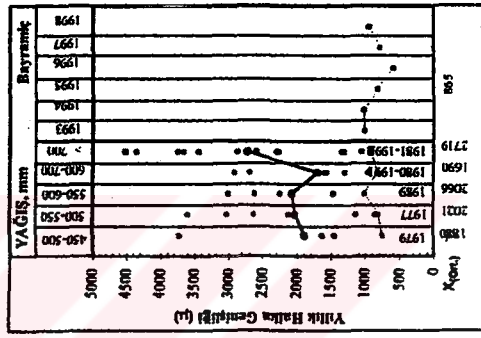
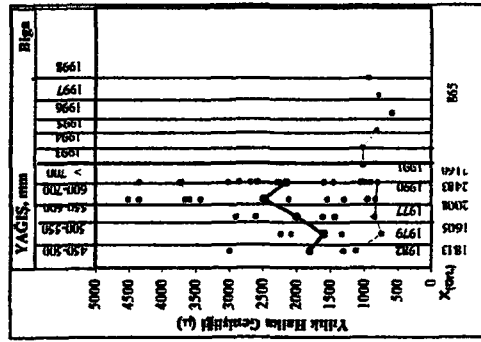
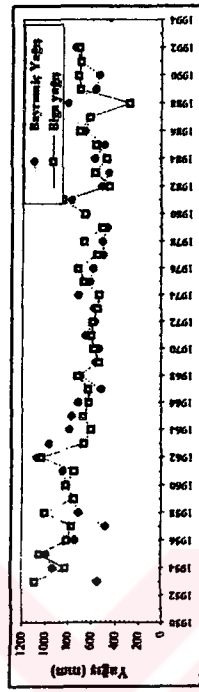
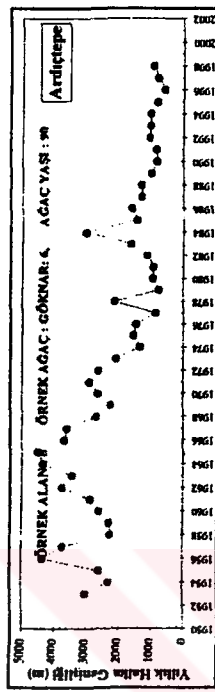


Şekil 2.3 SO<sub>2</sub>'nin Çam İbrelerine Etkisi (Kantarci, 1996)

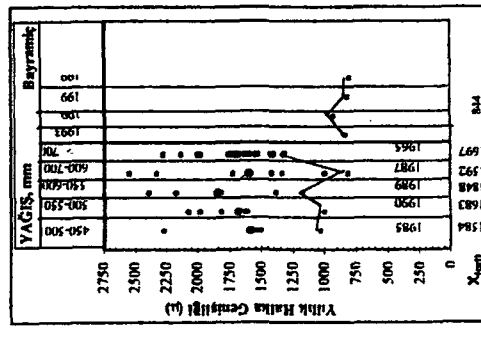
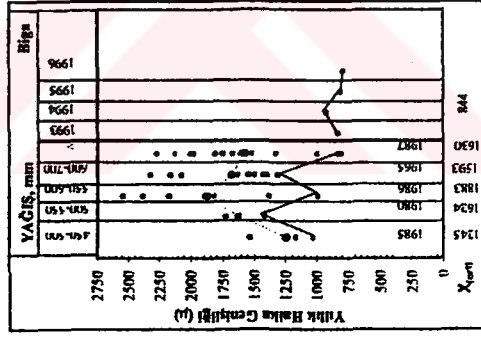
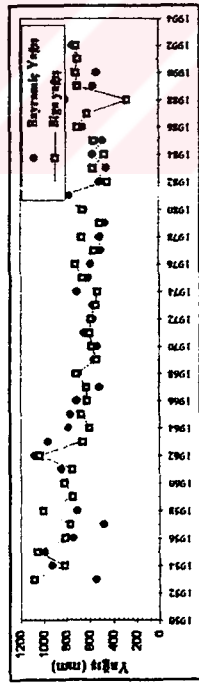
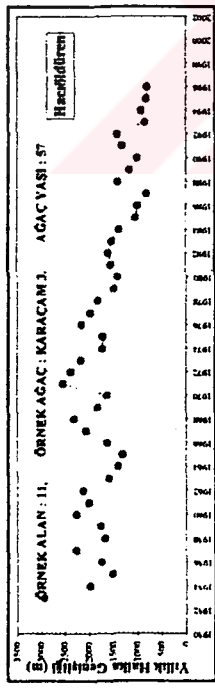


Şekil 2.4 Yatağan Termik Santralının Çevresindeki Çam Ağaçları ile Sağlıklı Olarak Gelişim Göstermiş Çam Ağaçlarının Yıllık Halkalarındaki Genişliğin Karşılaştırılması (Tolunay, 2003)

BAYRAMIÇTE ARDIÇBAŞI 90 YAŞINDAKİ ÖRNEK BİR KAZDAĞI GÖKNARI AĞACININ YILLIK HALKALARININ GELİŞİMİ VE SON YILLARDAKİ DARALIMLAR

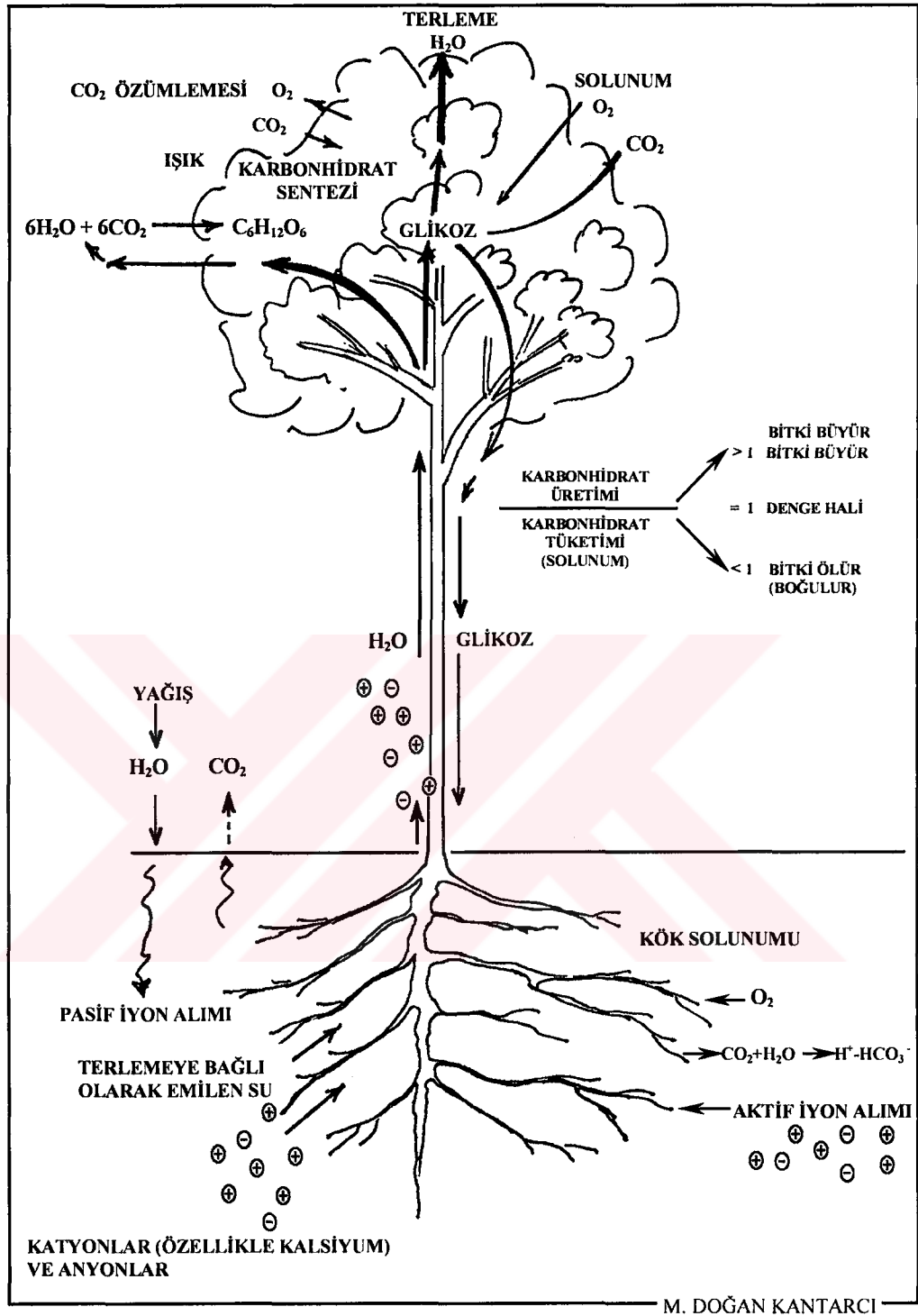


BAYRAMIÇTE HACTÖLDÜREN 57 YAŞINDA ÖRNEK BİR KARAÇAM AĞACININ YILLIK HALKALARININ GELİŞİMİ VE SON YILLARDAKİ DARALIMLAR

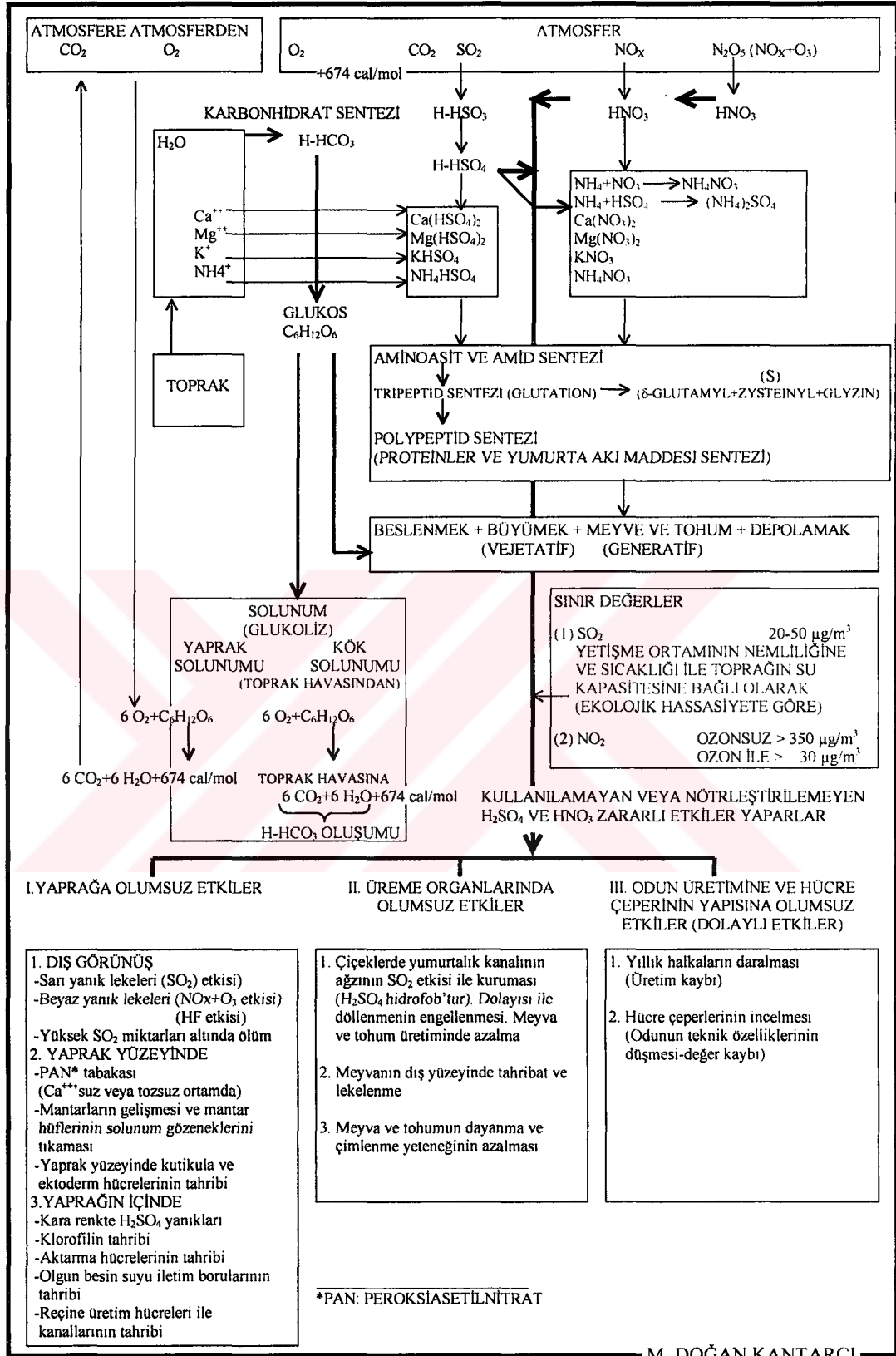


M. DOĞAN KANTARCI

Şekil 2.5 Hava Kirliliğinin Orman Ağaçlarının Yıllık Halkalarında Sebep Olduğu Daralimler (Kantarci, 2000)



Şekil 2.6. Yeşil Bitkilerde Karbonhidrat Üretimi Ve Solunum (Tüketim) İle Aktif, Terleme İle Pasif Olarak Toprakтан İyonların Alınması (Kaynak: Kantarcı, M. D. 1996).



Şekil 2.7 Atmosferdeki CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> ve NO<sub>x</sub> Gazlarının Bitki Yapraklarında Ve Fotosentezde Kullanılması ve Fazla Miktardaki SO<sub>2</sub> İle NO<sub>x</sub> Gazlarının Bitkilerde Sebep Oldukları Zararlar (Kantarci, M. D., 2001, 2002).

## **BÖLÜM 3. KOCAELİ YARIMADASININ YETİŞME ORTAMI ÖZELLİKLERİ**

Monteri Çamı (*Pinus radiata*) ağaçlandırmaları Kocaeli Yarımadasında Kuzeyde Karadeniz kıyısından, güneyde İzmit'in üstünde Çenedağı güney yamaçlarına kadar ve Serçe Tepenin güney yamaçlarına kadar ağaçlandırma alanlarına dikilmiştir. Kaynak özetleri bölümünde de belirtildiği gibi Kocaeli Yarımadası hem kuzeyden Karadeniz üzerinden gelen hava kirliliğinin , hem de güneydeki sanayi alanlarından gelen hava kirliliğinin etkisi altındadır. Bu sebeple Kocaeli Yarımadasının yetişme ortam özelliklerinden kısaca bahsetmek gerekmektedir.

### **3.1. Yeryüzü Şekli Özellikleri**

Kocaeli yarımadasında kuzeyde Kandıra – Kefken ile güneyde Yarımca – İzmit arasındaki şerit çalışma alanımızdır (Ek 1. Harita). Bu alanda alınmış olan şekil 3.1 incelendiğinde çalışma alanının yeryüzü şekli özellikleri ortaya çıkmaktadır.

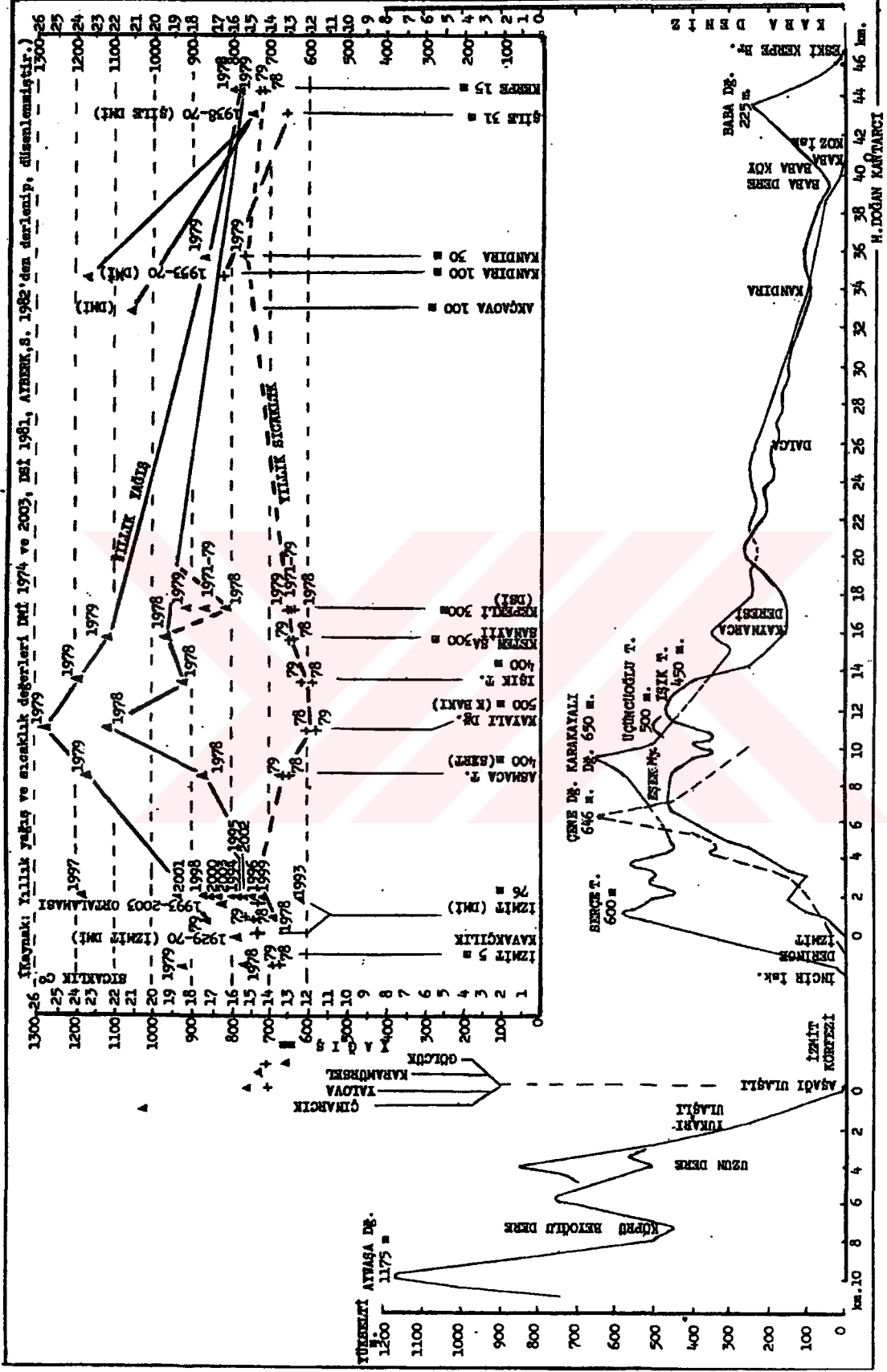
Kocaeli yarımadasının çalışma alanımız olan kesitinde Karadeniz kıyısından itibaren 225 m yükseltiye ulaşan Babadağ yer almaktadır. Ancak arazi güneye doğru yükselerek İzmit'in arkasındaki yüksek tepelik sırtlara ulaşmaktadır. İzmit'in hemen kuzeyindeki bu yüksek tepelik arazi Serçe Tepe 600 m, Çenedağ 646 m, Karakayalı Dağ (Kayalı Dağ) 650 m, Üçüncü oğlu Tepe 500 m, Asmaca Tepe 450 m, Işık Tepe (Fare Tepe) 450 m yükseltilerinden oluşmaktadır. şekil 3.1'de de görüldüğü gibi bu tepelerden oluşan sırt kuzeye doğru oldukça hafif bir eğimle alçalırken, güneye İzmit Körfezine çok dik eğimlerle inmektedir. İzmit Körfezinin güneyinde yer alan ve Armutlu yarımadasını oluşturan Samanlı Dağları Kütlesi de Körfeze çok dik



yamaçlarla inmektedir. Körfez bu iki yüksek kütle arasında kuzey Anadolu fayının geçtiği derin bir çöküntü oluşudur (Bkz. Ek 1 harita ve şekil 1).

### 3.2. İklim Özellikleri

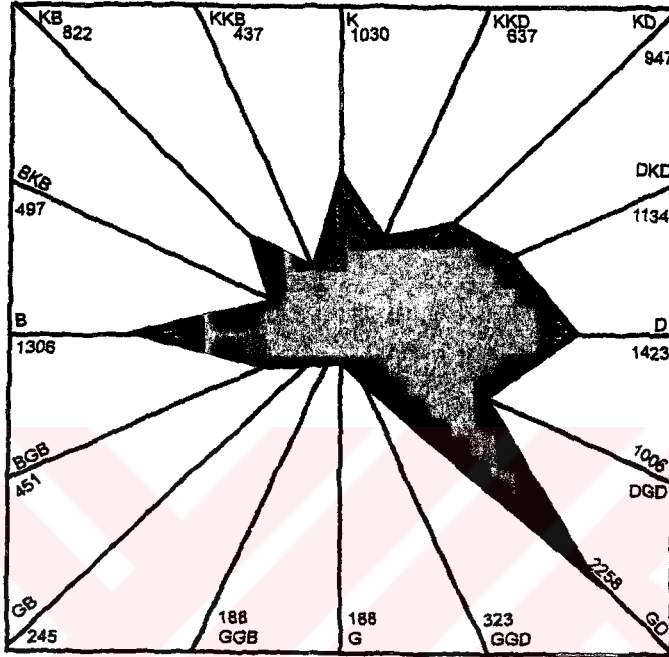
Şekil 3.1'deki arazi şekli incelendiğinde kuzeyden Karadeniz üzerinden gelen rüzgârların çalışma alanının geniş bir bölümünü etki altında tutabileceği anlaşılmaktadır. Karadeniz üzerinden gelen bu rüzgârlar ancak tepelerin arasındaki gediklerden İzmit Körfezine doğru geçebilirler. Şekil 3.1'de İzmit'in kuzeyinde yer alan yüksek tepelik arazinin güneye inen yamaçlarının serin Karadeniz rüzgârlarından korunduğu ve daha sıcak, daha az yağış alan, daha kurak bir iklime sahip olduğu anlaşılmaktadır. Şekil 1'in üst kesimine yerleştirilmiş olan yıllık ortalama yağış miktarları ile 1978-79 yıllarına ait yağış ölçmeleri yağışın araziye uygun olarak değişimini ve Karadeniz üzerinden gelen nemli ve serin havanın etkisini göstermektedir. Çalışma alanındaki meteoroloji istasyonlarının yağış ve sıcaklık değerleri şekil 3.1'de verilmiştir.



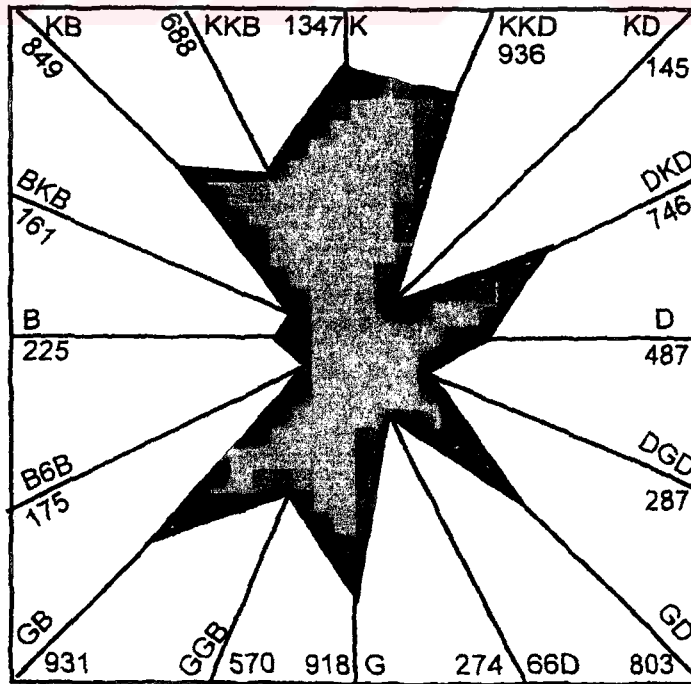
Şekil 3.1 Kocaali Yarımadası'nda Karadeniz – İzmit Körfezi Arasında Yeryüzü Şekli, Yükselti ve Bakı ile Yıllık Ortalama Yağış Miktarlarının Değişimi Arasındaki İlişki (Kantarci, 2004)

Çalışma alanının güneyini temsil eden İzmit'in rüzgar esiş ortalamaları şekil 3.2.1'de gösterilmiştir. Bu bölgede güneydoğu ağırlıklı bir esiş söz konusudur. Araştırma alanının kuzeyi içinde Şile ve Kandıra için verilerden şekil 3.2.2 - 3 hazırlanmıştır. Şile ve Kandıra'da hakim rüzgarların kuzeyden estiği görülmektedir.

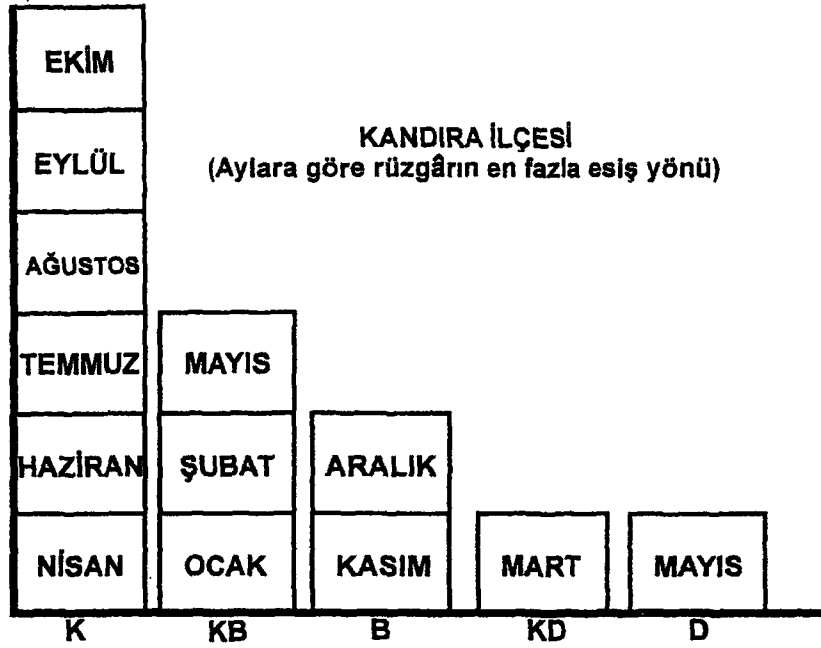
Şekil 3.2 Çalışma Alanı Rüzgâr Esiş Durumları (Meteoroloji Bülteni)



Şekil 3.2.1 İzmit İl Merkezi Rüzgâr Esiş Yönleri ve Sayıları



Şekil 3.2.2 Şile İlçesi Rüzgâr Esiş Yönleri ve Sayıları



Şekil 3.2.3 Kandira İlçesi Ay İçinde Rüzgâr Esiş Yönleri ve Sayıları

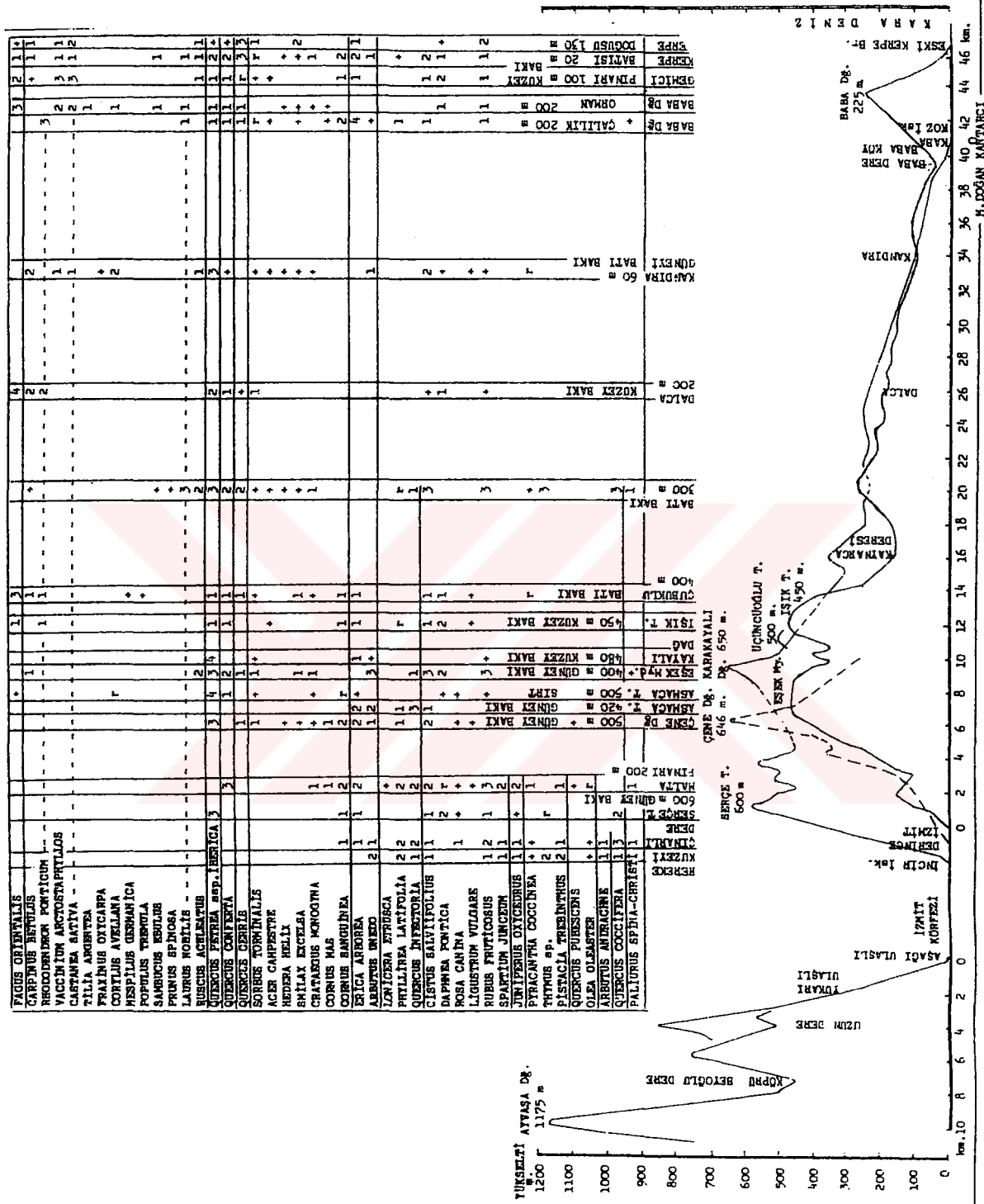
### 3.3. Anakaya ve Toprak Özellikleri

İzmit'in kuzeyindeki yüksek tepelik arazi silur yaşında olup, burada kuvarsitler, kum taşları yaygındır. Kayalı Dağ ise riyolit anakayasının yükseltisidir. Asmaca Tepe – Şehitler Tepe sırtı devon yaşlı toztaşı şistlerinden oluşmuştur. Kuzeydoğuya doğru hafif eğimle alçalan arazide Kerpe - Kefken yönünde eosen yaşlı kireç taşları ve üst kretase yaşlı flişler yer almaktadır. Bu arazinin geniş vadilerinde ise 4. zaman alüvyonları bulunmaktadır. Çalışma alanının en kuzeyinde (Kefken – Kerpe arasında) üst kretaseye ait Çakmaktaşı killer yer almaktadır.

Araştırma alanında Monteri Çamı (*Pinus radiata*) dikilmiş ağaçlandırma alanları kireç taşlarının üstünde yer almamaktadır. Monteri Çamı dikilmiş alanların tamamı kireçsiz anakayaların veya ana materyallerin üstünde oluşmuş topraklara dikilmiştir. Çünkü Monteri Çamı kireçli anakayalara ve bunlardan oluşmuş topraklara uyum gösterememektedir.

### 3.4. Ağaçlandırma Alanındaki Doğal Ormanların Tür Bileşimi

Kocaeli Yarımadasının yeryüzü şekli / iklim ilişkilerine bağlı olarak doğal ormanlarındaki tür bileşimi de değişiklik göstermektedir (şekil 3.3). İzmit'in kuzeyindeki yüksek tepelik arazinin kuzey yamaçlarında ve sırtlarında görülen Doğu Kayını (*Fagus orientalis*) ve Adi Gürgen (*Carpinus betulus*) ormanları bu yöredeki Karadeniz ikliminin yükselti ile artan nemliliğini göstermektedir. Benzer durum Karadeniz kıyısında Babadağ'da da vardır. Aradaki hafif eğimle Karadeniz'e doğru alçalan arazi meşe türleri ile bunlara eşlik eden çalı türlerinden oluşmuş ormanlarla kaplıdır (şekil 3.3). Ancak yüksek tepelik arazinin İzmit Körfezine inen yamaçlarında güney etkisi belirginleşmektedir. Bu güney yamaçlarda Pırnal Meşesi (*Quercus coccifera*), Zeytin (*Olea oleaster*), Karaçalı (*Paliurus spina-christs*), Menengiç (*Pistacia terebinthus*) gibi sıcak iklimde yetişen türler yaygınlaşmaktadır (şekil 3.3).



Şekil 3.3 Kocaeli Yarımadası'nda Karadeniz - İzmit Körfezi Arasında Yeryüzü Şekli, Yükselti ve Bakı ile Doğal Ormanlardaki Ağaç ve Çalı Türlerinin Bulunuşu Arasındaki İlişki (Kantarıcı, 2004)

### 3.5. İzmit İlinde Nüfus ve Nüfusun Değişimi

İzmit ilinde 1927 yılında toplam nüfus 299 000 kişidir. İl merkezi ve kazalarda yaşayan şehirli nüfusu 52 000 kişi, köylerde yaşayan nüfus 247 000 kişi olup, şehirli nüfusu toplam nüfusun % 17.11'ini, köylü nüfusu toplam nüfusun % 82.89'unu oluşturmaktadır. İzmit İlinde 1990 yılında toplam nüfus 937 000 kişiye yükselmiştir. Bu nüfusun il merkezi kazalarda oturan bölümü 583 000 (% 62.23), köylerde oturan bölümü 354 000 (% 37.77) kişidir. İl merkezi ve kazalar güneyde İzmit Körfezinin kıyısında yoğunlaşmışlardır. Burada artan sanayileşme önemli bir şehirleşmeye ve nüfus yoğunluğu oluşumuna sebep olmuştur. Nüfus artış hızı 1927-35 arasında yıllık % 1.43 iken, 1970-1990 arasında % 4.30 - 4.64 gibi çok yüksek oranlara ulaşmıştır.

Tablo 3.1 Kocaeli Kentli ve Köylü Nüfusları [ 10 ]

YILLAR	KENTLİ (1000 KİŞİ)	KÖYLÜ (1000 KİŞİ)	KENTLİ (%)	KÖYLÜ (%)
1927	52	247	17.11	88.52
1935	62	274	18.36	81.64
1940	79	276	21.12	78.88
1950	104	371	21.86	78.14
1960	112	185	17.68	58.82
1970	188	197	48.83	51.17
1975	255	222	53.49	46.51
1980	318	279	53.28	45.85
1985	412	330	55.5	44.5
1990	583	354	62.23	37.7

İzmit ilinde şehirleşme ile birlikte ısınmak için yakıt kullanımı da artmış ve kullanılan yakıtların türü değişmiştir. Önceleri odun ve odun kömürü ile ısınan halk giderek linyit kömürü yakmağa başlamıştır. Kaloriferli binaların artışı linyit kömürü kullanımını daha da arttırmıştır. Linyit kömürü kullanımına bağlı olarak hava kirliliği de özellikle kış aylarında artmıştır (Tablo 3.2). Tablo 3.2 serisinde kış aylarında havadaki SO<sub>2</sub> ve partikül madde azalması doğalgaz kullanımının artmasına, linyit kömürü kullanımının azalmasına bağlıdır. Ancak gene ddede hava kirliliği orman ağaçlarına zarar verecek seviyededir. Köylere ve kuzeydeki ilçelere (Kandıra vd.) doğalgaz götürülemediğine ve artan köylü nüfusunun linyit kömürü yaktığına göre buralardaki hava kirliliğinin ormanlara zarar verecek ölçüde olabileceği anlaşılmaktadır.

### 3.6. İzmit İlinde Sanayi Tesisleri

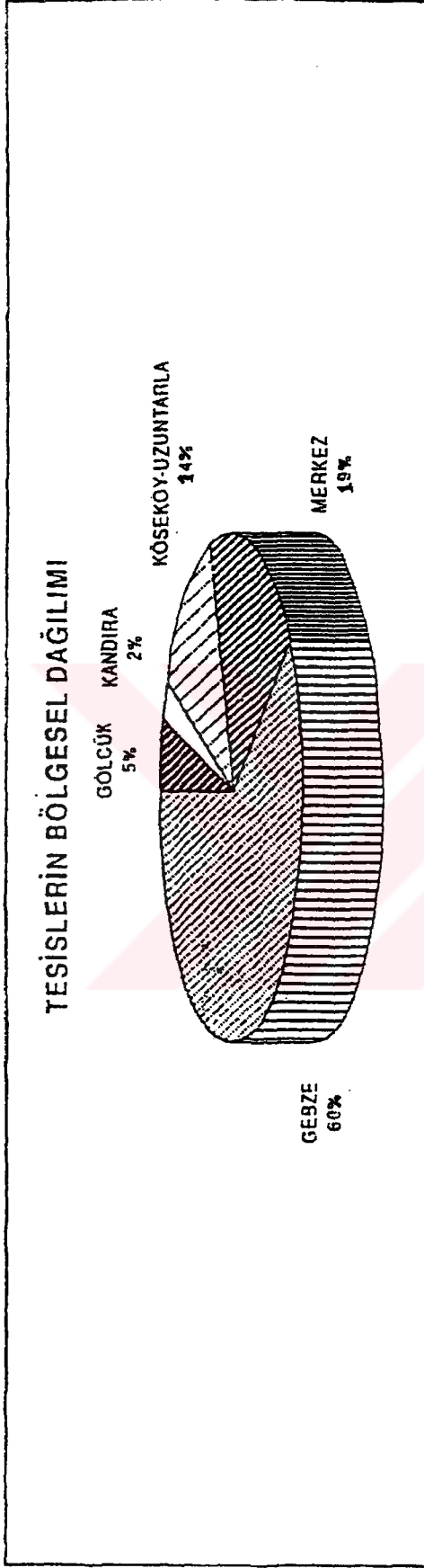
İzmit ilinde ilk sanayi tesisleri Hereke Dokuma Fabrikası (1834), Seka Kâğıt Fabrikası (1934), Petrol ofisi (1941), Tüpraş (1960), Petkim (1965) olup, sanayi tesislerinin %90'ı 1960 yılından bu yana kurulmuştur (İzmit İl Çevre Md'lüğü Raporu 1996). İzmit İl Çevre Md'lüğü raporuna (1996) göre sanayi tesislerinin yoğunluğu Gebze'de (%60) olmakla beraber, İzmit yakınında ve karşısında (Gölcük) %38 oranında önemli bir sanayi tesisi yoğunluğu vardır (Şekil 3.3.1).

Sanayi tesislerinin sektörlere dağılımı da şekil 3.3.2'de görülmektedir. Sektörlere dağılım incelendiğinde; sanayi tesislerinin yaklaşık % 80'inin havayı kirletici nitelikte olduğu anlaşılmaktadır.

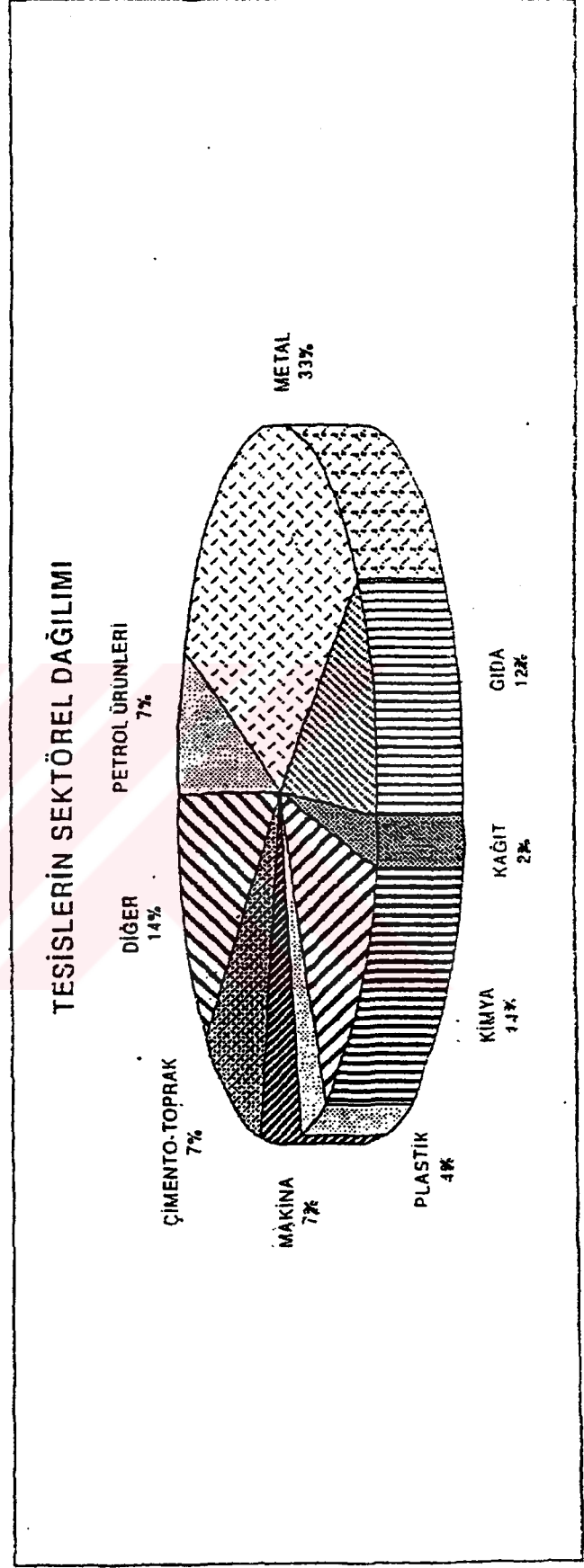




Şekil 3.4 İzmit İlindeki Sanayi Tesislerinin Bölgesel ve Sektörel Dağılımı (İzmit Çevre Raporu, 1996)



Şekil 3.4.1 İzmit İlindeki Sanayi Tesislerinin Bölgesel Dağılımı



Şekil 3.4.2 İzmit İlindeki Sanayi Tesislerinin Sektörel Dağılımı

Tablo 3.2 KOCAELİ YARMADASI SO<sub>2</sub> ÖLÇÜM SONUÇLARI (İzmit Çevre Raporu 1996 ve Çevre İl Md'lüğü 2002 verilerinden hazırlanmıştır)

Tablo 3.2.1 ENDÜSTRİ MESLEK LİSESİ SO<sub>2</sub> ÖLÇÜM SONUÇLARI

YILLAR	AYLAR												KİŞ DÖNEMİ ORTALAMASI	YILLIK ORTALAMA
	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK		
1990	451	261	254	139	114	109	77	63	58	94	256	270	264	178
1991	362	402	217	143	76	54	53	45	55	74	272	310	273	172
1992	364	381	314	111	39	38	45	20	37	43	203	246	258.5	153
1993	158	187	125	60	41	31	17	18	23	27	81	166	124	78
1994	158	184	125	67	31	27	50	21	18	12	86	184	124	80
1995	129	179	115	78	34	25	12	10	78	89	143	111	127	84
2002	51	44	29	25	18	20	16	16	18	21	41	47		32

Tablo 3.2.2 KÖRFEZ SO<sub>2</sub> ÖLÇÜM SONUÇLARI

YILLAR	AYLAR												KİŞ DÖNEMİ ORTALAMASI	YILLIK ORTALAMA
	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK		
1990	345	187	157	109	77	78	74	54	43	48	87	110	155.7	114
1991	281	400	235	148	77	45	41	38	53	89	276	325	268	167
1992	111	84	43	16	24	12	15	15	22	25	48	83	64	40
1993	88	71	-42	43	22	19	17	14	15	13	45	84	57	39
1994	88	71	42	24	19	14	*	21	16	35	66	100	*	*
1995	63	73	37	29	18	17	22	17	29	76	100	60	68	50
2002	18	25	14	10	10	10	10	10	10	10	10	19		13

Tablo 3.2.3 İZMİT BELEDİYESİ SO<sub>2</sub> ÖLÇÜM SONUÇLARI (devamı)

YILLAR	AYLAR												KİŞ DÖNEMİ ORTALAMASI	YILLIK ORTALAMA
	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK		
	1990	384	268	227	104	33	*	*	*	*	75	167		
1991	456	425	221	135	71	20	*	*	25	41	171	183	250	*
1992	282	317	243	92	*	*	*	*	*	62	201	163	211	*
1993	105	93	71	*	*	*	*	*	*	31	77	109	81	*
1994	105	93	71	67	46	*	17	*	*	62	93	150	95	*
1995	152	128	95	66	51	37	32	99	66	41	78	63	92	75
2002	57	26	18	14	10	10	10	10	11	10	29	45		20

Tablo 3.2.4 SANTRAL SO<sub>2</sub> ÖLÇÜM SONUÇLARI

YILLAR	AYLAR												KİŞ DÖNEMİ ORTALAMASI	YILLIK ORTALAMA
	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK		
	1990	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
1991	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1992	390	427	276	79	33	26	23	17	29	55	211	276	272	153
1993	98	120	95	100	37	30	17	23	17	29	31	96	78	58
1994	98	113	96	36	16	15	15	21	16	41	75	138	93	56
1995	106	192	96	68	28	16	10	10	68	59	126	122	116	75
2002	44	36	25	25	19	19	15	17	18	20	20	52		



Tablo 3.2.7 GEBZE SO<sub>2</sub> ÖLÇÜM SONUÇLARI (devamı)

YILLAR	AYLAR												KİŞİ DÖNEMİ ORTALAMASI	YILLIK ORTALAMA			
	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK					
1990	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1991	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1992	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1993	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1994	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1995	183	218	100	99	65	59	63	99	19	54	27	210	100	99			
2002	74	47	36	23	18	22	12	17	22	37	45	30					

Tablo 3.2.8 DİLOVASI SO<sub>2</sub> ÖLÇÜM SONUÇLARI

YILLAR	AYLAR												KİŞİ DÖNEMİ ORTALAMASI	YILLIK ORTALAMA			
	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK					
1990	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1991	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1992	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1993	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1994	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1995	152	122	111	91	77	63	47	91	40	-96	49	79	95	79			
2002	86	64	32	29	22	26	25	26	29	42	48	37					

### 3.7. Hava Kirliliği ile Orman Alanları Arasındaki İlişki

Kocaeli yarımadasında hava kirliliğinin; İzmit çevresindeki sanayi tesislerinden, evlerde ısınmak amacı ile yakılan fosil yakıtlardan ve Karadeniz üzerinden gelen kirli havadan kaynaklanmakta olduğu yukarıdan beri sunulan incelemelerden anlaşılmaktadır.

İzmit Körfezi çevresindeki hava kirliliği Körfez - Sapanca Gölü çukurluğu doğrultusunda hareket eden hava kütlelerine bağlı olarak yayılma eğilimi göstermektedir [ 9 ]. İzmit'in kuzeyindeki yüksek tepelerden Karadeniz kıyısına kadar uzanan arazi ise buradaki ilçeler ve köylerin yaktıkları kömür ve fuel - oil gibi fosil yakıtlardan kaynaklanan hava kirliliği ile Karadeniz'den gelen hava kirliliğinin etkisi altında kalmaktadır. Bu arazi zaman zaman esen lodos (GB) rüzgârının taşıdığı İzmit Körfezi Sanayi bölgesinin hava kirliliğinin etkisi altında da kalmaktadır.

## **BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA MATERYALİ VE YÖNTEMLER**

### **4.1. Örnek Alanların Seçimi ve İbre Örneği Alınması**

Kefken / Kerpe kıyısından itibaren İzmit Körfezine kadar Monteri Çamı (*Pinus radiata*) ile ağaçlandırılmış alanların tamamından örnek alanlar alınmış ve örnek ağaçlardan ibre örnekleri alınmıştır. Örnek alanlar tablo 4.1'de verilmiştir. Tablo 4.1'de görüldüğü üzere 3 ayrı yörede yapılmış Monteri Çamı ağaçlandırma alanlarından toplam 33 örnek alan alınmıştır.

İbre örnekleri örnek alanlarda kesilmiş olan örnek ağaçlardan alınmıştır. Örnek ağaçların farklı sürgünlerindeki 1, 2, 3 yaşındaki ibreler alınmıştır. Ağacın tepe sürgünlerinden, alt dallarına kadar aynı yaşlı ibreler toplanmış ve aynı yaşlı karma ibre örneği alınmıştır. Böylece ormanın tepesinden, orman içi dallarına kadar aynı yaşlı ibrelerin temsil edilmesi sağlanmıştır.

Tablo 4.1. Kocaeli Yarımadası Pinus radiata Ağaçlandırma Alanları

<b>ÇENEDAĞ YÖRESİ</b>	KUZEY BAKILI YAMAÇ	ÜST / ORTA Y. ORTA YAMAÇ ALT YAMAÇ	I II III
	GELİNTAŞITEPE KUZEY YAMACI	SIRT DÜZLÜĞÜ SIRT DÜZLÜĞÜ SIRT DÜZLÜĞÜ	I II III
	KOKARPINAR YOLU	ORTA YAMAÇ ORTA YAMAÇ ORTA YAMAÇ	I II III
	KOKARPINAR KUZEYİ	ORTA YAMAÇ	I
	TÜPRAŞ ÜSTÜ	ÜST YAMAÇ	I
	MAĞARA YOLU YUKARISI	ÜST YAMAÇ	I
	ÇINARLIDERE	ALT YAMAÇ	I
<b>Σ</b>	<b>7 Mevki</b>	<b>13</b>	<b>13</b>

<b>KARATEPE – FARETEPE YÖRESİ</b>	KARATEPE (DUGLAS ÜSTÜ)	ORTA YAMAÇ ORTA YAMAÇ ORTA YAMAÇ	I II III
	FARETEPE	ÜST YAMAÇ ÜST YAMAÇ ÜST YAMAÇ	I II III
<b>Σ</b>	<b>2 Mevki</b>	<b>6</b>	<b>6</b>

<b>KERPE-KEFKEN-BABADAĞ -SARISU YÖRESİ</b>	KERPE (TUR 71/521) BÖLME 2 - 3	DÜZ ALAN DÜZ ALAN DÜZ ALAN	I II III
	ÖZEL İDARE KAMPI KARŞISI	SIRT DÜZL.	I
	ÖMERAĞZI KÖYÜ KARŞISI	SIRT DÜZL.	I
	BABADAĞ - LOKMANDERE (TUR 71/521)	ORTA YAMAÇ ORTA YAMAÇ ORTA YAMAÇ	I II III
	SARISU ARPATARLASI	ORTA YAMAÇ ORTA YAMAÇ ORTA YAMAÇ	I II III
	KEFKEN LAHANAKÖY	SIRT DÜZL. ÜST YAMAÇ ÜST YAMAÇ	I II III
	<b>6 Mevki</b>	<b>14</b>	<b>14</b>
<b>Genel Σ</b>	<b>15 Mevki</b>	<b>33</b>	<b>33</b>



## 4.2. Yöntem

Araştırmanın her evresinde farklı yöntemler uygulanmıştır. İbre örneklerinin alınmasından yukarıda söz edilmiştir. Alınan ibre örnekleri laboratuvarında hava kurusu duruma kadar kurutulduktan sonra 65 °C'a kadar fırında kurutulmuş ve değirmende öğütülmüştür. Öğütülmüş olan ibre örnekleri tekrar 65 °C'a kadar kurutulmuş ve kükürt tayini yöntemine göre analize başlanmıştır.

Kükürt tayini yöntemi Standart gravimetrik yöntem olup, İ.Ü.Orman Fakültesi Toprak İlmi ve Ekoloji Abd.'da geliştirilmiş bir modeli uygulanan yöntemdir. Bu yöntemdeki geliştirme, külün iyice oksitlenmesini sağlamak üzere su banyosu sürecinde klorik asit ile birlikte nitrik asidin katılmasıdır. Bu yöntemde örnek 550 °C'de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ve NaNO<sub>3</sub> ile birlikte yakılır. Daha sonra kül su banyosuna alınır. Daha sonra BaCl ile SO<sub>4</sub> çöktürülür.

## 4.3. Çam İbrelerindeki Kükürt Miktarının Verilmesi

Havadaki SO<sub>2</sub> miktarı µg/m<sup>3</sup> veya ppm (1/1 000 000) olarak verilmektedir. Havada 1 m<sup>3</sup> hacim 1 000 000 cm<sup>3</sup> (100 x 100 x 100 cm)'lik alt hacimlere ayırt edildiğinde her bir cm<sup>3</sup> hacim 1 m<sup>3</sup>'lük hacmin 1 milyonda biri olarak açıklanır. 1 m<sup>3</sup> hava 1 kg olarak kabul edildiği için, 1 mg ağırlıkta 1 / 1 000 000 kg yani 1 ppm olarak verilebilmektedir. Katı maddelerdeki kükürt ise % gr olarak verilir (100 gr katı maddede 0.5 gr kükürt gibi). Toprakta ve yaprakta az miktarda bulunan besin maddeleri ise 100 gr katı maddede mg veya µg olarak verildiği gibi, 1 kg katı maddede ppm olarak da verilmektedir (0.000001). Diğer bir deyimle 1 kg katı maddede ppm olarak verilen kükürt miktarı 1 kg katı maddede 1 mg kükürt miktarıdır.

## BÖLÜM 5. BULGULAR

### 5.1. Örnek Alanların Sağlık Durumu

Örnek alanlar yukarıda sözü edildiği ve tablo 5.1’de verildiği gibi Kocaeli Yarımadasında üç yöreden alınmışlardır. Bu üç yörede alınan örnek alanların numaraları verilirken şu sıralama izlenmiştir. Bu numaralama yöntemi ana araştırma çalışmasının yöntemi olup, çalışmamızda da aynen kullanılmıştır. Örnek alan sıralamasında; yöre ilk numara (1, 2, 3) o yöredeki mevki ikinci numara (1.1., 1.2., ...), örnek alan üçüncü numara (1.1.1., 1.1.2.) ve örnek ağaç Romen rakamı ile dördüncü numara (I, II, III) olarak kullanılmıştır. Örnek ağaçtan alınan ibrelerin yaşı ise 1.1.1/I – ibre yaşı 1 veya 1.1.1/II – ibre yaşı 2 sıralaması ile gösterilmiştir. Bu örnek sıralamasına göre farklı yörelerden alınan örnek ağaçların özellikleri ve sağlık durumları tablo 5.1’de verilmiştir.

Tablo 5.1’de Çenedağ Yöresinde güneye bakan yamaçlar ile batıya bakan yamaçlarda Monteri çamlarının (*Pinus radiata*) Çam kese böceğinden ve kabuk böceğinden zarar görüp ibrelerini döktükleri ve sağlıklarının bozulduğu anlaşılmaktadır. Benzer durum Tur 71/521 nu’lu araştırma projesi alanında ki 5.3/2 nu’lu Ömerağzı Koyu karşısındaki örnek alanda ve 5.4.3. nu’lu örnek alanda (Lokman Dere) görülmektedir. Monteri çamlarının (*Pinus radiata*) bu örnek alanlarda aşırı zarar görmeleri ve kurumalarının yetiştirme ortamı özelliklerinden ve ağaçlandırma sırasında yapılan yer seçimi ve toprak işleme hatalarından kaynaklandığı M. D. Kantarcı tarafından belirtilmektedir [ 9 ] .

Tablo 5.1. Kocaeli Yarımadası Pinus radiata Ağaçlandırmalarında Ağaçların Yükselti, Bakı, Yaş, Boy, Çap ve Sağlık Durumları

	MEVKİ	ÖRNEK ALAN YERYÜZÜ ŞEKLİ	YÜKSELTİ	BAKİ	ÖRNEK AĞAC	YAŞ	BOY (m)	Ø <sub>1.30</sub> cm	AĞACIN SAĞLIK DURUMU
	1.1.KUZEY BAKILI YAMAÇ	1.1.2.ORTA Y.	500	KKD	II	27	17.3	34	SAĞLIKLI
		1.1.3.ALT Y.	470	KKD	III	27	16.7	41	
	1.2. GELİNTAŞİTEPE KUZEY YAMACI	1.2.1.SIRT DÜZL.	450	K	I	27	16.5	31.5	SAĞLIKLI, 3 YAŞ İBRELER DÖKÜLMÜŞ
		1.2.2.SIRT DÜZL.	450	K	II	31	20.4	33.5	
		1.2.3.SIRT DÜZL.	480	K	III	33	17.7	35.0	
	1.3. KOKARPINAR YOLU	1.3.1.ORTA Y.	470	K	I	29	15.0	32.7	SAĞLIKLI, 3 YAŞ İBRELER DÖKÜLMÜŞ
		1.3.2.ORTA Y.	470	K	II	32	13.0	27.7	
		1.3.3.ORTA Y.	470	K	III	28	14.0	34.1	
	1.4. KOKARPINAR KUZEYİ	1.4.1. ORTA Y.	480	B	I	23	11.0	19.3	Çam Kese böceği ibreleri yemiş
	1.7. TÜPRAŞ ÜSTÜ	1.7.1. ÜST Y.	350	K	II	26	11.0	24.3	Çam Kese böceği güney bakıda daha fazla zarar yapmış.
1.9. MAĞARA YOLU YUKARISI	1.9.1. ÜST Y.	350	G	I	35	10.0	27.0	Çam Kese böceği ibreleri yemiş. Ağaclar kuruyor	
1.10. ÇINARLIDERE	1.10.1. ALT Y.	80	KKD	I	35	15.6	34.5	SADECE 1 YAŞ İBRE VAR.	
Σ	7 Mevki	13			13				
4.	4.3. KARATEPE (DUGLAS ÜSTÜ)	4.3.1. ORTA Y.	430	K	I	34	20.7	34.0	SAĞLIKLI SAĞLIKLI SAĞLIKLI
		4.3.2. ORTA Y.	430	K	II	34	19.3	34.0	
		4.3.3. ORTA Y.	430	K	III	33	22.0	33.5	
	4.7. FARETEPE	4.7.1. ÜST Y.	400	K	I	38	15.0	29.0	SAĞLIKLI SAĞLIKLI SAĞLIKLI
		4.7.2. ÜST Y.	400	K	II	41	19.0	40.0	
		4.7.3. ÜST Y.	400	K	III	41	14.0	30.5	
	Σ	2 Mevki	6			6			
5. KERPE-KEFKEN-BABADAĞ -SARISI	5.1. KERPE (TUR 71/521) BÖLME 2 - 3	5.2.1. DÜZ ALAN	70	-	I	31	23.0	32.6	SAĞLIKLI
		5.2.2. DÜZ ALAN	70	-	II	33	24.0	34.5	
		5.2.3. DÜZ ALAN	70	-	III	32	22.0	31.5	
		5.3/1.ÖZEL İDARE KAMPI KARŞISI	5.3/1.1.SIRT DÜZL.	50	-	I	33	24.0	
	5.3/2 ÖMERAĞZI KÖYÜ KARŞISI	5.3/2.1.SIRT DÜZL.	40	-	I	27	21.8	27.5	Çam kese böcekleri ibreleri yemiş, kabuk böcekleri ve Limantria dupar ağaçları kurutmuş
	5.4. BABADAĞ - LOKMANDERE (TUR 71/521)	5.4.1. ORTA Y.	35	K	I	28	20.0	30.1	SAĞLIKLI SAĞLIKLI Ağaclar kurumuş ve kuruyor.
		5.4.2. ORTA Y.	35	K	II	30	20.1	28.9	
		5.4.3. ORTA Y.	35	K	III	29	18.1	26.3	
	5.5. SARISU ARPATARLASI	5.5.1. ORTA Y.	30	K	I	26	18.0	25.3	SAĞLIKLI
		5.5.2. ORTA Y.	30	K	II	25	19.6	29.5	
		5.5.3. ORTA Y.	30	K	III	25	22.3	28.1	
5.6. KEFKEN LAHANAKÖY	5.6.1. SIRT DÜZL.	80	D	I	7	6.0	8.2	SAĞLIKLI	
	5.6.2. ÜST Y.	80	D	II	7	5.35	7.2		
	5.6.3. ÜST Y.	50	GD	III	7	6.45	9.4		
Σ	6 Mevki	14			14				

Tablo 5.1’de örnek alanlardan özellikle güney ve batı bakıda yer alanların ekolojik bakımdan hassas (kuraklık etkisi) yetişme ortamlarında buldukları anlaşılmaktadır. Monteri çamlarının (Pinus radiata) kuzeyden Karadeniz üzerinden gelen hava kirliliği ile güneyden İzmit ve çevresi sanayi alanlarından gelen hava kirliliği arasında ibrelerinde biriken (ibre yüzeyi + ibre içi) kükürt miktarı dikkat çekicidir.

## 5.2. Örnek Ağaçların İbrelerindeki Kükürt Miktarları

Örnek alanlardan alınmış olan yıkanmamış ibre örneklerinin analizinde elde edilen bulgular tablo 5.2’de verilmiştir. Kükürt miktarları incelendiğinde 1 yaşındaki ibrelerin kükürt içeriklerinin, 2 yaşındakilerden daha az olduğu görülmektedir. İbrelerdeki kükürt miktarları tablo 7.1 ile şekil 7.1’de verilen “zarar görme derecelerine göre değerlendirildiğinde; araştırma alanında hava kirliliğinin Monteri Çamı (Pinus radiata) ibrelerini etkilediği anlaşılmaktadır.

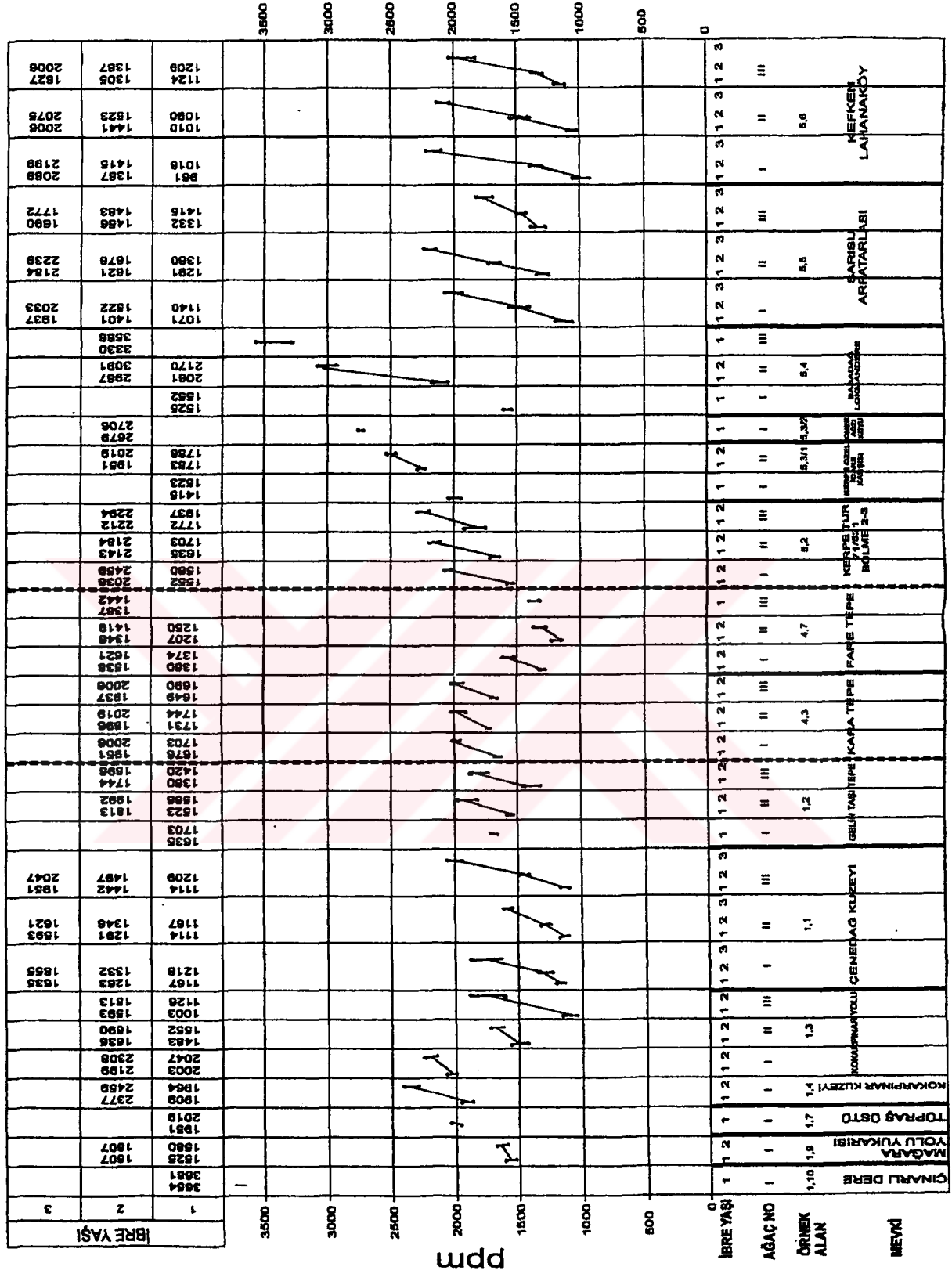
Monteri Çamı (Pinus radiata) ibrelerindeki kükürt miktarlarının İzmit-Kefken kesitinde değerlendirilebilmesi için şekil 5.1 hazırlanmıştır. Şekil 5.1 incelendiğinde güneyde İzmit şehir merkezine yakın arazideki örnek alanlarda Monteri Çamlarının ibrelerindeki kükürt miktarlarının biraz daha fazla olduğu dikkati çekmektedir.

Tablo 5.2. Kocaeli Yarımadası İzmit – Kefken Kesitinde Monteri Çamı (Pınus Radiata) İbrelisinde Kükürt Miktarları (ppm = mg / kg olarak)

	MEVKİ	ÖRNEK ALAN	YERYÜZÜ ŞEKLİ	ÖRNEK AĞAÇ	1 yaş		2 yaş		3 yaş	
1. ÇENEDAĞ YÖRESİ	1.1. Kuzey Bakılı Yamaç	1.1.1	Üst / orta	I	1167	1218	1332	1263	1635	1855
		1.1.2	Orta	II	1167	1114	1346	1291	1593	1621
		1.1.3	Alt	III	1114	1209	1442	1497	2047	1951
	1.2. Gelintaşıtepe Kuzey yamacı	1.2.1	Sırt	I	1635	1703	1635	1703	-	-
		1.2.2.	Sırt	II	1523	1566	1992	1813	-	-
		1.2.3	Sırt	III	1360	1420	1744	1896	-	-
	1.3. Kokarpınar Yolu (Çenedağ – Kokarpınar)	1.3.1	Orta	I	2003	2047	2199	2308	-	-
		1.3.2		II	1552	1483	1690	1635	-	-
		1.3.3		III	1003	1126	1593	1813	-	-
	1.4. Kokarpınar kuzeyi (Çenedağaltı-Kokarpınar)	1.4.1	Üst	I	1964	1909	2459	2377	-	-
1.7. Tüpraş üstü	1.7.1	Üst	I	1951	2019	-	-	-	-	
1.9. Mağara yolu yukarısı	1.9.1	Üst	I	1525	1580	1607	1607	-	-	
1.10. Çınarlıdere	1.10.1	Alt	I	3681	3654	-	-	-	-	

	MEVKİ	ÖRNEK ALAN	YERYÜZÜ ŞEKLİ	ÖRNEK AĞAÇ	1 yaş		2 yaş		3 yaş	
4.	4.3. KARATEPE (Duglas'ın üstü)	4.3.1	Orta	I	1703	1676	1951	2066	-	-
		4.3.2		II	1731	1744	1896	2019	-	-
		4.3.3		III	1649	1690	1937	2006	-	-
	4.7. FARETEPE (gürgen tepelerinin Doğusu)	4.7.1	Üst	I	1374	1360	1621	1538	-	-
		4.7.2		II	1250	1207	1415	1346	-	-
		4.7.3		III	1387	1442	-	-	-	-

	MEVKİ	ÖRNEK ALAN	YERYÜZÜ ŞEKLİ	ÖRNEK AĞAÇ	1 yaş		2 yaş		3 yaş	
KERPE-KEFKEN-BABADAĞ-SARISI	5.2. KERPE (Tur-71/521) Bölme 2 – 3	5.2.1	Düz alan	I	1580	1552	2308	2459	-	-
		5.2.2		II	1703	1635	2184	2143	-	-
		5.2.3		III	1772	1937	2212	2294	-	-
	5.3/1. ÖZEL İDARE KAMPI KARŞISI	5.3/1.1	Sırt	I	1523	1415	1786	1773	2019	1951
	5.3/2. ÖMERAĞZI KOYU KARŞISI	5.3/2.1	Sırt	I	2679	2706	-	-	-	-
	5.4. BABADAĞ LOKMAN DERE (Tur-71/521)	5.4.1	Orta	I	1552	1525	-	-	-	-
		5.4.2		II	2061	2170	3091	2967	-	-
		5.4.3		III			3586	3330	-	-
	5.5. SARISU ARPATARLASI	5.5.1	Orta	I	1140	1071	1552	1401	2033	1937
		5.5.2		II	1291	1360	1676	1621	2184	2239
		5.5.3		III	1332	1415	1483	1456	1690	1772
	5.6. KEFKEN LAHANAKÖY	5.6.1	Sırt	I	961	1016	1415	1387	2089	2199
		5.6.2		II	1010	1090	1441	1523	2006	2075
		5.6.3	Üst	III	1124	1209	1387	1305	1827	2006



Şekil 5.1 Körfez – İzmit – Kefken Kesitinde Monteri Çamlarının İbirelerindeki Kükürt Miktarlarındaki Değişim

## BÖLÜM 6. SONUÇLAR

Kocaeli yarımadasında İzmit-Kefken kesitinde Monteri Çamı (*Pinus radiata*) ağaçlandırma alanlarında, bu çamların ibrelerindeki kükürt miktarları ile ağaçların sağlık durumları ve iklim özellikleri üzerindeki değerlendirmelerimize göre aşağıdaki sonuçları sıralamak mümkündür.

- (1) Kocaeli Yarımadasında güney - kuzey kesitinde dikkat çekici bir iklim farkı bulunmaktadır. Kuzeyden Karadeniz üzerinden gelen nemli ve serin hava kütleleri Çenedağ, Kayalıdağ sırtlarına kadar yağışın artmasına ve sıcaklığın bir ölçüde azalmasına sebep olmaktadır. Buna karşılık İzmit Körfezinin çevresinde yağışlar azalmaktadır. İzmit Körfezine inen yamaçlar ise güneye baktığı için daha fazla ısınmaktadırlar (Bkz. şekil 3.1).
- (2) Aynı kesit üzerinde orman kuran ağaç ve çalı türlerinin yayılışı ile arazinin yapısı ve iklimin nemli/serin, kurak/sıcak karakteri arasında belirgin bir ilişki bulunmaktadır (Bkz. şekil 3.2).
- (3) Monteri Çamlarının (*Pinus radiata*) sağlık durumları Yarımadanın güney kesimindeki güney ve batı bakılı yamaçlarda bozulmuştur. Bu kesimdeki örnek alanlarda Monteri çamlarında yaygın kurumalar gözlenmiştir. Çamların kurumalarında çam kese böceği ile kabuk böceklerinin etkisi açıkça görülmektedir (Bkz. Tablo 5.1).

- (4) İbrelerin kükürt içeriklerine bakıldığında; istisnasız her ağaçtaki 2 yıllık ibreler 1 yıllık ibrelerden, 3 yıllık ibrelerde 2 yıllık ibrelerden daha fazla kükürt oranına sahiptir. Bu da Monteri çamlarının hava kirliliğinden etkilendiklerini göstermektedir. Çünkü kükürt içerikleri bize hava kirliliğini yaratan gazlardan biri olan SO<sub>2</sub> gazının oldukça etkili olduğunu göstermektedir.
- (5) Monteri çamlarının ibrelerindeki kükürt miktarları genel olarak Kocaeli Yarımadasının güney kesiminde (İzmit şehir merkezi kuzeyindeki arazide) biraz daha fazladır. Bu fazlalık İzmit Körfezi çevresindeki sanayi tesislerinin etkisini işaret etmektedir. Yani güneydeki kurumlarda hava kirliliğinin etkisi oldukça fazladır.
- (6) Monteri çamlarının ibrelerindeki kükürt miktarlarının Karadeniz yolu arazisi boyunca da 2000 ppm civarında olması Karadeniz üzerinden gelen hava kirliliğini işaret etmektedir.
- (7) Kuzey-Güney kesitinde ibrelerdeki kükürt miktarlarının birbirlerine oldukça yakın olmalarına rağmen, güneydeki örnek alanlarda Monteri çamlarının kurumaları veya aşırı zarar görmüş olmaları kuraklık ve zararlı böceklerin etkilerinin önemini göstermektedir.
- (8) Ağaçların sağlık durumlarının bozulmasında hava kirliliğiyle birlikte diğer birçok faktörden etken olduğu anlaşılmaktadır. Bunun için kuzey kesiminde bulunan 5.3/I ve 5.3/II örnek alanlarına bakıldığında bunlar aynı alan içinde bulunan örnek ağaçlardır. Bu ağaçların maruz kaldığı meteorolojik faktörler ile hava kirliliği (SO<sub>2</sub> değerleri) aynıdır. Fakat örnek alan 5.3/II'nin toprağın kök gelişimine uygun olan derinliği örnek alan 5.3/I'e göre daha sığ olup ağaçlar daha az su almaktadır. Böylece örnek alan 5.3/II kuraklığa bağlı ekolojik hassasiyetten ötürü sağlıklı ve kükürt oranı daha yüksektir.



- (9) Hava kirliliği çalışma alanındaki hiçbir Monteri çamının ölümüne tek başına sebep olmamıştır. Fakat etki derecesine göre ağaçları zayıf düşürdüğü ve böcekler için uygun ortamın oluştuğu dolayısıyla da üretim kaybına yol açtığı görülmektedir.
- (10) Yarımada'nın güneyinde sanayi, ulaşım ve konut emisyonlarından kaynaklanan, kuzeyinde ise gerek güneyden ve gerekse Karadeniz üzerinden taşınan SO<sub>2</sub> dolayısı ile havanın kirlendiği ve bu kirliliğin Monteri çamlarında fizyolojik etkilere sebep olduğu anlaşılmıştır.
- (11) Yarımada üzerinde hava kirleticilerden SO<sub>2</sub> rüzgâr yönleri ve şiddeti ile topoğrafik yapıya bağlı olarak iklimin nemli veya kurak oluşu hava kirliliğinin Monteri çamlarına farklı etkiler yapmasına sebep olmuştur.
- (12) Yarımada'da yeterince nemli olmayan bölgelerde (Çınarlıdere, Tüpraşüstü, Kerpe / Ömerağzı Koyu, Babadağ 3. örnek alan) Monteri çamı ağaçlandırmalarında hava kirliliğinin daha fazla zarar verdiği görülmüştür. Yarımada'nın nemli ve toprak özelliklerinin uygun olduğu bölgelerinde (Çenedağ kuzeyi, Faretepe, Sarısu- Arpatarla, Kerpe / Özel İdare karşısı) ise hava kirliliği nispeten daha az etkide bulunmuştur. Özellikle etkinin fazla olduğu bölgelerde Monteri çamlarının yerinin kuraklığa daha fazla dayanıklı olan türlerle, ağaçlandırılması daha uygun olacaktır.
- (13) Hava kirliliği sonucu ağaçların klorofillerinde bozulmalar ve azalmalar olmuştur. Bunun sonucunda; bitkilerin besin üretimi (fotosentez) hızı yavaşlamıştır. Fotosentezin yavaşlaması bir yandan havadaki CO<sub>2</sub>'nin bağlanmasını ve O<sub>2</sub> üretimini, öte yandan odun üretimini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca ağacın yeterince beslenememesi zararlı böceklerin daha etkili olmalarını sağlamaktadır.

(14) İzmit il merkezinde yapılan ölçmelerden anlaşıldığına göre ; hava kirliliği son yıllarda azalmıştır. Ancak azalan hava kirliliğinin yine de zarar verecek boyutta olduğu anlaşılmaktadır. Tüm bu olumsuz sonuçlarla karşılaşmamak ve tüm canlıların doğal olarak yaşayabilmesi; sanayi, ulaşım ve konutlardan kaynaklanan emisyonların asgariye çekilmesine bağlıdır. Bunun için gerekli çalışmalar ara vermeden sürdürülmelidir.



## BÖLÜM 7. TARTIŞMA

Türkiye’de hava kirliliğinin orman ağaçlarına etkileri Murgul Bakır Fabrikasının çevresindeki ormanlara yaptığı zararlar üzerine 1951’de bilimsel inceleme ve araştırmalara konu edilmiştir. Bu konudaki araştırma çalışmaları, Yatağan Termik Santrali’nin baca gazlarının çevredeki Kızılçam ormanlarını kurutması üzerine yaygınlaşmıştır [ 6 ], [ 7 ], [ 8 ] . Bu yayınlar arasında Yatağan Termik Santrali çevresinde baca gazlarından etkilenmemiş, az etkilenmiş, oldukça etkilenmiş ve çok etkilenmiş olan Kızılçam ağaçlarının ibrelerindeki kükürt miktarları M.D.Kantarıcı (2004) tarafından bir tablo ve grafik halinde düzenlenmiştir (Tablo7.1 ve şekil 7.1). Bu tablo ve grafikte verilen değerlerin Türkiye’de hava kirliliğinin çok yaygın olmadığı bir dönemdeki ölçmelerin sonuçları olduğu, daha sonraki ölçmelerde havası temiz sanılan yerlerde (dağlarda) dahi böyle bir sınıflandırmayı yapacak değerlerin elde edilemediği belirtilmektedir [ 9 ] .

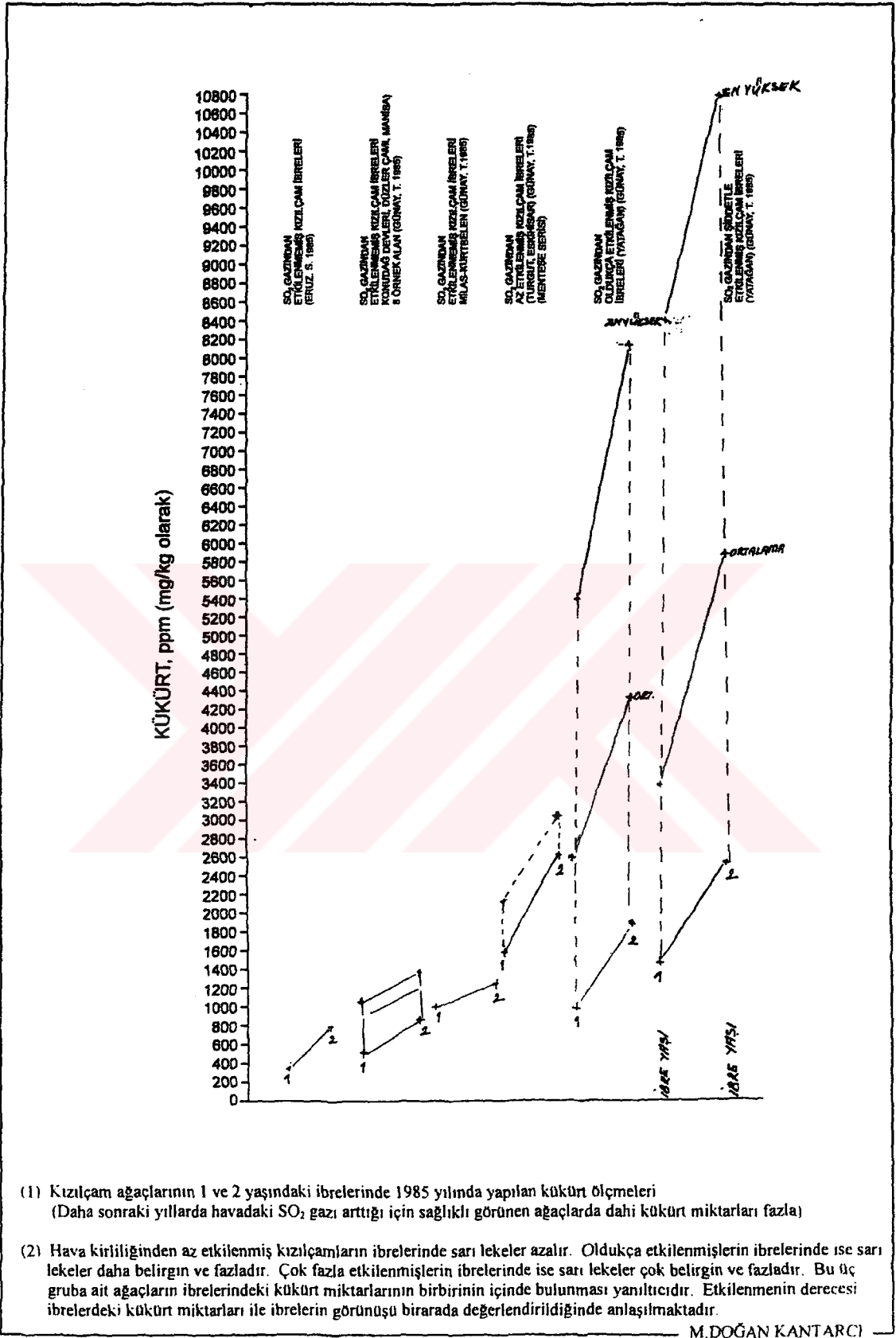
Kocaeli Yarımadasında dikimle yetiştirilmiş olan Monteri çamlarının (Pinus radiata) ibrelerindeki kükürt miktarları hava kirliliğinden az etkilenmiş ve oldukça etkilenmiş olduklarını göstermektedir. Bu etkilenme İzmit Körfezine yakın olan arazide biraz daha fazla gibi görünmektedir.Ancak Karadeniz yakınındaki örnek alanlarda da ibrelerdeki kükürt miktarlarının 2000 ppm civarında bulunması dikkat çekicidir. Bu durum hakim kuzey rüzgârları ile Karadeniz üzerinden gelen hava kirliliğinin etkisini göstermektedir.

Öte yandan tablo 5.1’de verilen örnek alanların yerleri ve ağaçların sağlık durumları hakkındaki bilgiler ile ibrelerdeki kükürt miktarları arasındaki ilişki çok belirgin değildir. Örnek olarak İzmit’in kuzeyindeki arazide kurumakta olan Monteri çamlarından alınan ibrelerdeki kükürt içerikleri çok şiddetli SO<sub>2</sub> etkilenmesini işaret

etmemektedir. İzmit'in kuzeyindeki arazide kurumaların güney ve batı bakılı yamaçlarda olduğuna dikkat edilirse kuraklığın etkisini de önemle göz önüne almak gerekmektedir. Bu örnek alanlarda Çam kese böceği ile kabuk böceklerinin etkilerinin yaygınlığı da göz önüne alınmaktadır. İbrelerin kükürt içeriklerinin birbirine pek yakın olduğu kuzeydeki nemli ve güneydeki kuru yetişme ortamlarında Monteri çamlarının güneyde daha belirgin zararlara uğrayıp, kurumaları ilginçtir.

Tablo 7.1. Türkiye'de Yatağan Termik Santrali çevresinde baca gazlarından etkilenmemiş, az etkilenmiş, Oldukça etkilenmiş ve çok etkilenmiş olan kızılçam ağaçlarının ibrelerindeki kükürt miktarları (Eruz, E. 1985, Günay, T. 1985, Karaöz, M.Ö. 1994'teki bulguların M.D.Kantarıcı tarafından yeniden değerlendirilmesi ile düzenlenmiştir).

KIZILÇAMIN SAĞLIK DURUMU	İBRELERDEKİ KÜKÜRT MİKTARI (ppm = mg / kg )		ÖRNEK YERİ	KAYNAK
	1	2		
SAĞLIKLI	250	780	-	ERUZ, E. 1985
	864.67 (536-979)	1026.9 (820-1229)	KORUDAĞ, DEVREK, DÜZLEMÇAM, MANİSA (8 ÖRNEK ALAN)	GÜNAY, T., 1985
	1067	1220	MİLAS-KURTBELN (1 ÖRNEK ALAN)	GÜNAY, T., 1985
AZ ETKİLENMİŞ	1596-2128	2544-2993	YATAĞAN ÇEVRESİ (3 ÖRNEK ALAN)	GÜNAY, T., 1985
	1602	2702	MENTEŞE SERİSİ YATA- ĞAN (1 ÖRNEK ALAN)	KARAÖZ, M.Ö., 1994
OLDUKÇA ETKİLENMİŞ	2591 (1058-5381)	4313 (1912-8148)	YATAĞAN ÇEVRESİ	GÜNAY, T., 1985
ÇOK ETKİLENMİŞ	3396 (1276-8464)	5841 (2587-10680)	YATAĞAN ÇEVRESİ	GÜNAY, T., 1985



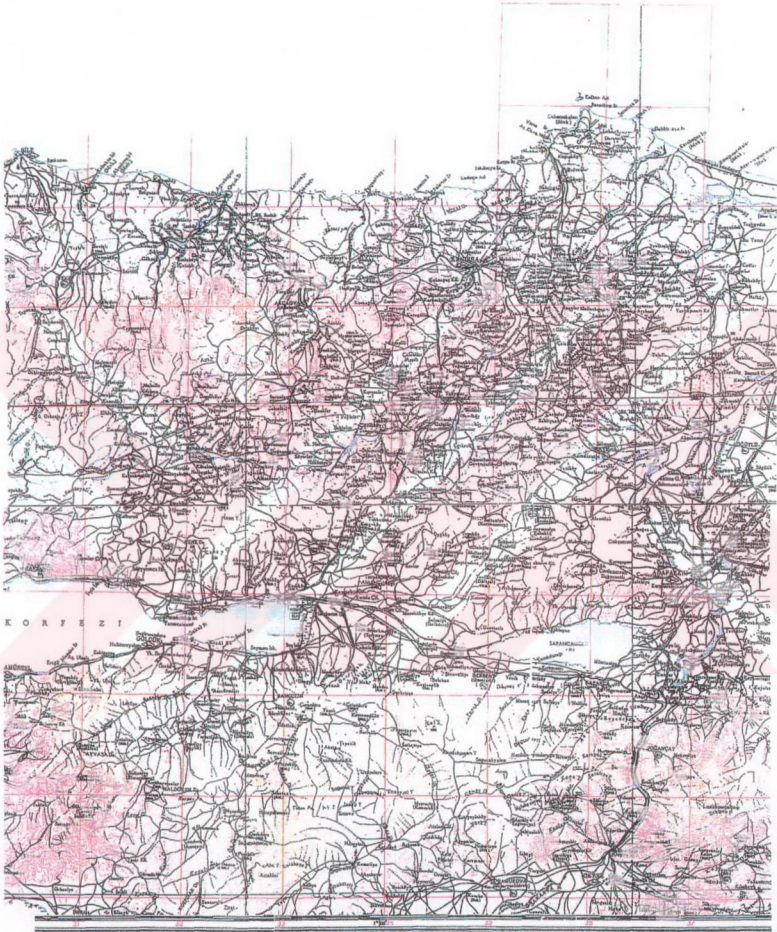
Şekil 7.1. Türkiye’de ve Yatağan Termik Santralının çevresinde baca gazlarından etkilenmemiş, az etkilenmiş, oldukça etkilenmiş ve çok etkilenmiş olan kızılcām ağaçlarının ibrelerindeki kükürt miktarları (Eruz, 1985; Günay, 1985.; Karaöz 1994’ten yeniden değerlendiren Kantarcı, M. D. 2004)

## KAYNAKLAR

- [ 1 ] Çepel, N. , Eruz, E. , Karaöz, M.Ö. (1993). Asit Depolanmasının İzmit ve Bahçeköy - İstanbul Yöresinde Bazı Orman Yetiştirme Ortamlarına Yaptığı Etkiler ve Alınabilecek Önlemler. Türkiye’de Doğayı Koruma Vakfı Araştırma Projesi. İ. Ü. Orman Fakültesi Ormancılık Araştırma ve Geliştirme Merkezi - İstanbul, 25 s.,
- [ 2 ] Kantarcı, M. D. , (1986). İstanbul Feneryolu Ağaçlandırma Alanında Asit Yağışlarının Etkisi ve Bu Yağışların Kaynağı Üzerine İncelemeler (Almanca özeti ile). Çevre-86 Sempozyumu 2-5 Haziran 1986-İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, (Bildiri nu. Kantarcı 11sh) (Ed. O. Uslu) İzmir.
- [ 3 ] Kantarcı, M. D. , (1992). Zararlı Maddelerin Orman Topraklarına Etkileri. IX. Türkiye, Almanya, Polonya Çevre Mühendisleri Sempozyumu 5-7 Temmuz 1992-İstanbul, (Editör: Kocasoy, G.). Boğaziçi Üniversitesi Matbaası ISBN- 975518- 011- 7, yayın Sıra No: 516 Mühendislik Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, s: 405 -422).. İstanbul
- [ 4 ] Kantarcı, M. D. , (1996). Egzos Gazlarının Bitkilere Etkisi. Egzos Gazlarının Çevreye Etkileri Kitabı, Türkiye Humbolt Bursiyerleri Derneği Yayın No:1, REM Matbaacılık AŞ., s:80-103, İstanbul.
- [ 5 ] Kantarcı, M. D. , (1997). Hava Kirliliğinin Ormanlarımıza Etkisi ve Türk Hava Kalitesini Koruma Yönetmeliğindeki Sınır Değerlerin Ekolojik Açıdan İncelenmesi, Türkiye’de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu II, Cilt :1 (409-421), Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü, Kocaeli.
- [ 6 ] Kantarcı, M. D. , Karaöz, M. Ö. , (1999). Hava Kirliliği ve Ormanlarımız, Hava Kirlenmesi ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, 27-29 Eylül, s: 115 – 123, İzmir.
- [ 7 ] Kantarcı, M. D. , Karaöz, Ö. , (1999). Air Pollution Impacts On Forests In Turkey, 10<sup>th</sup> International Symposium on Environmental pollution and its impact on life in the Mediterranean region (MESAEP), 2-6 October, Alicante- Spain.

- [ 8 ] Kantarcı, M. D. , (2000). Biga Yarımadası'nda Hava Kirliliğinin Ormanlara Etkisi, Ulusal Çevre Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu, ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü, Ekim-2000, s:174-183, Ankara.
- [ 9 ] Kantarcı, M. D. , (2004). Kocaeli Yarımadası'nda Ekolojik Özellikler Üzerine Bir Değerlendirme (yayınlanmamıştır).
- [ 10 ] Kocaeli İl Çevre Müdürlüğü, (1996). Kocaeli İl Çevre Durum Raporu, (Hazırlayanlar: A. Kader Ünlü, N. Yılmaz, A. Koçer, (259 s).
- [ 11 ] Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, (1974). Meteoroloji Bülteni, Başbakanlık Basımevi, Ankara
- [ 12 ] Tolunay, D. , (2003). Dendroclimatological Investigation of the Effects of Air Pollution Caused by Yatagan Thermal Power Plant (Muğla - Turkey) on Annual Ring Widths of Pinus brutia Trees, Fresenius Environmental Bulletin, Vol. 12 , No.9, pp.1006-1014

## EK 1: HARİTA





## ÖZGEÇMİŞ

6 Kasım 1977'de dünyaya geldi. Orta öğretimini 1995 yılında Manisa – Merkez'de tamamladıktan sonra aynı yıl Ege Üniversitesi Biyoloji bölümüne yerleşti. 1999'da Biyoloji bölümünden Botanik ağırlıklı olarak mezun oldu. 2 yıl çeşitli özel kurumlarda Biyoloji öğretmenliği yaptıktan sonra 2001 yılında İstanbul Üniversitesinde Biyolog olarak göreve başladı. Evli olan Ahmet Çelebi halen İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim dalında Biyolog olarak çalışmaktadır.