



İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SÜNDİKEN DAĞLARI KÜTLESİNİN BATI BÖLÜMÜNDE
(ÇATACIK İŞLETMESİ) HAVA KİRLİLİĞİNİN ORMAN
AĞAÇLARINA ETKİSİNİN YÜKSELTİ VE BAKIYA GÖRE
İNCELENMESİ**

Orman Mühendisi Aydın ÇÖMEZ
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Toprak İlimi ve Ekoloji Programı

Danışman
Prof.Dr. M.Doğan KANTARCI

Haziran, 2004

İSTANBUL



İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SÜNDİKEN DAĞLARI KÜTLESİNİN BATI BÖLÜMÜNDE
(ÇATACIK İŞLETMESİ) HAVA KİRLİLİĞİNİN ORMAN
AĞAÇLARINA ETKİSİNİN YÜKSELTİ VE BAKIYA GÖRE
İNCELENMESİ**

Orman Mühendisi Aydın ÇÖMEZ
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Toprak İlimi ve Ekoloji Programı

Danışman
Prof.Dr. M.Doğan KANTARCI

Haziran, 2004

İSTANBUL

Bu çalışma/....../ 2004 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından
Anabilim Dalı programında Doktora / Yüksek Lisans Tezi olarak
kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Prof.Dr.Doğan KANTARCI (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi

Prof.Dr.Ömer KARAÖZ
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi

Prof.Dr.Erdal SELMİ
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi

Prof.Dr.Cankut ÖRMECİ
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi

Doç.Dr.Doğanay TOLUNAY
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi

ÖNSÖZ

“Sündiken Dağları Kütlesinin Batı Bölümünde (Çatacık İşletmesi) Hava Kirliliğinin Orman Ağaçlarına Etkisinin Yükselti ve Bakıya Göre İncelenmesi” konulu bu çalışma İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilimdalı, Toprak İlmi ve Ekoloji Programında 2001-2004 yılları arasında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Orman ekosistemlerini tehdit eden hava kirliliğinin, Sündiken Dağlarındaki orman ağaçları üzerindeki etkileri Kızılçam, Karaçam ve Sarıçam ağaçlarının ibrelerinde yapılan kükürt analizleriyle ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmaya danışmanlık yapan, bilgisinden ve tecrübesinden faydalanma fırsatı veren, destekleyen değerli hocam Prof. Dr. M.Doğan KANTARCI'ya teşekkür ederim.

Arazi, büro ve laboratuvar çalışmalarında bilgilerinden faydalandığım, Prof. Dr. Ömer KARAÖZ, Doç. Dr. Doğanay TOLUNAY, Yrd. Doç. Dr. Ender MAKİNECİ'ye, ilgilerinden dolayı, Dr. Orhan SEVGİ, Arş. Gör. Barış TECİMEN ve Arş. Gör. Dr. Nuray TOKGÖZ'e teşekkür ederim.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarında yardımlarını gördüğüm Orman Mühendisi Ender TUNCER'e, tezin yazımında fikirleriyle katkıda bulunan Orman Yüksek Mühendisi Ş. Teoman GÜNER'e, Orman Yüksek Mühendisi Nejat ÇELİK'e, Orman Mühendisi Naki GÜRSES'e, çalışmada gerekli araç ve gereci sağlayan halen çalışmakta olduğum kurum olan Eskişehir Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsünün Müdürü A. Demir GÜRPINAR'a, laboratuvardaki yardımlarından dolayı Teknisyen Salim TÜRKEL'e, Mesude TATLIKATIK ve Birsal KORUCUOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Eskişehir-Haziran 2004

Aydın ÇÖMEZ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
TABLO LİSTESİ	v
SEMBOL LİSTESİ	vi
ÖZET	vii
SUMMARY	viii
1. GİRİŞ	1
2. MALZEME VE YÖNTEM	8
2.1. ARAŞTIRMA ALANININ ÖZELLİKLERİ.....	8
2.1.1. MEVKİİ.....	8
2.1.2. İKLİM.....	10
2.1.3. YERYÜZÜ ŞEKİLLERİ.....	14
2.1.4. BİTKİ ÖRTÜSÜ.....	14
2.1.5. ANAKAYA ve TOPRAK ÖZELLİKLERİ.....	19
2.1.6. ÇALIŞMA ALANI CİVARINDA BULUNAN KİRLETİCİ KAYNAKLAR.....	22
2.2. MALZEME	28
2.3. YÖNTEM.....	30
3. BULGULAR.....	35
3.1. İbre Boyları ve Ağırlıklarına Ait Bulgular	35
3.2. İbrelerdeki Kükürt Miktarlarına Ait Bulgular	50
3.2.1. KARAÇAM İBRELERİNDEKİ BULGULAR.....	52
3.2.2. SARIÇAM İBRELERİNDEKİ BULGULAR.....	55
3.2.3. KIZILÇAM İBRELERİNDEKİ BULGULAR.....	58
3.3. GENEL DEĞERLENDİRME.....	61

4. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	69
5. KAYNAKLAR.....	74
6. ÖZGEÇMİŞ.....	77

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Araştırma alanının genel mevkii	9
Şekil 2.2. Eskişehir İline Ait 1999-2003 Kış Ayları Kükürtdioksit ve Kurum (PM) Değerleri.....	26
Şekil 2.3. Sündiken Dağlarının kirletici kaynaklara göre konumu	27
Şekil 2.4. Araştırma alanında örnekleme yapılan noktalar.....	32
Şekil 3.1. Güney bakıdaki Karaçamalarda ortalama ibre boyları	36
Şekil 3.2. Güney bakıdaki Karaçamalarda 100 çift ibrede fırın kurusu ağırlıklar	37
Şekil 3.3. Kuzey bakıdaki Karaçamalarda ortalama ibre boyları.....	39
Şekil 3.4. Kuzey bakıdaki Karaçamalarda 100 çift ibrede fırın kurusu ağırlıklar	40
Şekil 3.5. Güney bakıdaki Sarıçamalarda ortalama ibre boyları.....	42
Şekil 3.6. Güney bakıdaki Sarıçamalarda 100 çift ibrede fırın kurusu ağırlıklar.....	43
Şekil 3.7. Kuzey bakıdaki Sarıçamalarda ortalama ibre boyları	45
Şekil 3.8. Kuzey bakıdaki Sarıçamalarda 100 çift ibrede fırın kurusu ibre ağırlıkları	46
Şekil 3.9. Kızılçamalarda ortalama ibre boyları.....	48
Şekil 3.10. Kızılçamalarda 100 çift ibrede fırın kurusu ağırlıklar	49
Şekil 3.11. Sarıçam ibrelerinde görülen kükürt yanıkları	50
Şekil 3.12. Karaçam ibrelerinde görülen kükürt yanıkları	51
Şekil 3.13. Kızılçam ibrelerindeki kükürt yanıkları.....	51
Şekil 3.14. Karaçam ibrelerinde kuzey ve güney bakıldaki sonbahar (ekim ayı) ibrelerindeki kükürt miktarları	53
Şekil 3.15. Kuzey ve güney bakıldaki Karaçamaların yaz (temmuz ayı) ibrelerindeki kükürt miktarları	54
Şekil 3.16. Kuzey ve güney bakıldaki Sarıçamaların sonbahar (ekim ayı) ibrelerindeki kükürt miktarları	56
Şekil 3.17. Kuzey ve güney bakıldaki Sarıçamaların yaz (temmuz ayı) ibrelerindeki kükürt miktarları	58
Şekil 3.18. Kızılçamların sonbahar (ekim ayı) ibrelerindeki kükürt miktarları	59
Şekil 3.19. Kızılçamların yaz (temmuz ayı) ibrelerindeki kükürt miktarları	60
Şekil 3.20. Sakarya Nehri- Lazoğlu T.-Bozkır (Eskişehir) kesitinde ibrelerdeki kükürt miktarlarının değişiminin yükselti/iklim kuşakları ile ilişkisi	64
Şekil 3.21. Kuzey bakıda Karaçam, Sarıçam ve Kızılçamalarda sonbahar (ekim ayı) ibrelerindeki kükürt miktarları	65
Şekil 3.22. Kuzey bakıda Karaçam, Sarıçam ve Kızılçamalarda yaz (temmuz ayı) ibrelerindeki kükürt miktarları	66
Şekil 3.23. Güney bakıda Sarıçam ve Karaçamaların sonbahar (ekim ayı) ibrelerindeki kükürt miktarları	67
Şekil 3.24. Güney bakıdaki Sarıçam ve Karaçamaların yaz (temmuz) ibrelerindeki kükürt miktarları	68

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1.1. Önemli hava kirletici gazlar ve kaynakları	4
Tablo 2.1. Sündiken Dağları çevresindeki meteoroloji istasyonlarına ait bazı iklim değerleri.....	11
Tablo 2.2. Eskişehir Meteoroloji İstasyonuna Ait Rüzgâr Yönü, Ortalama Hızı ve Esme Sayıları Verileri	12
Tablo 2.3. Çatacık Orman İşletme Müdürlüğünde işletme şeflikler orman alanlarının işletme şekillerine göre dağılışı	17
Tablo 2.4. Çatacık Orman İşletme Müdürlüğünde işletme şeflikleri orman alanlarının ağaç türlerine göre dağılışı	18
Tablo 2.5. Çalışma alanını etkileyen yakın çevredeki kirletici kaynakların tür ve sayıları.....	23
Tablo 2.6. Eskişehir ve Ankara'daki Bazı Tesislerin Havaya Verdikleri Kirletici Miktarları.....	23
Tablo 2.7. Çayırhan Termik Santralının bazı üretim ve yakıt özellikleri.....	24
Tablo 2.8. Çayırhan Termik Santralının emisyon durumu	24
Tablo 2.9. Eskişehir'de kullanılan katı yakıtların özellikleri.....	24
Tablo 2.10. Örnekleme alanlarında yapılan çalışmalar	28

SEMBOL LİSTESİ

- Çzcd1 : 1 kapalılıkta (gevşek kapalı), cd gelişme çağında (ince ağaçlık-orta ağaçlık) Kızılçam meşçeresi.
- Çk1 : 1 yaşında Karaçam ibresi.
- Çk2 : 2 yaşında Karaçam ibresi.
- Çk3 : 3 yaşında Karaçam ibresi.
- Çs1 : 1 yaşında Sarıçam ibresi.
- Çs2 : 2 yaşında Sarıçam ibresi.
- Çs3 : 3 yaşında Sarıçam ibresi.
- Çz1 : 1 yaşında Kızılçam ibresi.
- Çz2 : 2 yaşında Kızılçam ibresi.
- Çz3 : 3 yaşında Kızılçam ibresi.
- KÇk1 : Kuzey bakıda 1 yaşında Karaçam ibresi.
- KÇk2 : Kuzey bakıda 2 yaşında Karaçam ibresi.
- KÇk3 : Kuzey bakıda 1 yaşında Karaçam ibresi.
- KÇs1 : Kuzey bakıda 1 yaşında Sarıçam ibresi.
- KÇs2 : Kuzey bakıda 2 yaşında Sarıçam ibresi.
- KÇs3 : Kuzey bakıda 3 yaşında Sarıçam ibresi.
- GÇk1 : Güney bakıda 1 yaşında Karaçam ibresi.
- GÇk2 : Güney bakıda 2 yaşında Karaçam ibresi.
- GÇk3 : Güney bakıda 1 yaşında Karaçam ibresi.
- GÇs1 : Güney bakıda 1 yaşında Sarıçam ibresi.
- GÇs2 : Güney bakıda 2 yaşında Sarıçam ibresi.
- GÇs3 : Güney bakıda 3 yaşında Sarıçam ibresi.

ÖZET

SÜNDİKEN KÜTLESİNİN BATI BÖLÜMÜNDE (ÇATACIK İŞLETMESİ) HAVA KİRLİLİĞİNİN ORMAN AĞAÇLARINA ETKİSİNİN YÜKSELTİ VE BAKIYA GÖRE İNCELENMESİ

Hızlı nüfus artışı, hızla gelişen sanayi ve teknoloji, buna bağlı olarak enerji ihtiyacındaki artış ve benzeri birçok nedenlerle artan hava kirliliği orman ekosistemlerini tehdit eder hale gelmiştir. Gelişmiş ülkeler ormanlarda meydana gelen zararların çok tehlikeli sonuçlar doğuracağına farkına varmış ve bu konularda yapılan çalışmalara da hız vermeye başlamışlardır. Ülkemizde de bu tür çalışmalar son yıllarda önem kazanmıştır.

Bu araştırmanın amacı hava kirliliğinin, Sündiken kütlesinin batısında bulunan, bozkır ile sınır olan ve baraj havzasında yayılış gösteren orman ağaçları üzerindeki etkisini belirlemektir.

Sündiken Dağları Doğu-Batı yönünde uzanan, güneyde 800 m yükseltiden başlayıp kuzeye doğru 1818 m'ye yükselen ve Sakarya vadisinde 250 m 'ye inen bir kütledir. Bu kütle üzerinde güney bakıda Karaçam ve Sarıçam, Meşe ve Ardıç, kuzey bakıda ise Karaçam, Sarıçam, Kızılcım, Ardıç ve Meşe türleri yayılmaktadır. Meşe ve Ardıçlarda tür sayılarının çok fazla olması ve yayılışlarının dağınık olması nedeniyle Karaçam, Sarıçam ve Kızılcım türlerinde çalışılmıştır. Araştırmada kuzey-güney doğrultusunda geçirilen kesit üzerinde 100'er m yükselti basamaklarında, 23 noktada örnekleme yapılmıştır. Bu noktaların 13'ünde Karaçamlardan 8'inde Sarıçamlardan, 5'inde de Kızılcamlardan ibre örnekleri alınmıştır. Her noktada 5 örnek ağaçtan, 1, 2 ve 3 yaşlı ibre örnekleri toplanmıştır. Örnekleme 2002 yılı Ekim ayı ve 2003 Yılı temmuz ayı olmak üzere iki dönemde yapılmıştır. Bu ibrelerde 100 çift ibrede ortalama ibre boyu ve fırın kuru ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Daha sonra karma örnekler hazırlanarak 1, 2 ve 3 yaşlı ibrelerde kükürt analizleri yapılmıştır. Elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda; Kızılcım ibrelerindeki kükürt değerlerinin Sarıçam ve Karaçam ibrelerindeki kükürt değerlerinden daha yüksek olduğu, ağaç türlerinin tümünde ibre yaşı arttıkça kükürt miktarlarının da arttığı, kuzey bakıda genel olarak Kızılcım ve Karaçam türlerinde yükselti arttıkça kükürt miktarlarının azaldığı, güney bakıda ise Sarıçam ve Karaçamda yükselti ile beraber kükürt miktarlarının da arttığı, kuzey bakıya ait kükürt miktarlarının güney bakıdakilerden daha yüksek olduğu tesbit edilmiştir. İbre boyu ve fırın kuru 100 çift ibre ağırlıkları ile kükürt miktarları arasında bir ilişki bulunamamıştır.

SUMMARY

A STUDY ON DETERMINATION OF THE AIR POLLUTION EFFECTS ON FORESTS AS TO ALTITUDE AND EXPOSURE ON THE WEST PART OF SUNDIKEN MASS (ÇATACIK FOREST DISTRICT)

Air pollution, originating from increase in population, industry and technology, rapidly growth in the need of energy e.g, has become threatening forest ecosystems. Developed countries awared of dengerous conclusions of forest decline and enlivent researchs on the air pollution effects on forest ecosystems. In recent years it has been considered that kind of researches important in Turkey.

The aim of this research is to determine air pollution effects on the forest which distributes on the Sündiken Mountains, adjacent to step area, has a forest area covering dam basin.

Sündiken Mountain is a mass, laying east-west directions and has an altitude of 800 m. on the South and 250 m on the North., rising to 1818 m. Austrian pine, Scotch pine, oak and junipers have distributed on the souht slope of the mass and also Calabrian pine on the north slope. 23 sample plots were chosen on a cross section laying North-South directions per 100 meter. 1, 2 and 3 aged needles were collected from 5 trees on each sample plot for each species (needle sample were taken from both Austrian pine and Scotch pine on 3 sample plots). Sampling was carried out on the october in 2002 and on the july in 2003. Needle length and dry weight of needle were measured for 100 pairs of needle. Sulphur analyses were done in 1, 2 and 3-year old mixed samples belonging each sample plot.

As a result of the research, sulphur consantration of Calabrian pine needle was found highter than Austrian Pine and Scotch pine's on the north slope. Generally Scotch pine needles had higher sulphur contents than Austrian pines on the same slope, and sulhur contests were found lower on souht slope but higher on north slope at lower elevation. Sulphur concentration of Austrian Pine and Scotch pine needle sample were found higher on higher elevations on the south slope, but low elevations on the north slope of the mass. Any relation hadn't been determined between sulphur contents of needle and needle length and dry weight for 100 pairs of needle.

1. GİRİŞ

İnsanlar yerleşik düzene geçip, doğal kaynakları daha yoğun olarak kullanmaya başladıkları zamandan beri çevre sorunları daha fazla ortaya çıkmıştır. Ancak sorunların tartışılması 20. Yüzyıla rastlamaktadır. Çünkü çevre sorunları bu yüzyılda daha dikkat çekici olmuştur. 5000 yıldan beri tarım, avcılık ve hayvancılıkla uğraşan toplumlar 19. Yüzyılda teknolojidaki önemli değişikliklerle sanayi devrimini başlatmışlardır. Böylece başlangıçta ekolojik bir denge içerisinde olan insan-çevre ilişkisi çevre sorunlarının artmasıyla bozulmaya başlamıştır. Sanayi devrimi ile başta fen bilimleri olmak üzere tüm bilimsel çalışmalarda bir ilerleme sağlanmış, teknoloji gelişmiş, ekonomik kalkınmaya bağlı olarak hayat standardı yükselmiş ve yine buna bağlı olarak nüfus artışı hızlanmıştır. İşte bu olgular bugünkü çevre sorunlarının oluşmasına neden olmuştur [1].

Çevre sorunlarının başında çevrenin kirlenmesi gelmektedir. Çevre kirliliğini;

Hava kirliliği

Su kirliliği

Toprak kirliliği

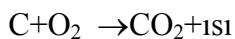
Radyoaktif kirlilik

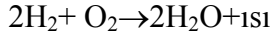
Gürültü kirliliği

şeklinde sınıflandırmak mümkündür .

Hava kirliliği insanları, hayvanları, bitkileri hatta cansız varlıkları olumsuz yönde etkileyen çevre sorunlarının başında gelmektedir.

Hava kirlenmesi, bina dışı açık havada bir veya daha fazla türden kirleticinin insan, bitki ve hayvan yaşamına, ticari veya kişisel eşyalara ve yaşamaktan zevk duyulabilecek bir çevre kalitesine zarar veren miktarda belli bir sürenin üstünde bulunması olarak tanımlanmaktadır. Havayı kirleten en önemli etken yanma olayında gelişen reaksiyonlar ve oluşan bileşiklerdir:





Fosil yakıt adını verdiğimiz gaz, petrol veya kömürün yakılmasıyla oluşan karbondioksit ve bunun yanısıra bu yakıtlarda bol bulunan hidrojenin oksitlenmesiyle açığa çıkan su buharı bu reaksiyonların birincil ürünleridir. Ancak yanma/yakma yetersizlikleri nedeniyle bu reaksiyonların tam olarak gerçekleşmemesi halinde CO, NO, SO₂ vb. bazı hava kirletici gaz ve buharlar oluşmaktadır. Hava kirleticilerinin havaya atıldığı yer veya faaliyetler olarak adlandırılan kirletici kaynaklar doğal ve yapay kirletici kaynaklar şeklinde sınıflandırılabilir. Doğal kirletici kaynaklar orman yangınları, volkan püskürmesi vb., yapay kirletici kaynaklar ise evsel ısınma araçları, sanayi kuruluşları, taşıtlar şeklinde olabilmektedir. Bilindiği gibi kirlenmemiş hava %78,10 Azot, %20,90 Oksijen, %0,94 Asal gazlar (Ar, Kr, Ne, He, Xe), %0,03 Karbondioksit, %0,01 Hidrojen ve çok düşük miktarlarda da Karbonmonoksit, Ozon, Metan gibi gazlardan oluşmaktadır. Havada bulunan bu maddelerin oranlarının çeşitli nedenlerle değişmesi veya havaya yeni yabancı maddelerin karışması hava kirliliğini oluşturmaktadır. Çeşitli kaynaklardan yayılan hava kirleticilerini:

Partikül maddeler (Kurum ve diğer uçucu tozlar $\varnothing < 10 \mu\text{m}$)

Kükürt oksitler

Azot oksitler

Karbonmonoksit

Diğer kirleticiler

olarak sıralamak mümkündür. Bu kirletici maddelerin bazıları doğrudan doğruya kaynaktan atıldıkları şekilde havada bulunurlar. Bunlar birincil kirleticilerdir (SO₂, H₂S gazları gibi). Diğer bir kısım kirleticiler ise havada bulunan diğer bazı maddelerle reaksiyona girerek başka kirleticilere dönüşürler. Bunlara da ikincil kirleticiler denir. Azotlu maddeler bacalarda en çok NO veya NH₃ halinde atılırlar. Ancak atmosferde NO₂ veya nitrat şeklinde daha kalıcı bir hale geçerler. Sıvı veya katı taneciklerin havada asılı halde durmasıyla partikül maddeler oluşmaktadır [2].

SO₂ 'nin havada gaz fazda veya katı taneler/tozlar (partiküller) ya da su damlacıkları üzerinde karmaşık reaksiyonlarla oksitlendiği, SO₃ 'e dönüştüğü ve bundan sonra da ıslak veya kuru çökme ile atmosferden ayrılan sülfatları oluşturduğu bildirilmektedir [3]. Bu nedenle de hem SO₂ hem de SO₃ 'ü birlikte SO_x şeklinde ifade etmek yaygın bir uygulamadır. Havadaki Kükürtoksitler içerisinde en önemli pay kükürtdioksite aittir [2].

Kükürtdioksit, renksiz bir gaz olup atmosferde oldukça hızlı bir oksitlenmeyle kükürttrioksit ve sülfatlara dönüşür . Kükürttrioksitin atmosferdeki yarılanma süresi 24 saattir [3].

Azot oksitler, yanma sürecinde yüksek sıcaklık bölgesinde oluşan NO ile bunun daha ileri oksitlenme ürünü olan NO₂ gazlarının toplamından oluşmaktadır [2]. Havaya verilen azot oksitlerin kuru havada oksijen ve güneş ışığı etkisi altında oksitlenmesi sırasında oksijen de ozona dönüşmektedir. Nemli havada ise azotoksitler ozonun da yardımıyla nitrik asite dönüşmekte, asit yağış (yağmur, kar, sis, kırağı gibi) oluşmaktadır. Özellikle gündüz ve gece arasındaki sıcaklık farklarının fazla olduğu yerlerde veya mevsimlerde gündüz güneş ışığında oluşan NO₂ ve O₃ gece soğuyan hava ile birlikte yoğuşan nemin katkısı ile nitrik asit, çığ, sis, pus, kırağı damlacıklarına dönüşmektedir. Bu tür asit yağışlar daha çok bitki yapraklarına, yağmur ve kar halindeki yağışlar ise toprağa ve bitki köklerine zarar vermektedir . Azot oksitlerin atmosferdeki yarılanma süresinin 8 saat olduğu bildirilmiştir [3].

Karbon monoksit, renksiz, kokusuz ve havanın ortalama mol ağırlığına yakın bir gaz olup hem kaynaklandığı nokta etrafında iyi dağılmayan, hem de varlığı fark edilemeyen bir kirleticidir. Karbon monoksit de azot monoksit gibi aktif olup, güneş ışığı altında ozon (O₃) oluşumuna sebep olmaktadır. Diğer kirleticilerden hidrokarbonlar, atmosferdeki fotokimyasal reaksiyonlar sonunda oluşturdukları ürünler nedeniyle büyük önem taşır. Atmosferde güneş ışığı etkisiyle ortaya çıkan fotokimyasal reaksiyonların ürünleri bazen bu organik maddelerin kendilerinden daha etkili ve zararlı olabilmektedir [2].

Daessler'e atfen YÜCEL [1], günümüzde 300'den fazla maddenin havayı kirlettiğini bildirmektedir. Bunların en önemlileri kaynakları ile birlikte Tablo 1.1'de görülmektedir.

Tablo 1.1. Önemli hava kirletici gazlar ve kaynakları [1].

Zararlı Maddenin Adı	Kaynağı
Kükürtdioksit	Linyit kömürü, taşkömürü ve gazyağı ile çalışan işletmeler(santraller, evler), kimyasal tesisler, dökümhaneler
Hidroflorikasit Silisyumtetraflorür	Flor üreten işletmeler Fosfat gübre fabrikaları Alüminyum işletmeleri, cam-şişe fabrikaları, emaye fabrikaları, kiremithaneler, seramik endüstrisi ve kömür yakan tesisler
Kükürttrioksit	Kükürtasidi fabrikaları, gazyağı
Hidroklorikasit Klor	Klor elektrolizi Galvanizhaneler, Potasyum endüstrisi, PVC yıkama yerleri
Kurşun bileşikleri Karbonmonoksit Azotoksitler	Motorlu taşıtlar Kimya endüstrisi
Amonyak	Hayvan çiftlikleri, gübre fabrikaları(kısmen)

Tablo 1.1'den de anlaşılacağı gibi hava kirliliğini oluşturan kaynakların başında fosil yakıt kullanan işletmeler gelmektedir. Örneğin 100 Megawatt gücünde bir termik santral bir yılda şu kirletici etkilere neden olmaktadır :

3,9X10⁻⁵ Kcal/sn termik etki

750 ton Karbonmonoksit

45 000 ton Kükürtdioksit

3 500 ton katı parçacıklar

26 000 ton Azotoksit

250 ton Hidrokarbon

5 660 m³ kül.

Kentlerdeki hava kirliliğine, araçlar da büyük ölçüde neden olmaktadır. Örneğin, yılda ortalama 10.000 km yol giden ve 1.000 litre benzin tüketen bir araç aşağıdaki zararlı maddelerin havaya verilmesine neden olmaktadır:

165 kg karbonmonoksit

16 kg hidrokarbon

33 kg azotoksit

0,4 kg kükürtdioksit
0,4 kg toz tanecikleri
0,12 kg kurşun [1].

Hava kirliliğinden tüm canlılar etkilenmektedir. İnsanlar ve hayvanlar yaşam faaliyetleri için gerekli enerjiyi besinlerden almakta, böylece daha yüksek dozdaki hava kirliliğine dayanabilmektedir. Bitkiler ise yaşamlarını sürdürebilmek için kendi ürettikleri karbonhidrata ihtiyaç duymaktadırlar. Eğer hava kirliliği etkisiyle klorofilin karbonhidrat sentezi engellenirse bitkiler ya zarar görmekte ya da ölmektedirler. Bitkilerin hava kirliliğinden etkilenmeleri iklime, büyüme döneminin uzunluğuna, yaprak döküp dökmemelerine, topraktaki faydalanılabilir su miktarına ve benzeri birçok ekolojik faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bu faktörlerden biri veya birkaçının optimum sınırların dışına çıkması bitkilerin hava kirliliğinden daha düşük dozlarda dahi olumsuz yönde etkilenmesine neden olmaktadır [3, 4, 5].

Hava kirliliğinin ormanlara etkisi kuru, nemli, yağışlı hava hallerine göre değişir. Kuru havadaki kirletici gazlar bitki yapraklarının solunum gözeneklerinden CO₂ ile birlikte alınmaktadır. Yapraktaki klorofilde CO₂ ile karbonhidrat sentezi yapılmaktadır. Karbonhidrat sentezinin ön safhalarında klorofilde su iyonlaştırılmakta ve bir atom oksijen açığa çıkarılmaktadır. Bu oksijen atomu topraktan alınan su ile havadan alınan karbondioksiti birleştirerek karbonik asit sentezini yapmaktadır [3]. Bu ön sentez safhasına benzer bir sentez ile klorofile ulaşan gazlar da asitlere dönüştürülmektedir. Eğer havada O₃ varsa kirletici gazların aside dönüşmesi daha hızlı olmaktadır. Sonuçta oluşan asitler klorofili tahrip etmektedir. Yapılan araştırmalarla havadaki kirleticiler nedeniyle klorofilin tahribine bağlı olarak bitkilerin ya öldüğü ya da daha az artım yaptıkları ortaya konmuştur [6, 7]. Nemli havada kirletici gazlar yoğunlaşan su buharı ile sis, çığ veya kırağı halinde yaprakların üstünde birikmektedirler. Bu asit nitelikli damlacıklar gündüz buharlaştıklarında yaprak yüzeylerinde asit yanıklara dolayısıyla yaralara ve tahribata neden olmaktadır [3, 7, 8]. Havaya karışan kirletici gazların (SO₂, NO_x, HF, vs.) yüksek oranda bulunması yağışların asitleşmesine sebep olmaktadır. Asit yağışların bitkiler üzerindeki doğrudan etkisi asidin çözücü özelliğinden kaynaklanmaktadır. Yapraklar üzerindeki asitlerle birleşmiş su molekülleri yüzeydeki koruyucu tabakayı çözmekte ve yüzey hücrelerinde asit yanıklarına (nekrozlara) sebep

olmaktadır [9]. Hava kirliliğinin ormanlar üzerindeki etkisi atmosferik nem koşullarına bağlı olarak değişmektedir. [10]. Bitkilerin yaprak yüzeylerinin yağmur, çığ gibi olaylarla ıslak olması durumunda kükürdioksitin bu etkileri çok daha fazla olmaktadır [11]. Asit yağmur ve asit kar yağışları atmosferdeki kirletici gazları yeryüzüne ulaştırmaktadır. Asit yağışlarla toprağa yüksek miktarda H^+ iyonu girişi olur. Toprağın tamponlama etkisi ile pH 2'nin düşmesi engellenir. Eğer H^+ iyonu girişi devam ederse toprak Al^{+3} ve Fe^{+3} tampon alanlarına girerek toprak suyuna Al^{+3} ve Mn^{+2} iyonları verilir. Böylece sözkonusu toprak bitki gelişimi açısından elverişsiz duruma gelir [12].

Çevre sorunlarının giderek artmasıyla tüm insanlığı tehdit eder bir hale gelmesi ülkeleri harekete geçirmiş, 1972 yılında Stocholm'de Birleşmiş Milletler tarafından Çevre Sorunları Konferansı düzenlenmiştir. Bu konferans insanın doğa karşısındaki tutumunun değişmesi gerektiğini belgeleme açısından büyük önem taşıdığı gibi az gelişmiş ülkelere çevre koruma alanında yeni teknoloji ve bilgi transferi konusunda karar alınması ve maddi yardım yapılacağı konusunda anlaşmaya varılması açısından da önemlidir. Bu konferans sonrasında Birleşmiş Milletler Çerçeve Programı kurulmuştur. Daha sonra yine Birleşmiş Milletler öncülüğünde Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından 'Ortak Geleceğimiz' raporu hazırlanarak sürdürülebilir kalkınma modeli gündeme getirilmiştir. 1992 yılında ise Rio Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı toplanmıştır. Bu konferansta çevre ve ekolojiyi etkileyen tüm alanlarda hükümetlerin, kalkınma teşkilatlarının, Birleşmiş Milletler kuruluşlarının ve bağımsız sektörlerin yapması gereken faaliyetler tanımlanmış, ülkeler arasında İklim Değişikliği Sözleşmesi ve Biyoçeşitlilik Sözleşmesi imzalanmıştır. [13].

Türkiye'de hava kirliliğinin ormanlara olan etkilerinin belirlenmesi konusundaki ilk araştırmalar 1951 yılında Artvin-Murgul'da kurulan bakır fabrikasının işletmeye açılmasıyla başlamıştır [14]. Daha sonra Acatay [15] tarafından ortaya çıkan zararlar irdelenmiştir. Çepel ve diğ. [16], Samsun'da Karadeniz Bakır İşletmeleri ve Azot Sanayii Fabrikalarından çıkan kükürdioksit gazının Samsun-Gelemen fidanlığındaki fidanlar üzerindeki olumsuz etkilerini belirlemiştir. Kantarcı [17] tarafından yapılan bir çalışmada İstanbul-Feneryolu ağaçlandırma alanında asit yağışların etkileri incelenmiştir. Muğla çevresinde elektrik üretimi yapan termik santrallerin çevre ormanlar üzerinde olumsuz etkileri olduğu tesbit edilmiştir [4, 5, 6, 18, 19]. Uslu [20]

tarafından yapılan bir çalışma ile İstanbul çevresindeki ormanlarda hava kirliliğinin etkileri belirlenmiştir. Çevre ve Orman Bakanlığı, İzmit Kavakçılık ve Hızlı Gelişen Türler Araştırma Müdürlüğü, Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Eskişehir Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğüne hava kirliliğinin ormanlar üzerindeki etkilerinin izlenmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

Yakın çevresinde yoğun bir şekilde kirletici kaynaklar bulunan Sündiken Dağlarında yayılış gösteren ormanlarındaki çamların ibrelerinde asit yanıkları bulunmaktadır . Bu orman alanları İç Anadolu bozkırı sınırından başlamaktadır. Kütlenin kuzeyinde Sarıyar ve Gökçekaya Barajları yer almaktadır. Bu barajların havzasında bulunan ormanların varlığı ve sağlığı ayrı bir önem arz etmektedir. Bu nedenle böyle bir çalışma yapılmasının gerekliliği hissedilmiştir. Araştırmanın amacı Sündiken Dağları Kütlesinin batı bölümünde, Çatacık Orman İşletme Müdürlüğü ormanlarında bakıya ve yükseltiye göre hava kirliliğinin etkisini belirlemektir. Bu amaçla araştırmada incelenen konular şunlardır:

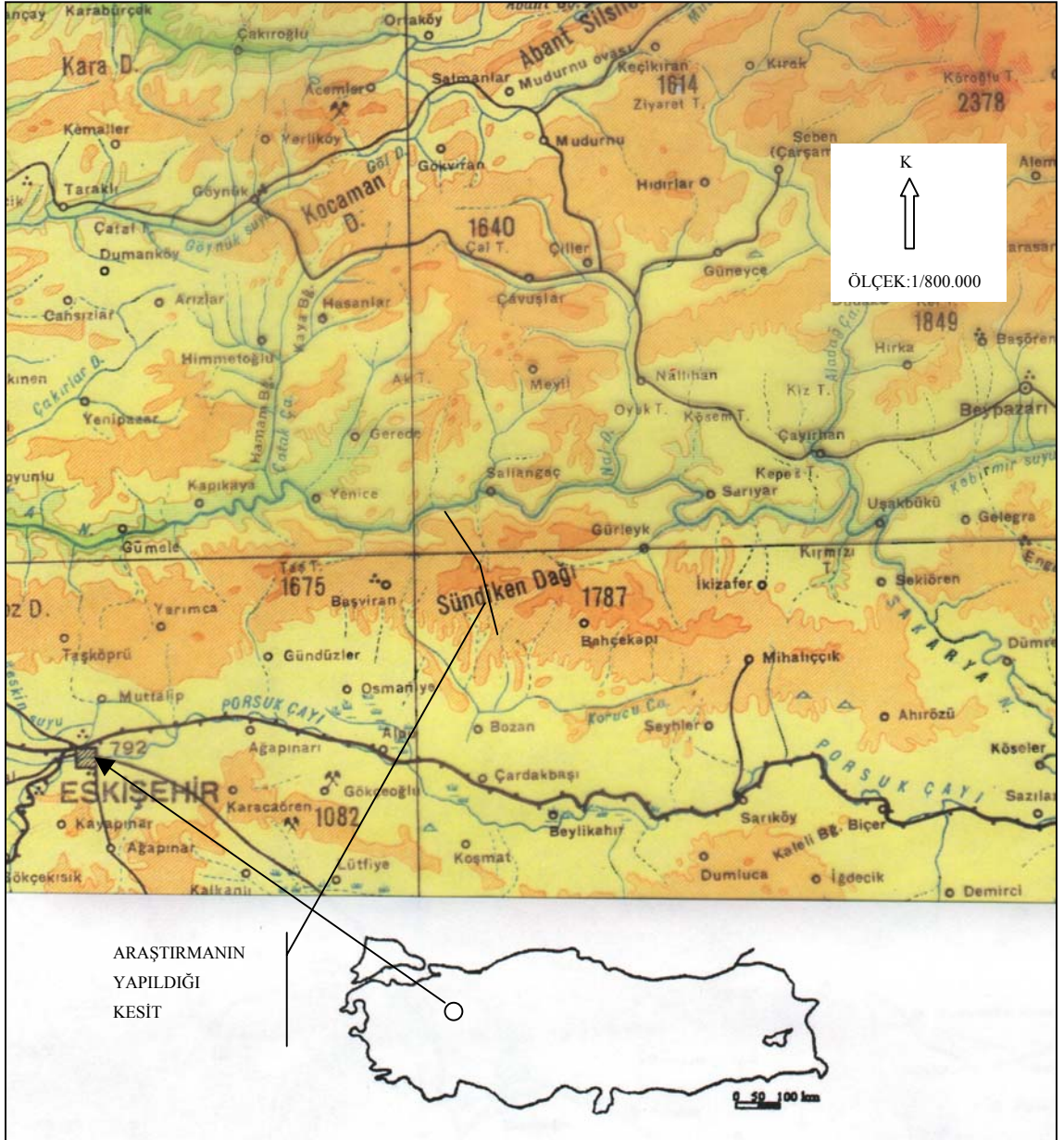
- 1- İbrelerdeki kükürt miktarları normal değerlerin üzerinde midir?
- 2- Aynı ağaç türünde, aynı dönemde farklı yükseltilerdeki ağaçlarda kükürt miktarları da farklı mıdır?
- 3- Aynı ağaç türünde, aynı dönemde farklı bakıdaki ağaçlarda kükürt miktarları da farklı mıdır?
- 4- Aynı ağaç türünde farklı ibre yaşlarındaki kükürt miktarları farklı mıdır?
- 5- Aynı ağaç türünde, aynı yaşlı ibrelerde farklı dönemlerdeki kükürt miktarları farklı mıdır?
- 6- Farklı ağaç türlerinin ibrelerindeki kükürt miktarları farklı mıdır?
- 7- Araştırma sonuçları daha önce aynı konuda yapılmış çalışmalarla paralellik göstermekte midir?
- 8- İbre boyları ve ibre ağırlıkları ile kükürt miktarları arasında bir ilişki var mıdır?
- 9- Hava kirliliğinde ormanların zarar görmesini önleyebilmek için ne gibi önerilerde bulunulabilir?

2. MALZEME VE YÖNTEM

2.1. ARAŞTIRMA ALANININ ÖZELLİKLERİ

2.1.1. MEVKİİ

Araştırma alanı Eskişehir ili sınırları içerisinde olup Eskişehir Orman Bölge Müdürlüğü, Çatacık Orman İşletme Müdürlüğü alanını kapsamaktadır. Kuzeyi Sakarya Nehri, doğusu Mihalıççık Orman İşletme Müdürlüğü, batısı Eskişehir Orman İşletme Müdürlüğü, Güneyi Alpu Ovası ile çevrilidir. Çatacık Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Alpu, Arıkaya, Değirmendere, Gümeledere ve Sarıcakaya olmak üzere 5 orman işletme şefliği bulunmaktadır. Araştırma $39^{\circ}50'49''$ Kuzey enlemi $-31^{\circ} 05'30''$ Doğu boylamı ile $31^{\circ}01'37''$ Kuzey enlemi $-40^{\circ}02'38''$ Doğu boylamları arasında kalan kesit üzerinde yapılmıştır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Araştırma alanının genel mevkii

2.1.2. İKLİM

Araştırma alanının iklim özelliklerini temsil edebilecek meteoroloji istasyonlarına ait yıllık ortalama yağış/ortalama sıcaklık, 4 yaz ayının ortalama yağış toplamı/ortalama sıcaklık ve Ocak ayının ortalama yağış ve sıcaklık değerleri Tablo 2.1'de verilmiştir. Çatacık Meteoroloji istasyonu verilerine göre +10 C° ve üzerindeki aylık ortalama sıcaklıklar dikkate alındığında vejetasyon süresi 5 aydır. Yıllık ortalama sıcaklıklar 9.8 C° (Çatacık) ile 14.6 C° (Sarıyar Barajı) arasında değişmektedir. En soğuk ay olan Ocak ayı sıcaklıkları -4.2 C° (Çatacık) ile 3.5 C° (Sarıyar Barajı) arasındadır. 4 yaz ayı (Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül) ortalama sıcaklıkları 23.7 C° (Sarıyar Barajı) ile 15.8 C° (Çatacık) arasındadır. Görüldüğü gibi sıcaklıklar en düşük Çatacık'ta en yüksek ise Sarıyar Barajı istasyonunda ölçülmüştür. Yıllık ortalama yağışlar ise 303.5 mm (Gökçekısık) ile 878.5 mm (Çatacık) arasındadır. 4 yaz ayındaki yağış toplamı 41.6 mm (Alpu) ile 176.1 mm (Çatacık) arasındadır. Ocak ayındaki yağış miktarları 31.4 mm (Gökçekısık) ile 107.3 mm (Hekimdağ) arasında değişmektedir.

Çalışma alanımızı da kapsayan Çatacık yöresi için Boydak [21] tarafından yapılmış olan bir araştırmada bu yörenin Thornthwaite iklim sınıflamasına göre B3C2'sb2' yani, nemli, düşük sıcaklıkta, su noksanı yaz mevsiminde ve orta derecede, deniz iklimine yakın iklim sınıfı içerisine girdiği bildirilmektedir. Tablo 2.2 incelendiğinde rüzgârların Eskişehir'de en çok batıdan ve doğudan estiği görülmektedir.

Tablo 2.1. Sündiken Dağları çevresindeki meteoroloji istasyonlarına ait bazı iklim değerleri.

Meteoroloji İstasyonu	Yükselti (m)	İklim Elemanları	Ocak Ayı	4 Yaz Ayı (VI+VII+VIII+IX)	Yıllık
Eskişehir	800	Ort. Sıcaklık C°	-0.8	19.6	10.9
		Ort. Yağış mm	43.6	71.8	373.6
		Ort. Hava Nemi %	80.0	57.0	
		Saat 14 Hava Nemi %	74.0	36	
Alpu		Ort. Sıcaklık C°			
		Ort. Yağış mm	43.1	41.6	327.5
Gökçekısık	850	Ort. Sıcaklık C°			
		Ort. Yağış mm	31.4	90.0	303.5
Hekimdağ	1100	Ort. Sıcaklık C°			
		Ort. Yağış mm	107.3	65.7	676.5
Mihalıççık	1350	Ort. Sıcaklık C°			
		Ort. Yağış mm	79.9	95.0	580.5
Çatacık	1550	Ort. Sıcaklık C°	-4.2	15.8	9.8
		Ort. Yağış mm	93.9	176.1	878.5
Beydili	524	Ort. Sıcaklık C°			
		Ort. Yağış mm	47.3	48.6	384.9
Sarıyar Barajı	460	Ort. Sıcaklık C°	3.5	23.7	14.6
		Ort. Yağış mm	53.9	74.6	380.4
		Ort. Hava Nemi %	74.0	43.0	
		Saat 14 Hava Nemi %	70.0	29.0	
Çayırhan (Nallıhan)		Ort. Sıcaklık C°			
		Ort. Yağış mm	44.9	43.4	358.8
Sarıcakaya	330	Ort. Sıcaklık C°			
		Ort. Yağış mm	45.0	51.0	374.5
Beypazarı	682	Ort. Sıcaklık C°	1.8	22.3	13.2
		Ort. Yağış mm	55.2	63.6	390.2
Nallıhan	650	Ort. Sıcaklık C°	2.1	21.5	12.6
		Ort. Yağış mm	53.8	75.8	428.6

Tablo 2.2. Eskişehir Meteoroloji İstasyonuna Ait Rüzgâr Yönü, Ortalama Hızı ve Esme Sayıları Verileri. Yükselti 787 m. Enlem : 39°49' Boylam : 30°31'

Meteorolojik Eleman	Rasat S. (YIL)	AYLAR												YILLIK
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
N Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	17	40	39	54	32	48	66	70	54	45	43	37	34	562
N Rüzgarın Ortalama Hızı (m/s)	17	4.6	3.7	4.4	3.2	4.1	4.1	4.8	4.4	4.0	3.8	4.1	4.4	4.2
NNE Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	17	7	2	8	9	10	14	17	16	15	10	2	9	119
NNE Rüzgarın Ortalama Hızı (m/s)	17	2.4	2.9	3.6	3.0	3.1	4.3	3.4	3.3	3.3	2.0	2.7	2.4	3.2
BE Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	17	22	10	20	22	23	33	18	25	31	22	9	18	253
NE Rüzgarın Ortalama Hızı (m/s)	17	2.4	1.4	3.3	2.6	2.6	2.4	2.7	2.7	2.6	2.0	1.9	2.1	2.5
ENE Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	17	19	21	17	14	21	11	12	18	11	26	15	16	201
ENE Rüzgarın Ortalama Hızı (m/s)	17	2.2	3.1	1.9	3.3	2.8	2.9	2.9	3.6	2.8	2.4	1.9	2.1	2.6
E Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	17	385	237	178	151	123	61	42	63	89	200	364	406	2229
E Rüzgarın Ortalama Hızı (m/s)	17	3.3	3.4	4.0	3.3	2.8	2.4	2.4	2.6	2.4	3.0	3.6	3.8	3.4
ESE Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	17	150	111	61	61	39	12	12	12	25	50	127	167	827
ESE Rüzgarın Ortalama Hızı (m/s)	17	3.5	3.8	4.0	4.1	3.9	2.4	3.2	2.7	2.9	3.0	3.2	3.6	3.5
SE Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	17	150	93	77	64	27	12	22	9	30	45	85	119	733
ES Rüzgarın Ortalama Hızı (m/s)	17	3.1	3.3	3.2	3.1	2.2	2.2	2.8	3.0	2.5	2.5	2.6	3.1	3.0
SSE Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	17	13	12	21	23	10	3	5	3	7	14	17	18	146
SSE Rüzgarın Ortalama Hızı (m/s)	17	2.8	4.2	4.5	3.6	4.5	3.0	2.8	4.2	3.3	2.7	3.7	3.1	3.6
S Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	17	16	28	22	23	18	19	5	7	15	22	19	21	215
S Rüzgarın Ortalama Hızı (m/s)	17	2.1	3.4	2.3	3.4	2.8	1.6	1.8	2.5	2.2	2.6	2.7	2.4	2.6
SSW Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	17	6	14	15	20	12	10	11	15	15	8	13	15	154
SSW Rüzgarın Ortalama Hızı (m/s)	17	1.9	5.3	5.1	5.2	3.3	3.9	4.0	2.4	3.3	3.8	2.9	5.6	4.1

Tablo 2.2.'nin devamı. Eskişehir meteoroloji istasyonuna ait rüzgâr yönü, ortalama hızı ve esme sayıları verileri. Yükselti 787 m.
Enlem:39°49'Boylam:30°31'

Meteorolojik Eleman	Rasat S. (YIL)	AYLAR												YILLIK
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
SW Rüzgarın Ortalama Hızı (m/s)	17	2.8	3.4	3.9	4.1	3.6	3.0	3.1	3.1	3.6	3.6	4.0	3.6	3.5
WSW Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	17	36	64	71	77	77	79	71	110	110	74	34	59	862
WSW Rüzgarın Ortalama Hızı (m/s)	17	3.0	3.6	3.7	3.5	3.8	3.4	3.2	3.3	3.3	2.8	3.5	3.5	3.4
W Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	17	201	253	385	419	490	463	513	528	511	344	234	217	4558
W Rüzgarın Ortalama Hızı (m/s)	17	3.5	3.7	3.9	3.6	3.5	3.6	3.9	3.7	3.5	3.1	3.2	3.8	3.6
WNW Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	17	58	58	112	83	112	141	146	138	97	70	55	68	1138
WNW Rüzgarın Ortalama Hızı (m/s)	17	4.6	4.2	4.7	4.0	4.0	3.8	4.2	4.5	4.4	3.3	3.5	4.0	4.2
NW Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	17	71	79	101	106	158	206	241	196	141	128	83	74	1584
NW Rüzgarın Ortalama Hızı (m/s)	17	4.6	4.6	4.5	4.8	4.2	4.3	4.5	4.4	4.1	3.5	4.0	4.4	4.3
NNW Rüzgarın Esme Sayıları Toplamı	17	38	40	67	40	74	86	98	72	53	50	35	29	682
NNW Rüzgarın Ortalama Hızı (m/s)	17	5.2	5.7	6.0	4.6	4.7	5.1	5.0	4.3	4.5	3.9	4.1	4.7	4.9

2.1.3. YERYÜZÜ ŞEKİLLERİ

Sündiken (Somdiken) Dağları, Çatacık Orman İşletme Müdürlüğü alanının büyük bir kısmını kapsamaktadır. Sündiken, doğu-batı yönünde uzanan, güneyi Porsuk Çayının geçtiği 800 m yükseltili Eskişehir Ovası, kuzeyi ise 250 m yükseltiye sahip Sakarya vadisi ile çevrili, en yüksek tepesi 1818 m (Kızıl Tepe) olan bir kütledir. En belirgin tepeleri; Sündiken Tepe (1769m), Samanharmanı Tepesi (1613 m), Taş Tepe (1657 m), Karameşelik Tepesi (1605 m), Lazoğlu Tepesi (1717 m), Kürekliburun Tepesi (1572 m), Kömürçeçal Tepe (1416 m) tepelerdir. Kütlenin güney yamaçları 800 m yükseltiden başlayarak 1818 m'ye kadar yükselmekte, güneyde ise Sakarya vadisinde 250 m'ye kadar inmektedir.

2.1.4. BİTKİ ÖRTÜSÜ

Sündiken Kütlesi doğu-batı yönünde uzanan kuzeyde 250 metreden, güneyde ise 800 metreden başlayıp 1818 m'ye kadar yükselen bir kütle olduğundan, yükseltiye bağlı olarak değişen iklim, bitki türlerinin yayılışını da etkilemektedir. Tunçdilek [22], Sündiken ormanlarını iki bölümde ele alarak incelemiştir. Buna göre; Güney bakıların 1000 metreye kadar ağaçtan yoksun arazilerle kaplı olduğunu, 1000-1100 metrelerde meşe çalılıklarının bulunduğunu, 1100 metreden itibaren bozuk meşe ormanlarının bulunduğunu bildirmektedir. En yaygın meşe türleri Tüylü Meşe (*Quercus pubescens* Willd.) ve Saçlı Meşe (*Quercus cerris* L.) türleridir. Meşeler arasında seyrek de olsa Katran Ardıcı (*Juniperus oxycedrus* L.) bulunmaktadır.

Sündiken dağ silsilesinin kuzey ve güney yamaçları orman vejetasyonu açısından oldukça farklılıklar gösterir. Güney yamaçlarda orman sınırının 800 m'den başladığını gösteren bazı kalıntılar bulunmakla birlikte mevcut sınır, arazinin eğim durumu ile ilgili olarak uygun alanların tarım arazisine dönüştürülmesine bağlı olarak 1100-1300 m'lere çekilmiştir. Ormanın alt seviyeleri oldukça tahrip edilmiş olup toprak durumuna göre derin topraklı yerlerde Meşe, az derin topraklı yerlerde ise Ardıç korulukları görülür. En yaygın Meşe türleri Saçlı Meşe (*Quercus cerris* L.) olmakla birlikte özellikle bozkır ile sınır olan yerlerde bu tür Tüylü Meşe (*Q. pubescens* Willd.) ile karışır. En yaygın Ardıç türü ise Boylu Ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) olup bunun aralarında Katran Ardıcı

(*Juniperus oxycedrus* L.) ile Kokulu Ardıca (*Juniperus foetidissima* Willd.) rastlanır. Gerek Meşe gerek Ardıçlar çok tahrip edildikleri için boyları 2-3 m civarındadır. Aralarında tek tük bulunan Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) kalıntıları bu alanların eskiden Karaçam ile kaplı olduğunu göstermektedir. Genellikle 1200-1300 m'den başlayan Karaçam, Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ile karıştığı ufuk hattı hariç tutulursa saf topluluklar oluşturarak 1600-1700 m'lere kadar devam eder. Karaçam içindeki bazı seyrek yerlerde Dağ Kavağı (*Populus tremula* L.) ile Defne Yapraklı Laden (*Cistus laurifolius* L.) oldukça boldur.

Kuzey yamaçlarda ise durum oldukça değişiktir. Güney yamaçlar Eskişehir ovasından yani 800 m'den başladığı halde kuzey yamaçlar Sakarya vadisinden ortalama 300-350 m'den başlar. Vadinin tabanı ile ilişkili alt seviyeleri genellikle tarım arazisi haline getirildiği için bu yamaçlarda orman sınırı olarak 400-500 m kabul edilebilir. Kuzey yamaçların en alt seviyelerindeki ormanlar Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ormanlarıdır. Kızılçamın tahrip edildiği yerlerde Boylu Ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.), Karaçalı (*Paliurus spina-christi* Mill.) ve Hanım Tuzluğu (*Berberis crataegyna* DC.)'nun yaygın olduğu çalılıklar gelişmiştir. Bu çalılıklar daha çok molozlu ve kayalı alanlarda yaygın olup derin topraklı yerlerde Mazı Meşesi (*Quercus infectoria* Oliv.) toplulukları görülür. Bu Meşe türünün meydana getirdiği topluluklarda Sivri Meyveli Dişbudak (*Fraxinus oxycarpa* Willd.) ile birlikte Geniş Yapraklı Akçakesme (*Phillyrea latifolia* L.), Laden (*Cistus creticus* L.) ve Menengiç (*Pistacia terebinthus* L.) gibi maki elemanlarına da rastlanır. Kuzey yamaçlarda alt yükseltilerdeki yaygın Kızılçam ormanlarından sonra oluşan orman katlarında alanın doğusundan batısına doğru durum biraz farklıdır. Bu yamaçların doğu kesiminde yani Sarıyar Barajı ile Süleler köyü arasında kalan alanda ortalama 1500 m'ye kadar Karaçam yaygın olup bunun tahrip olduğu yerlerde güney yamaçlarda olduğu gibi Meşe ve Ardıçlar bulunur. Kuzey yamaçların merkezi kısmı kabaca Süleler köyü ile Gökçekaya Barajı arası orman vejetasyonunun çeşit ve zenginliği açısından alanın en ilginç bölgesidir. Bu bölgede alanın ekolojik özelliklerine göre 1200 m'ye kadar Karaçam (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*) ve yer yer Meşelerin baskın olduğu ormanlar gelişmiştir. En baskın Meşe türleri Saçlı Meşe (*Q. cerris* L.) ile Sapsız Meşe (*Q. petraea* (Mattuschka) Liebl. subsp. *iberica*) olup aralarında Akçağaç türleri (*Acer* ssp.), özellikle nemli dere kenarlarında gürgen (*Carpinus betulus* L.), Dişbudaklar (*Fraxinus* sp. L.), Kartopu (*Viburnum lantana* L.), Papaz Külahı (*Euonymus* sp. L.) gibi türler bulunur. Dağın kuzey yamaçlarında ortalama 1300 m'den

sonra Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) başlar ve 1600-1700 m'ye kadar kesintisiz olarak devam eder. Kuzey yamaçların batı kesiminde ise Kızılçamdan sonra Saçlı Meşe ormanları hakim olup, bu kesimde zirve noktalarının da oldukça alçak (yaklaşık 1000-1200 m) olması nedeniyle ufuk hattına kadar devam eder. Aralarında çoğu çalı şeklinde olan türler ile birlikte Sapsız Meşe (*Quercus petraea* subsp. *iberica*) de bulunur ise de bu bitkinin bulunuş durumu orta kesimlere göre daha zayıftır. Buradaki Saçlı Meşe ormanları Bozdağ'ın kuzey yamacındaki relikt bir Karaçam topluluğu hariç tutulursa alanın batı kesimini tamamen kaplar [23].

Arazi çalışmaları sırasında çalışma alanımızda güney bakıda bodurlaşmış Karaçamların tek tük de olsa 900 m'den itibaren başlayıp Meşe ve Ardıçla beraber 1100 m'ye kadar çıktığı, 1100 m'den itibaren giderek Karaçamın daha hakim olduğu ve 1500 m'ye kadar yayıldığı, 1500-1600 m arasında Sarıçamla karışık meşçereler oluşturduğu, 1600 m'den sonra ise Sarıçamın saf meşçereler halinde yayıldığı görülmüştür.

Çalışma alanımızda arazi çalışmalarında Kızılçamların Sakarya vadisinin (kuzey bakı) tabanından 800 m'ye kadar yayıldığı, 800-1200 m. arasında Karaçamların bulunduğu, 1200-1300 m'de Karaçama Sarıçamın da katıldığı, 1300 m'den itibaren de Sarıçamların saf olarak meşçereler oluşturduğu görülmüştür. Tablo 2.3'e göre, Çatacık Orman İşletme Müdürlüğü ormanlarının %82.3'ü koru, % 17.7'si baltalıktır. Tablo 2.4'e göre, Orman alanlarının % 28.3'ünde Karaçam, % 19.8'inde Kızılçam, %2.9'unda Sarıçam, % 19.9'unda Meşe, % 9'unda da Ardıçlar yayılmaktadır. Toplam orman alanlarının % 43'ü verimli, % 57'si ise bozuk niteliktedir [24, 25, 26, 27, 28].

Tablo 2.3. Çatacık Orman İşletme Müdürlüğünde işletme şeflikleri orman alanlarının işletme şekillerine göre dağılışı.

Orman İşletme Şefliği	İŞLETME ŞEKİLLERİ						ORMANLIK ALAN (ha.)	ORMANSIZ ALAN (ha.)	TOPLAM ALAN (ha.)
	KORU			BALTALIK					
	Verimli (ha.)	Bozuk (ha.)	Toplam (ha)	Verimli (ha.)	Bozuk (ha.)	Toplam (ha)			
Gümeledere	2651.5	1269.5	3921.0	-	385.5	385.5	4306.5	1245.5	5552.0
Değirmendere	3721.0	6311.0	10032.0	-	140.5	140.5	10172.5	3026.0	13198.5
Alpu	7728.5	9483.0	17211.5	-	5408.5	5408.5	22620.0	66841.0	89461.0
Arıkaya	4908.5	4284.5	9193.0	-	2069.0	2069.0	11262.0	2067.5	13329.5
Sarıcakaya	13423.0	11546.0	24696.0	1677.0	4579.0	6256.0	31225.0	9004.0	40229.0
TOPLAM	32432.5	32894.0	65327.0	1677.0	12582.5	14259.5	79586.0	82814.0	161770.0
%	40.9	41.4	82,3	2.1	15.6	17.7	100	50.9	100

Tablo 2.4. Çatacık Orman İşletme Müdürlüğünde işletme şeflikleri orman alanlarının ağaç türlerine göre dağılışı.

Orman İşletme Şefliği	AĞAÇ TÜRLERİ					KARIŞIK ORMANLAR			TOPLAM
	Kızılçam (ha.)	Karaçam (ha.)	Sarıçam (ha.)	Ardıç (ha.)	Meşe (ha.)	İbrelî Karışık (ha.)	Yapraklı Karışık (ha.)	İbrelî+Yapraklı Karışık (ha.)	
Gümeledere	183.5	1068.5	685.5	1435.5	469.5	185.5	-	278.5	4306.5
Değirmendere	-	1549.5	1235.0	185.5	-	1873.5	-	5329.0	10172.5
Alpu	1717.5	10839.5	-	3406.0	5917.5	-	-	739.5	22620.0
Arıkaya	647.5	3083.0	380.0	-	2380.5	342.0	-	4429.0	11262.0
Sarıcakaya	13226.0	6016.0	-	2101.5	7067.5	807.5	84.5	1921.5	31225.0
TOPLAM	15775.0	22556.5	2300.5	7128.5	15835.0	3208.5	84.5	12697.5	79586.0
%	19.8	28.3	2.9	9.0	19.9	4.0	1.0	16.0	100

2.1.5. ANAKAYA ve TOPRAK ÖZELLİKLERİ

Göncüoğlu ve diğ. [29] Eskişehir (Sarıcakaya, Mihalıççık), Ankara (Beypazarı, Nallıhan), Bolu (Göynük güneyi ile Bilecik (Yenipazar) sınırları içinde yaptıkları çalışmada, bu sahanın Yeni Tetis Denizi Kütlesinin üzerinde yer aldığını, jeolojik birimlerin birbirinden farklı jeolojik evrim geçirmiş olan üç ana yapısal birlik ve bu yapısal birliklerin ortak örtüsünden oluştuğunu bildirmektedir. Bunlar:

Sündiken Birliği

Dağküllü Karışığı

Orta Sakarya Birliği

Bu yapısal birliklerin ilk ortak örtüsünü Paleosen yaşlı tortullar, volkanik kayalar ve volkanik (püskürük) materyaller içeren yoğun kıvrımlanmalı bir istif oluşturur. Neojen (3.zaman) tortulları çukurluklarda çökelmiş karasal materyaller ile volkanik (püskürük) materyallerden oluşur [29].

Çalışma alanımız Sündiken birliği olarak tanımlanan saha içinde kaldığından, diğer birlikler yerine bu birliğin özelliklerinin üzerinde durulması daha uygun bulunmuştur.

Sündiken Kütlesinin tümü metamorfik kayalardan oluşmaktadır. Tabakalanma alttan üste doğru Göktepe Metamorfikleri ve Kayapınar Mermerlerini içeren polimetamorfik bir temel ile bunun üstünde (uyumsuz olarak) yeralan ve Otluk Metaklastitleri, Mıhlıkaya Formasyonu ve Girdapdere Metaolistostromunu içeren monometamorfik bir örtüden oluşur [29].

Göktepe Metamorfikleri, seyrek mermer bantlar içeren kloritoyit, şist, grafit şist, granatlı mikaşist, kuvarsşistler ile bunların arasında düzensiz mostralarda halinde gözüken metariyolit, metakuvarsporfir metabaziklerden oluşur. Bu birimin alt kesiminin mikaşistler ve ortognaylardan oluştuğu varsayılmaktadır. Mikaşistler gri-pembemsi gri renkli, bol kuvarslı olup belirgin bir şistilik gösterirler. Mikroskop altında kuvars-muskovit-albit şist, kuvars-muskovit-biyotit şist, klorit-ojit-muskovit-klorit şist, biyotit-albit-muskovit-kuvars şist, granat-biyotit-muskovit-kuvars-albit şist alt tipleri ayırt edilmektedir. Mikaşistler genelde oldukça yeknesak mostralarda halinde görünürler.

Yeknesak bölümler mikroskopik kesitlerde çok fazla feldspat içerirler ve muhtemelen felsik volkanit yada volkanoklastit kökenlidirler. Bunların birleştiği kesimlerde mikaca zengin tabakalar arasında ince mermer tabakaları, grafitçe zengin tabakalar ile kuvarsit tabakaları görülür. Bu özellikleri gözönüne alındığında; mikaşistlerin bir bölümünün tortul materyallerin başkalaşımı ile geliştiği sonucuna varılır. Ortognayslar, mikaşistler içinde değişik boyutta kütleler halinde bulunur. Granoblastik kuvars ve porfiroblastik feldspat kayanın %85'ini oluşturur. Sonradan kristalleşmiş muskovit ve kızıl-kahve renkli biyotit tali mineralleri, zirkon, apatit ve pulumsu hematit aksesuar mineralleri temsil eder. Ortognaysların içinde yer alan farklı bir kaya türünü de muskovitçe zengin kuvarso-feldspatik gnays oluşturur [29].

Göktepe metamorfitlelerinin alt ve orta kesiminde mikaşistler ve ortognaysların yanında yaygın olarak yeşilşist bantları ve mercekleri yer almaktadır. Göktepe metamorfitlelerinin alt temas yüzeyi görülmez. Bu serinin üstünde ise Kayapınar mermerleri yer alır. Göktepe metamorfitlelerinin yaşını tayin edebilecek hiçbir veriye rastlanmamıştır. Ancak birimin kaya türü özellikleri ve konumu dikkate alınarak Kütahya-Bolkardağ Kuşağının alt bölümünde yer alan Halıcı Formasyonu ile eşleştirilebileceği gözönüne alınmakta ve Karbonifer yaşta olduğu düşünülmektedir [29].

Kayapınar Mermerlerinin alt kesiminde, kalınlığı 20-25 metreyi bulan kuvarsa zengin mikaşist, saf kuvarsit kloritli mikaşist ara tabakalı mermerler yer alır. Üst kesim ise seyrek kalkşist tabakalar içeren masif mermerlerden oluşmaktadır. Kayapınar Mermeri Göktepe Metamorfitlelerinin üstünde yer alır. Göktepe metamorfitlelerinin üst kesiminde Otluk Metaklastitleri açılı ve uyumsuz olarak yer alır. Temas yüzeyi en belirgin olarak Otluk Köyü güney ve günedoğusunda görülür. Bu alanda Otluk birimine ait metakonglomeralar, metakumtaşları belirgin bir açı farkı ile Kayapınar Mermerlerini örteler ve yer yer Göktepe Metamorfitlelerinin üstüne çıkarlar. Daha doğuda Kumluk tepe yöresinde ise; Otluk Metaklastitleri karbonat çimentolu bir metaçakıltaşı ile Kayapınar Mermerinin üstünde yer alır. Bu kesimde Kayapınar biriminin ince taneli beyaz mermerlerinin üst kesimi demir oksitle kaplanmıştır ve erime boşlukları içerir. Bu erime boşluklarında yine bol demir oksit boyanmış karbonat çimentolu mermer breşleri ve Göktepe Metamorfitlelerine ait iyi yuvarlanmış kuvarslı şistlerin çakılları bulunur. Bu gözlemler Otluk Metaklastitlerinin önemli bir şekil değiştirme ve aşınma dönemi

sonunda Göktepe ve Kayapınar birimleri üzerine transgressif olarak çökeldiğini kanıtlamaktadır. Kayapınar Mermeri oluşumunun yaşının ise “permien” olduğu kabul edilmektedir [29].

Otluk Metaklastitleri, metaçakıldaş, metakumtaşı ve metatoztaşından oluşur. Formasyona ait yüzeyler batıdan doğuya doğru Karacaören Köyü çevresinde, Otluk Köyü doğusunda, Süleler Köyü 2 km güneyinde ve Akçaören Köyü 1,5 km kuzeybatısında görülür. Formasyon tabanda tabakasız yapıdaki, boz renkli bir metaçakıldaş ile başlar. Matriks şisti görünüşlü karbonatlı kumtaşıdır. Üste doğru çakıl oranı azalır ve çakıl boyutları değişerek birim molozlu bir görünüm kazanır. Birimin üst bölümü ise ince, orta kalınlıktaki tabakalardan oluşmuş metakumtaşı, metatoztaşı tabakalarından oluşur. Mikroskopik olarak metaçakıldaşının matriksi iyi gelişmiş ince tabakalanma gösterir ve yeniden kristalleşmiş kuvars ve kalsit ile şistleşme düzlemleri boyunca gelişmiş muskovit ve kloritlidir. Klastlar ise uzamış ve yeniden kristalleşmiş kuvars, kayma ikizlenmeli uzamış iri taneli kalsitden oluşan mermer, kloritleşmiş biyotit, çevresi ve kırıkları boyunca albitle yer değiştirmiş plajiyoklas ve mikrolin (K-Feldspat), turmalin ve zirkondan oluşur. Metakumtaşları ise metaçakıldaşına benzer klastlar içerir. Şistlerin yüzeylerinde iğnecikler halindeki klorit ve serisit mineralleri ile aktinolit mineraline de rastlanır. Metatoztaşları ise fillit yapısında olup, albit klastıdır. Bu türde de metamorfizmanın etkisi ile gelişmiş ince taneli muskovit, klorit ve muhtemelen mafik klastlardan gelişmiş epidot yer alır. Bu anakayaların yaşının Alt Triyas olduğu kabul edilmektedir [29].

Mıhlıkaya Formasyonu, altta orta/kalın tabakalı gri renkli, orta çapta kaba taneli yer yer dolomitleşmiş olan sonradan kristalleşmiş kireçtaşı ile başlar. Bu şelf türü karbonatların üstünde kalkşist görünümlü killi kireçtaşı ara tabakalı kumtaşı ve toztaşından oluşan bir metakırıntılı tabaka bulunur. Bazen kristalleşmiş kireçtaşı metakırıntılılar olmadan doğrudan çörtlü (silisli) kireçtaşlarına geçer. Formasyonun büyük bölümünü oluşturan çörtlü (silisli) kireçtaşı ise ince, orta tabakalı, gri, bej, pembe renklidir. Seyrek de olsa çörtlü (silisli) kireçtaşları içinde kalkşist ve kaba taneli dolomitleşmiş kireçtaşı ara tabakalar halinde bulunabilir. Mıhlıkaya Metakarbonatı altta Otluk Metaklastitleri, üstte Girdapdere Metaolistostromu ile geçişlidir. Bu birimin Orta Triyas-Erken Üst Kretase dönemleri arasında çökelmiş olduğu varsayılmaktadır [29].

Sündiken Kütlesinin en üst bölümünü Girdapdere Metaolistostromu oluşturmaktadır. Bu birim oldukça hafif başkalaşıma (metamorfizmaya) uğramış olan kalsitürbiditler, metagrovaklar, metatoztaşları ve türbiditik metakumtaşlarından oluşur. Birimin içinde seyrek ince tabakalar halinde metatüfler ve metaandezit, metariyolit blokları görülmektedir. Birim Altındaki Mıhlıkaya Metakarbonatı ile temas halinde veya geçişimlidir. Birimin çökme yaşı Kütahya-Bolkar Dağı ile karşılaştırılarak Erken Üst Kretase/Üst Kretase olarak verilebilir [29].

Çalışma alanında açılan toprak çukurlarında Prof. Dr. M. Doğan Kantarcı tarafından değişik tarihlerde yapılan incelemelerde Solgun Esmer Orman Toprakları, Podsollaşmış Boz Esmer Orman Toprakları ve Podsol toprak tipleri belirlenmiştir. Genellikle çürüntülü mul tipinde bir Ah horizonu, seskioksit yıkanmasının olduğu Ael horizonu, A-B geçiş horizonu, daha çok seskioksitlerin ve bir miktar da kilin biriktiği Bst horizonu, B-C geçiş horizonu ve Cv horizonları bulunmaktadır.

2.1.6. ÇALIŞMA ALANI CİVARINDA BULUNAN KİRLLETİCİ KAYNAKLAR

Çalışma alanının güney batısında yer alan Eskişehir il merkezinde çok sayıda sanayi kuruluşu bulunmaktadır. Kuzey doğuda ise Ankara'nın Çayırhan ilçesindeki termik santral yer almaktadır. Tablo 2.5'te görüldüğü gibi araştırma alanının çevresinde 24 adet büyük kirleticici kaynak bulunmaktadır [30]. Ancak bunların dışında Eskişehir'de emisyon iznine tabi olan 160'ın üzerinde işletmeye mahalli çevre kurulu kararı ile emisyon izni verilmiştir. Tablo 2.6'da bunlardan bazılarının ve Çayırhan Termik Santralının havaya verdikleri kirleticici miktarları görülmektedir. Çayırhan Termik Elektrik santralında yakılan kömürün bazı özellikleri Tablo 2.7'de verilmiştir. Tablodan da anlaşılacağı üzere santralda kullanılan kömürün kalitesi düşük olup ancak termik santral işletmesine uygundur. Tablo 2.8'de de Çayırhan termik santralının emisyon durumu görülmektedir. Çayırhan Termik Santralının iki birimi birden çalıştığında havaya 0.213 ton/saat toz, 22.494 ton/saat SO₂ vermektedir. Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliğindeki standartları sağladığı takdirde ise 0.150 ton/sat toz, 0.601 ton/saat SO₂ emisyonu olacaktır [31].

Tablo 2.9’da Eskişehir’de kullanılan kömürlerin özellikleri görülmektedir . Eskişehir’de düşük kaliteli kömür kullanıldığı anlaşılmaktadır.

Tablo 2.5. Çalışma alanını etkileyen yakın çevredeki kirletici kaynakların tür ve sayıları [30]

Bulunduğu Yer	Termik Santral	Selüloz ve Kağıt Fabrikası	Şeker Fabrikası	Kiremit-Çimento Fabrikası	Tekstil Fabrikası	Motor-Otomotiv Fabrikası	Toplam
Ankara-Çayırhan	1	-	-	-	-	-	1
Eskişehir	-	1	1	15	2	4	23
TOPLAM	1	1	1	15	2	4	24

Tablo 2.6. Eskişehir ve Ankara'daki Bazı Tesislerin Havaya Verdikleri Kirletici Miktarları

Tesisin Adı	Bulunduğu Yer	Havaya Verdiği Kirletici Miktarı (Kg/Saat)				
		CO	SO ₂	NO	Toz	Flor
Yurtbay Seramik *	Eskişehir	6,520	1,979	9,467	3,947	-
Özaltın Toprak San. Tic. AŞ.*	Eskişehir	4,670	0,000	0,356	1,500	-
Kılıçoğlu Yapı Elemanları *	Eskişehir	14,143	4,337	0,930	0,000	-
Hava İkmal Bakım Kom.*	Eskişehir	4,941	62,786	8,352	0,846	-
Eti Gıda Sanayi *	Eskişehir	0,888	0,000	0,245	0,000	-
Arçelik *	Eskişehir	0,485	0,414	0,601	0,000	-
Ford Otosan *	Eskişehir	0,190	0,000	3,070	0,660	-
Paşabahçe Cam San. Tic. AŞ.*	Eskişehir	0,426	1,089	19,955	1,745	0,015
Çimento Fabrikası*	Eskişehir	29,086	3,265	51,136	45,917	-
Standart Çimento sanayi *	Eskişehir	229,949	2,127	52,345	12,227	-
Şeker Fabrikaları (Makine Fab.)*	Eskişehir	0,318	34,283	4,980	0,000	-
Şeker Fabrikası*	Eskişehir	15,339	5,573	0,838	7,941	-
Çiftkurt Kiremit Fabrikası *	Eskişehir	0,110	0,780	0,031	0,000	-
Termik Elektrik Santrali **	Ankara		22494,000		213,000	-

* Eskişehir Çevre ve Orman İl Müdürlüğü Emisyon Ölçüm Raporlarından derlenmiştir.

**[31].

Tablo 2.7. Çayırhan Termik Santralının bazı üretim ve yakıt özellikleri

Santral/ Sektör	Birim Sayısı	Kurulu Güç (MW)	Baca Yük. (m)	Kömür Tüketimi * (Ton/saat)	Isıl Değer (kcal/kg)	Kül (%)	Nem (%)	Kükürt (%)
Çayırhan**	2	150	120	127.3	2800	29.91	27.5	4.65
A Sektörü***					2557	34.35	21.71	4.04
B Sektörü***					2839	25.36	26.44	2.79
Alt Damar***					1589	48.70	14.83	3.39

*Tek birim için.

**[32].

***[31].

Tablo 2.8. Çayırhan Termik Santralının emisyon durumu

EMİSYON	Tek Birim Çalıştırıldığında		İki Birim Çalıştırıldığında	
	Toz ton/saat	SO ₂ ton/saat	Toz ton/saat	SO ₂ ton/saat
Mevcut Emisyon	0.107	11.247	0.213	22.494
T.H.K.K. Yönetmeliği Emisyon Standartları Sağlandığı Takdirde Olabilecek Emisyon	0.075	0.300	0.150	0.601

Kaynak: [32] (TEAŞ, 1994'e atfen)

Tablo 2.9. Eskişehir'de kullanılan katı yakıtların özellikleri

Yakıt Cinsi		Nem (%)	Kül (%)	Kükürt (%)	Alt Isıl Değeri (Kcal/kg)
Tunçbilek Kömürü ¹	Kapalı Ocak	10.65	48.85	1.46	2021
	Açık Ocak	14.31	38.08	2.25	2657
	Ömerler	14.82	47.87	2.29	2117
Seyitömer Kömürü ¹		32.98	31.18	1.21	1900
Soma Kömürü ^{1,2}		13.41	30.34	1.45	3428
Kok Biriketi ³		6-12	18-24	0.5-0.7	4900-6000

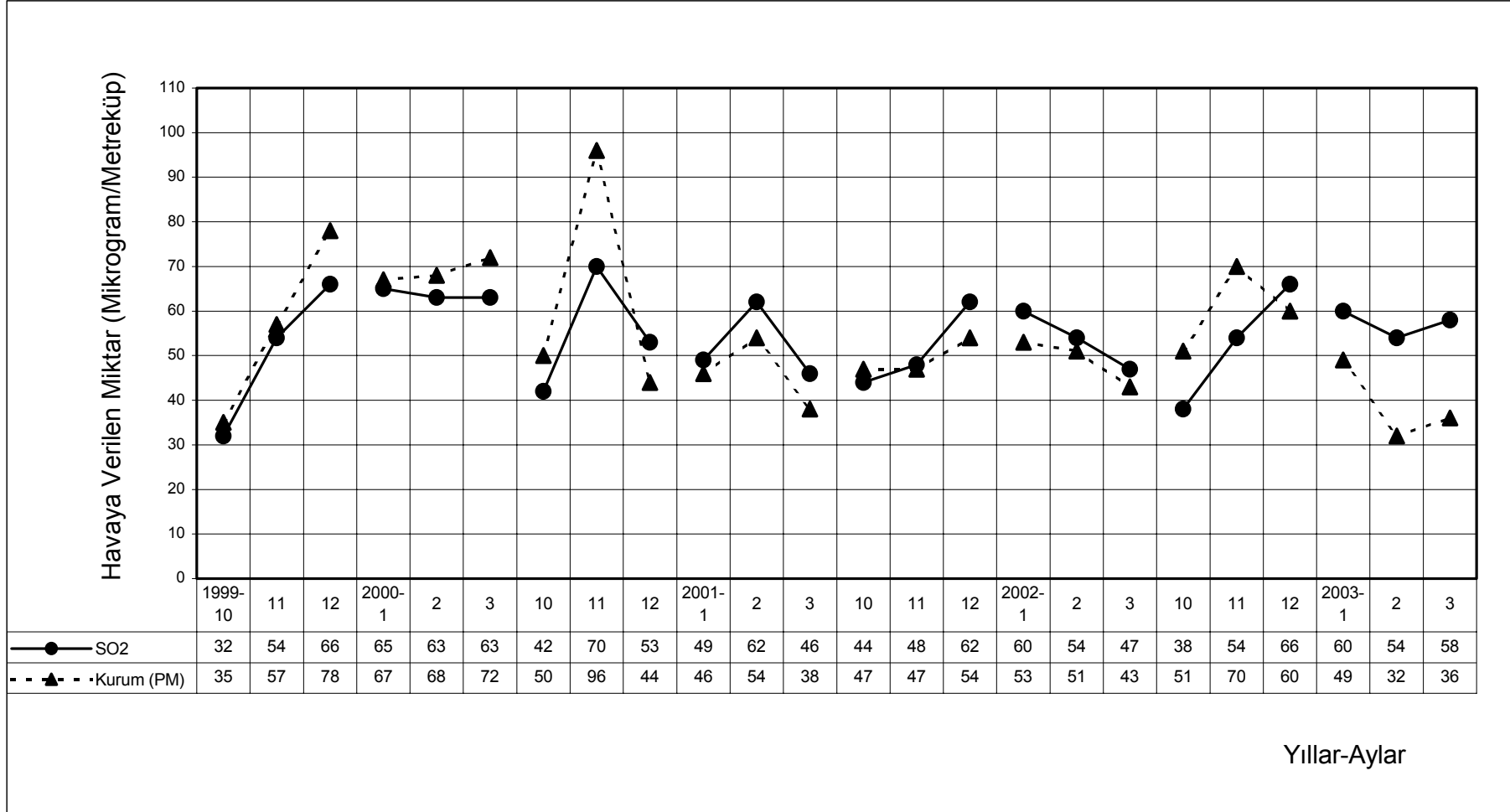
1 [31].

2 Isı değeri en yüksek olan Soma Enez sahası KM₂ kömürü.

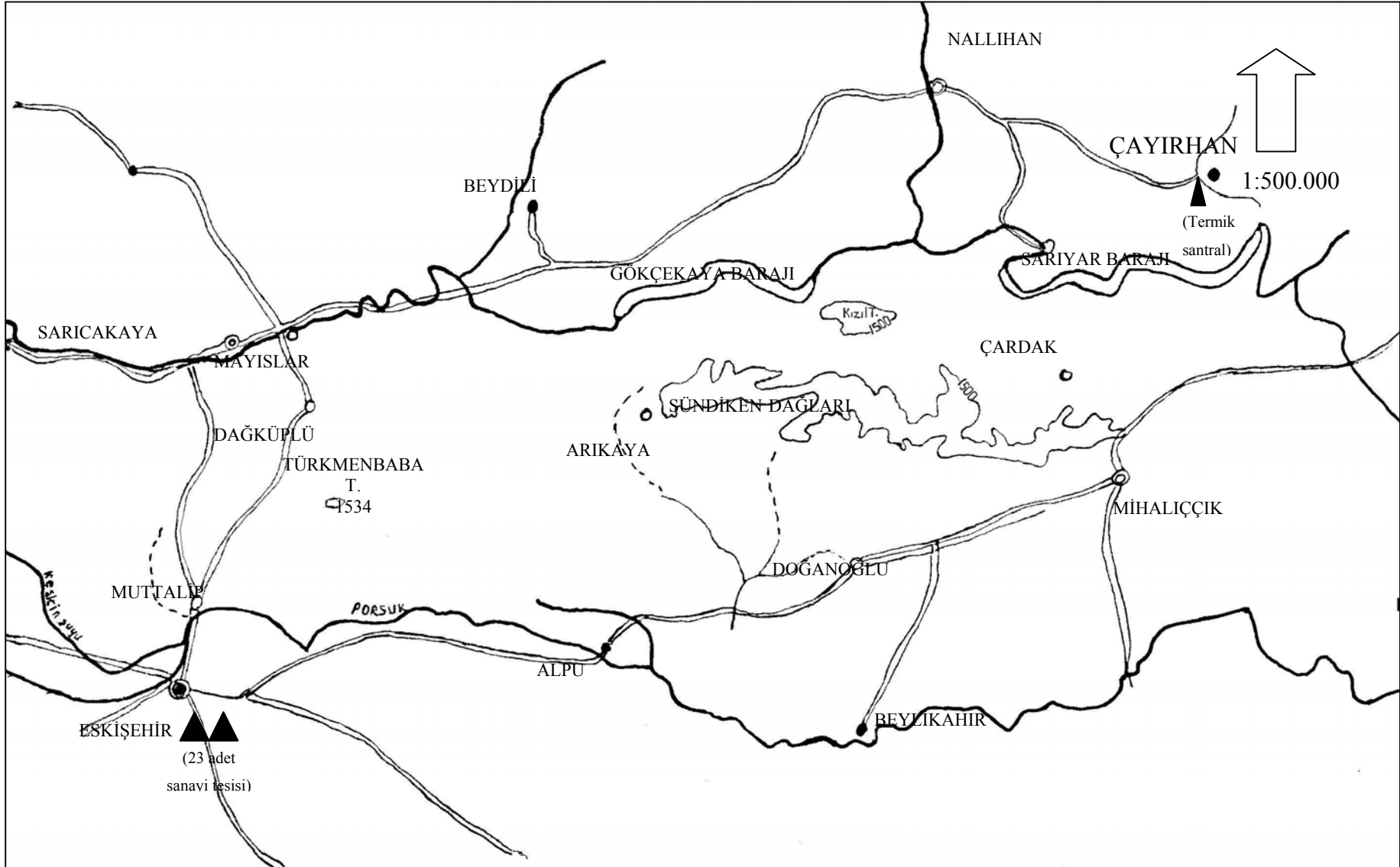
3 [33].

Eskişehir’de Kasım, Aralık, Şubat aylarında hava kirliliği değerlerinin en yüksek noktaya çıktığı anlaşılmaktadır (Şekil 2.1). Ancak bu hava kirliliği değerleri aylık ortalamalar olup saatlik ve günlük değerlerin daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Özellikle yoğunluğu $100 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ değerinin üstünde ve birkaç gün veya hafta devam eden hava kirliliği ile ozon eşliğindeki hava kirliliği orman ağaçlarını çok olumsuz etkilemektedir [3, 4, 5, 8].

Eskişehir’de doğalgaz kullanımı Organize Sanayii Bölgesinde 1994, şehir merkezinde ise 1995 yılından itibaren başlamıştır. İl genelinde ortalama 120.000 ton ithal kömür, 100.000 ton da linyit kömürü kullanılmaktadır. Çalışma alanını etkileyebilecek en yakın kaynaklar kuzeydoğuda Çayırhan Termik santrali, güneybatıda ise Eskişehir’deki sanayi tesisleridir (bkz. Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Eskişehir İline Ait 1999-2003 Kış Ayları Kükürtdioksit ve Kurum (PM) Değerleri [34]



Şekil 2.3. Sündiken Dağlarının kirlenici kaynaklara göre konumu .

2.2. MALZEME

Araştırma malzemesi olarak örnek alanlardan toplam 156 adet ibre örneği alınmıştır. Örnek alımları 2002 yılı Ekim ayı ve 2003 yılı Temmuz aylarında olmak üzere iki dönem olarak yapılmıştır. Örnek alanlarda yapılan çalışmalar Tablo 2.10'de gösterilmiştir.

Tablo 2.10. Örnekleme alanlarında yapılan çalışmalar

Yükselti (m)	Bakı	Örnek Alan Numarası	Örnek Alım Zamanı	Ağaç Türü	İbre Yaşı		
					1	2	3
900	G	1	2002-Sonbahar 2003-Yaz	Karaçam	X	X	X
				Sarıçam	-	-	-
				Kızılcıam	-	-	-
1000	G	2	2002-Sonbahar 2003-Yaz	Karaçam	X	X	X
				Sarıçam	-	-	-
				Kızılcıam	-	-	-
1100	G	3	2002-Sonbahar 2003-Yaz	Karaçam	X	X	X
				Sarıçam	-	-	-
				Kızılcıam	-	-	-
1200	G	4	2002-Sonbahar 2003-Yaz	Karaçam	X	X	X
				Sarıçam	-	-	-
				Kızılcıam	-	-	-
1300	G	5	2002-Sonbahar 2003-Yaz	Karaçam	X	X	X
				Sarıçam	-	-	-
				Kızılcıam	-	-	-
1400	G	6	2002-Sonbahar 2003-Yaz	Karaçam	X	X	X
				Sarıçam	-	-	-
				Kızılcıam	-	-	-
1500	G	7	2002-Sonbahar 2003-Yaz	Karaçam	X	X	X
				Sarıçam	-	-	-
				Kızılcıam	-	-	-
1600	G	8	2002-Sonbahar 2003-Yaz	Karaçam	X	X	X
				Sarıçam	X	X	X
				Kızılcıam	-	-	-
1700	G	9	2002-Sonbahar 2003-Yaz	Karaçam	-	-	-
				Sarıçam	X	X	X
				Kızılcıam	-	-	-

Tablo 2.10'un devamı. Örnekleme alanlarında yapılan çalışmalar

Yükselti (m)	Bakı	Örnek Alan Numarası	Örnek Alım Zamanı	Ağaç Türü	İbre Yaşı		
					1	2	3
1700	K	10	2002-Sonbahar 2003-Yaz	Karaçam			
				Sarıçam	X	X	X
				Kızılçam	-	-	-
1600	K	11	2002-Sonbahar 2003-Yaz	Karaçam	-	-	-
				Sarıçam	X	X	X
				Kızılçam	-	-	-
1500	K	12	2002-Sonbahar 2003-Yaz	Karaçam	-	-	-
				Sarıçam	X	X	X
				Kızılçam			
1400	K	13	2002-Sonbahar 2003-Yaz	Karaçam	-	-	-
				Sarıçam	X	X	X
				Kızılçam	-	-	-
1300	K	14	2002-Sonbahar 2003-Yaz	Karaçam	X	X	X
				Sarıçam	X	X	X
				Kızılçam	-	-	-
1200	K	15	2002-Sonbahar 2003-Yaz	Karaçam	X	X	X
				Sarıçam	X	X	X
				Kızılçam	-	-	-
1100	K	16	2002-Sonbahar 2003-Yaz	Karaçam	X	X	X
				Sarıçam	-	-	-
				Kızılçam	-	-	-
1000	K	17	2002-Sonbahar 2003-Yaz	Karaçam	X	X	X
				Sarıçam	-	-	-
				Kızılçam	-	-	-
900	K	18	2002-Sonbahar 2003-Yaz	Karaçam	X	X	X
				Sarıçam	-	-	-
				Kızılçam	-	-	-
800	K	19	2002-Sonbahar 2003-Yaz	Karaçam	-	-	-
				Sarıçam	-	-	-
				Kızılçam	X	X	X
700	K	20	2002-Sonbahar 2003-Yaz	Karaçam	-	-	-
				Sarıçam	-	-	-
				Kızılçam	X	X	X
600	K	21	2002-Sonbahar 2003-Yaz	Karaçam	-	-	-
				Sarıçam	-	-	-
				Kızılçam	X	X	X

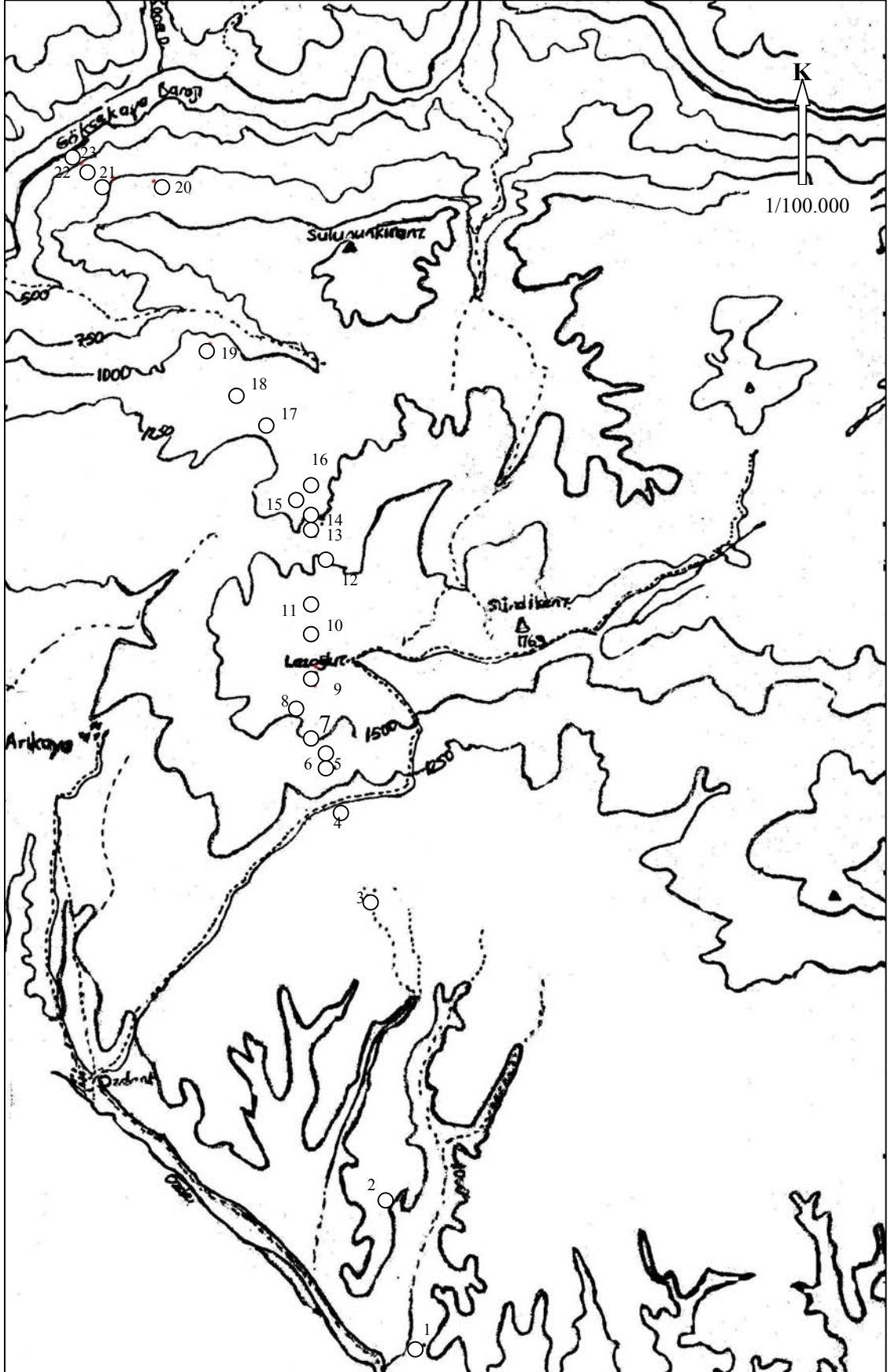
Tablo 2.10'un devamı. Örnekleme alanlarında yapılan çalışmalar

Yükselti (m)	Yamaç	Örnek Alan Numarası	Örnek Alım Zamanı	Ağaç Türü	İbre Yaşı			
					1	2	3	
500	K	22	2002-Sonbahar	Karaçam	-	-	-	
				Sarıçam	-	-	-	
			2003-Yaz	Kızılçam	X	X	X	
400	K	23	2002-Sonbahar	Karaçam	-	-	-	
				Sarıçam	-	-	-	
			2003-Yaz	Kızılçam	X	X	X	
TOPLAM	G	9		Karaçam	8	8	8	
				Sarıçam	2	2	2	
				Kızılçam	-	-	-	
	K	14			Karaçam	5	5	5
					Sarıçam	6	6	6
					Kızılçam	5	5	5
	23				Sarıçam	8		
					Karaçam	13		
					Kızılçam	5		

2.3. YÖNTEM

Arazi çalışmalarına başlamadan önce yapılan incelemelerde araştırma alanında, Karaçam, Sarıçam, Kızılçam, Meşe, Ardıç türlerinin yayılış gösterdiği, ancak Ardıç ve Meşelerin tür sayılarının fazla olduğu ve homojen bir yayılış göstermediği tesbit edilmiştir. Bu nedenle örnekleme alanlarında çam türlerinde yapılmasına karar verilmiştir. Araştırma alanını temsil edebilmesi için, kuzey-güney doğrultusunda, Kütlenin batı kesiminin (Çatacık İşletmesi) en yüksek tepelerinden biri olan 1718 m yükseltiye sahip Lazoğlu Tepesinden, Karaçam, Sarıçam ve Kızılçam ormanlarını kapsayacak şekilde bir kesit geçirilmiştir. Daha sonra bu kesit üzerinde güneyde 900 m yükseltiden başlayarak 1718 m yükseltiye kadar 100'er m yükselti farkları harita üzerinde işaretlenmiştir. İşaretlenen bu noktaların koordinatları belirlenerek bu koordinatlar Garmin Etrex Marka GPS cihazına yüklenmiş ve bu cihaz yardımı ile noktalar arazide bulunmuştur. Bulunan bu noktaların yerleri hakim rüzgârı alan üst yamaçlara taşınmıştır. İlk örnekleme alanları 2002 yılının ekim ayında, ikinci

örneklemeler ise 2003 yılının haziran ayında yapılmıştır. Her yükselti basamağından 5 adet ağaçtan tepe tacının alt kısmından kirletici kaynağa bakan yönlerden 1,2 ve 3 yaşlı ibreler toplanmıştır. İbre örneği toplanan ağaçların yola yakın olmamasına, yaklaşık aynı gelişme çağında olmasına dikkat edilmiştir. İbreler saplı dal makası kullanılarak alınıp naylon torbalara konularak etiketlenmiştir. Daha sonra örnekler laboratuvara getirilmiş, yıkanmadan analiz için hazırlanmıştır. Şekil 2.3 'de örnekleme yapılan alanların yerleri görülmektedir.



Şekil 2.4. Araştırma alanında örnekleme yapılan noktalar

İbre örnekleri laboratuvara getirilmiş ve önce her ağaçtan rasgele seçilen 20 çift ibrede ibre boyları ölçülmüş, sonra aynı ibreler 65°C'lik fırında sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuş ve tekrar tartılarak fırın kurusu ibre ağırlıkları 100 çift ibre için tesbit edilmiştir. Kükürt analizleri gravimetrik yöntemle yapılmıştır [35]. Yöntemde aşağıda açıklandığı üzere Prof Dr. M. Doğan KANTARCI tarafından önerilen NaNO₃ katkısı kullanılmıştır.

Bunun için ibre örnekleri 65°C'lik fırında 24 saat kurutularak öğütülmüş ve aynı yükselti basamağını temsil eden ağaçlardan alınan örneklerin her birinden yaklaşık aynı ağırlıkta alınarak saklama kaplarında karıştırılmak suretiyle karma örnekler hazırlanmıştır. Bu örneklerden porselen çanaklara 2 gr tartılmış, bunu üzerine %10 'luk Na₂CO₃'ten 10 ml ve çok az NaNO₃ eklenerek 105°C'lik fırında bir gece bekletilmiş, fırından çıkarılan çanaklar soğuduktan sonra üzerine çok az NaNO₃ eklenerek kül fırınına konulmuştur. Kül fırınının sıcaklığı yavaş yavaş 150-200-300-400 dereceye çıkarılmak suretiyle artırılmıştır. 200 ve 400°C'lik yakmalardan sonra örnekler fırından çıkartılarak soğutulmuş ve bir cam çubukla, kömürleşen örnekler kırılmış, cam çubuk çok az miktarda saf suyla çanağın içine yıkanmıştır. Örnekler kül fırınında 500-550°C'de tamamen beyaz kül elde edilinceye kadar yakılmıştır. Daha sonra örnekler fırından çıkartılarak üzerleri saat camı ile örtülüp desikatöre alınarak soğutulmuştur. Oda sıcaklığına gelen örnekler birkaç damla saf su ile ıslatılmış ve sonra 5-10 damla derişik H₂O₂ eklenmiştir. Tekrar saat camları hafif kaldırılarak çanakların kenarlarından 5 ml %10'luk HCl ilave edilerek örnekler su banyosuna alınmış ve burada da saat camları kaldırılarak 3 ml derişik HNO₃ ilave edildikten sonra saat camları çanakların üzerine tekrar kapatılarak kırmızı duman çıkışı bitene kadar beklenmiştir. Daha sonra saat camları kaldırılmış ve örnekler jel kıvamına gelene kadar buharlaşmaya bırakılmıştır. 5 ml %10'luk HCl ile buharlaştırma iki kere daha yapıldıktan sonra çanakların dibindeki madde sıcak seyreltik HCl ile siyah bant süzme kağıdından 100 ml'lik balonlara süzölmüştür. Daha sonra bu çözeltiden 200 ml'lik beherlere 50 ml alınarak ısıtıcının üzerinde ısıtılmış ve damla damla sıcak %10'luk BaCl₂ eklenerek BaSO₄ çökeleği elde edilmiştir. Isıtıcı üzerinde bu çözelti jel kıvamına gelinceye kadar buharlaşmaya bırakılmıştır. Bu madde mavi bant süzme kağıdından sıcak seyreltik HCl ile 3 defa sonra saf su ile birkaç defa süzölmüş, süzme kağıtları hava kurusuna yakın hale gelince daha önceden 850°C'de ısıtılarak desikatörde soğutulmuş ve darası alınmış

porselen krozelere konulmuş ve 850°C’de yakılmıştır. Sonra krozeler fırından çıkartılarak soğutulmuş, BaS’e indirgenmiş olan maddenin tekrar BaSO₄ ‘a yükseltgenmesi için üzerine 1-2 damla derişik H₂O₂ ilave edilmiştir. Derişik H₂O₂’nin fazlası gaz alevinde uçurulduktan sonra krozeler tekrar 850°C’de 15 dakika kızıdırılmıştır. Fırından çıkarılan krozeler desikatöre alınmıştır. Desikatörün kapağı tam kapatılmadan birkaç dakika beklenmiş sonra kapatılarak oda sıcaklığına kadar soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan krozeler tartılmış ve aşağıdaki formüle göre kükürt miktarları bulunmuştur:

$$\text{Tartım} \times 0,1374 \times 1.000.000 = \text{S ppm}$$

Bu değerleri fırın kurusu hale çevirmek için örneklerin % rutubet değerleri bulunmuştur. Bunun için porselen çanaklar 24 saat 65°C’lik fırında bırakılarak daraları alınmış, bu çanaklara 20 adet örnekten 1 gr tartılarak 24-48 saat (sabit ağırlığa gelinceye kadar) yine 65°C’lik fırında kurutulmuş ve tartılmıştır. Böylece ibre örneklerinde bulunan nem miktarı düşüldükten sonra 2 gr fırın kurusu örnek için kükürt miktarları hesap edilmiştir.

3. BULGULAR

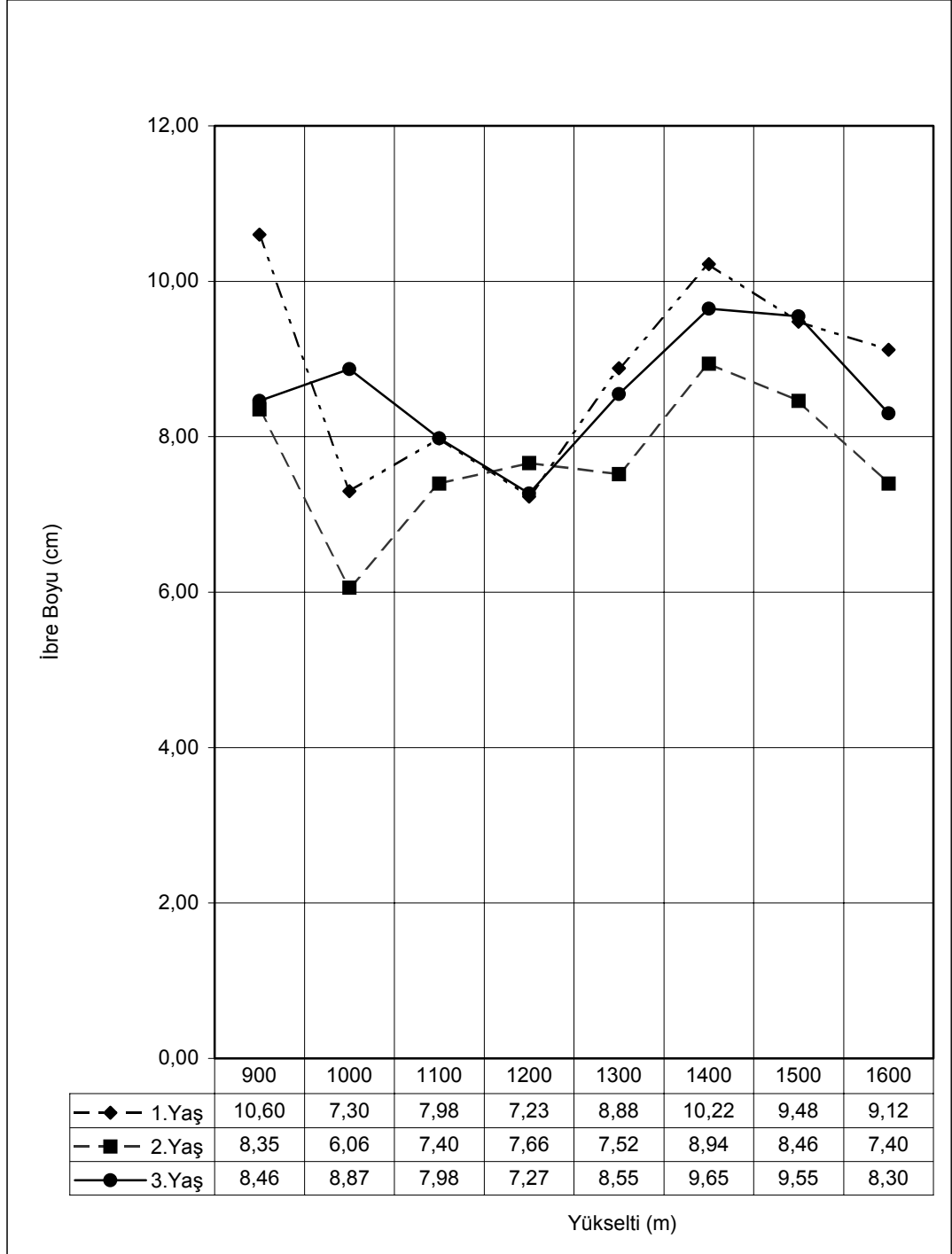
3.1. İBRE BOYLARI VE AĞIRLIKLARINA AİT BULGULAR

Güney bakıdaki Karaçamlarda; 1 yaşındaki ortalama ibre boyları 7.23-10.60 cm arasındadır (Şekil 3.1). Fırın kurusu ibre ağırlıkları ise 6.20-12.20 gr arasında değişmektedir (Şekil 3.2). Boy ve ağırlık olarak en az değerler 1200 metre yükseltide en büyük değerler ise 900 metre yükseltide bulunmuştur.

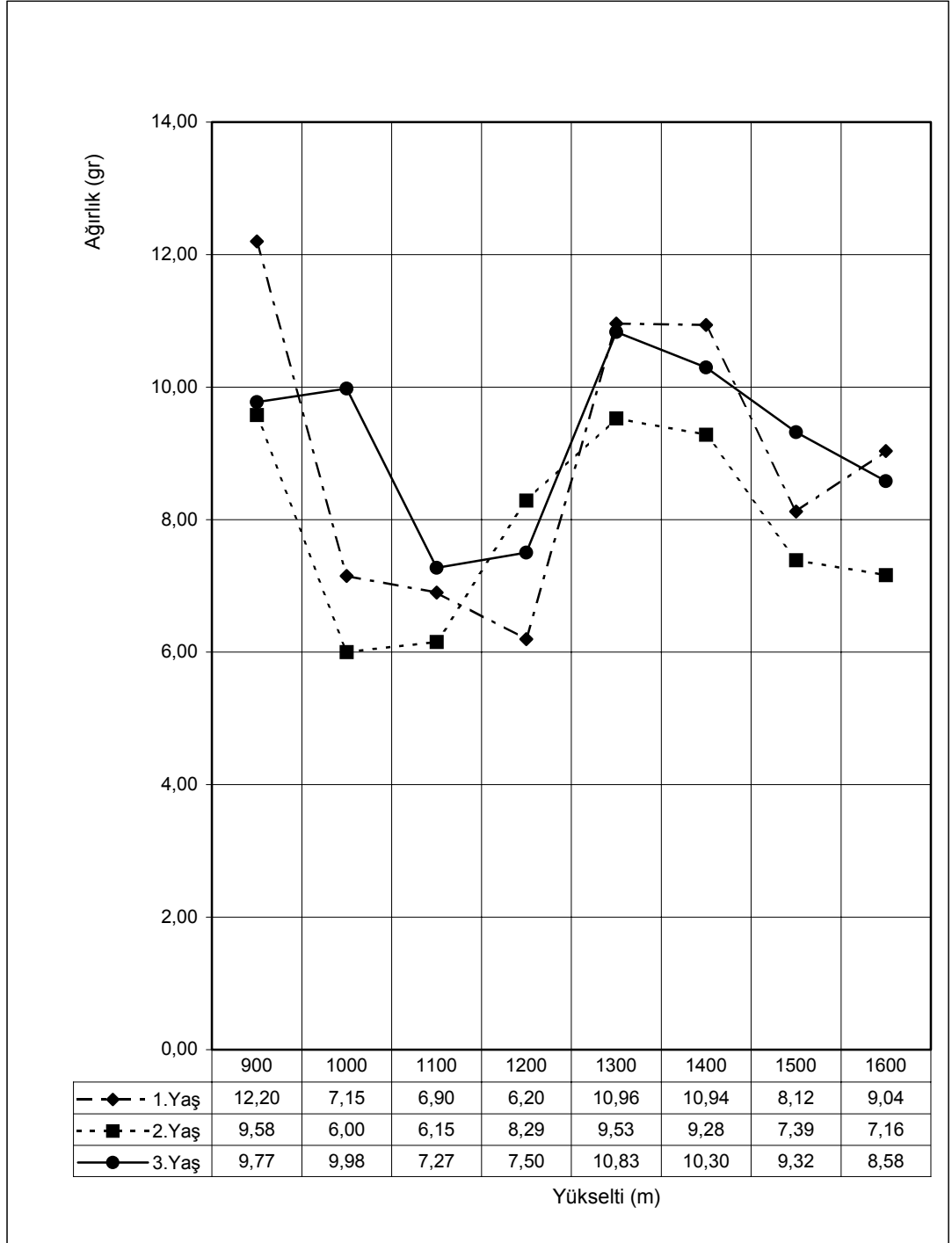
2 yaşındaki ibrelerde boylar 6.06-8.94 cm arasındadır (Şekil 3.1). Fırın kurusu ağırlıklar ise 6.00-9.58 gr arasında değişmektedir (Şekil 3.2). 2 yaşlı ibrelerden en az boy ve ağırlık 1000 metrede, en uzun ibre boyu 1400 metrede, en fazla ibre ağırlığı ise 900 metrede bulunmuştur.

3 yaşlı ibrelerde boy 7.27-9.65 cm, ağırlıklar ise 7.50-10.83 gr arasındadır. En kısa ibre boyu 1200 m'de, en uzun ise 1400 m'dedir. 3 yaşlı ibrelerden en hafif 1100 m'de en ağırlığı ise 1300 m'dedir (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2).

Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de görüldüğü gibi Karaçamlarda ortalama ibre boyu ve 100 çift ibrede fırın kurusu ağırlık değerleri 900 m. yükseltide yüksek iken 1000, 1100 ve 1200 m. yükseltide daha düşüktür. 1300-1400 m yükseltide bir yükselme olurken 1500-1600 m'lerde tekrar azalmıştır. 1200 m. yükselti hariç en kısa ibre boyu ve en hafif ağırlıklar 2 yaşındaki ibrelerde görülmektedir.



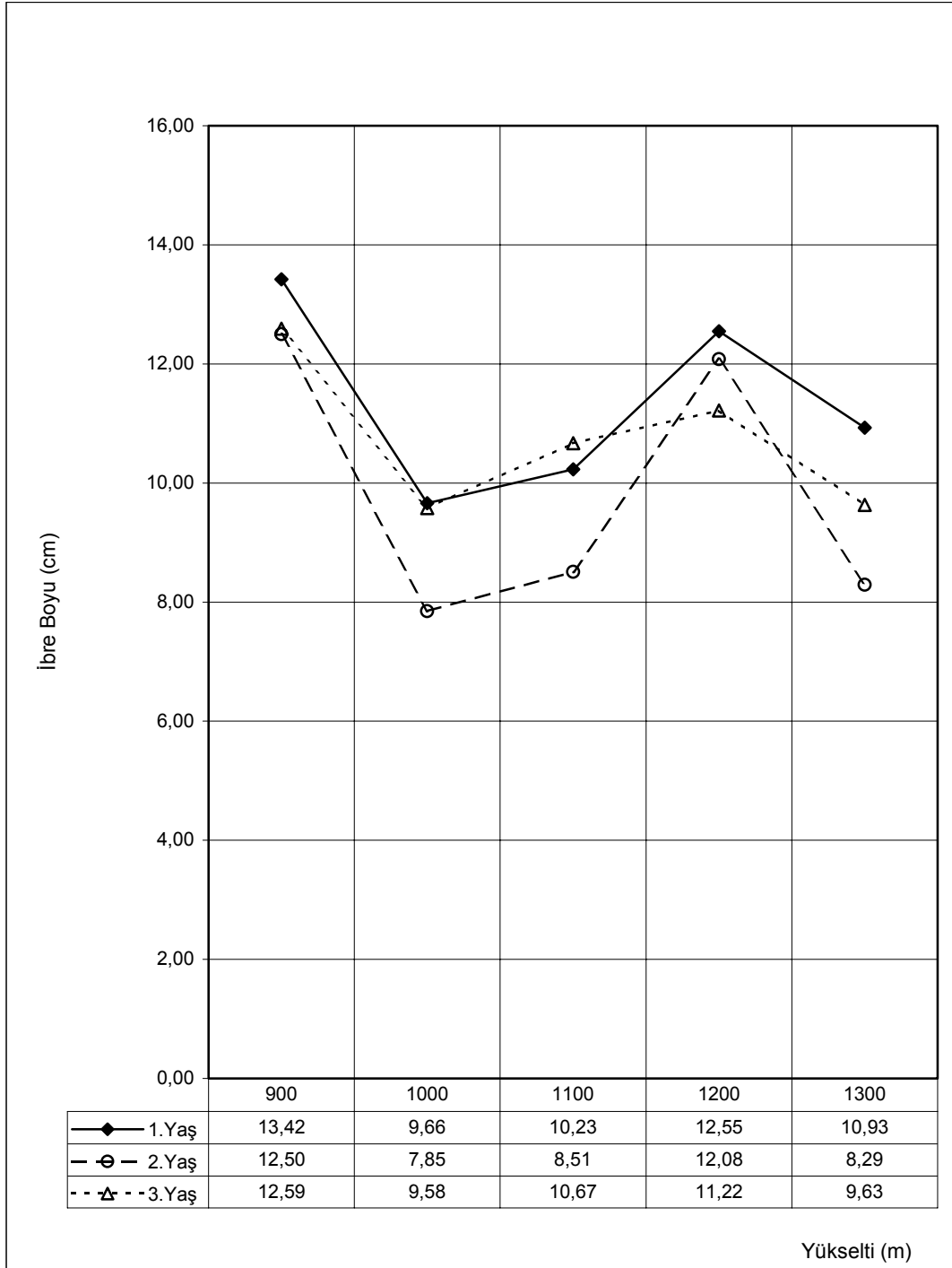
Şekil 3.1. Güney bakıdaki Karaçamlarda ortalama ibre boyları



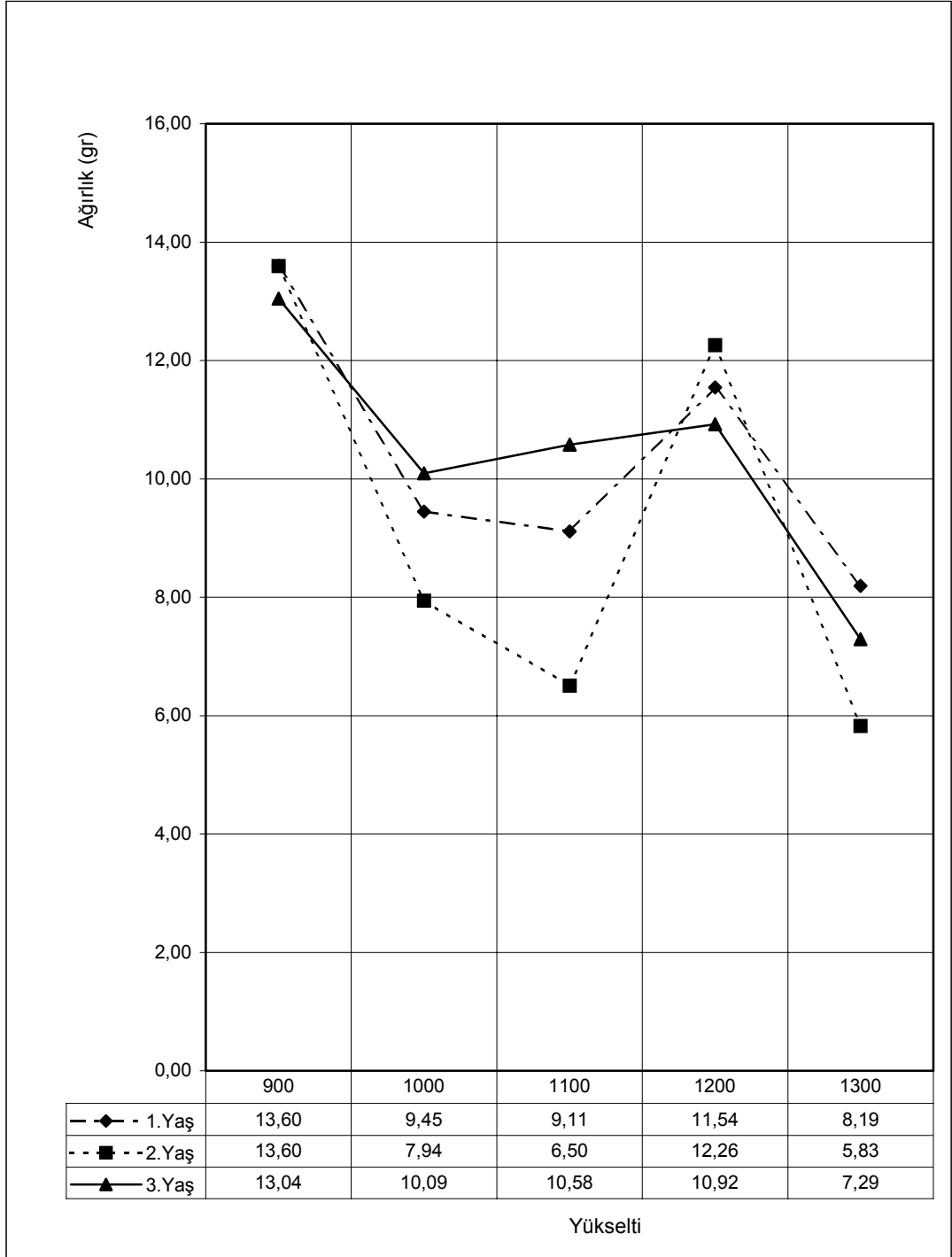
Şekil 3.2. Güney bakıdaki Karaçamalarda 100 çift ibrede fırın kurusu ağırlıklar

Kuzey bakıdaki Karaçamlarda; 1 yaşındaki ibre boyları 9.66-13.42 cm arasındadır (Şekil 3.3). Ağırlıklar ise 9.11-13.60 gr. arasında değişmektedir (Şekil 3.4). En kısa ibre boyu 100 m'de, en uzununu ise 900 m'dedir. En hafif ibre 1100 m'de, en ağırı ise 900 m'dedir. 2 yaşındaki ibre boyları 7.85-12.50 cm, ağırlıkları ise 5.83-13.60 gr arasında değişmektedir (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4). En kısa ibreler 1000 m'de, en uzun ve en ağır ibreler 900 m'de, en hafif ibreler ise 1300 m'de bulunmuştur. 3 yaşındaki ibrelerde boylar 9.58-12.59 cm, ağırlıklar 7.29-13.04 gr arasındadır. En kısa boy 1000 m'de, en uzun boy ve en fazla ağırlık 900 m'de, en hafif ibreler de 1300 m'de bulunmuştur (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4).

Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'te görüldüğü gibi ortalama ibre boyları ve fırın kurusu ibre ağırlıkları 900 m'den 1200 m'ye kadar azalmakta, 1200 m'de ise bir artış olmaktadır. 1300 m'de ise ibre boyu ve ağırlık değerleri tekrar azalmaktadır.



Şekil 3.3. Kuzey bakıdaki Karaçamalarda ortalama ibre boyları



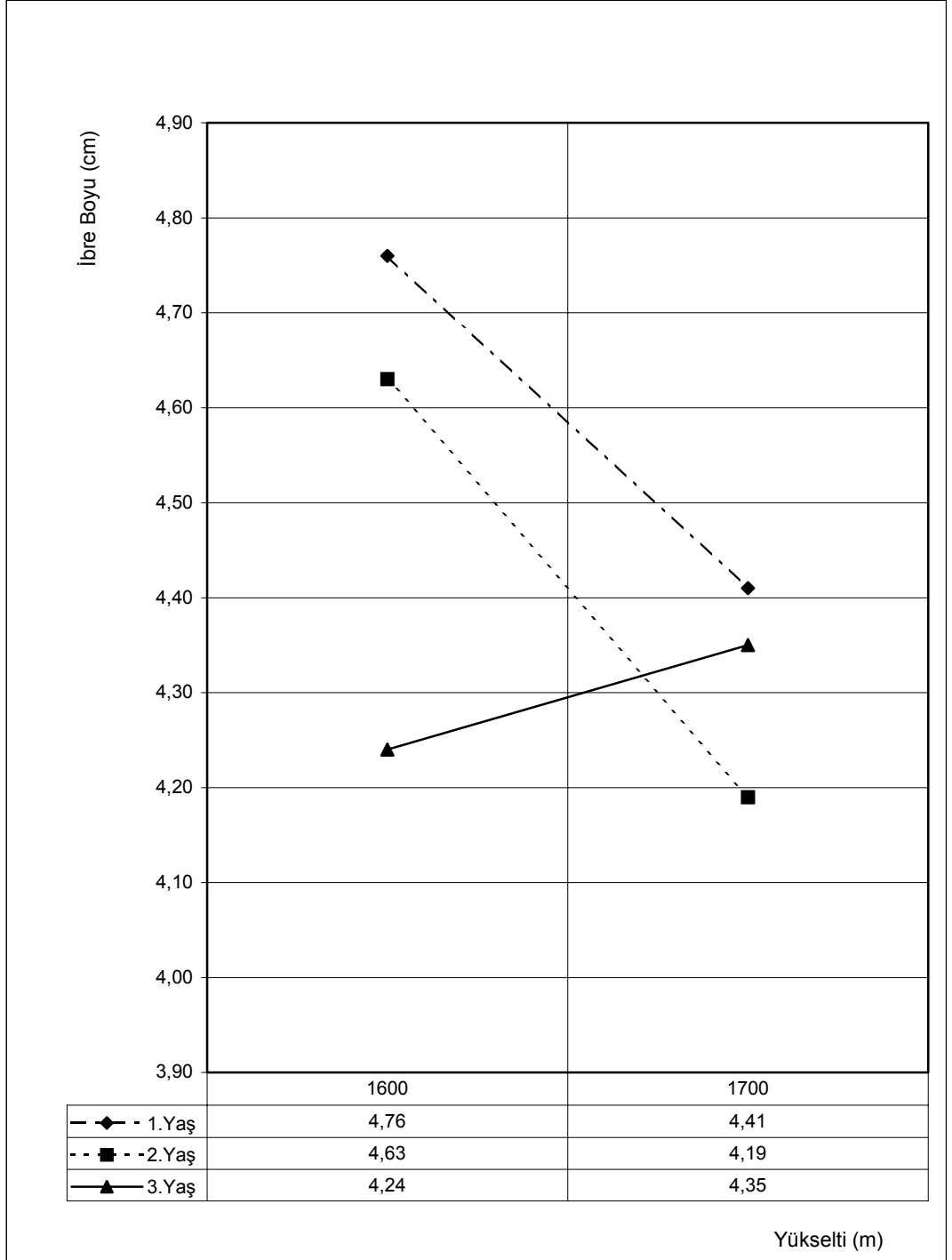
Şekil 3.4. Kuzey bakıdaki Karacamlarda 100 çift ibrede fırın kuru ağırlıklar

Güney bakıdaki Sarıçamlarda; 1 yaşındaki ibrelerde ibre boyları 4.41-4.76 cm, fırın kurusu ibre ağırlıkları 2.49-2.85 gr arasında değişmektedir (Şekil 3.5 ve Şekil 3.6). En kısa ve en hafif ibreler 1700 m, en uzun ve en ağır ibreler ise 1600 m yükseltideki sarıçamlarda bulunmuştur.

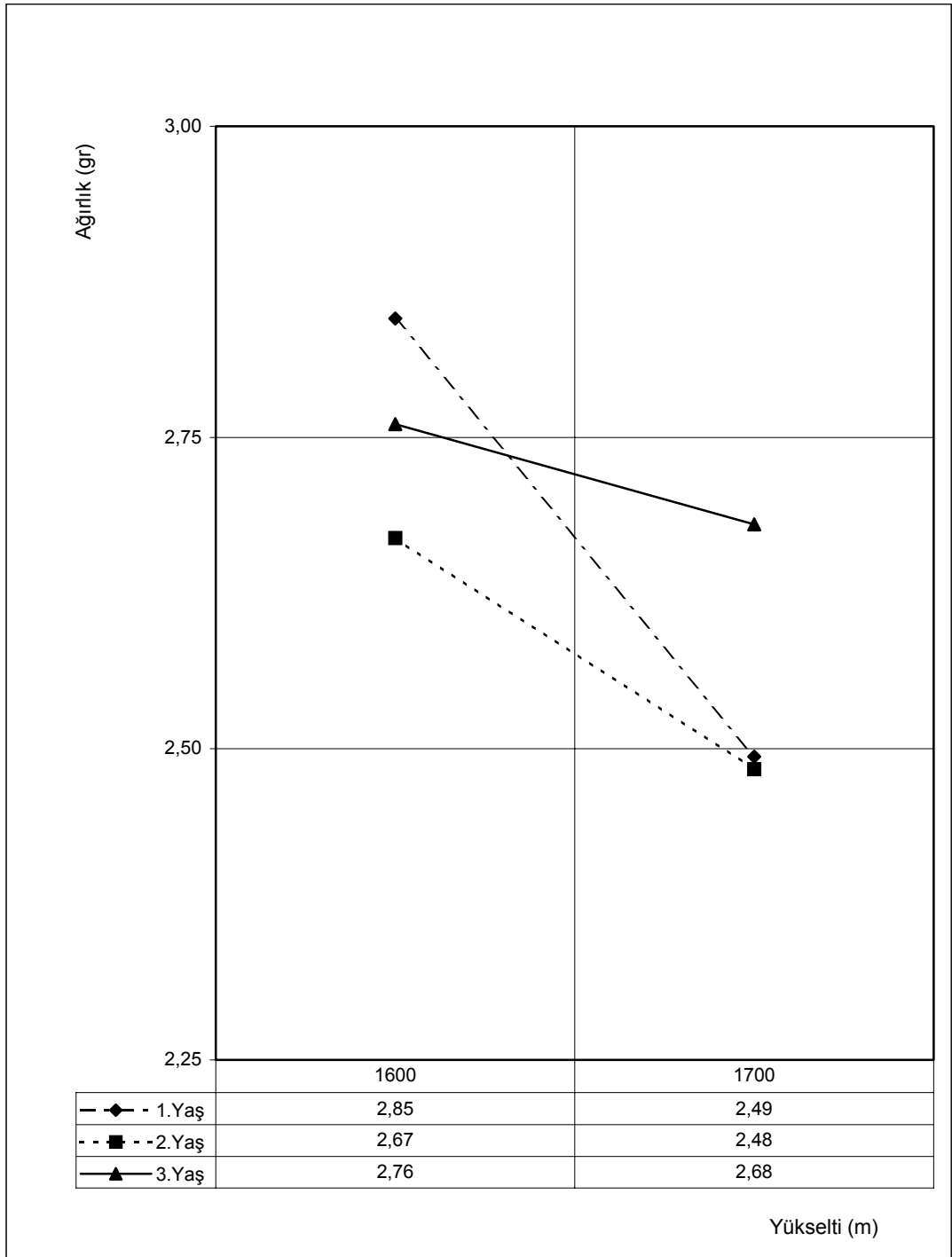
2 yaşındaki ibrelerde boylar 4.19-4.63 cm, ağırlıklar 2.48-2.67 gr arasındadır. En kısa ve en hafif ibreler 1700 m'de, en uzun ve en ağır ibreler ise 1600 m'deki Sarıçamlardadır.

3 yaşındaki ibrelerde boylar 4.24-4.35 cm, ağırlıklar ise 2.68-2.76 gr arasındadır. En kısa ibreler 1600 m'de 3 yaşlı ibrelerin ortalama boyları 1700 m'dekilerden daha kısa, ibre ağırlıkları ise daha fazladır (Şekil 3.5 ve Şekil 3.6).

Şekil 3.5 ve Şekil 3.6'da görüldüğü gibi 1600 m yükseltideki Sarıçamlarda 1 yaşlı ibrelerin ortalama boyları ve fırın kurusu ağırlıkları 2 ve 3 yaşlı ibrelerinkilerden daha fazladır. 1700 m'de ise 1 yaşlı ibreler daha uzun 3 yaşlı ibreler ise daha ağırdır.



Şekil 3.5. Güney bakıdaki Sarıçamlarda ortalama ibre boyları



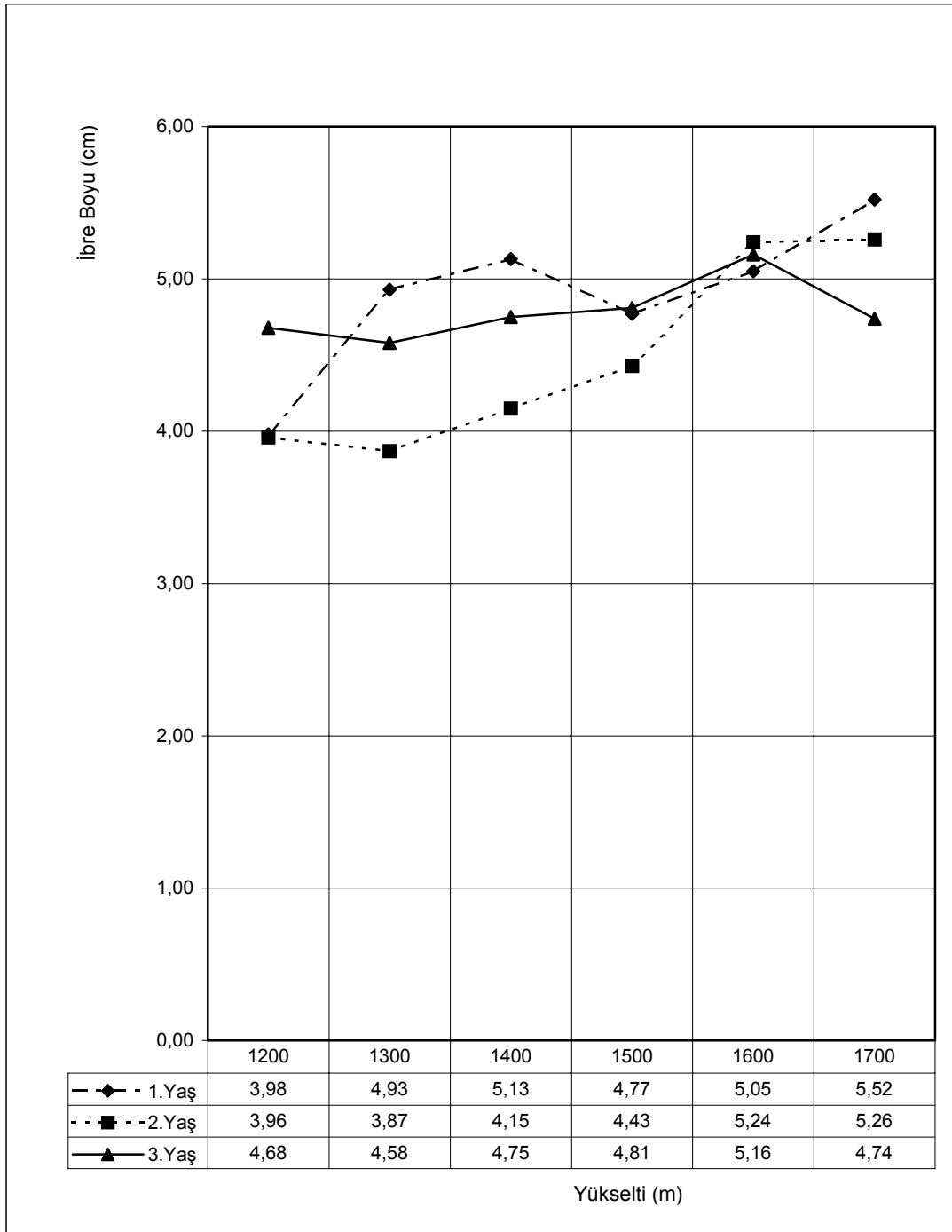
Şekil 3.6. Güney bakıdaki Sarıçamlarda 100 çift ibrede fırın kuru ağırlıklar

Kuzey bakıdaki Sarıçamlarda; 1 yaşlı ibrelerin boyları, 3.98-5.52 cm, fırın kurusu ağılıkları ise 1.34-3.58 gr arasında bulunmuştur. En kısa ve en hafif ibreler 1200 m'de, en uzun ve en ağır ibreler 1700 m'dedir.

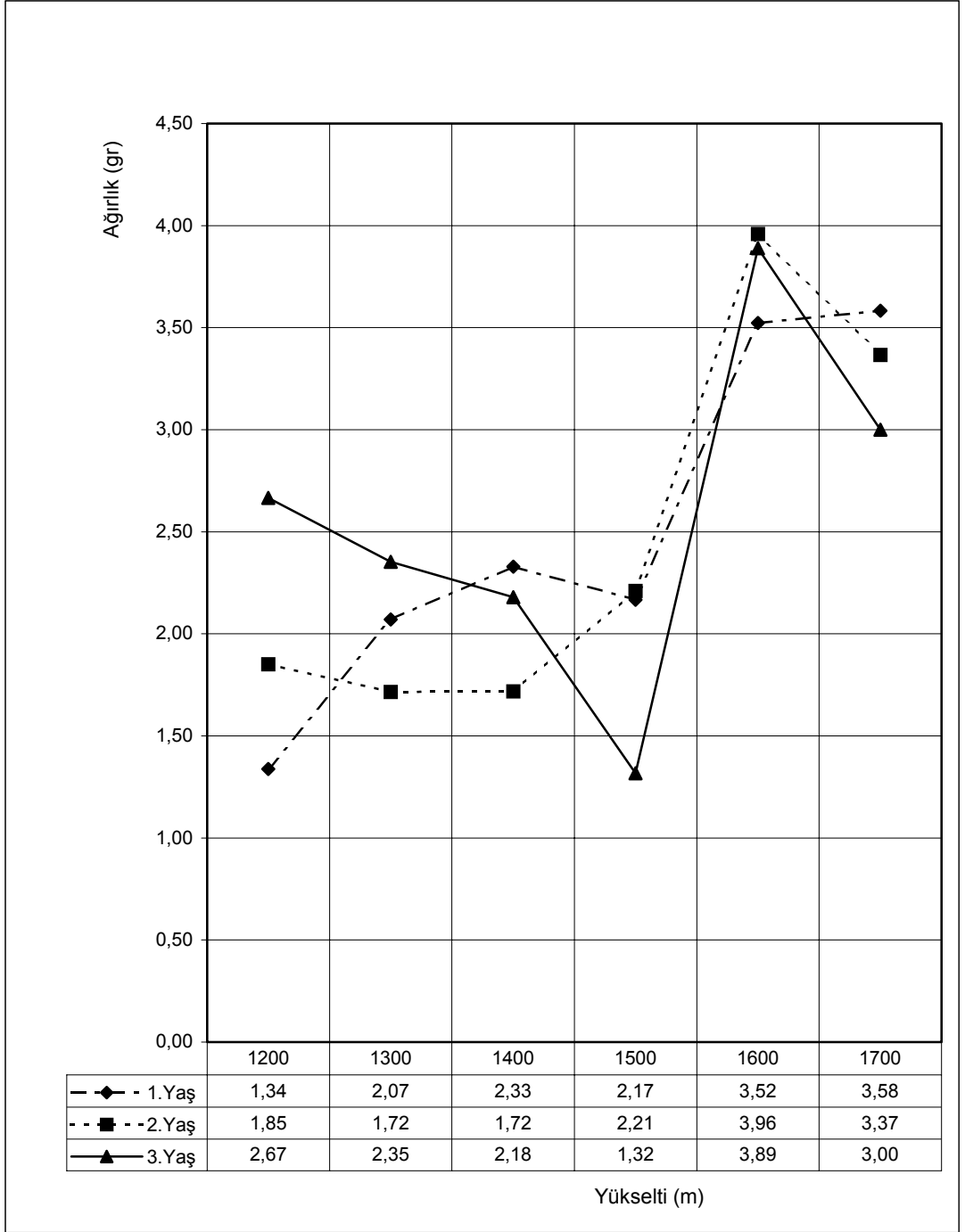
2 yaşındaki ibrelerde, boylar 3.87-5.26 cm, ağırlıklar 1.72-3.96 gr arasındadır. En kısa ibreler 1300 m, en uzun ibreler 1700 m, en hafif ibreler 1300-1400 m, en ağır ibreler ise 1600 m yükseltide bulunmuştur.

3 yaşındaki ibrelerin boyları 4.58-5.16 cm, ağırlıkları ise 1.32-3.89 gr arasındadır. En uzun ve en ağır ibreler 1600 m'de, en kısa ibreler 1300 m'de, en hafif ibreler de 1500 m'de bulunmuştur (Şekil 3.7 ve Şekil 3.8).

Şekil 3.7 ve Şekil 3.8'te kuzey bakıdaki Sarıçamlarda ibre boylarının ve ağırlıklarının yükselti ile birkilte arttığı, 1500 ve 1700 m'lerde ise düşüş olduğu görülmektedir.



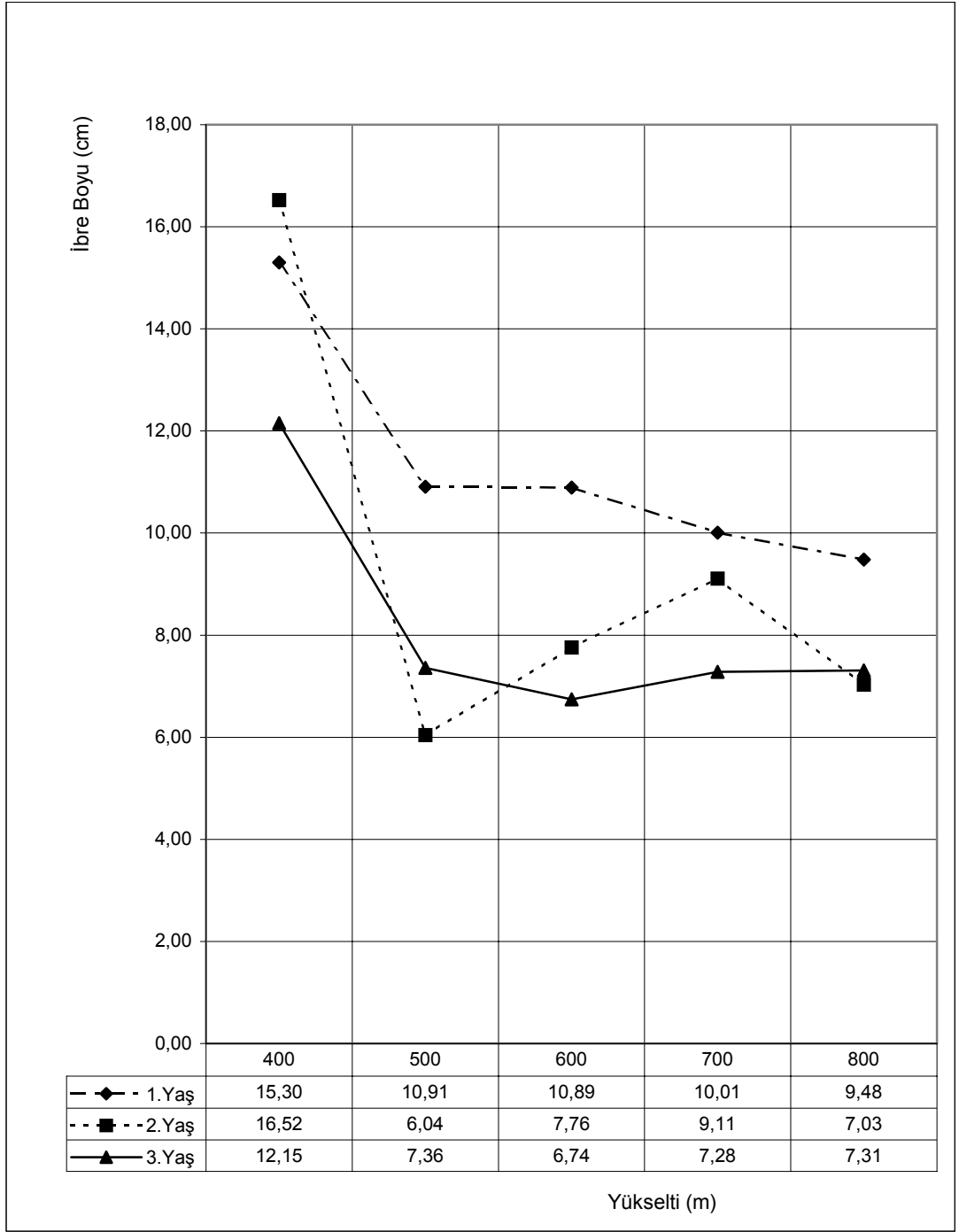
Şekil 3.7. Kuzey bakıdaki Sarıçalarda ortalama ibre boyları



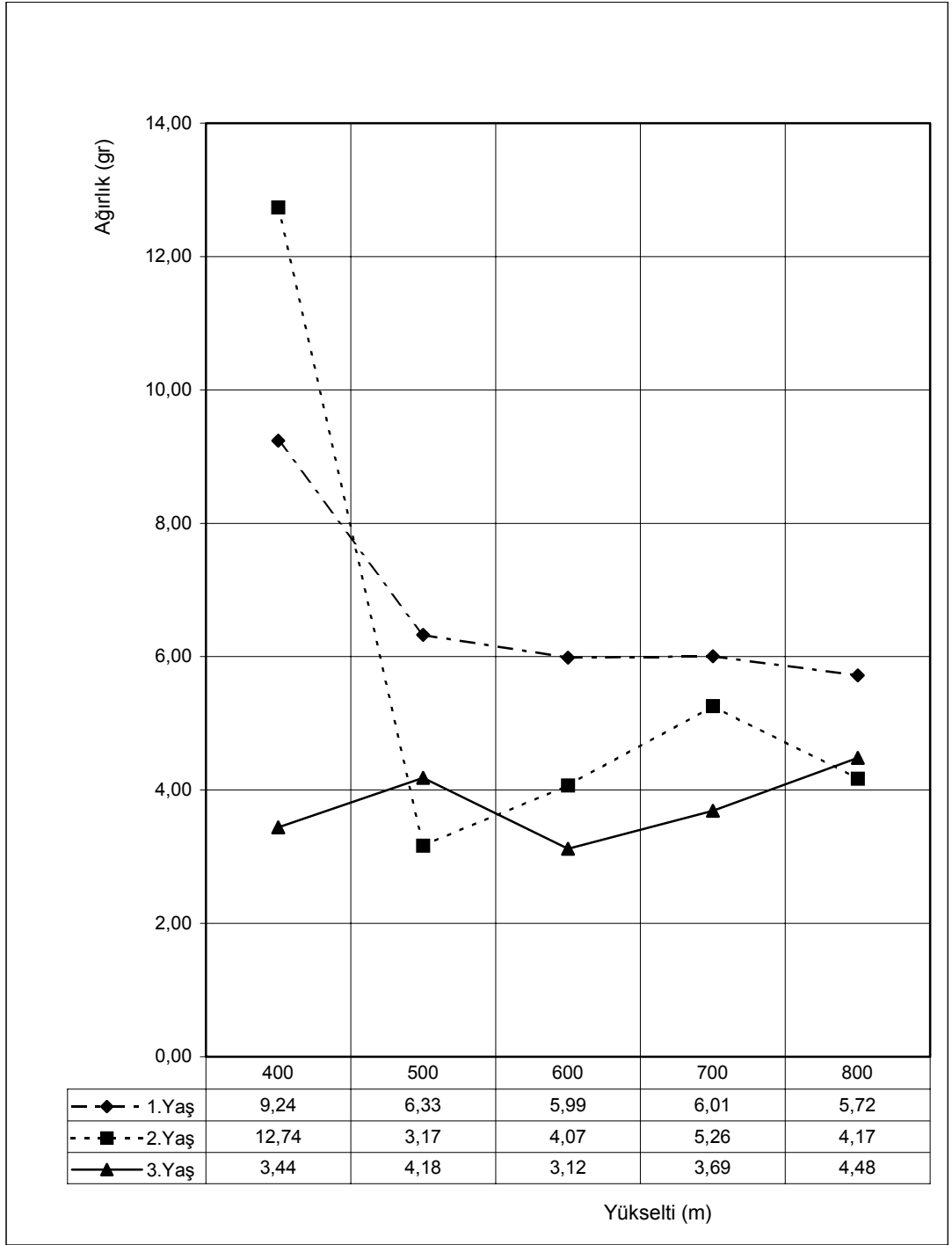
Şekil 3.8. Kuzey bakıdaki Sarıçamlarda 100 çift ibrede fırın kuru ibre ağırlıkları

Kuzey yamaçlarda bulunan Kızılçalarda; ibre boyları 9.48-15.3 cm, ağırlıkları ise 5.72-9.24 cm arasında değişmektedir. En kısa ve en hafif ibreler 800 m'de, en uzun ve en ağır ibreler 400 m'de bulunmuştur. 2 yaşındaki ibrelerde boylar 6.04-16.52 cm, ağırlıklar 3.17-12.74 gr arasındadır. En kısa ve en hafif ibreler 500 m'de, en uzun ve en ağır ibreler de 400 m'de bulunmuştur. 3 yaşlı ibrelerde boylar 6.74-12.15 cm, ağırlıklar ise 3.12-4.48 gr arasında değişmektedir. En hafif ve en kısa ibreler 600 m'de, en uzun ibreler 400 m'de, en ağır ibreler ise 800 m'de bulunmuştur (Şekil 3.9 ve Şekil 3.10).

1, 2 ve 3 yaşlı ibrelerde ortalama boy ve fırın kurusu ağırlık olarak en yüksek değerler 400 m. yükseltideki Kızılçalarda bulunmuştur. 500-800 m. yükseltide 1 yaşındaki ibrelerin boy ve ağırlıkları 2 ve 3 yaşındaki ibrelerinkinden daha fazladır.



Şekil 3.9. Kızılçalarda ortalama ibre boyları



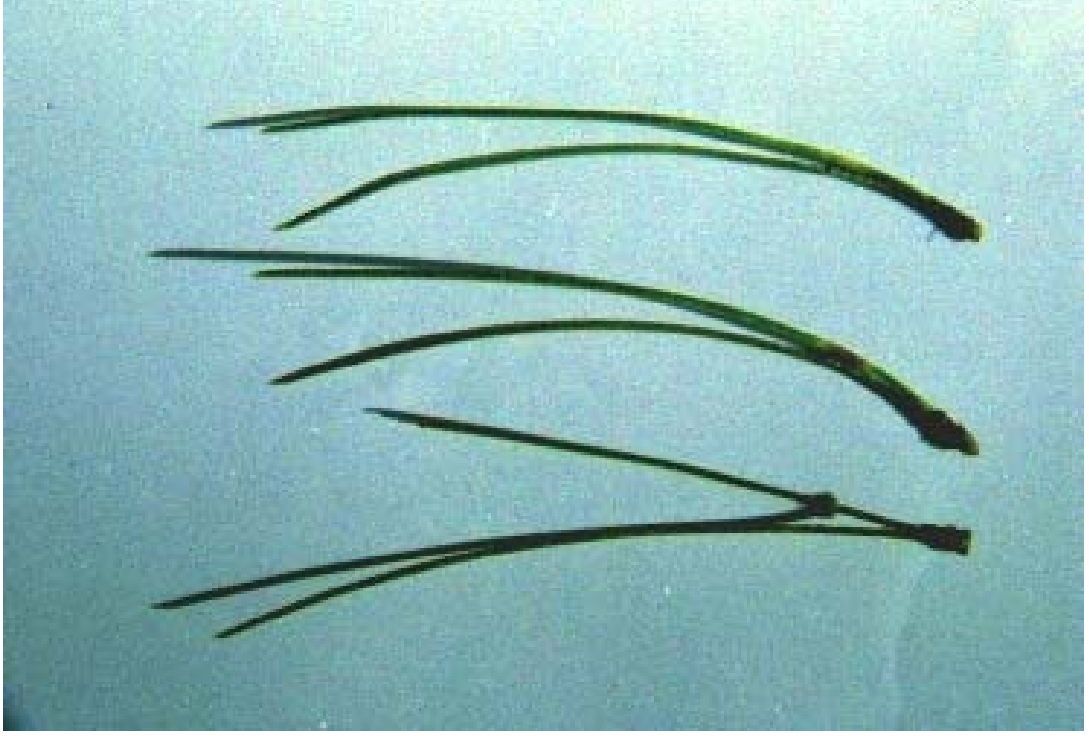
Şekil 3.10. Kızılçalarda 100 çift ibrede fırın kurusu ağırlıklar

3.2. İBRELERDEKİ KÜKÜRT MİKTARLARINA AİT BULGULAR

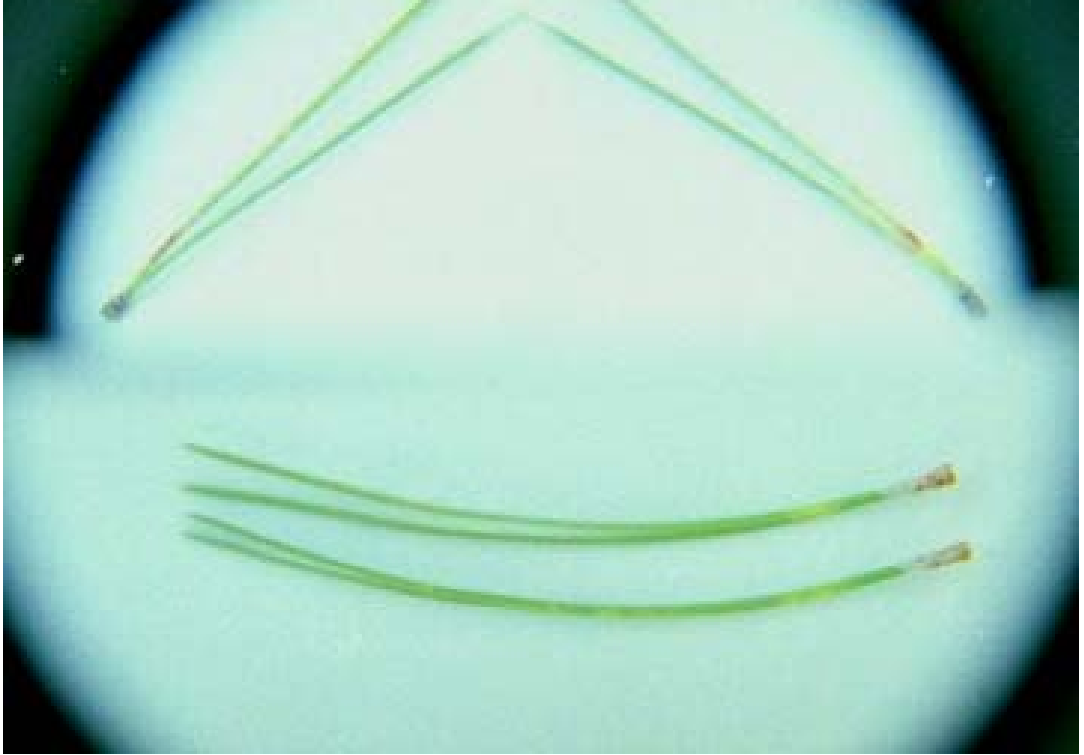
Arazide yapılan çalışmalar sırasında değişik yaşlardaki ibrelerde noktalar halinde sarı lekeler rastlanmıştır (bkz. Şekil 3.11-3.13). Bu sarı lekelerin sebebi kükürt dioksit yanığıdır. İbrelerin yüzeyinde yapışan asit sis, asit çiği, asit kırağı gibi su molekülleri gündüz buharlaştıklarında içerdikleri H_2SO_4 gibi asitler ibrelerin yüzeyinde kalır ve sarı noktalar halinde asit yanıklarına sebep olur. Bu sarı lekeler attıkça ibreler zamanla kuruyarak dökülürler. Ayrıca hava kirliliğinden etkilenen ağaçlara mantarlar ve böcekler arız olmakta ve ağacın sağlığının daha hızlı bozulmasına sebep olmaktadır [7].



Şekil 3.11. Sarıçam ibrelerinde görülen kükürt yanıkları



Şekil 3.12. Karaçam ibrelerinde görülen kükürt yanıkları



Şekil 3.13. Kızılçam ibrelerindeki kükürt yanıkları

Araştırmada 2002 yılı Ekim ve 2003 yılı Temmuz ayları olmak üzere sonbahar ve yaz aylarında örnekleme yapılmıştır. Sonbahar ve yaz döneminde toplanan bu örneklere yapılan kükürt analizlerinin sonuçları grafiklerle gösterilmiştir.

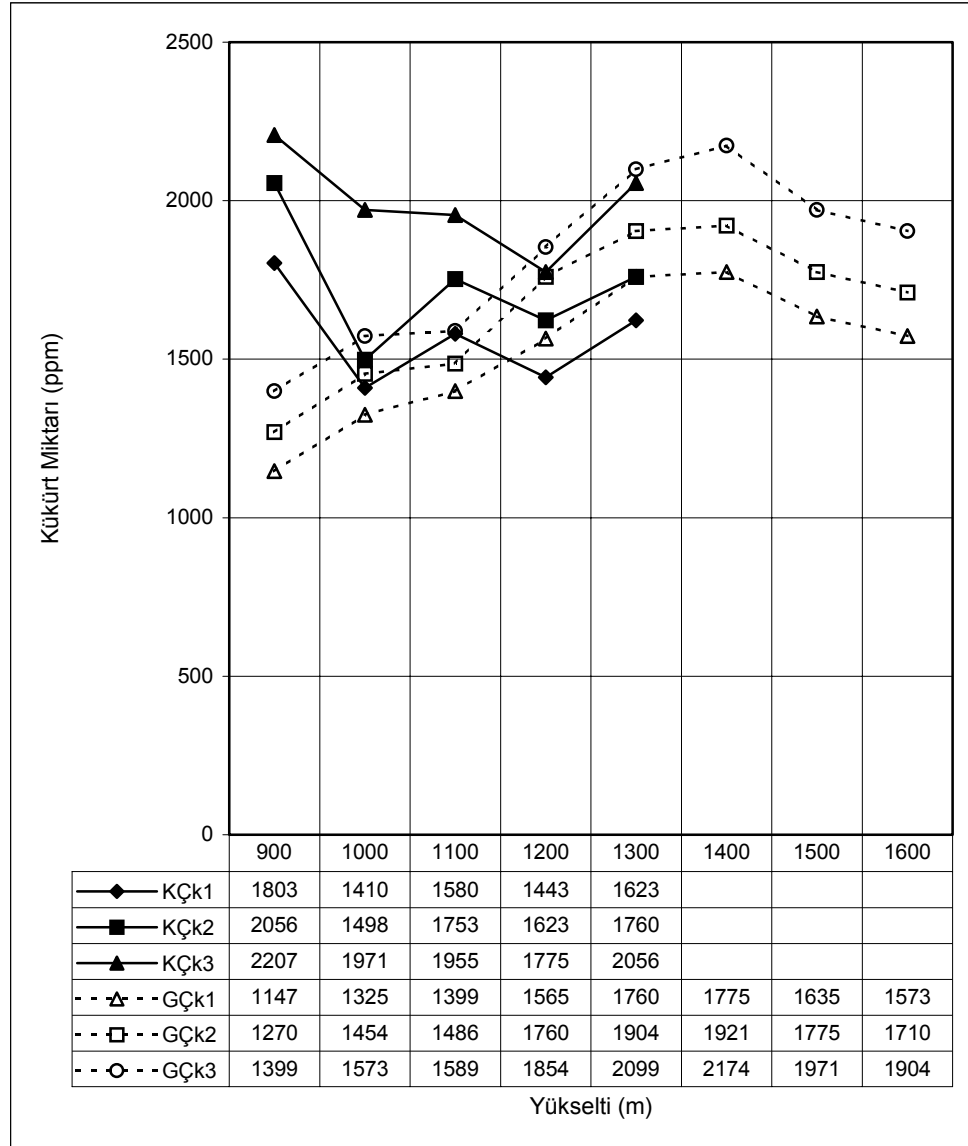
3.2.1. KARAÇAM İBRELERİNDEKİ BULGULAR

Güney bakıda 900-1600 m, kuzey bakıda da 900-1300 m yükseltilerden her 100 metrede bir Karaçamlardan 1, 2 ve 3 yaşlı ibre örnekleri alınmıştır. Yapılan kükürt analizleri sonucunda;

Kuzey bakıda, 1 yaşlı ibrelerde sonbahar aylarında en düşük kükürt değeri 1000 m yükseltide 1410 ppm, en yüksek ise 900 m yükseltide 1803 ppm olarak bulunmuştur. 2 yaşlı ibrelerde, en düşük 1498 ppm (1000 m yükseltide), en yüksek 2056 ppm (900 m yükseltide), 3 yaşlı ibrelerde en düşük 1775 ppm (1200 m yükseltide), en yüksek ise 2207 ppm (900 m yükseltide) bulunmuştur. Kuzey bakıda 900 m'den itibaren 1300 m'ye kadar kükürt değerleri azalmış, 1300 m'de ise artmıştır.

Güney bakıda, 1 yaşlı sonbahar ibrelerinde, kükürt miktarı 1147 ppm (900 m) ile 1775 ppm (1400 m), 2 yaşlı ibrelerde 1270 ppm (900 m) ile 1921 ppm (1400), 3 yaşlı ibrelerde 1399 ppm (900) ile 2174 ppm (1400 m) arasında bulunmuştur. En düşük değerler 900 m, en yüksek değerler ise 1400 m yükseltidedir. Güney bakıda kükürt değerleri 900 m'den 1400 m'ye kadar artmış, 1500-1600 m. yükseltilerde ise azalmıştır.

Kuzey ve güney bakılarda 1000, 1200 ve 1300 m. yükseltideki Karaçamların ibrelerindeki kükürt miktarları birbirine yakın bulunmuştur. Ancak 900 m'de kuzey bakıdaki Karaçamların ibrelerinde güneydekilere göre daha fazla miktarda kükürt tespit edilmiştir (şekil 3.14)

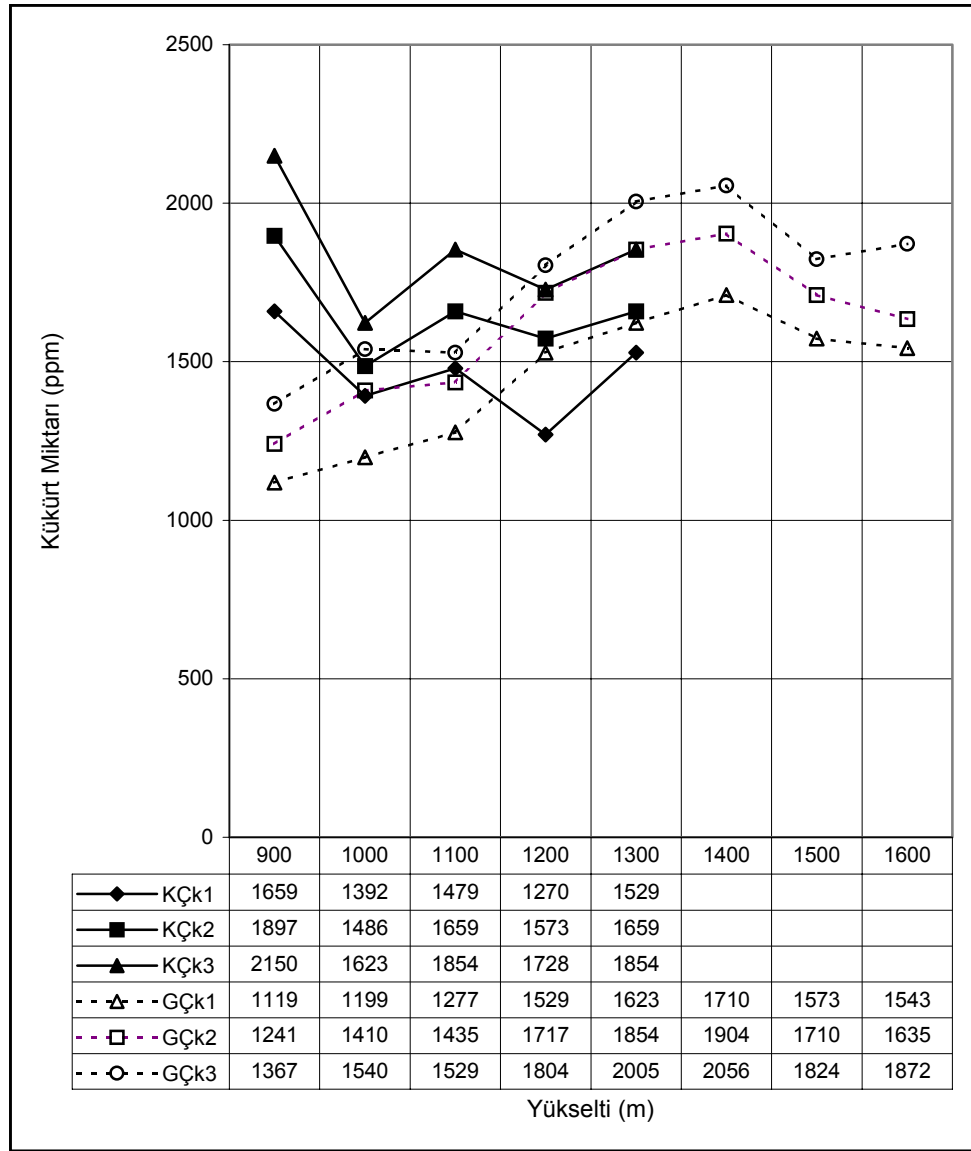


Şekil 3.14. Karaçam ibrelerinde kuzey ve güney bakıldaki sonbahar (ekim ayı) ibrelerindeki kükürt miktarları

Yaz aylarında alınan örneklerdeki kükürt değerleri, kuzey bakıda, 1 yaşlı ibrelerde 1270-1659 ppm, 2 yaşlı ibrelerde 1486-1897 ppm, 3 yaşlı ibrelerde 1623-2150 ppm arasındadır. En yüksek değerler 900 m yükseltide en düşük değerler de 1000 ve 1200 m yükseltelerde ölçülmüştür.

Güney bakıda, 1 yaşlı yaz ibrelerinde kükürt miktarları 1119-1710 ppm, 2 yaşlılarda 1241-1904, 3 yaşlılarda ise 1367-2056 ppm arasında değişmektedir. En düşük değerler 900 m yükseltide, en yüksek değerler ise 1400 m yükseltidedir.

Sonbaharda alınan örneklerdeki kükürt miktarları yazın alınan örneklerdeki miktarlardan daha düşük bulunmuştur. 1 yaşlı ibrelerdeki kükürt miktarları 2 ve 3 yaşlı ibrelerininkinden daha düşüktür. Grafikler incelendiğinde güney bakıda Karaçam ibrelerindeki kükürt miktarlarının yükseltinin artmasıyla 1400 metreye kadar arttığı, 1500-1600 metrelerde azaldığı, kuzey yamaçlarda ise 900 m’de 1200 m’ye kadar azaldığı 1300 m’de tekrar arttığı görülmektedir (Şekil 3.15).



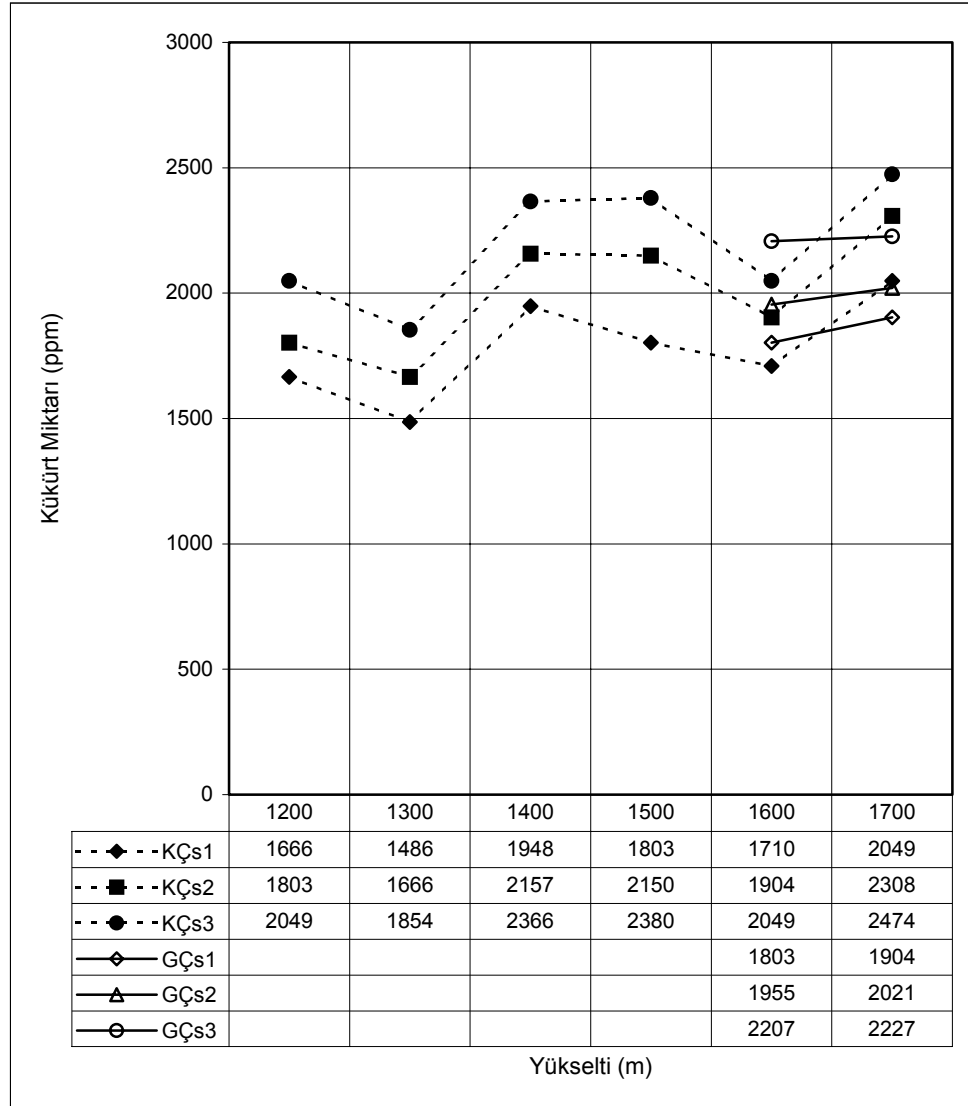
Şekil 3.15. Kuzey ve güney bakılardaki Karaçamların yaz (temmuz ayı) ibrelerindeki kükürt miktarları

3.2.2. SARIÇAM İBRELERİNDEKİ BULGULAR

Kuzey bakıda, Sarıçamlarda sonbaharda alınan örneklerde kükürt miktarları 1 yaşlı ibrelerde 1486-2049 ppm, 2 yaşlı ibrelerde 1666-2308 ppm, 3 yaşlı ibrelerde 1854-2474 ppm arasında değişmektedir. En düşük değerler 1300 m, en yüksek değerler de 1700 m yükseltilerde bulunmuştur. 3 yaşındaki ibrelerdeki kükürt değerleri 1 ve 2 yaşındakilerden daha yüksektir (Şekil 3.16).

Güney bakıda ise 1 yaşlı ibrelerdeki kükürt miktarları 1803-1904 ppm, 2 yaşlı ibrelerde 1955-2021 ppm, 3 yaşlı ibrelerde 2207-2227 ppm arasındadır. 1700 m yükseltideki ağaçlardaki kükürt miktarları 1600 m yükseltidekinden daha fazladır. Güney bakıda da 3 yaşındaki ibrelerdeki kükürt miktarları 1 ve 2 yaşındaki ibrelerde bulunan kükürt miktarlarından daha fazladır.

Kuzey bakıda 1300 ve 1600 m. yükseltilerdeki Sarıçamların ibrelerindeki kükürt miktarlarında aşağı yükseltilere göre bir azalma görülmektedir. Güney bakıda ise yükseklerde daha fazla kükürt bulunmuştur (Şekil 3.16).

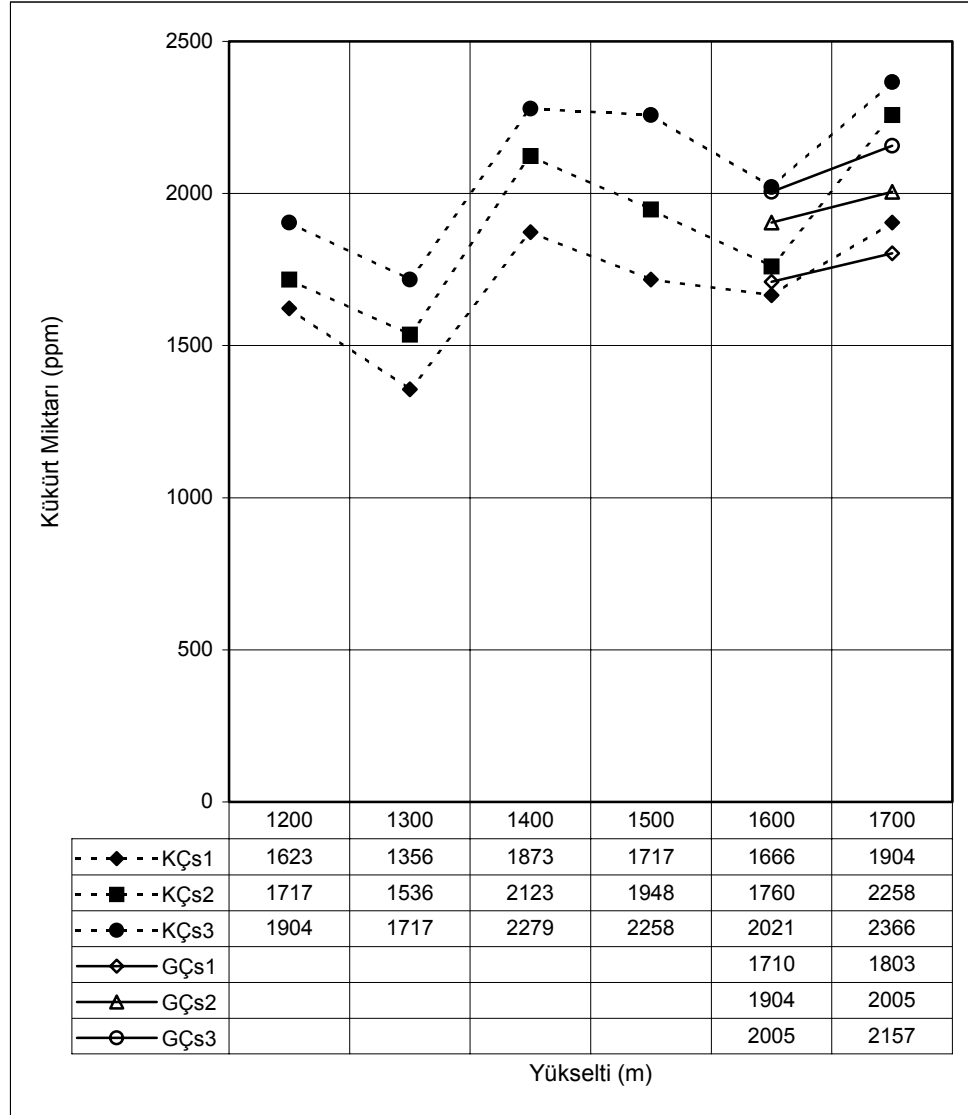


Şekil 3.16. Kuzey ve güney bakıldaki Sarıçamların sonbahar (ekim ayı) ibrelerindeki kükürt miktarları

Yaz aylarında, kuzey bakıdan alınan örneklerde, 1 yaşlı ibrelerde kükürt miktarı 1356-1904 ppm, 2 yaşlı ibrelerde 1536-2258 ppm, 3 yaşlı ibrelerde ise 1717-2366 ppm arasındadır. En düşük değerler 1300 m'de, en yüksek değerler ise 1700 m'de bulunmuştur.

Güney bakıda yaz aylarında alınan örneklerde kükürt miktarları, 1 yaşlı ibrelerde 1710-1803 ppm, 2 yaşlı ibrelerde 1904-2005 ppm, 3 yaşlı ibrelerde 2005-2157 ppm arasındadır. En düşük kükürt miktarları 1600 m'de, en yüksek ise 1700 m'de bulunmuştur.

Sonbaharda alınan örneklerdeki kükürt miktarları yazın alınanlardan daha yüksektir. İbre yaşı arttıkça kükürt miktarları da artmaktadır. Kuzey bakıdaki sarıçamalarda yükseltiye bağlı olarak kükürt miktarı da artarken 1300 ve 1600 m yükseltilerde bir azalma olmuştur. Güney bakıda ise 1700 metre yükseltideki ağaçlardaki kükürt miktarı 1600 metredekinden daha yüksektir (Şekil 3.17).



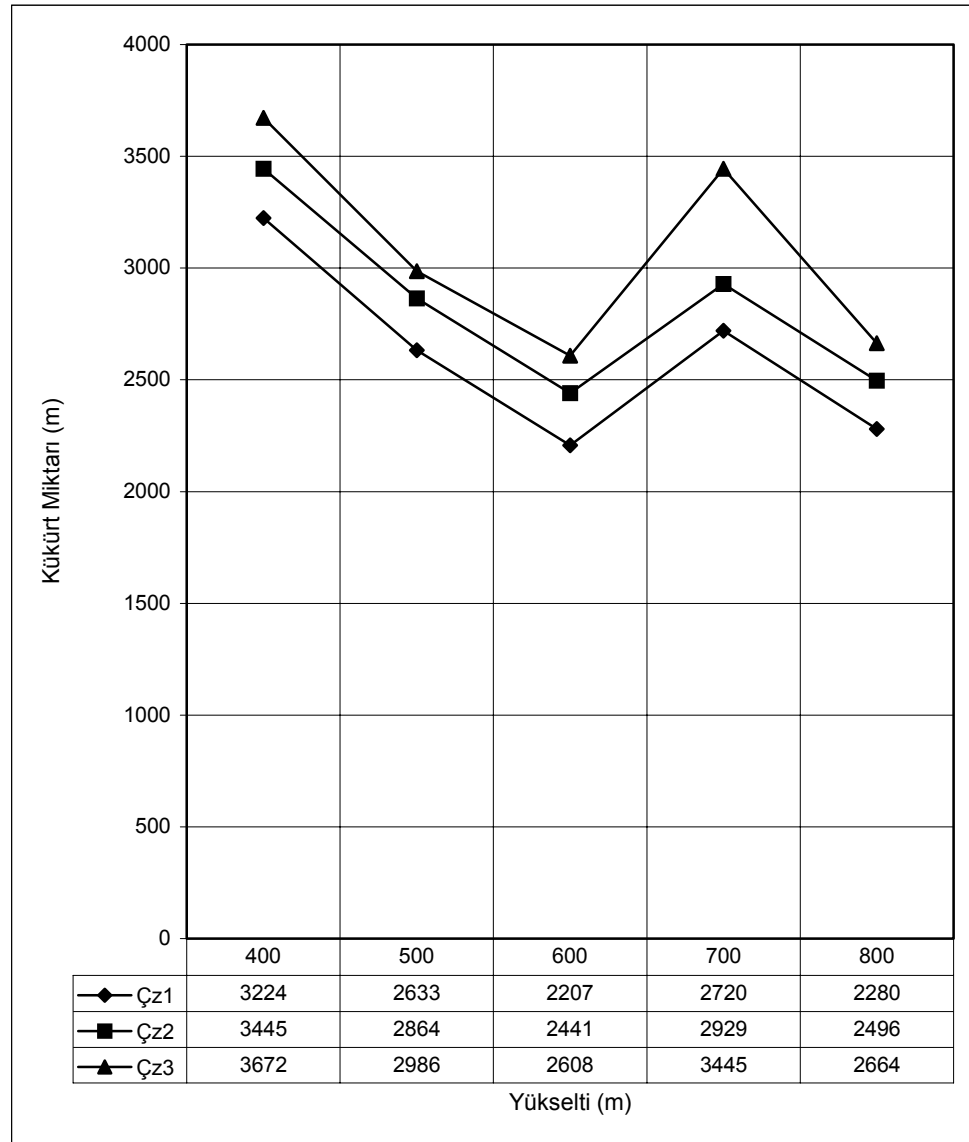
Şekil 3.17. Kuzey ve güney bakılardaki Sarıçamların yaz (temmuz ayı) ibrelerindeki kükürt miktarları

3.2.3. KIZILÇAM İBRELERİNDEKİ BULGULAR

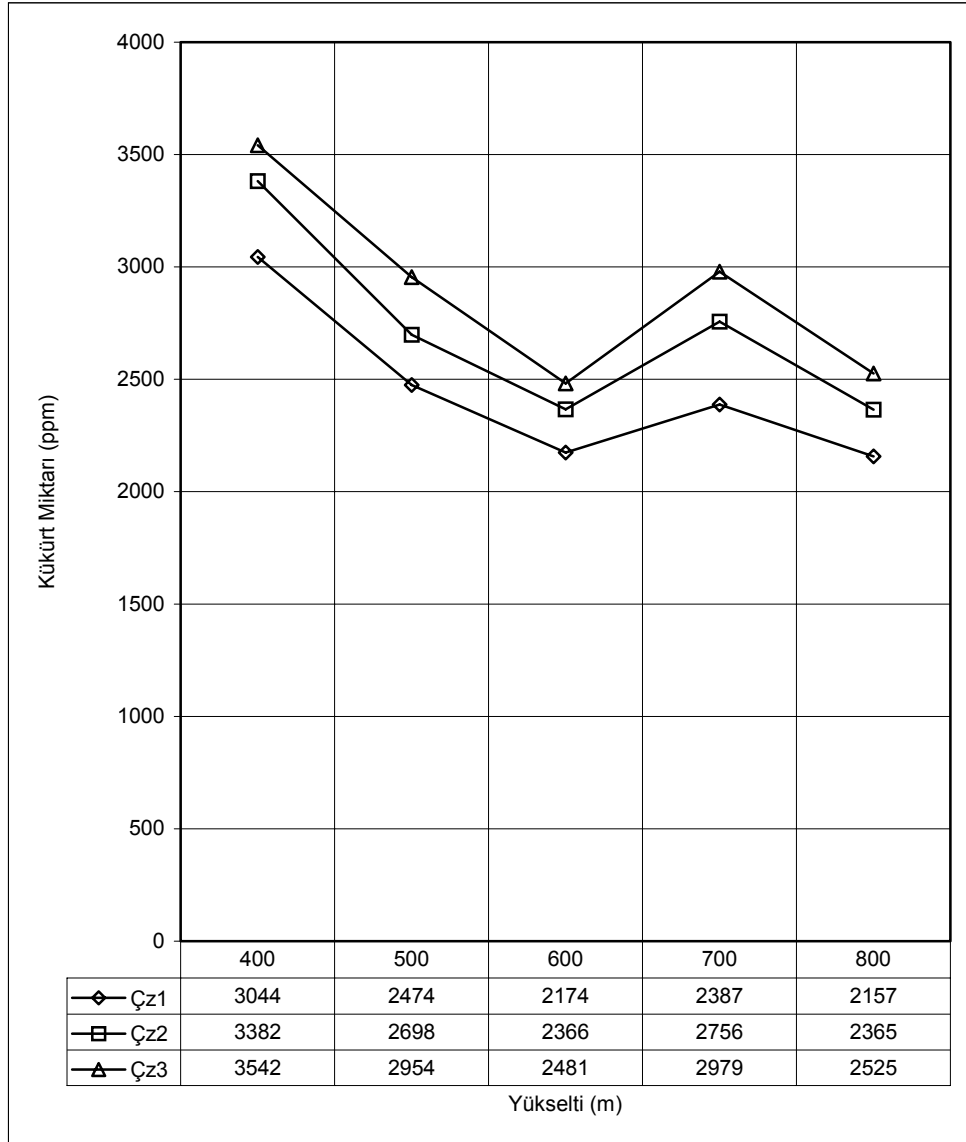
Kızılçamlar Sündiken kütesinin kuzey bakısında yayılmaktadır. Sonbaharda alınan örneklerde, 1 yaşlı ibrelerdeki kükürt miktarları 2207 ppm (600 m.) ile 3224 ppm (400 m.), 2 yaşlı ibrelerde 2441 ppm (600 m.) ile 3412 ppm (400 m.), 3 yaşlı ibrelerde de 2608 ppm (600 m.) ile 3672 ppm (600 m.) arasında değişmektedir. En düşük kükürt miktarları 600 m, en yüksek kükürt miktarları ise 400 m yükseltide bulunmuştur. Ancak 600 m. ve 800 m'deki Kızılçamların ibrelerinin kükürt içerikleri birbirine yakındır (Şekil 3.18).

Yaz aylarında alınan örneklerde 1 yaşlı ibrelerdeki kükürt miktarları 2157 ppm (800 m.) ile 3044 ppm (400 m.), 2 yaşlı ibrelerdeki kükürt miktarları 2365 ppm (800 m.) ile 3412 ppm (800 m.), 3 yaşındaki ibrelerdeki de 2481 ppm (600 m.) ile 3542 ppm (400 m.) arasındadır. En yüksek miktarlar yine 400 m yükseltide olup 600 m. ve 800 m. yükseltide bulunan miktarlar birbirine çok yakındır (Şekil 3.19).

Sonbaharda alınan örneklerdeki kükürt miktarları yazın alınanlardan daha yüksektir. Kızılçam ibrelerindeki kükürt miktarı ibre yaşına bağlı olarak artmıştır. Yükselti arttıkça kükürt miktarları azalmaktadır. Ancak 700 metre yükseltide bir yükselme vardır.



Şekil 3.18. Kızılçamların sonbahar (ekim ayı) ibrelerindeki kükürt miktarları



Şekil 3.19. Kızılcamların yaz (temmuz ayı) ibrelerindeki kükürt miktarları

3.3. GENEL DEĞERLENDİRME

Araştırma alanının kuzeyinde Gökçekısık (850 m), Nallıhan (650 m), Beydili (524 m), Sarıyar (460 m) ve Sarıcakaya (330 m) meteoroloji istasyonları bulunmaktadır. Sündiken tepesinin batı kısmında Hekimdağ (1100 m) istasyonu yer almaktadır. Bu istasyonların yıllık ortalama yağış ve sıcaklık verileri (bkz. Tablo 2.1) kullanılarak 1000 m yükselti için yıllık ortalama yağış ve sıcaklık hesabı yapılabilir. Kuzey bakıda 100 m yükseldikçe yağışın 54 mm arttığı kabul edilirse;

Beypazarı istasyonundan 1000 m yükselti için hesap yapılırsa (yükseltisi 680 m, yıllık ortalama yağışı 390 mm, yıllık ortalama sıcaklığı 13.2 C°), 1000 m yükseltideki yıllık ortalama yağış miktarı;

$$1000 - 680 = 320 \text{ m} = 3.2 \text{ hm}$$

$$3.2 \times 54 = 172.8 \text{ mm}$$

$$303.5 + 172.8 = 562.8 \text{ mm} \text{ olarak bulunur.}$$

Aynı şekilde Gökçekısık, Nallıhan, Beydili, Sarıyar, Sarıcakaya istasyonlarından (bkz. Tablo 2.1) 1000 m yükselti için hesap yapılırsa;

Gökçekısık istasyonuna göre 384.5 mm

Nallıhan istasyonuna göre 617.6 mm

Beydili istasyonuna göre 644.1 mm

Sarıyar istasyonuna göre 671.6 mm

Sarıcakaya istasyonuna göre 736.3 mm

Hekimdağ istasyonuna göre 622.5 mm yıllık ortalama yağış bulunur. Beypazarı, Gökçekısık, Nallıhan, Beydili, Sarıyar, Sarıcakaya istasyonlarının yağış değerlerinin ortalaması;

$(562.8 + 384.5 + 617.6 + 644.1 + 671.6 + 736.3)/6 = 602.8 \text{ mm}$ olur. Hekimdağ istasyonu Lazoğlu tepesinin daha batısında 1100 m yükseltidedir. Dolayısıyla buraya yükselen hava kütleleri Hekimdağ Tepesini aşmaktadır. Lazoğlu Tepesi ise 1718 m yükseltiye sahiptir. Buraya gelen hava kütlelerinin ise tepeyi aşması mümkün olmayacak dolayısıyla önünde 1718 m'ye kadar yükselen bu yamaçlarda yoğunlaşarak

Hekimdağ'dakinden daha fazla yağış bırakacaktır. Gökçekısıık istasyonu hariç tutularak ortalama hesaplanırsa 1000 m'deki yağış,

$(562.8 + 617.6 + 644.1 + 671.6 + 736.3)/5 = 646.5$ mm olarak bulunur. Bu değer Hekimdağ istasyonunun (622.5 mm) değerinden daha yüksektir. Bu nedenle 1000 m yükselti için 646.5 mm olarak hesaplanan değer kullanılması daha uygun bulunmuştur.

Yükseltinin 100 m artmasıyla sıcaklığın 0.5 C° azalacağı kabul edilerek, Beypazarı, Nallıhan, Beydili, Sarıyar ve Sarıcakaya istasyonlarının yıllık ortalama sıcaklıklarına göre 1000 m yükselti için ayrı ayrı hesap yapılırsa;

Beypazarı (yükselti 682 m, yıllık ortalama sıcaklık 13.2 C°):

$$1000 - 680 = 320\text{ m} = 3.2\text{ hm}$$

$$3.2 \times 0.5 = 1.6$$

$13.2 - 1.6 = 11.6\text{ C}^\circ$ bulunur. Aynı şekilde diğer istasyonlar için hesap yapılırsa;

Nallıhan istasyonuna göre 10.8 C° , Sarıyar istasyonuna göre 11.9 C° bulunur. Bunların ortalaması 11.4 C° olur.

Aynı sıcaklık hesabı güney bakıdaki Eskişehir istasyonuna göre yapılırsa;

Eskişehir (800 m yükselti, 374 mm yıllık ortalama yağış, 10.9 C° yıllık ortalama sıcaklık):

$$1000 - 800 = 200\text{ m} = 2\text{ hm}$$

$$2 \times 0.5 = 1\text{ C}^\circ$$

$10.9 - 1 = 9.9\text{ C}^\circ$ bulunur. Güney bakıda 1700 m'de sıcaklık;

$$1700 - 1000 = 700\text{ m} = 7\text{ hm}$$

$$7 \times 0.5 = 3.5\text{ C}^\circ$$

$9.9 - 3.5 = 6.4\text{ C}^\circ$ olur. Kuzey bakıda 1700 m'de ise sıcaklık;

$$1700 - 1000 = 700\text{ m} = 7\text{ hm}, 7 \times 0.5 = 3.5\text{ C}^\circ, 11.6 - 3.5 = 8.1\text{ C}^\circ$$
 bulunur. Ancak

güney bakının kuzey bakıdan daha sıcak olması gerektiği göz önüne alındığında sıcaklık hesabında 100 m yükselti farkında 0.5 C° 'lık artma yada azalma yerine kuzey bakılar için 100 m yükseldikçe sıcaklığın 0.6 C° azalacağı, güney bakıda ise 0.4 C° azalacağını kabul etmek daha uygun bulunmuştur. Buna göre kuzey bakıda 1000 m yükseltideki ortalama sıcaklık;

$$\text{Beypazarı istasyonuna göre, } 3.2 \times 0.6 = 1.92, 13.2 - 1.92 = 11.3\text{ C}^\circ,$$

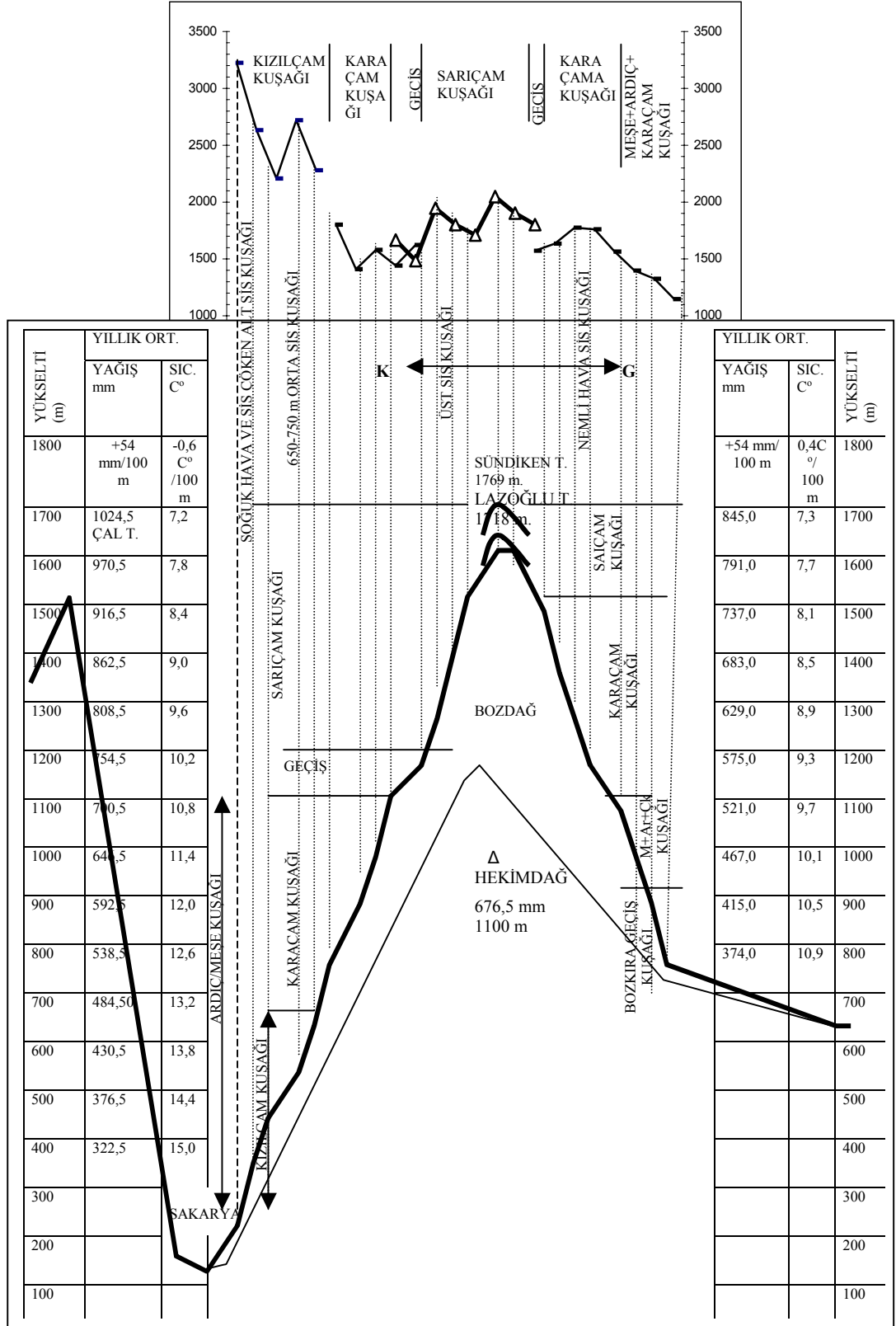
$$\text{Nallıhan istasyonuna göre, } 3.5 \times 0.6 = 2.1, 12.6 - 2.1 = 10.5\text{ C}^\circ,$$

$$\text{Sarıyar istasyonuna göre, } 5.4 \times 0.6 = 3.2, 14.6 - 3.2 = 11.4\text{ C}^\circ \text{ olur.}$$

Bunlardan Beypazarı ve Sarıyar'a göre hesaplanan değerler birbirine çok yakın olduğundan 1000 m'deki sıcaklığı 11.4 C° olarak almak uygun olacaktır. Güney bakıda 1000 m yükseltideki sıcaklık 0.4 C°/100 m hesabı ile Eskişehir istasyonuna göre; $2 \times 0.4 = 0.8 \text{ C}^\circ$, $10.9 - 0.8 = 10.1 \text{ C}^\circ$ olarak bulunur. Aynı şekilde yağış da 1000 m yükselti için Eskişehir istasyonuna göre 482.0 mm ve Alpu istasyonuna göre 451.2 mm olarak hesab edilir. Bunların ortalaması 467 mm'dir.

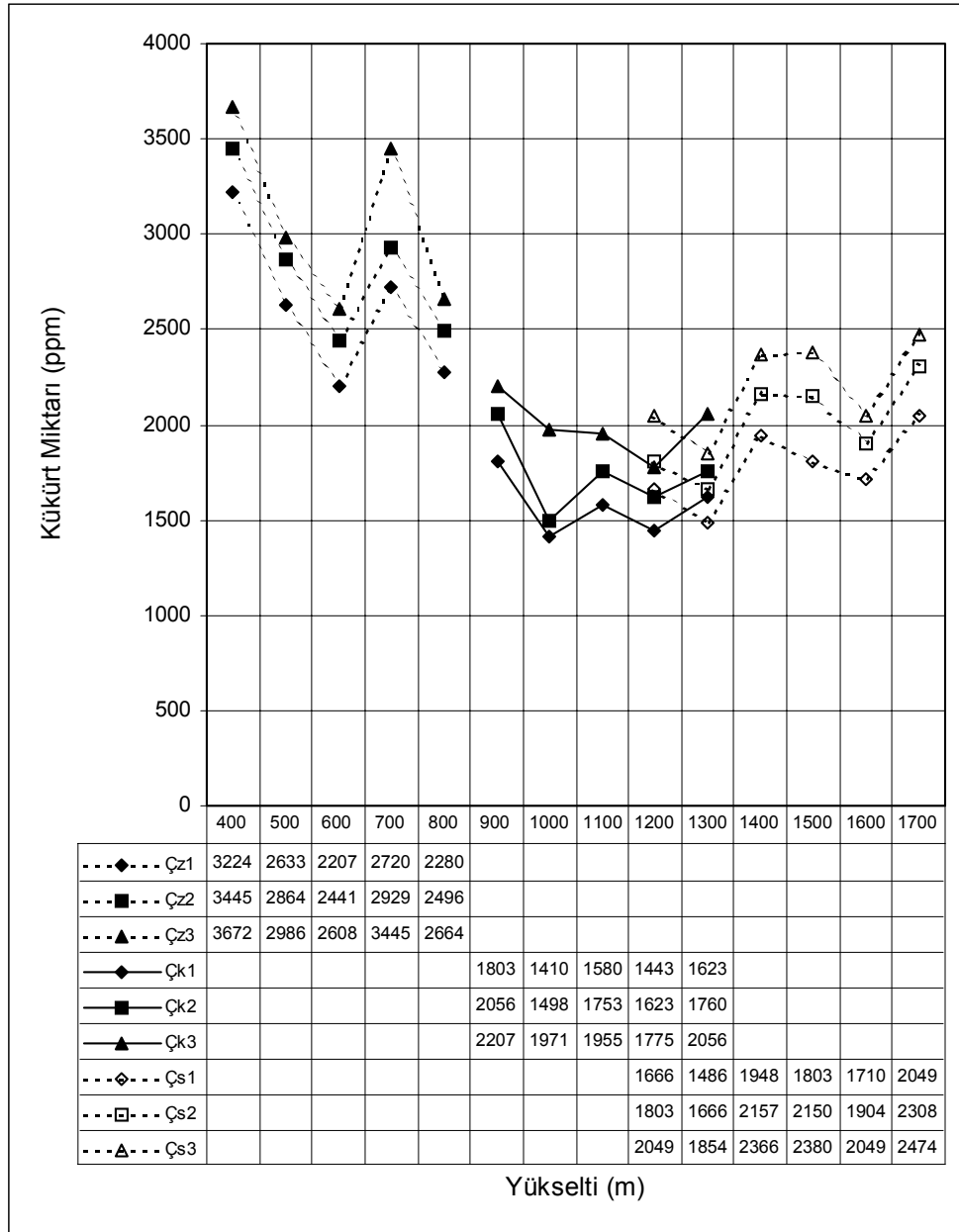
Kuzey bakıda 1000 m yükselti için 646.5 mm yıllık ortalama yağış, 11.4 C° yıllık ortalama sıcaklık, güney bakıda 1000 m yükselti için 467 mm yıllık ortalama yağış ve 10.1 C° yıllık ortalama sıcaklık değerlerinden her yükselti basamağı için yağış ve sıcaklık değerleri hesaplanabilir (Şekil 3.20).

Kütlenin kuzey ve güney bakısında yükseltiye bağlı olarak değişen iklim bitki örtüsünün yayılışını da etkilemektedir. Şekil 3.20'de Sündiken kütlesinde orman toplumlarındaki kuşaklaşmalar görölmektedir. Kuzey bakıda vadiden yukarılara çıkıldıkça ibrelerdeki kükürt miktarları azalmaktadır. Ancak 400 m 700 ve 1400 m yükseltilerde bir yükselme görölmektedir. Güney bakılarda ise Eskişehir ovasından yükseklerle çıkılınca ibrelerdeki kükürt miktarları artmaktadır. Bu artış 1400 m yükseltiye kadar devam etmektedir (Şekil 3.20).

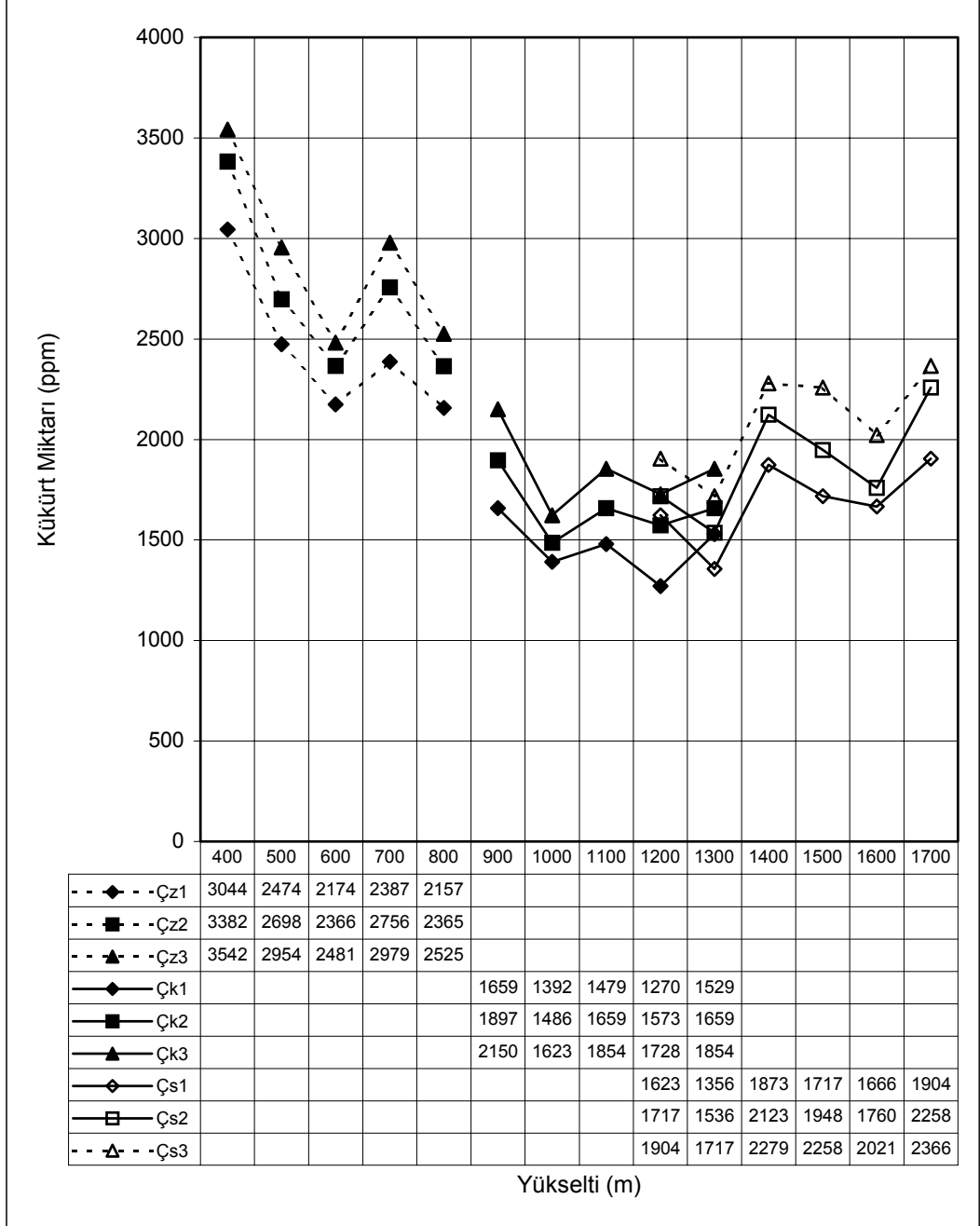


Şekil 3.20. Sakarya Nehri- Lazoğlu T.-Bozkır (Eskişehir) kesitinde ibrelerdeki kükürt miktarlarının değişiminin yükselti/iklim kuşakları ile ilişkisi

Şekil 3.21’de kütlelerin kuzey bakışında yayılan çam türlerinin ibrelerindeki sonbahar dönemi kükürt miktarları görülmektedir. Kızıлчаam ibrelerindeki kükürt miktarları Sarıçam ve Karaçam ibrelerindeki kadar değildir. Yalnız 1300 m’de Karaçam ibrelerindeki kükürt miktarı Sarıçam ibrelerindeki kadar çıkmıştır. Yükseltinin artmasıyla kükürt miktarlarında genel olarak bir düşüş vardır. 700 m, 1400 m ve 1700 m yükseltilerde artış görülmektedir.

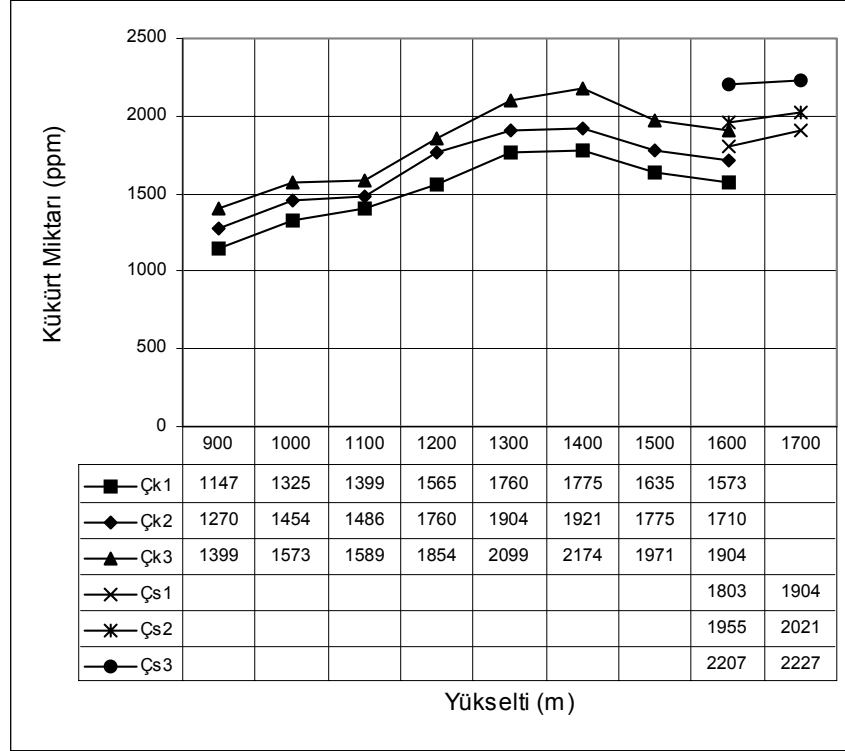


Şekil 3.21. Kuzey bakıda Karaçam, Sarıçam ve Kızıлчаamlarda sonbahar (ekim ayı) ibrelerindeki kükürt miktarları



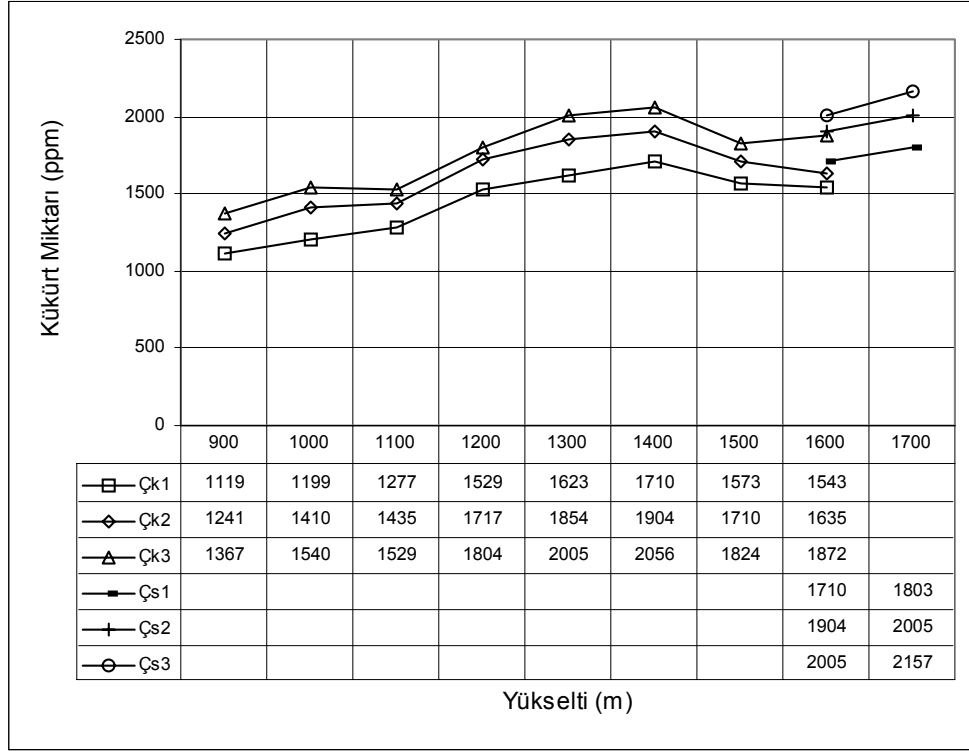
3.22. Kuzey bakıda Karaçam, Sarıçam ve Kızılağaçlarda yaz (temmuz ayı) ibrelerindeki kükürt miktarları

Güney bakıda en düşük kükürt değerleri 900 m’de görülmektedir. 1300-1400 m yükseltilere doğru kükürt miktarları artmakta 1500-1600 m’lerde bir miktar azalmakta 1700 m’de tekrar artış görülmektedir. 1600 m’de Sarıçam ibrelerindeki kükürt miktarları Karaçam ibrelerindeki kadar yüksektir (Şekil 3.23).



Şekil 3.23. Güney bakıdaki Sarıçam ve Karaçamların sonbahar (ekim ayı) ibrelerindeki kükürt miktarları

Aynı durum yaz (temmuz) ayında alınan ibre örneklerinde de görülmektedir (Şekil 3.24). Güney bakıda yaz ibrelerinde kükürt miktarları sonbahar ibrelerindeki kükürt miktarlarından daha düşük çıkmıştır (bkz. Şekil 3.23 ve 3.24).



Şekil 3.24. Güney bakıdaki Sarıçam ve Karaçamların yaz (temmuz) ibrelerindeki kükürt miktarları

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

İbrelerdeki kükürt miktarları ağaç türü, ibre yaşı, yıl ve mevsim, bakı ve yükselti bakımından karşılaştırılmıştır.

Ağaç Türü: Araştırma alanında Karaçam, Sarıçam ve Kızılçam olmak üzere 3 çam türü yayılış göstermektedir. Yapılan kükürt analizleri sonucunda en yüksek kükürt miktarları Kızılçalarda tesbit edilmiştir. Uslu [17] İstanbul-Vize, Demirköy çevresinde yaptığı araştırmada Kızılçalardaki kükürt miktarlarının Sarıçam ve Karaçalardan daha fazla olduğunu, en düşük kükürt değerlerinin Karaçam türünde olduğunu bildirmekte, bunu hızlı gelişen türlerin fotosentez kapasitelerinin daha yüksek olmasına bağlamaktadır. Araştırma alanımızda da Kızılçalardaki kükürt miktarlarının yüksek olmasının sebebi fotosentez kapasitesinin Karaçam ve Sarıçamdan daha yüksek olması, aynı zamanda ibrelerin daha çok CO₂ özümlemesi yapması ve solunum gözeneklerinden içeri daha fazla SO₂ girmesi olabilir.

Kuzey bakıda 1300 metre yükseltide Karaçalardaki kükürt miktarı Sarıçalardakinden daha yüksek çıkmıştır (Bkz. Şekil 3.21 ve 3.22). 1300 m. Sarıçam ile Karaçanın karışım yaptığı yükseltidir. Karaçamlar ekolojik hassasiyet gösterdiği yetişme ortamı olmasından dolayı kükürt değerleri Sarıçamdan daha yüksek çıkmış olabileceği düşünülmektedir. Diğer örnekleme alanlarında ise Sarıçalardaki kükürt değerleri Karaçalardan daha yüksektir. Türkiye’de yapılmış olan diğer çalışmalarda Karaçanın topraktan az kükürt alan ve ibreliler içinde SO₂ zararlarına karşı dayanıklı bir tür olduğu belirtilmektedir [15]. Bu araştırmada da en düşük kükürt değerleri Karaçalarda bulunmuştur.

Ağaç türlerine göre ibre boyları ile kükürt miktarları arasında bir ilişki bulunamamıştır. Bunun sebebi örnek ağaçların farklı iklim özelliklerine sahip yetişme ortamlarında bulunmalarına bağlı olabilir.

İbre Yaşı: Araştırmada üzerinde çalışılan her üç çam türünde de ibre yaşı arttıkça kükürt miktarlarının da arttığı tesbit edilmiştir. Bu sonuç yapılmış diğer araştırma sonuçlarıyla uyumludur [6, 8, 15, 16, 17]. 2 ve 3 yaşlı ibreler 1 yaşlı ibrelerden daha fazla kükürt içermektedirler. Bu durum, 2 ve 3 yaşlı ibrelerin bir önceki seneden de kükürt almış olmalarından kaynaklanabilir.

Yıl ve Mevsim: Her üç türde de 2002 yılı Sonbaharında (ekim ayında) alınan örneklerdeki kükürt değerleri 2003 yılı yaz mevsiminde (temmuz ayında) alınan örneklerdeki kükürt değerlerinden daha yüksek çıkmıştır (bkz. Şekil 3.21 ve Şekil 3.22). Bunun sebebi sonbaharda alınan 2 ve 3 yaşındaki ibrelerin yazın oluşan kirlilikle birlikte bir önceki kış oluşan kirlilikten de etkilenmiş olmalarından kaynaklanabilir. 1 yaşındaki sonbahar ibrelerinin ise yaz ibrelerinden daha fazla kükürt içermesi kükürt miktarının mevsimsel değişiklikler göstermesinden kaynaklanabilir.

Bakı: Karaçamalarda 1200 ve 1300 m yükseltiler hariç kuzey bakıdaki kükürt değerleri güney bakıdakinden daha yüksek bulunmuştur. Araştırma alanının kuzey doğusunda Çayırhan Termik santrali bulunmaktadır. Bu santralin havaya verdiği kükürt dioksit kuzeydoğu rüzgârları ile araştırma alanındaki ormanları etkilemektedir. Güneyden batı ve güneybatı rüzgârları ile Eskişehir'den gelen hava kirliliği güney yamaçlardaki ormanları etkilemektedir. Çayırhan termik santralının havaya verdiği kükürt dioksit miktarı Eskişehir'deki sanayi tesislerinden kaynaklanan kükürt dioksit miktarından fazladır (bkz Tablo 2.6). Ayrıca Sündiken Kütlesi kuzeyde 400 metre yükseltiden 1700 metre yükseltiye güneyden daha kısa bir yatay mesafede yükselmektedir. Bu nedenlerle kuzey bakılardaki ağaçların ibrelerinde daha çok kükürt bulunabilir. Güneybatıdan esen rüzgârlar kuzeye göre daha kuru hava kütlelerini Sündiken Dağlarına getirmektedir. Bu hava kütleleri 1200-1300 metrelere yükseldiğinde soğuyup yoğuşarak içerdiği kükürtdioksiti ağaç ibreleri üzerine bırakarak daha fazla kükürt birikimine sebep olmuş olabilirler. Kuzeyde ise kuzey ve kuzeydoğudan gelen nemli hava kütleleri Gökçekaya ve Sarıyar baraj göllerinin de etkisiyle 400 metre yükseltide içerdiği nemle birlikte kükürt dioksiti de bırakmakta ve bu şekilde nemi azalarak 1200-1300 metre yükseltilere çıkmaktadır. Havadaki nem oranının azalmasına bağlı olarak kükürtdioksitin buradaki ağaçların ibrelerindeki birikimi de azalmış olabilir. Sarıçamalarda kuzey bakıda 1400 metreden itibaren kükürt miktarındaki artış, bu hava kütlelerinin 1400 metreden itibaren

tekrar nem oranının artmasına bağlı olabilir. Kantarcı ve Karaöz [10]'un bildirdiğine göre hava kirliliğinin ağaçlara olan etkisi atmosferik nem koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Smith [11]'in Granland ve Branson (1977)'a atfen bildirdiğine göre Sarıçamalarda kükürtdioksit depolama hızı tepe tacı kuru olan çamlarda gündüz 0.2-0.6 cm/sn arasında değişebilmekte, bu oran tepe taçlarının nemli olması durumunda ise 10 kat daha artabilmektedir. Aynı yazarın Martin ve Barber (1971)'e atfen bildirdiğine göre ateş dikeninde yapılan çalışmada atmosferde 262 mikrogram/m³ 'ten daha az kükürtdioksit olması durumunda yapraklarda önemli hasarlar meydana gelmekte, en çok zarar da yağmur veya çığ ile yaprakların ıslanması durumunda oluşmaktadır [11]. Araştırma alanında da kükürtdioksit miktarındaki değişiklikler yükseltiye bağlı olarak havadaki nem miktarındaki değişimlerden kaynaklanabilir.

Yükselti: Kuzey bakıda Kızılçamalarda 400 metreden itibaren kükürt miktarları 700 m'ye kadar azalmakta, 700 m'de tekrar artıp 800 metrede de düşüş göstermektedir. Düşük yükseltilerde kükürt miktarının daha yüksek olması, kuzeyden ve kuzeydoğudan gelen hava kütlelerinin nemli olması, baraj göllerinin de etkisiyle daha da fazla nem alarak içerdiği kükürtdioksiti buralara bırakarak yükselmesi ile açıklanabilir. 700 m'de örnekleme yapılan yerin doğusu ve batısında eğim %10 civarındadır. Güneyinde ise 1179 metre yükseltiye sahip Yağmurdede Tepesine doğru yükselen çok dik kayalıklar bulunmaktadır. Burası Çzcd1 meşçere tipinde bir ormandır. Ancak alt tabakadaki boşluklarda yer yer Kızılçam gençlikleri bulunmaktadır. Burada ibrelerdeki kükürt miktarının yükselmenin sebebi, gündüz ısınarak yükselen havanın gece soğuyarak dağ meltemleri şeklinde Yağmurdede Tepesinden aşağı doğru akması ve sık yapıdaki bu orman içinde tutularak akışın yavaşlatılması ile açıklanabilir.

Kuzey bakıdaki ağaçlarda kükürt miktarları 1000 metre yükseltiye kadar azalmış, bu yükseltiden sonra tekrar artışa geçmiştir (bkz. Şekil 3.21). Bu noktadan sonra görülen artışın sebebi de bu yükseltiye ulaşan nemi azalmış havanın sıcaklığın da azalmasının etkisiyle tekrar nisbi neminin artması olabilir.

Güney bakıda ise en düşük kükürt değerleri 900 m yükseltide, en yüksek kükürt değerleri ise 1400 m yükseltide bulunmuştur. 1500 ve 1600 metrelerde azalma ve 1700 metrede de artış olmuştur. Bu durum güneyden gelen kuru hava kütlelerinin yükseldikçe

nem içeriklerinin artması, 1500 ve 1600 metrelerde nem oranının azalması ve 1700 metrede tekrar nemlenmesi ile açıklanabilir.

Bu araştırmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1. İbrelerde belirlenen kükürt miktarları orman ağaçlarının sağlıklı olmaları için gereken 1000-1200 ppm değerlerinin [10, 19] üzerindedir.
2. Farklı ağaç türlerinde farklı miktarlarda kükürt bulunmuştur. Kızılcım ibrelerinde Sarıçam ve Karaçamdakilerden daha yüksek miktarlarda kükürt belirlenmiştir. Bunun sebebi kısmen ibrelerdeki klorofil miktarına bağlı olarak yüksek fotosentez kapasitesi ile ilişkili olabileceği gibi ani olarak dağ meltemleri ile vadiye çöken kirli hava ile de ilişkili olmalıdır .
3. Aynı ağaç türünün ibrelerinde farklı bakılarda farklı miktarlarda kükürt tesbit edilmiştir. Kuzey bakıdaki kirletici kaynak olan Çayırhan Termik Santralından daha yoğun kükürt dioksitin havaya verilmesi, kuzeyden gelen hava kütlelerinin dağ yamaçlarındaki yükselme ve soğuma ile dağ meltemlerinin nem içeriklerinin farklı olması etkili olmuş olabilir.
4. Aynı ağaç türünde sonbaharda (ekim ayında) alınan ibrelerdeki kükürt miktarlarının yazın alınan ibrelerdekinden daha yüksek olduğu tesbit edilmiştir. Bunun sebebi 2 ve 3 yaşındaki sonbahar ibrelerinin bir önceki kıştan gelen kirliliği de almış olmalarıdır.
5. Kuzey bakıda yaz aylarında da ibrelerdeki kükürt miktarlarının güney bakıdakilerden daha yüksek olması Çayırhan Termik Santralının etkisini belirginleştirmektedir.
6. Aynı ağaç türünde farklı bakılarda ve yükseltilerde farklı kükürt miktarları bulunmuştur. Bu durum kuzeyden ve güneyden gelen hava kütlelerinin nem ve SO₂ içeriklerinin ve her iki yamacın arazi yapılarının farklı olmasından kaynaklanabilir.

Bu sonuçlara dayanılarak, Sündiken Kütlesi üzerinde yayılış gösteren ormanların, Çayırhan Santralından kaynaklanan hava kirliliğinin baskısı altında olduğu söylenebilir. Güney bakıda yer alan Eskişehir ilinin ısınma ve sanayi tesislerinin yarattığı hava kirliliği de ihmal edilemez. Hava kirliliğinin ormanlarda çok daha büyük boyutlarda

zarar vermesini önlemek için mutlaka ciddi tedbirler alınmalı ve bu tedbirler aynı ciddiyetle de uygulanmalıdır. Bu konuda bazı önerilerde bulunulabilir:

1. Sanayi tesisleri, termik santraller gibi tesislerin kurulacağı yerde ayrıntılı bir çevresel etki değerlendirmesi yapılmalı, bu tesislerin arıtma birimlerinin mutlak surette yaptırıldıktan sonra işletmeye açılması sağlanmalıdır.
2. Isınma amacı ile düşük kaliteli kömür kullanımı engellenmeli, termik santrallerde ve sanayi tesislerinde kullanılan düşük kaliteli kömürlerin uygun tekniklerle yakılması yaygınlaştırılmalıdır.
3. Arıtma birimlerinin bakım dönemlerinde çalıştırılmaması sağlanmalıdır.
4. Çayırhan Termik Santralında baca gazlarının arıtılması için kurulmuş tesislerin çalıştırılmadığı anlaşılmaktadır. Bu tesislerin çalıştırılması sağlanmalıdır.
5. Ormanların havayı bir süzgeç gibi süzdüğü göz önünde tutularak, çarpık kentleşmeye bağlı olarak orman alanlarının yok edilmesine sebep olacak uygulamalar incelenmelidir.
6. Hava kirliliğinden en fazla etkilenen kurak yetişme ortamları ile yüksek dağlık arazideki soğuk yetişme ortamları gibi ekolojik hassasiyet gösteren ekosistemler belirlenmeli ve buraların korunmasına öncelik verilmelidir.
7. Yapılacak ağaçlandırma çalışmalarında tür seçiminde yetişme ortamı koşulları dikkate alınmalıdır. Aksi takdirde yetişme ortamı koşullarına uygun olmayan türlerin ekolojik hassasiyeti artacak ve hava kirliliğinden daha kolay etkilenecek, yapılan masraflar da boşa gidecektir.
8. Yükselti iklim kuşakları göre ağaç türlerinin mücadele sınırları önemle gözönüne alınmalıdır. Sündiken Kütlesinin kuzey bakısındaki Sarıçam kuşağının alt sınırındaki Sarıçam ibrelerindeki yüksek kükürt değerleri ile Karaçam kuşağının üst kısmındaki Karaçam ibrelerinin yüksek kükürt değerleri bu konuda dikkat çekicidir.
9. Kurak geçen yıllarda ekolojik hassasiyetin artabileceği ve buna bağlı olarak ormanların hava kirliliğinden daha çok zarar göreceği gözönüne alınarak Çatacıkta bir meteoroloji istasyonunun kurularak elde edilecek iklim verileri ile hava kirliliğinin ormanlar üzerindeki etkisi arasındaki ilişkiler daha ayrıntılı olarak araştırılmalıdır.

5. KAYNAKLAR

1. YÜCEL, M., 1995, *Çevre Sorunları*, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:109, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana.
2. MÜEZZİNOĞLU, A., 2000, *Hava Kirliliği ve Kontrolünün Esasları*, Dokuz Eylül Yayınları, D.E.Ü.Rektörlük Matbaası, İzmir, 975-6981-36-9.
3. KANTARCI, M.D., 1997, Egzoz Gazlarının Bitkilere Etkisi, *Egzoz Gazlarının Çevreye Etkileri Kitabı*, 15 Nisan 1996, Türkiye'deki Humbolt Bursiyerleri Derneği, Yayın No:1, İstanbul: Rem Matbaacılık, 80-103.
4. KANTARCI, M.D., MÜEZZİNOĞLU, A., KAYADENİZ, İ., 1996/1, *Yatağan Termik Santrali Bilirkişi Raporu* (Kitap halinde basıma hazırlanıyor).
5. KANTARCI, M.D., MÜEZZİNOĞLU, A., KAYADENİZ, İ., 1996/2, *Kemerköy Termik Santrali Bilirkişi Raporu* (Kitap halinde basıma hazırlanıyor).
6. TOLUNAY, D., 1997, The Effects of Waste Gases from Yatağan Thermal Power Plant to Diameter Increment of the Pinus brutia Ten. Forest, *Environmental Research Forum*, 7-8, 549-554.
7. KANTARCI, M. D., 1995, Hava Kirliliğinin Bitkiler Üzerine Doğrudan ve Dolaylı Etkileri. *II. Hava Kirlenmesi, Modellemesi ve Kontrolü Sempozyumu*, 22-24 Mart 1995, İstanbul, İ.T.Ü. Meteoroloji Mühendisliği ve Çevre Mühendisliği, 234-253.
8. KARAÖZ, M. Ö., 1994, Yatağan Termik Santrali'nin Çevredeki Henüz Kurumamış Kızılçam Ormanları Üzerine Etkileri, *Gökova Körfezi Çevre Sorunları ve Çevre Yönetimi Sempozyumu*, 28-30 Haziran 1994, İzmir, D.E.Ü Müh. Fak. Çevre Müh. Bölümü, Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, 222-235.
9. KANTARCI, M.D., KARAÖZ, M.Ö., 1998, Biga Yarımadası ve Çevresinde Hava Kirliliğinin Orman Ağaçları ve Biyolojik Çeşitliliğe Etkisi Üzerine Araştırmalar, *Kasnak Meşesi ve Türkiye Florası Sempozyumu*, 21-23 Eylül 1998, İstanbul, İ.Ü Orman Fakültesi Orman Botaniği Anabilim Dalı, 499-510.
10. KANTARCI, M.D., KARAÖZ, M.Ö., 2001, Air Pollution Effects On Forests In Turkey, *Fresenius Environmental Bulletin*, Volume 10, No:3 Reprint, 323-328.
11. SMİTH.,W. H., 1981, *Air pollution and Forests*, Spiringer-Verlag New York Inc., USA, 0-387-90501-4.
12. TOLUNAY, D., 1992, Toprak kirlenmesi ve Yanlış Arazi Kullanımının Yarattığı Sorunlar İle Çözüm Önerileri, *İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, Cilt 42, Sayı 1-2, 155-167.
13. GÖRMEZ, K., 1997, *Çevre Sorunları ve Türkiye*, Gazi Kitabevi, Ankara.

14. IRMAK, A., HUŞ, S., 1951, Murgul Bakır Fabrikasının Ormanlara Yapacağı Zararlar ve Orman İdaresince Alınması Lazım Gelen Tedbirler Hakkında Teklif. *İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, Cilt 1, Sayı :2, 44-48
15. ACATAY, A., 1968, Murgul Bakır Fabrikasının Yaptığı Gaz Zararları, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, Cilt: 18, Sayı:1, 44-48.
16. ÇEPEL, N., DÜNDAR, M., ERUZ, E., 1980, Samsun-Gelemen Orman Fidanlığında Görülen Duman Zararları Üzerine Araştırmalar, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 30, Sayı 1, 1-17.
17. KANTARCI, M. D., 1986, İstanbul Feneryolu Ağaçlandırma Alanında Asit Yağışların Etkisi ve Bu Yağışların Kaynağı Üzerine İncelemeler, *Çevre-86 Sempozyumu*, 2-5 Haziran 1986, İzmir, İzmir Büyük Şehir Belediyesi Basım Evi, 1-11.
18. KARAÖZ, M. Ö., TOLUNAY, D., 1996, Yeniköy (Muğla) Termik Santrali'nin Çevre Ormanlar Üzerine Etkileri, *İ.Ü. Rektörlüğü Araştırma Fonu 650/210994 Sayılı Proje*.
19. TOLUNAY, D., 1994, Yatağan Termik Santrali'nin Doğrudan Zararlı Etkisi Altında Bulunan Orman Alanına Dikilmiş Çeşitli Ağaç Türlerinin Yapraklarındaki Kükürt Miktarları, *Gökova Çevre Sorunları ve Çevre Yönetimi Sempozyumu*, 28-30 Haziran 1994, İzmir Dokuz Eylül Üniv. Müh. Fak. Çevre Müh. Bölümü, Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, 431-440.
20. USLU, M., 2002, *İstanbul-Vize-Demirköy Çevresindeki Çam Türleri (Ağaçlandırma) Üzerinde Hava Kirliliğinin Etkileri*, Doktora Tezi, İ.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü.
21. BOYDAK, M., 1977, *Eskişehir- Çatacık Mıntıkası Ormanlarında Sarıçam (Pinus silvestris L.) in Tohum Verimi Üzerine Araştırmalar*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No 2325, O.F. Yayın No 230, Çelikkilt Matbaası, İstanbul.
22. TUNÇDİLEK, N., 1957 İç Anadolunun Kuzey-Batı Bölümünde (Eskişehir Bölgesinde) Bitki Örtüsünün Dağılışına Toplu Bir Bakış, *İ.Ü. Orman Fak. Dergisi*, Seri B, Cilt VII, Sayı 1, 118-139.
23. EKİM, T., 1991, Eskişehir İli, Sündiken Dağlarındaki Orman Vejetasyonunun Bitki Sosyolojisi Bakımından Araştırılması., *Doğa Türk Botanik Dergisi*, Sayı 15, No 1, 28-40.
24. ANONİM, 2003, *Aplu Orman İşletme Şefliği Amenajman Planı (2003-2012)*, Ankara, 1-53.
25. ANONİM, 2003, *Gümeledere Orman İşletme Şefliği Amenajman Planı (2003-2012)*, Ankara, 1-49.
26. ANONİM, 2003, *Değirmendere Orman İşletme Şefliği Amenajman Planı (2003-2012)*, Ankara, 1-69.

27. ANONİM, 2003, *Arıkaya Orman İşletme Şefliği Amenajman Planı (2003-2012)*, Ankara, 1-60.
28. ANONİM, 2003, *Sarıcakaya Orman İşletme Şefliği Amenajman Planı (2003-2012)*, Ankara, 1-292.
29. GÜNCÜOĞLU, M.C., TURHAN, N., ŞENTÜRK, K., UYSAL, Ş., ÖZCAN, A., IŞIK, A., 1996, *Orta Sakaryada Nallıhan-Sarıcakaya Arasındaki Yapısal Birliklerin Jeolojik Özellikleri* [online], M.T.A. Jeoloji Etütleri Dairesi, <http://iis.mta.gov.tr/printResult.asp>, [Ziyaret Tarihi: 09 Mart 2004].
30. T.C. ÇEVRE ve ORMAN BAKANLIĞI, 2003, *Türkiye Çevre Atlası*, Ankara.
31. M.T.A., 1993, *Türkiye Linyit Envanteri*, Kurtuluş Ofset Basımevi, Ankara.
32. BAYRAM, A., ODABAŞI, M., 1994, Türkiye’de Linyitli Termik Santrallerin Kükürt Dioksit ve Toz Emisyonları, *Gökova Körfezi Çevre Sorunları ve Çevre Yönetimi Sempozyumu*, 28-30 Haziran 1994, İzmir D.E.Ü. Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, 39-46.
33. BAKIŞ, R., 1996, *Eskişehir Katı Atıklarının Çevreye Olan Etkilerinin Araştırılması*, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
34. D.İ.E, 2004, *Çevre İstatistikleri* [online], <http://www.die.gov.tr/TURKISH/SONIST/CEVRE/04032003t2.htm>, [Ziyaret Tarihi: 29.01.2004].
35. TREADWELL, I. D.-HALL, W.T., 1947, *Analytical Chemistry Vol. II*, John Wiley and Sons, New York.

6. ÖZGEÇMİŞ

Aydın ÇÖMEZ, 21.07.1969 tarihinde Samsun'da doğmuştur. İlk ve orta öğrenimini Samsun'da tamamladıktan sonra 1986 yılında K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümünü kazanmış, 1990 yılında mezun olarak Orman Mühendisi ünvanını almıştır.

1991-1992 yıllarında askerlik hizmetini yapmıştır. Aynı yıl Orman Genel Müdürlüğüne yapılan sınavı kazanarak İzmit 6 Nolu Orman Kadastro Komisyonunda Orman Mühendisi olarak göreve başlamıştır. Aynı yıl Geyve Orman İşletme Müdürlüğüne görevlendirilmiş, 1994 yılına kadar Akdoğan Orman İşletme Şefliği görevini yürütmüştür. 1994-1997 yılları arasında Boyabat Orman İşletme Müdürlüğü Bürnük Orman İşletme Şefliği, 1997-2000 yılları arasında Mengen Orman İşletme Müdürlüğü Yalakkuz Orman İşletme Şefliği görevlerinde bulunmuştur. 2000 yılında Eskişehir Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğünde çalışmaya başlamış halen aynı kurumda orman mühendisi olarak çalışmaktadır.