

TC.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ELAZIĞ ÇİMENTO FABRİKASI TOZLARININ ÇEVREDEKİ
BİTKİLERİN POLEN ÇİMLENMESİ VE TÜP BÜYÜMESİ
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Aykut TOPDEMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ELAZIĞ, 2004



TC.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ELAZIĞ ÇİMENTO FABRİKASI TOZLARININ ÇEVREDEKİ
BİTKİLERİN POLEN ÇİMLENMESİ VE TÜP BÜYÜMESİ
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Aykut TOPDEMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

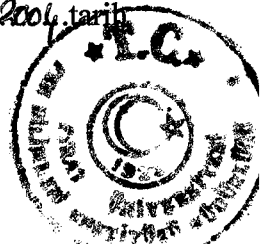
Bu tez, 25.08.2004. tarihinde aşağıda belirtilen jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile başarılı / başarısız olarak değerlendirilmiştir.

Danışman : Prof Dr. Dursun ÇOBANOĞLU

Üye: Yrd. Doç. Dr. Nazmi GÜR

Üye: Yrd. Doç. Dr. Gülşad USLU

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 01.../09/2004 tarih ve...33./3.....sayılı kararıyla onaylanmıştır.



TEŐEKKÖR

Bu tezin hazırlanmasında emeęi geçen danıřman hocam Prof. Dr. Dursun OBANOęLU'na, maddi ve manevi olarak; tezin yazımı, dűzeltilmesi ve laboratuvar çalıřmaları esnasında desteęini benden esirgemeyen Yrd. Doç. Dr Nazmi GÖR'e ve Yrd. Doç. Dr. Seher GÖR'e teőekkűrű bir borç bilirim.

Aykut TOPDEMİR



İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

İÇİNDEKİLER.....	I
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	II
TABLolar LİSTESİ.....	III
ÖZET.....	IV
SUMMARY.....	V
1. GİRİŞ.....	1
2. MATERYAL VE METOT.....	6
2.1. Araştırma Bölgesi.....	6
2.2. Araştırma Materyali.....	6
2.3. Besi Ortamı.....	6
2.4. Polen Preparatlarının Hazırlanışı.....	7
3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	8
3.1. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Armut Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu.....	8
3.2. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Ayva Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu.....	10
3.3. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Elma Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu.....	12
3.4. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Erik Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu.....	14
3.5. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Kayısı Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu.....	16
3.6. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Kiraz Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu.....	18
3.7. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Şeftali Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu.....	20
3.8. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Vişne Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu.....	22
4. KAYNAKLAR.....	26
ÖZGEÇMİŞ.....	28



ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No:

Şekil 3.1. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 500 metre mesafede bulunan armut bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotoğrafi.....	9
Şekil 3.2. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 2500 metre mesafede bulunan armut bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotoğrafi.....	9
Şekil 3.3. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 500 metre mesafede bulunan ayva bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotoğrafi.....	11
Şekil 3.4. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 2500 metre mesafede bulunan ayva bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotoğrafi.....	11
Şekil 3.5. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 500 metre mesafede bulunan elma bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotoğrafi.....	13
Şekil 3.6. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 2500 metre mesafede bulunan elma bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotoğrafi.....	13
Şekil 3.7. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 500 metre mesafede bulunan erik bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotoğrafi.....	15
Şekil 3.8. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 2500 metre mesafede bulunan erik bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotoğrafi.....	15
Şekil 3.9. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 500 metre mesafede bulunan kayısı bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotoğrafi.....	17
Şekil 3.10. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 2500 metre mesafede bulunan kayısı bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotoğrafi.....	17
Şekil 3.11. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 500 metre mesafede bulunan kiraz bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotoğrafi.....	19
Şekil 3.12. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 2500 metre mesafede bulunan kiraz bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotoğrafi.....	19
Şekil 3.13. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 500 metre mesafede bulunan şeftali bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotoğrafi.....	21
Şekil 3.14. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 2500 metre mesafede bulunan şeftali bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotoğrafi.....	21
Şekil 3.15. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 500 metre mesafede bulunan vişne bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotoğrafi.....	23
Şekil 3.16. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 2500 metre mesafede bulunan vişne bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotoğrafi.....	23



TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa No:

Tablo 3.1. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Armut Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu.....	8
Tablo 3.2. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Ayva Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu.....	10
Tablo 3.3. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Elma Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu.....	12
Tablo 3.4. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Erik Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu.....	14
Tablo 3.5. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Kayısı Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu.....	16
Tablo 3.6. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Kiraz Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu.....	18
Tablo 3.7. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Şeftali Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu.....	20
Tablo 3.8. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Vişne Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu.....	22



ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ELAZIĞ ÇİMENTO FABRİKASI TOZLARININ ÇEVREDEKİ BİTKİLERİN POLEN
ÇİMLENMESİ VE TÜP BÜYÜMESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Aykut TOPDEMİR

Fırat Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı
2004, Sayfa: 26

Elazığ Çimento fabrikası çevresinde bulunan armut (*Pyrus communis* L.), ayva (*Cydonia oblonga* Miller), elma (*Malus sylvestris* Miller), erik (*Prunus domestica* L.), kayısı (*Prunus armeniaca* L.), kiraz (*Cerasus arivum* (L.) Moench), şeftali (*Persica vulgaris* Miller) ve vişne (*Cerasus vulgaris* Miller) bitkilerinin polen çimlenmesi ve tüp uzunluğunun araştırıldığı bu çalışmada; çimento fabrikasından 500, 1000, 1500, 2000, 2500 ve 4000 (kontrol) metreden örnekler toplandı. Polenlerin çimlendirilmesinde Brewbaker and Kwack besiyeri kullanılmıştır. Polen çimlenmesi ve tüp uzunluğunda fabrikaya yaklaştıkça büyük azalmalar gözlemlendi.

Anahtar Kelimeler: Polen çimlenmesi, polen tüp uzunluğu, in vitro, çimento fabrikası.



SUMMARY
MASTER THESIS

**THE EFFECTS OF ELAZIĞ CEMENT FACTORY'S DUST ON POLLEN
GERMINATION AND POLLEN TUBE LENGTH OF PLANTS**

Aykut TOPDEMİR

Firat University
Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Biology
2004, Page:26

In this research which has been done in order to examine the pollen growth and tube elongation of pear (*Pyrus communis* L.), quince (*Cydonia oblonga* Miller), apple (*Malus sylvestris* Miller), plum (*Prunus domestica* L.), apricot (*Prunus armeniaca* L.), cherry (*Cerasus arivum* (L.) Moench), peach (*Persica vulgaris* Miller) and sour (*Cerasus vulgaris* Miller) plants around the Elazığ Cement Factory and samples were collected 500, 1000, 1500, 2000, 2500 and 4000 (control) metres away from the cement factory. Pollens were germinated in Brewbaker and Kwack culture solution. Greatest reduction in growth and tube elongation was observed in pollen samples to come near the cement factory.

Keywords: pollen germination, pollen tube length, in vitro, cement factory.



1.GİRİŞ

Onaltıncı yüzyıla kadar tarımsal üretim potansiyelinin düşük olması, kıtlıklar ve salgınlar nedeni ile dünya nüfusunda kayda değer bir artış olmamıştır. Bu tarihten sonra tıpta, endüstride ve tarımda görülen gelişmeler doğrudan dünya nüfusunun artmasına yol açmış, artan nüfusun ve kentleşmenin gereksinimlerini karşılayabilmek için de tarımda ve endüstride "daha çok üretim" zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Daha çok üretim daha çok atık ve atık oluşmasına neden olmuş ve bunun sonucu olarak da çevre kirlenmesi başlamıştır. Çevrenin doğal yapısının ve bileşiminin bozulmasını, değişmesini ve böylece insanların olumsuz yönde etkilenmesini çevre kirliliği olarak tanımlayabiliriz.

Çevre kirlenmesi, doğal etkenlerle ve insan faaliyetleri sonucu meydana gelmektedir. Doğal etkenler; depremler, volkanik patlamalar, seller gibi tabiatta gerçekleşen olayların yarattığı etkenlerdir. İnsan faaliyetleri sonucu oluşan etkenler ise; ev, işyerleri ve her türlü taşıt araçlarında kullanılan petrol, kalitesiz kömür gibi yakıtların bilinçsiz tüketilmesi, tarım ilaçları, kimyasal zirai ilaçlar ve böcek öldürücüler gibi zararlı kimyasal maddelerin bilinçsizce kullanılması, ağaçların kesilmesi, dikkatsizlik sonucu ortaya çıkan orman yangınları, bilinçsiz ve zamansız avlanmalar, nükleer silahlar, nükleer reaktörler ve nükleer denemeler ile sanayi ve ev atıklarının çevreye gelişigüzel bırakılması olarak sıralanabilir.

Çevre kirliliği hava, toprak ve su gibi doğal yapıyı olumsuz yönde etkileyerek, kaynakları tekrar düzeltilmesi mümkün olmayacak şekilde kirletmekte, bozmakta ve azaltmaktadır. Bunun temel sebebi, söz konusu kaynaklara kaldıramayacakları oranda yük bindirmek ve bu kaynakları bilinçsizce kullanmaktır.

Havada hacim olarak %78 nitrojen, %21 oksijen, %0,93 argon, %0,03 karbondioksit ve çok az miktarda diğer gazlar bulunmaktadır. Atmosferi oluşturan bu gazların, en karasız olanları su buharı ve karbondioksittir. Atmosferdeki su buharı miktarı, denizler, göller, nehirler ve bitkilerden buharlaşma ile artar ve bulutlardan sis, çiğ, yağmur oluşumu ile de azalır. Su buharının bu değişkenliği, uzun sürede bu olaylarla birbirini öyle dengeler ki, su buharının atmosferdeki miktarı değişmez. Karbondioksit ise çok küçük yer teşkil eden bir bileşendir. İnsan ve hayvanların teneffüsü ve bitkilerin fotosentez olayı ile atmosferdeki miktarı dengede tutulur. İçinde yaşadığımız gaz ortamını oluşturmanın yanı sıra hava, yaşam için temel bir gaz olan oksijeni tutar. Ayrıca atmosferin üst katmanında ozon gazının (O₃) oluşturduğu tabaka vardır. Ozon, güneşten gelen zararlı ışınların çoğunu yansıtıp bir kısmını tutarak yeryüzüne ulaşmasını engeller. Havanın bu doğal bileşimini değiştiren her türlü madde ve etki kirlilik olarak kabul edilir.



Hava kirlenmesi, havanın değişimi veya bu yapıda toz, is, duman, koku, su buharı, baca gazları halinde bulunabilecek kirleticilerin, insan ve diğer canlılar ile fiziki çevreye zarar verici miktarda yükselmesi olarak tarif edilebilir.

Evler, iş yerleri, otomobiller ve sanayi kuruluşlarının çevreye verdikleri gaz atıklar, havanın bileşimini değiştirir. Sanayi ile havaya karışan zararlı maddelerin başlıcaları kükürt dioksit (SO₂), karbon monoksit (CO), karbon dioksit (CO₂), kurşun bileşikleri ve karbon partikülleridir. Sanayileşme ile kirlenmenin önemli bir kısmını ise ağır metaller meydana getirmektedir. Kirlilik sonucunda ortama yayılan Pb, Cu, Zn gibi ağır metaller toprağa ve atmosfere geçerek bitki, insan ve hayvanlar için tehlike oluşturmaktadırlar.

Havada kirlenmeye yol açan maddelerin insanlar üzerinde çeşitli etkileri vardır. Havadan solunan karbon monoksit, kandaki oksijenin yerini alarak, vücuttaki hücrelere taşınan oksijen miktarının azalmasına yol açar. Kükürt oksitleri, solunum borusu ve akciğer dokularını etkileyerek, solunum sisteminde geçici veya kalıcı rahatsızlıklara sebep olurlar. İnsan sağlığını geniş çapta olumsuz yönde etkileyen metaller arasında atmosferde yaygın olarak bulunan; Pb, Cd, Ni, Hg metalleri ve asbest çok fazla önem taşımaktadır. Diğer metallerin bir kısmı insan yaşamında temel yönden önem taşıırken, diğer bir kısmının konsantrasyonu ise insan sağlığını tehdit edecek boyutta olmadığından çok fazla önem taşımazlar. Belirli limitlerin üzerinde bulunabilecek her türlü metal, insan sağlığı üzerinde toksik etki gösterir.

Havaya bırakılan kirletici maddeler atmosferdeki su partikülleri ile birleşerek çeşitli asitler oluşturlar. Bu asitler bitkilerin kurummasına yol açar veya suya ve toprağa geçerek suyla ve toprakla ilişkili canlıları etkilerler. Hava kirliliğinin sonucu olan azot oksitler bitki örtüsüne zarar vererek yok olmasına neden olurlar. Hava kirleticiler bitkilerin vejetatif ve generatif kısımları üzerinde olumsuz etkiler yaparlar.

Çimento, demir, çelik, gübre ve termik santraller gibi endüstrilerden ortaya çıkan partiküller ve özellikle 75 mikrondan büyük olan tozlar kendi ağırlığı ile çökebilecek özelliğe sahiptir. Bunlar toprakta birikerek özellikle bitkilerde bir takım olumsuzlukların ortaya çıkmasına neden olurlar. Cr, Pb, Co, Ni, Hg ve Mn gibi toksik etkiye sahip olan ağır metalleri ihtiva eden tozların etkisi bu sayede daha da artmaktadır [1]. Özellikle Çimento fabrikalarının yarattığı kirlilik artan nüfusa konut sağlama çabasıyla paralel olarak artmaktadır. Çimento fabrikalarının meydana getirdiğı kirliliğin toprağın fiziksel ve kimyasal yapısı ile bitkilere etkisi üzerine çeşitli araştırmalar yapılmıştır.

Doğu Almanya'da yapılan bir araştırma da, bir çimento fabrikasının çevresindeki *Pinus sylvestris* ormanı toprakları fabrikadan değişik mesafelerde alınan örneklerle incelenmiş ve bu örneklerde toprağın A horizonunda ve humus tabakasında kirlilik kaynağına yaklaştıkça pH, baz muhtevası ve baz doygunluğunda belirgin bir artış gözlenmiştir. B horizonunda daha az olmakla



beraber benzer değişiklikler gözlenmiş, bu değişikliklerin esas nedeninin ham humus birikimi, düşük azot muhtevası ve SO₂ kirlenmesi olduğu ve bunlara da mikrobiyal aktivitedeki baskılanmanın sebep olduğu savunulmuştur [2].

A.B.D.'nin New Jersey eyaletinde bir çimento fabrikası civarındaki ormanda bulunan değişik ağaç türlerinin fabrikadan kaynaklanan çimento tozlarının topraktaki birikimine bağlı olarak gösterdikleri tepkileri araştırmışlardır. Sonuçta, *Quercus prinus*, *Quercus velutina*, *Quercus rubra*, *Quercus coccinea* ve *Quercus alba* türlerinin yapraklarında kloroz, yaprak kavrulması, dal kuruması ve ölüm gibi çeşitli olumsuzlukların meydana geldiğini bildirmişlerdir [3].

Mishra adlı araştırmacı 1990 yılında Hindistan ACC Kymore'de bir çimento fabrikasından çıkan gaz ve çimento tozlarının çeşitli uzaklıklarda yetişen ürünlerin verimliliğini nasıl etkilediğini araştırmıştır. Mishra'nın bulguları 1,6 km'den 11,3 km'ye kadar yetişen ürünlerin verimliliğinin azaldığını, ürünlerin fabrikadan çıkan atıklarla direkt temas etmelerinin yanında su ve toprağın kirlenmesi ile de etkilendiklerini tespit etmiştir [4].

Hindistan'ın Karnataka eyaletindeki hindistan cevizi ekosisteminde çimento tozunun neden olduğu ağır metal kirliliğinin araştırıldığı bir çalışmada, çimento fabrikalarından 0.10 km'den 5 km uzaklığa kadar toplanmış hindistan cevizi bitkisi dokularında ve hindistan cevizinin yetiştiğı topraklarda Cd, Cr, Co, Sb, Ni ve Pb'nin yoğunluklarının fabrikadan uzaklaştıkça azaldığı bulunmuştur [5].

Hava kirleticilerin bitkilerin vejetatif kısımları üzerinde etkilerinin incelendiğı çalışmalarda, bu etkilerin biyokimyasal (enzimler arası ilişkiler, proteinler, aminoasitler, respirasyon, transpirasyon), mikroskobik (stoma yıkımı, epidermis ve mezofil tabakasındaki değişiklikler) ve makroskobik (nekrosiz, klorosiz, büyümenin yavaşlaması) olduğu belirtilmiştir [6]. Hava kirliliğinin başlıca nedenlerinden olan ağır metaller bitkiler için fitotoksiktir [7]. Ağır metaller bitkideki demir enzimlerinin aktivitesini [8], bu enzimler de fotosentezi [9, 10], antioksidatif savunma sistemini ve bitkinin su alımını etkiler [11, 12, 13, 14]. Bazı ağır metaller düşük dozlarda bitkiler için gereklidir ancak daha yüksek dozda pek çok bitkide metabolik rahatsızlıklar ve gelişimin inhibisyonu gibi sonuçlara yol açarlar [15, 16]. Yine metallerin tohum gelişimi, kök uzaması, hipokotil ve koleoptil gelişimi üzerine yapılan bir çalışmada; civa, kadmiyum, kobalt, bakır, kurşun ve çinko metallerinin *Triticum aestivum* ve *Cucumis sativus* bitkilerinde bunların gelişimini belirli oranlarda engellediğı tespit edilmiştir [17].

Cucumis sativus bitkisinin gelişimi üzerine kurşun, bakır ve kadmiyum metallerinin tek tek ve farklı kombinasyonlar halinde etkilerinin araştırıldığı bir başka çalışmada bu metallerin bitkide biriktiğı ve bitkinin gelişimini engellediğı tespit edilmiştir [18].



Büyük ölçüde fabrika baca gazları ve trafikteki araçlar yoluyla havaya karışan ağır metaller sadece bitkinin vejetatif büyümesini değil generatif yapısını da etkiler. Çiçekli bitkilerin erkek gametofiti olan polenler bu kirlilikten en çok etkilenen bitki yapılarından biridir. Sıcaklık [19, 20], fungusitler [21, 22], UV-B ve ozon [23, 24], fitotoksik bileşikler (AAL toksinleri), asit yağmurları [25] polen çimlenmesini ve tüp gelişimini olumsuz yönde etkileyen faktörlerdir. Çoğu araştırmacı tarafından çevre kirliliğinin bioindikatörü olarak gösterilen polenler [6, 26] çevresel şartlardan çok fazla etkilenmektedirler. Bu etkilenmeler anterde, taşınma sırasında, stigmada ve döllenme sırasında gerçekleşir [6]. Çevresel faktörler polenlerin morfolojisini değiştirerek (çökmeler meydana getirerek) ve exinin iyonik kompozisyonunu değiştirerek (sülfür ve klor konsantrasyonunu artırarak) etki göstermektedirler. [26], Bunun yanında meyve oluşumunu da engelleyen asıl önemli etki polen çimlenmesinin ve polen tüpü uzamasının bu faktörlerce engellenmesidir.

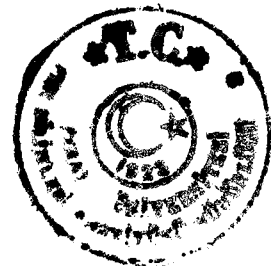
Polenler üzerinde en fazla etki gösteren çevresel faktörlerden biri ise endüstriyel baca gazlarının önemli bölümünü oluşturan ağır metallerdir. Ağır metallerin farklı bitkilere ait polen çimlenmesi ve tüp uzunluğu üzerine etkilerinin araştırıldığı pek çok çalışma yapılmıştır.

Çinko, bakır ve kurşun metallerinin *Lilium longiflorum* bitkisi polenlerindeki birikimi ve bunların polenlere etkisi konulu bir araştırmada bu bitkiye ağır metallerin değişik konsantrasyonları uygulanmıştır. Sonuçta bakır ve çinko tüp uzunluğunda artışa yol açarken kurşun yalnız düşük konsantrasyonlarda çimlenme oranını düşürmüştür. Ancak çimlenmelerde düzensizlikler görülmüştür. Ayrıca kontrole ve çiçek parçalarına göre polenlerde yüksek oranda metal birikimi olduğu görülmüştür [27].

Lilium longiflorum bitkisi polenleri ile yapılan bir başka araştırmada ise farklı konsantrasyonlardaki Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Mg ve Zn ağır metalleri in vitro olarak uygulanmış ve sonuçta çimlenme ve tüp uzunluğu üzerine en fazla toksik etkiyi Cd, Co ve Hg'nin gösterdiği en az etkiyi ise Mn'nin gösterdiği belirtilmiştir [28].

Otomobil eksoz gazlarından dolayı yoğun bir kurşun kirliliğine maruz kalan Bombay-Ahmedabad otoyolunun kenarına yetişen *Cassia tora* ve *Cassia occidentalis* bitkilerinin polen çimlenmesi ve tohum gelişimi ile ilgili bir çalışmada ise, hem polenlerin hem de tohumların veriminin düştüğü bildirilmiştir. Yoldan 60 m içeri bölgede yetişen aynı bitkilerde ise polen çimlenmesi ve tohum gelişimi normal değerlere ulaştığı bildirilmiştir [29].

Yüksek konsantrasyonlarda polen gelişimini inhibe ettiği bilinen Kadmiyumun düşük konsantrasyonlarda 5 farklı bitki türünün poleni üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmada ise, 2.51 µg/ml'nin üzerindeki konsantrasyonlarda çalışılan *Vicia angustifolia*, *Vicia tetrasperma*, *Pisum sativum*, *Medicago hispida* ve *Plantago depressa* türlerinin polen gelişimini



inhibe ettiğini, ancak onun altındaki farklı konsantrasyonlarda bazı bitkiler için polen çimlenmesini ve tüp uzunluğunu stimule edici özelliği olabileceğini göstermişlerdir [30].

Dokuz farklı ağır metalin tütün bitkisinin polen çimlenmesi ve tüp uzunluğu üzerine yapılan çalışma, Fe dışında diğer ağır metallerin (Ni, Pb, Co, Cd, Hg, Al, Zn) artan konsantrasyonlarına bağlı olarak polen çimlenme oranı ve tüp uzunluğunda azalma olduğu bildirilmiştir. En yüksek toksik etki; polen çimlenmesinde Cu, Ni ve Hg uygulamalarıyla, polen tüpü uzunluğunda ise Hg, Cd ve Ni metallerinde görülmüştür. Co, Al ve Fe'nin toksik etkilerinin ise her iki polen özelliği üzerinde de düşük düzeylerde olduğu bildirilmiştir [31].

Elma bitkisi polenleri üzerine yapılan bir çalışma da ise Hg, Zn, Ni, Co, Pb ve Cd metalleri kullanılmış ve in vitro da kullanılan metallerin tümünün polen çimlenmesini ve tüp uzunluğu önemli ölçülerde düşürdüğü tespit edilmiştir. Ayrıca bu düşüşlerle metal konsantrasyonundaki artışlar arasındaki paralelliğe dikkat çekilmiştir. Klor tuzu içeren metallerden Hg en fazla toksik etkiyi göstermiş, bunu sırasıyla Zn, Ni ve Co izlemiştir. Nitrat tuzu halinde uygulanan ağır metallerden ise yüksek konsantrasyonlarda Pb'nin, Cd'den daha etkili olduğu anlaşılmıştır [32].

Bir başka çalışmada ise *Clivia sp.* bitkisi polenlerinin Cu, Pb, Hg ve Cd' un klor tuzlarından nasıl etkilendiği araştırılmış, araştırmada her bir ağır metalin 30, 60 90, 120 ve 240 µm' lik konsantrasyonları kullanılmıştır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar çalışılan tüm ağır metallerin farklı oranlarda da olsa polen gelişimini olumsuz yönde etkilediğini göstermiştir. Kadmiyum en fazla toksik etkiyi göstererek polen çimlenmesini ve tüp uzunluğunu en fazla engelleyen ağır metal olmuştur. En az etkiyi ise kurşun göstermiştir [33].

Bu çalışmada amacımız çevre şartlarından ve özellikle de ağır metal kirliliğinden çok fazla etkilenen, çevre kirliliğinin bioindikatörü olarak gösterilen polenlerin, Elazığ'daki en büyük üretim tesisi olan çimento fabrikasından nasıl etkilendiğini belirleyebilmek ve bu sayede fabrikanın meyve üretimine olan olumsuz etkilerini ortaya çıkarabilmektir.



2. MATERİYAL VE METOT

2.1. Araştırma Bölgesi

Araştırma bölgesi Elazığ il merkezinde 1954 yılında kurulan ve 1996 yılında özelleştirilen Elazığ Altınova Çimento Fabrikası çevresidir. Fabrikanın kuzeyinde şehir merkezi bulunması nedeniyle buradan araştırma materyali temin edilemeyeceğinden, araştırma bölgesi tarım arazisi olarak da kullanılan fabrikanın güneyi seçilmiş ve çimento fabrikasının güneyindeki bu bölgeden 500-2500 m arasında 500' er m aralıklarla örnekler alınmıştır.

2.2. Araştırma Materyali

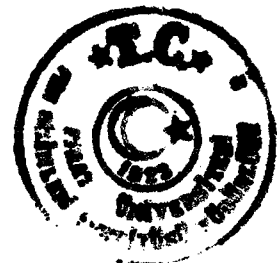
Araştırma materyali olarak Elazığ Altınova Çimento Fabrikası'ndan 500, 1000, 1500, 2000, 2500 ve 4000 (kontrol grubu) metre uzakta bulunan; armut (*Pyrus communis* L.), ayva (*Cydonia oblonga* Miller), elma (*Malus sylvestris* Miller), erik (*Prunus domestica* L.), kayısı (*Prunus armeniaca* L.), kiraz (*Cerasus arivum* (L.) Moench), şeftali (*Persica vulgaris* Miller) ve vişne (*Cerasus vulgaris* Miller) bitkilerinin polenleridir. Ağaçların çiçeklenme dönemleri farklı olduğundan Mart 2004 ten itibaren araştırma bölgesine üçer günlük periyotlarla gidilerek çiçeklenme durumları gözlenmiştir. Anterleri olgunlaşmış ve açılmış çiçekler, çiçek saplarından kesilerek etiketlenmiş ve polietilen poşetlerle en kısa sürede laboratuara ulaştırılmıştır. Besi ortamına ekilmek üzere laboratuara getirilen çiçeklerden alınan örnekler aynı gün içerisinde çalışılmıştır.

2.3. Besi Ortamı

Deneylerde kullanılacak polenlerin çimlendirilmesi için, besi ortamı olarak Brewbaker ve Kwack kültür ortamı seçilmiştir [34]. Kültür ortamının hazırlanmasında;

- % 10 luk sukroz,
- 100 mg/L Borik asit,
- 300 mg/L Kalsiyum nitrat,
- 200 mg/L Magnezyum sülfat,
- 100 mg/ L Potasyum nitrat

kullanılmıştır [34]. Bu şekilde hazırlanan içerisinde sukroz bulunan besiyeri çözeltisi mikroorganizma üremesine elverişli olduğundan uzun süre bozulmadan dayanabilmesi için ağzı bir pamukla kapatılarak otoklavda (Eryiğit, ERS2000D model) 121 °C de 1 atmosfer basınç altında 15 dakika süre ile steril edilmiştir.

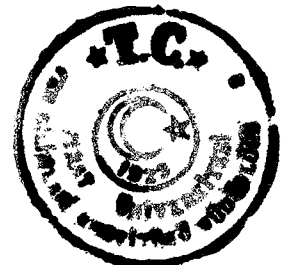


2.4. Polen Preparatlarının Hazırlanışı

Araziden toplanan ve polietilen poşetler içinde etiketlenerek laboratuara getirilen çiçekler, stereo mikroskop altında incelenerek anteri olgunlaşmış ve polen bulunan çiçeklerden iğne yardımıyla bir lam üzerine alınan polenlerin üzerlerine 50µl besiyeri 10-100 µl'lik mikropipet (Eppendorf, Research model) ile damlatılmıştır. Çalışılan her bir uzaklık için, alınan polenlerden üç ayrı lama ekim yapılmıştır. Bu şekilde hazırlanan lamalar, ıslak bir filtre kağıdı kullanılarak nemlendirilmiş petri kapları içerisindeki cam çubuklar üzerine yerleştirilmiştir. Petri kutularının kapağı kapatıldıktan sonra inkübatöre (Heraeus, B12model) kaldırılarak 22±1 °C'de karanlık ortamda 3 saat süre ile gelişmeye bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda inkübatörden çıkarılan lamalar üzerindeki her bir kültür ortamına %10'luk etanol damlatılarak fikse edilmiştir [34].

Fiksasyon işleminin ardından, lamel kapatılarak preparatlar ışık mikroskobu (Olympus, BX51 TF model) altında incelenmiştir. 10x büyütmeli bir okülere takılı olan oküler mikrometre ile yapılan ölçümlerde, çimlenme durumunun tespiti için 10 büyütmeli objektif, tüp uzunluğunun ölçümü için ise 10 ve 20 büyütmeli objektif kullanılmıştır.

Bütün deney serileri 3 kez tekrar edilmiştir. Araştırmada elde edilen verilerden fabrikadan uzaklığın polen çimlenmesi ve tüp uzunluğu üzerine etkisi varyans analizi ve takibinde önemli çıkan parametreler için çoklu karşılaştırmalarda Duncan testinden yararlanılmıştır [35]. Bu analizler SPSS 9.0 programı kullanılarak yapılmıştır [36].



3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Elazığ Çimento fabrikası çevresinde yetişen armut, ayva, elma, erik, kayısı, kiraz, şeftali ve vişne bitkilerinin polen çimlenmesi ve tüp uzunluklarının, fabrikaya olan uzaklıkları ile ilişkisinin araştırıldığı çalışmamızda fabrikadan uzaklaştıkça çimlenme oranının ve tüp uzunluğunun arttığı görülmüştür. Çalışılan bitkilerin her biri çimento fabrikası baca gazlarından farklı oranlarda etkilenmişlerdir.

3.1. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Armut Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu

Çalışmamızda armut bitkisinin polenlerinin çimento fabrikasının emisyonlarından olumsuz yönde etkilendiği tespit edilmiştir (Tablo 3.1). 2500 metrede %72,02 olan çimlenme oranı 500 metrede %13,67'ye; yine 2500 metrede 492 μ olan tüp uzunluğu (Şekil 3.2) 500 metrede 38,40 μ 'a (Şekil 3.1) düşmüştür. Oransal olarak bakıldığında ise çimlenme oranı %81, tüp uzunluğu ise %92 oranında düşüş göstermiştir.

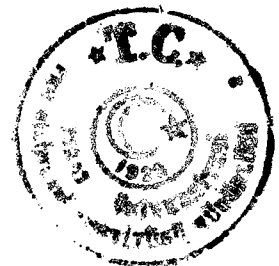
Armut bitkisi polenlerinin çimento fabrikasına uzaklıklarının çimlenme oranı ve tüp büyümesi üzerine etkisi istatistiki yönden önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. 500 ve 1000 metre uzaklıklar arasında tüp uzunluğu açısından fark önemsizdir ($P<0,05$). Diğer uzaklıkların her biri arasında çimlenme yüzdeleri ve tüp uzunlukları bakımından önemli ($P<0,05$) fark tespit edilmiştir.

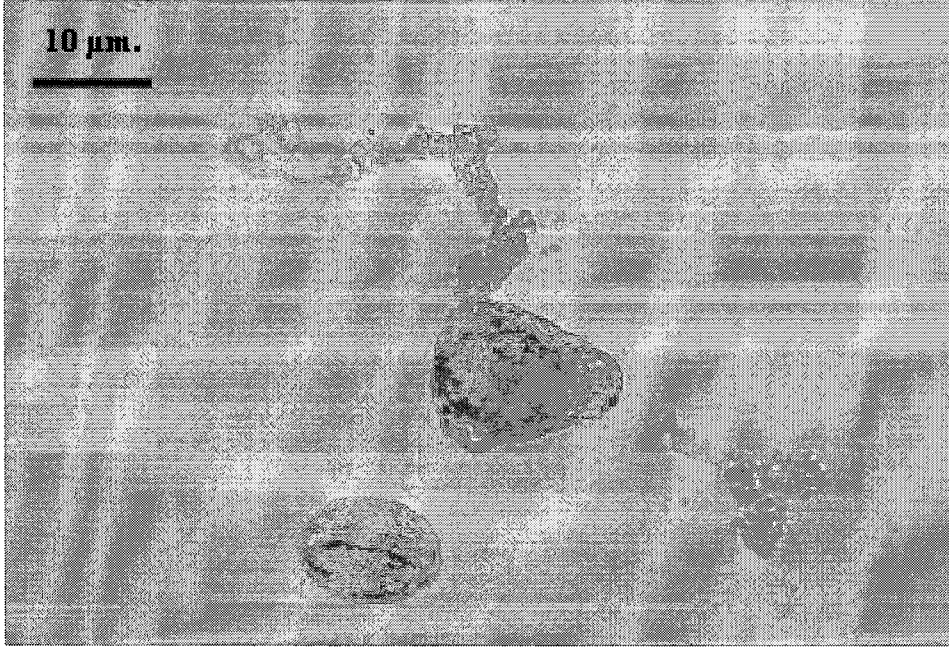
Tablo 3.1. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Armut Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu.

Uzaklık (m)	Çimlenme (%)	Tüp Uzunluğu (μ)
500	13.67 $\pm$ 4.49 a	38.40 $\pm$ 2.71 a
1000	20.03 $\pm$ 2,07 b	33.20 $\pm$ 1.53 a
1500	23.33 $\pm$ 1,18 c	167.20 $\pm$ 11.23 b
2000	51.94 $\pm$ 3.81 d	375.60 $\pm$ 14.38 c
2500	72.02 $\pm$ 4.80 e	492.00 $\pm$ 19.83 d
Kontrol	96.52 $\pm$ 1.65 f	536.40 $\pm$ 19.83 e
P	***	***

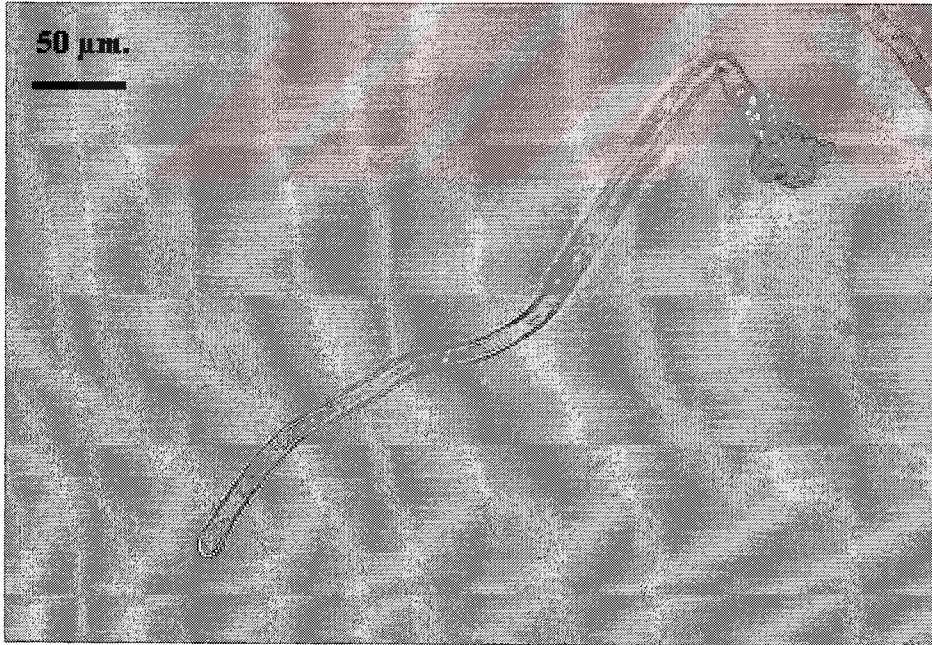
***= $P<0.001$

a,b,c,d,e,f= Aynı sütundaki farklı harfleri içeren grup ortalamaları arası farklılıklar önemlidir ($P<0.05$).





Şekil 3.1. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 500 metre mesafede bulunan armut bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotografı.



Şekil 3.2. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 2500 metre mesafede bulunan armut bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotografı.



3.2. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Ayva Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu

Ayva bitkisi polenleri de çimento fabrikasından büyük ölçüde etkilenmişlerdir (Tablo 3.2). Fabrikaya 2500 metre uzaklıktaki ayva bitkisi polenleri ile 500 metre uzaklıktaki ayva bitkisi polenleri arasında çimlenme bakımından %87'lik, tüp uzunluğu bakımından ise yaklaşık %94'lük bir fark vardır.

Tablo 3.2. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Ayva Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu.

Uzaklık (m)	Çimlenme (%)	Tüp Uzunluğu (μ)
500	7.73 $\pm$ 3.07 a	33.40 $\pm$ 2.54 a
1000	19.53 $\pm$ 1.62 b	82.00 $\pm$ 5.12 b
1500	32.09 $\pm$ 1.81 c	406.80 $\pm$ 19.54 c
2000	36.54 $\pm$ 1.74d	506.40 $\pm$ 20.19 d
2500	63.57 $\pm$ 2.40 e	535.00 $\pm$ 21.12 d
Kontrol	94.75 $\pm$ 3.34 f	608.00 $\pm$ 18.25 e
P	***	***

***= P<0.001

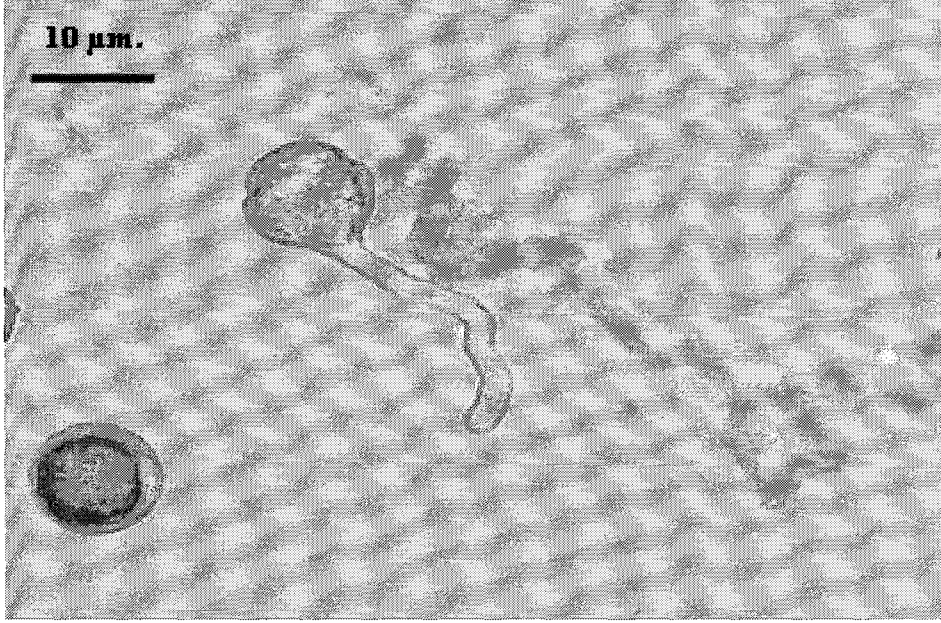
a,b,c,d,e,f= Aynı sütundaki farklı harfleri içeren grup ortalamaları arası farklılıklar önemlidir (P<0.05).

Tablo 3.2'den de görüldüğü gibi fabrikaya yakın olan ayva bitkisi polenleri çok büyük ölçüde etkilenmişlerdir.

500 metrede %7,73 gibi çok düşük bir çimlenme oranı ve 33,40 μ gibi (Şekil 3.3) oldukça kısa bir tüp uzunluğu tespit edilmiştir. Ancak fabrikadan 2500 metre uzaklıkta bile ayva polenin çimlenme yüzdesi ve tüp uzunluğu (Şekil 3.4) kontrole göre oldukça düşüktür.

İstatistiki olarak çalışılan 5 farklı uzaklığın çimlenme oranları ve tüp uzunluğu üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0,001). Uzaklıkların her biri arasında çimlenme yüzdeleri ve tüp uzunlukları bakımından önemli (P<0,05) fark tespit edilmiştir. Ancak 2000 metre ve 2500 metre arasında tüp uzunluğu açısından fark önemsizdir (P<0,05).

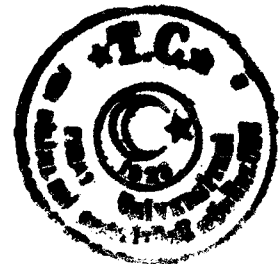




Şekil 3.3. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 500 metre mesafede bulunan ayva bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotografı.



Şekil 3.4. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 2500 metre mesafede bulunan ayva bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotografı.



3.3. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Elma Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu

Elazığ Çimento Fabrikası çevresinde yetişen elma bitkisine ait polenlerde diğerleri gibi fabrikadan olumsuz yönde etkilenmişlerdir (Tablo 3.3). Çimlenme oranı kontrol grubunda %94,91 iken 2500 metrede %66,94, 500 metrede ise 10,72 gibi oldukça düşük bir orana sahiptir. Tüp uzunluğuna bakıldığında ise kontrol grubu ile 2500 metre arasında önemli bir fark olmadığı görülmektedir. Ancak 2500 metrede 540 μ olan tüp uzunluğu (Şekil 3.6) 500 metrede 49,30 μ 'a (Şekil 3.5) düşmüştür. Çimlenme oranında 2500 metre ile 500 metre arasında yaklaşık %84 olan düşüş oranı tüp uzunluğunda %91 olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 3.3. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Elma Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu

Uzaklık (m)	Çimlenme (%)	Tüp Uzunluğu (μ)
500	10.72 $\pm$ 1.00 a	49.30 $\pm$ 6.15 a
1000	12.35 $\pm$ 1.24 b	85.00 $\pm$ 6.02 a
1500	17.88 $\pm$ 2.51 c	135.00 $\pm$ 8.01 b
2000	60.80 $\pm$ 4.61 d	381.80 $\pm$ 15.05 c
2500	66.94 $\pm$ 3.84 e	540.00 $\pm$ 24.82 d
Kontrol	94.91 $\pm$ 4.07 f	556.00 $\pm$ 19.09 d
P	***	***

***= P<0.001

a,b,c,d,e,f = Aynı sütundaki farklı harfleri içeren grup ortalamaları arası farklılıklar önemlidir (P<0.05).

Elma, Armut ve Ayva ile karşılaştırıldığında çimlenme oranındaki düşüş; armuttan %81 daha fazla, ayvadan ise %87 daha düşüktür. Tüp uzunluğundaki düşüş ise armut (%92) ve ayvadan (%94) daha düşüktür.

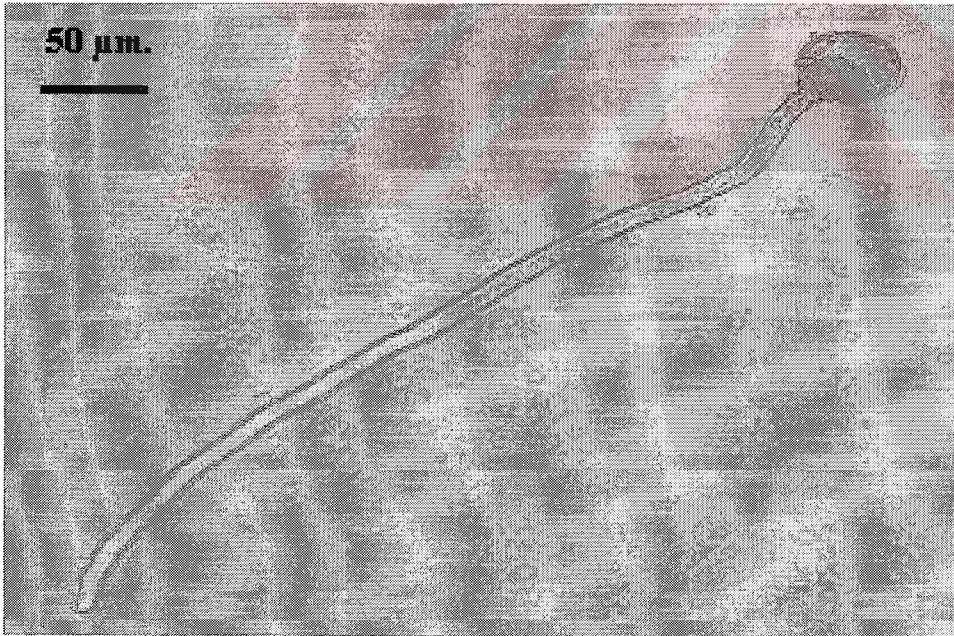
İstatistiksel olarak, Elazığ Çimento Fabrikası çevresinde bulunan elma bitkisine ait polenlerin çimlenme yüzdeleri ve tüp uzunluklarına fabrikaya olan uzaklıklarının etkisi önemli bulunmuştur (P<0,001).

500 ve 1000 metre arasında ayrıca 2500 metre ile kontrol grubu arasında tüp uzunluğu açısından istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur (P<0,05). Bunun dışında kalan 1500 metre ve 2000 metreler arasında ve bu uzaklıklarla diğerleri arasında tüp uzunluğu bakımından önemli fark bulunmuştur (P<0,05). Ayrıca çimlenme yüzdeleri bakımından uzaklıkların her biri arasında önemli fark vardır (P<0,05).





Şekil 3.5. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 500 metre mesafede bulunan elma bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotografı.



Şekil 3.6. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 2500 metre mesafede bulunan elma bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotografı.



3.4. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Erik Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu

Kontrol grubuyla 2500 metredeki erik polenlerinin tüp uzunlukları hemen hemen aynı çıkmıştır (Tablo 3.4). Bu bize 2500 metrede yetişen erik bitkisi polenlerinin tüp uzunluklarının çimento fabrikasından etkilenmediğini göstermektedir. Ancak aynı polenlerin çimlenme yüzdelere bakıldığında kontrole göre yaklaşık %47 gibi çok büyük bir oranda daha az çimlenme gösterdikleri görülmektedir. 500 metre uzaklıktaki polenlere bakıldığında çimlenme oranı bakımından 2500 metre uzaklığa göre %77'lik, tüp uzunluğunda (Şekil 3.7, Şekil 3.8) ise %90'lık bir azalma görülmektedir. Oransal olarak bakıldığında erik polen tüp uzunluğundaki azalma ayva ve armuta göre daha düşüktür. Ancak erik polenlerinin çimlenme oranındaki düşüş ayva ve armut bitkisine göre daha yüksektir.

Tablo 3.4. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Erik Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu.

Uzaklık (m)	Çimlenme (%)	Tüp Uzunluğu (μ)
500	18.49±2.16 a	25.00±2.12 a
1000	31.91±1.74 b	71.20±4,76 b
1500	33.04±1.20 c	149.50±5,03 c
2000	40.61±2.83 d	222.30±9,83 d
2500	43.61±3.22 e	266.80±12,18 e
Kontrol	82.68±4.70 f	260.80±11.47 e
P	***	***

***= P<0.001

a,b,c,d,e,f = Aynı sütundaki farklı harfleri içeren grup ortalamaları arası farklılıklar önemlidir (P<0.05).

İstatistiki olarak bakıldığında erik bitkisinin çimento fabrikasına olan uzaklıklarının, polenlerin çimlenme oranları ve tüp uzunlukları üzerine etkisi önemli bulunmuştur (P<0,001).

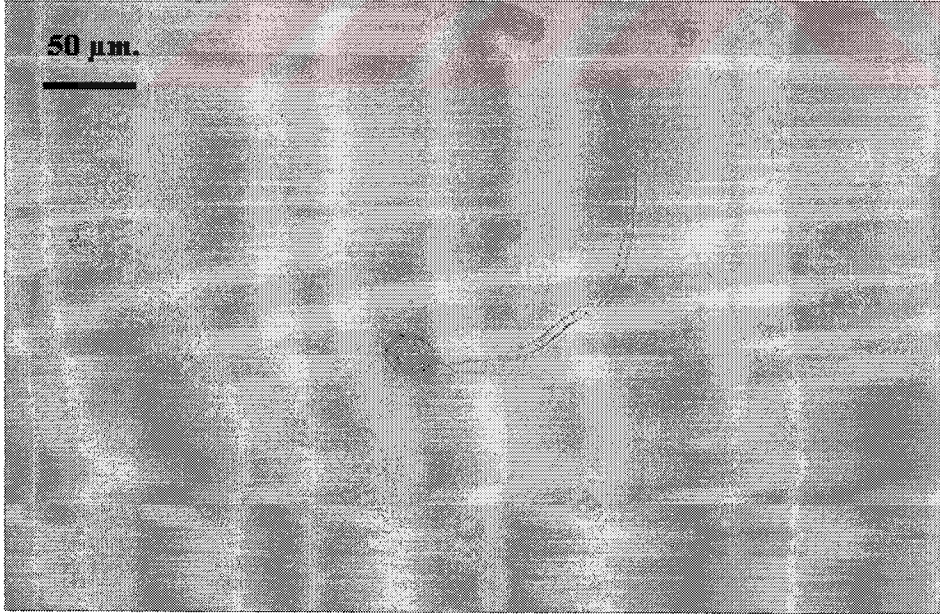
Fabrikaya 2500 metredeki ve kontrol grubu erik bitkisi polenleri tüp uzunluğu açısından aralarındaki fark önemsizdir.

Fabrikaya 2500 metre uzaklıktaki erik bitkisi polenleri ile kontrol grubu polenleri arasında tüp uzunluğu açısından istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur (P<0,05). Bunun dışındaki uzaklıkların her biri arasında çimlenme yüzdesi ve tüp uzunlukları bakımından önemli (P<0,05) fark tespit edilmiştir.





Şekil 3.7. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 500 metre mesafede bulunan Erik bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotografı.



Şekil 3.8. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 2500 metre mesafede bulunan Erik bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotografı.



3.5. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Kayısı Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu

Kayısı bitkisi polenleri de tıpkı diğer bitki polenleri gibi çimento fabrikasından olumsuz yönde etkilenmiştir (Tablo 3.5). Kontrol grubunda %90,03 olan çimlenme oranı fabrikadan 2500 metre uzaklıktaki polenlerde %45,87, 500 metre uzaktaki ağaçların polenlerinde ise %13,64'e düşmüştür. Aynı durum tüp uzunlukları için de geçerlidir. Kontrolle 2500 metredeki polenler arasında önemli bir fark olmamasına rağmen 2500 metre uzaktaki bitkiden alınan polenlerle 500 metredeki polenlerin tüp uzunlukları arasındaki fark yaklaşık %94'tür (Şekil 3.9, Şekil 3.10). Bu oran ayvanın tüp uzunluğundaki düşüşle aynı, armut, erik ve elmadan yüksektir. Ayrıca kayısı polenlerinde diğer bitki polenlerinden farklı olarak uzaklığa paralel olarak artan bir çimlenme oranı yoktur. 500 metrede %13,64 olan çimlenme oranı 1000 metrede diğer bitkilerdeki gibi uzaklığa paralel olarak artış gösterip %44,09'a, 1500 metrede %59,02'ye yükselmesine karşılık 2000 metrede %37,60'a, 2500 metrede %45,87'ye düşmüştür. Diğer bitkilerde görülmeyen bu durum sadece kayısı bitkisi polenlerinde gerçekleşmiştir. 2000 ve 2500 metrelerde sapma göstermesine rağmen çimlenme oranları her 5 uzaklıktaki bitki poleninin de kontrole göre olumsuz yönde etkilenmiştir.

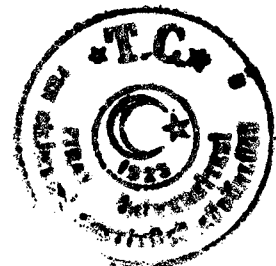
Tablo 3.5. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Kayısı Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu.

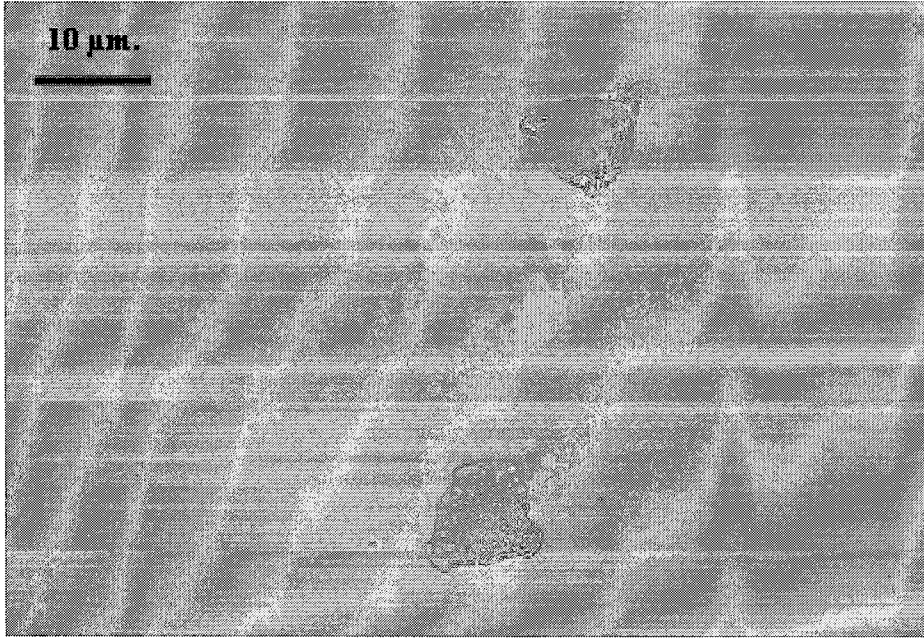
Uzaklık (m)	Çimlenme (%)	Tüp Uzunluğu (μ)
500	13.64 $\pm$ 3.42 a	21.60 $\pm$ 3.81 a
1000	44.09 $\pm$ 2.27 c	102.40 $\pm$ 7.36 b
1500	59.02 $\pm$ 9.41 e	210.00 $\pm$ 13.99 c
2000	37.60 $\pm$ 1.63 b	236.40 $\pm$ 16.65 c
2500	45.87 $\pm$ 3.76 d	359.60 $\pm$ 21.03 d
Kontrol	90.03 $\pm$ 4.02 f	387.00 $\pm$ 20.99 d
P	***	***

***= P<0.001

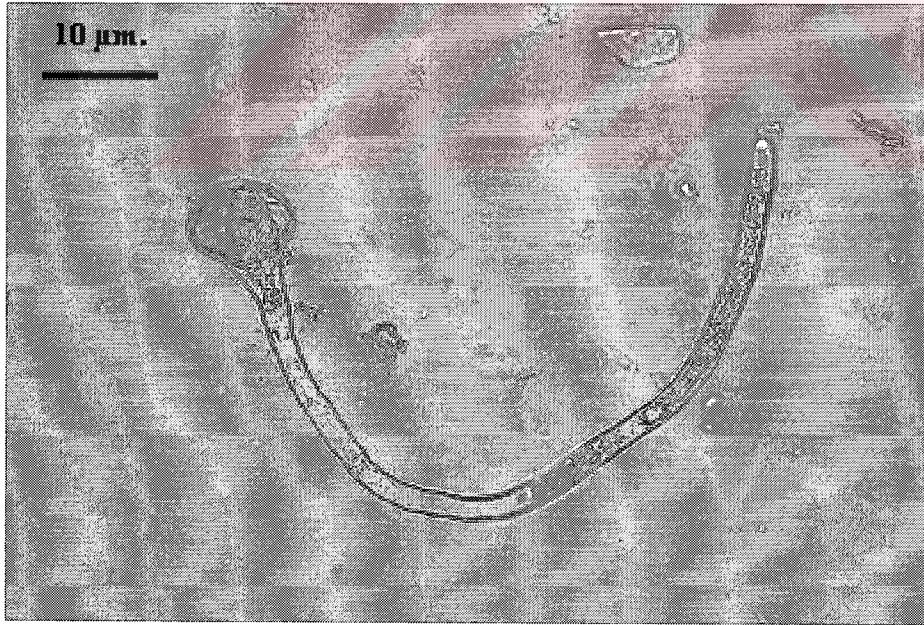
a,b,c,d,e,f = Aynı sütundaki farklı harfleri içeren grup ortalamaları arası farklılıklar önemlidir (P<0.05).

İstatistiki yönden ele alındığında çalışılan tüm uzaklıkların çimlenme oranları ve tüp uzunlukları üzerine etkisi önemli bulunmuştur (P<0,001). Kayısı bitkisi polenlerinin çimento fabrikasına olan uzaklıkları arasında çimlenme yüzdeleri ve tüp uzunlukları bakımından önemli (P<0,05) fark bulunmuştur.





Şekil 3.9. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 500 metre mesafede bulunan kayısı bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotografı.



Şekil 3.10. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 2500 metre mesafede bulunan kayısı bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotografı.



3.6. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Kiraz Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu

500 metrede %34,81 çimlenme gösteren kiraz polenleri, 1500 metrede %54,90 ve 2500 metrede %64,47 çimlenme göstermişlerdir. Kontrol grubunda ise çimlenme oranı %88,37'dir (Tablo 3.6). Burada yine kayısı dışındaki diğer bitkilerde olduğu gibi fabrikaya olan uzaklıktaki artışa paralel olarak artan bir çimlenme oranı söz konusudur. Aynı durum kiraz polenlerinin tüp uzunluğu için de söz konusudur. Kiraz polenlerinin çimlenme oranı 2500 metre uzaklıktaki bitki ile 500 metredeki bitki karşılaştırıldığında %46; tüp uzunluğu ise (Şekil 3.11, Şekil 3.12) %92 oranında düşmüştür. İlk bakışta çimlenme oranındaki azalmanın çalışılan bitkilere göre en az olduğu bitki poleni kirazdır. Ancak kontrole göre de 2500 metredeki polenlerin %37 daha az çimlenme gösterdiği görülmektedir. Oransal olarak ise kiraz polenlerinin tüp uzunluğundaki azalma armut ile aynı (%92), kayısı (%94) ve ayva (%94)'dan düşük, erik (%90) ve elma (%91)'dan ise yüksektir. 2500 metredeki tüp uzunluğu ile kontrol grubundaki tüp uzunluğu arasında bir fark yoktur.

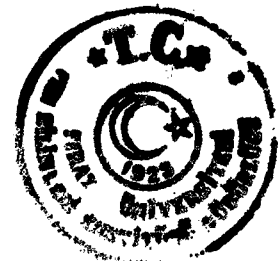
Tablo 3.6. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Kiraz Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu.

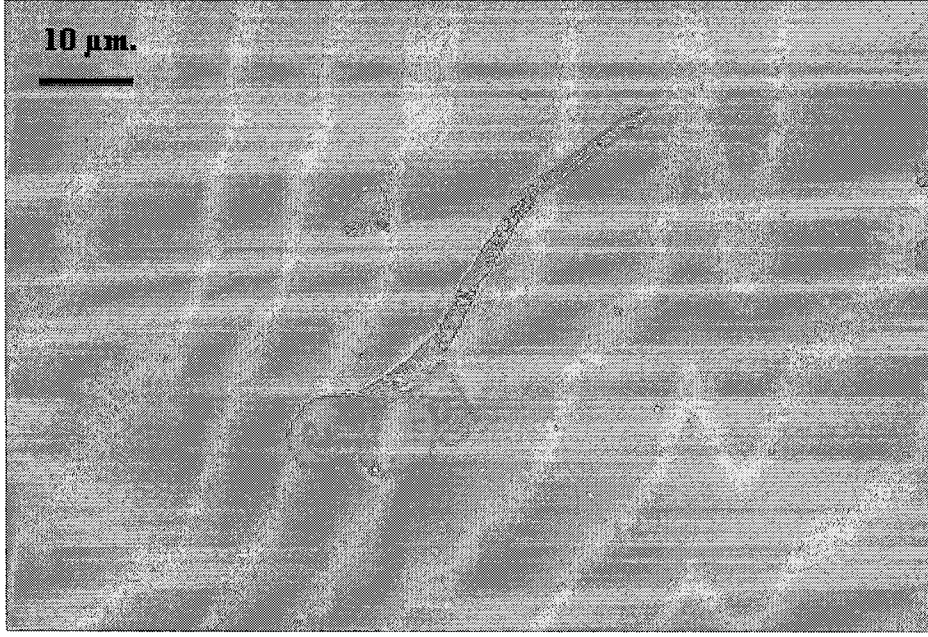
Uzaklık (m)	Çimlenme (%)	Tüp Uzunluğu (µ)
500	34.81±2.31 a	44.90±6.75 a
1000	41.90±2.67 b	170.80±10.72 b
1500	54.90±3.48 c	448.60±15.91 c
2000	63.75±2.54 d	562.20±14.79 d
2500	64.47±3.51 e	564.40±11.20 d
Kontrol	88.37±7.91 f	538.41±23..21 d
P	***	***

***= P<0.001

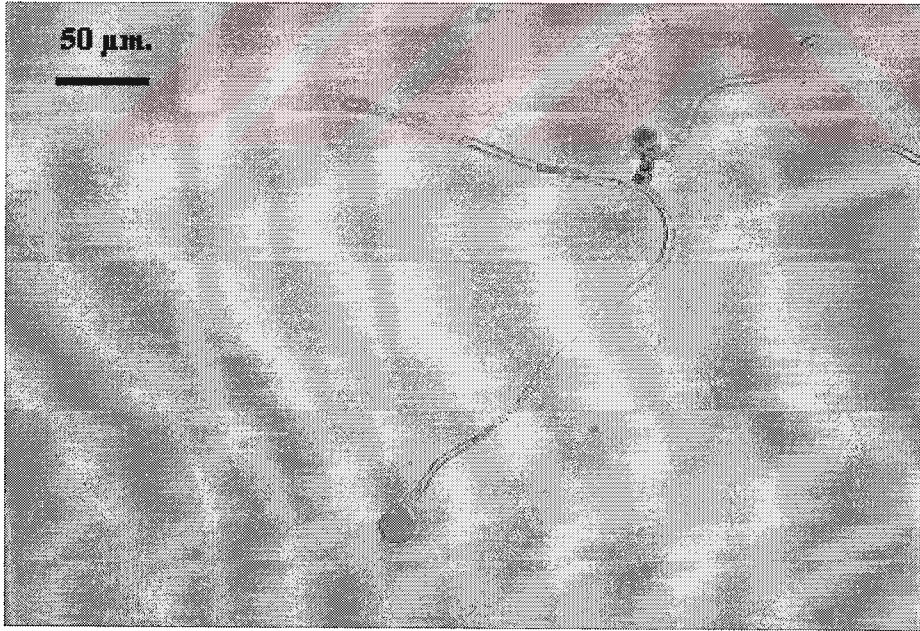
a,b,c,d,e,f= Aynı sütundaki farklı harfleri içeren grup ortalamaları arası farklılıklar önemlidir (P<0.05).

Kiraz polenlerinin çimento fabrikasına olan uzaklıklarının polen çimlenme oranı ve tüp büyümesi üzerine etkisi istatistik açısından önemlidir (P<0,001). 2000 metre, 2500 metre ve kontrol grubu polenleri arasında tüp uzunluğu açısından önemli bir fark yoktur (P<0,05). Ancak diğer mesafelerdeki polenler arasında tüp uzunluğu açısından istatistiksel olarak önemli fark (P<0,05) tespit edilmiştir. Çimlenme oranı bakımından da tüm gruplar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

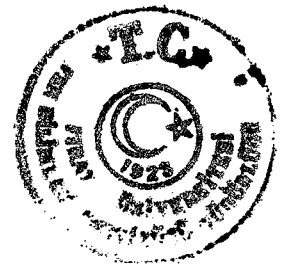




Şekil 3.11. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 500 metre mesafede bulunan kiraz bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotografı.



Şekil 3.12. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 500 metre mesafede bulunan kiraz bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotografı.



3.7. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Şeftali Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu

Şeftali bitkisine ait polenler, Elazığ Çimento Fabrikası emisyonlarından olumsuz yönde en fazla etkilenen ve fabrikaya 500 metre mesafedeki bitki polenleridir. Bu mesafedeki bitkilerin polenlerinin çimlenme oranı %13,01, tüp uzunluğu ise 18,70 μ olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.7). Bu değerler fabrikaya 2500 metre mesafedeki şeftali polenlerinin çimlenme oranında %58,80, tüp uzunluğunda ise %87,68'lik bir azalmaya tekabül etmektedir (Şekil 3.13, Şekil 3.14). Ancak kontrol grubunda %83'lerde olan çimlenme oranında 2500 metre uzaklıkta dahi %31,58 olması bu kadar uzakta dahi şeftali polenlerinin kontrolden çok düşük oranda çimlendiğini göstermektedir. Polen tüpü uzunluğuna bakıldığında kontrol grubundaki tüp uzunluğu ile 2000 metre ve 2500 metredeki tüp uzunlukları arasında fark olmadığı görülmektedir.

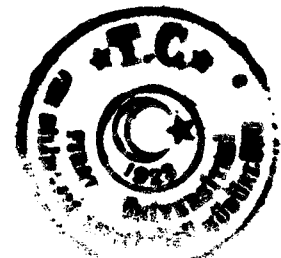
Tablo 3.7. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Şeftali Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu.

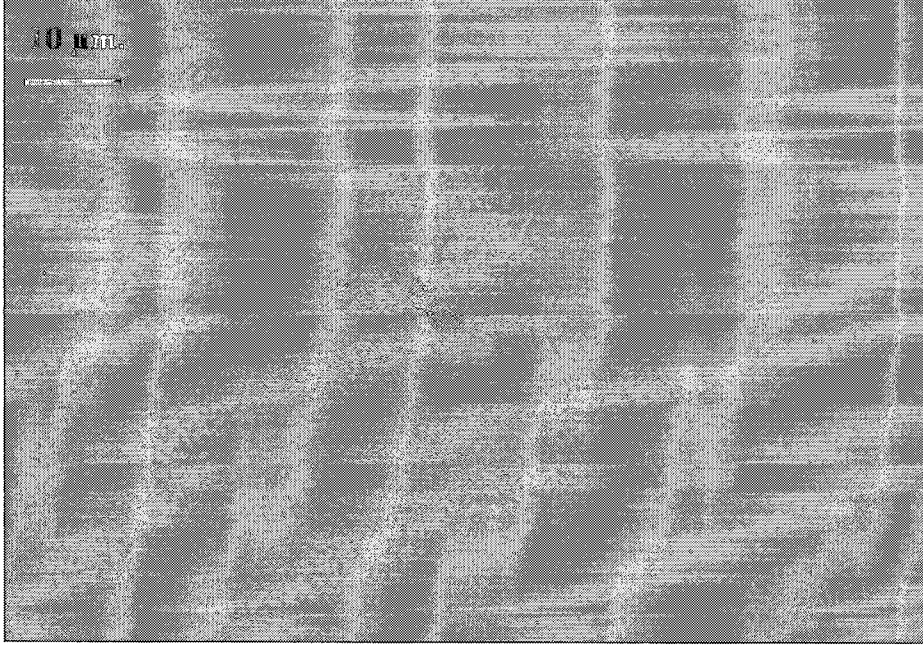
Uzaklık (m)	Çimlenme (%)	Tüp Uzunluğu (μ)
500	13.01 $\pm$ 1,19 a	18.70 $\pm$ 0.90 a
1000	14.94 $\pm$ 2,81 b	33.10 $\pm$ 2.29 ab
1500	15.02 $\pm$ 2.34 c	42.70 $\pm$ 2.23 ab
2000	15.23 $\pm$ 3.01 d	36.90 $\pm$ 2.02 b
2500	31.58 $\pm$ 6.32 e	151.80 $\pm$ 9.20 c
Kontrol	83.15 $\pm$ 8,73 f	154.50 $\pm$ 11.42 d
P	***	***

***= P<0.001

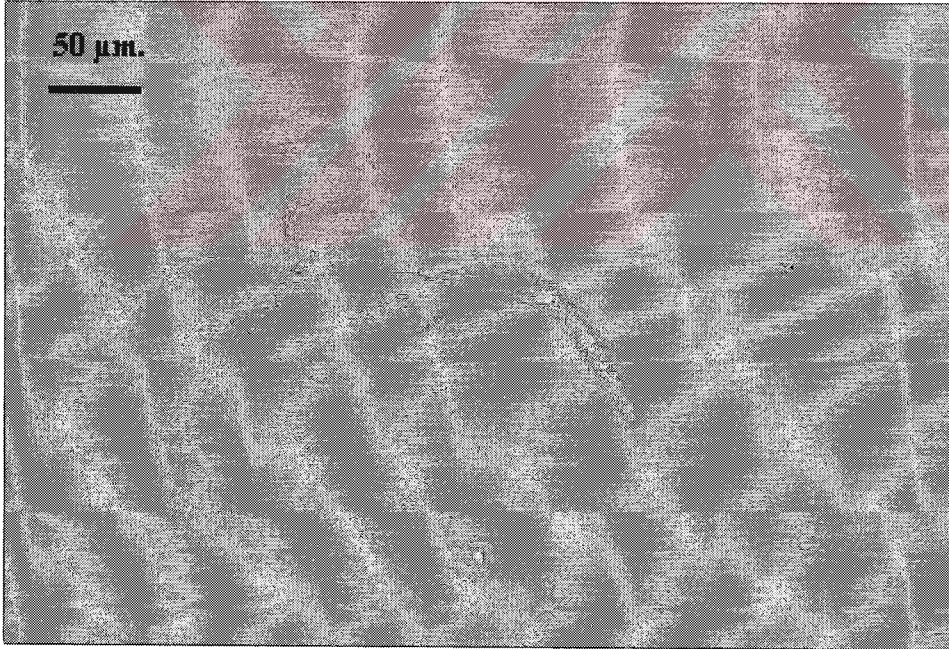
a,b,c,d,e,f = Aynı sütundaki farklı harfleri içeren grup ortalamaları arası farklılıklar önemlidir (P<0.05).

Çimlenme oranlarında fabrikaya olan uzaklığa göre önemli fark (P<0,05) gözlenirken, tüp uzunluğuna bakıldığında 2000 metreye kadar olan uzaklıklar arasındaki fark istatistiki olarak önemli (P<0,05) değildir. 2000 metre, 2500 metre ve kontrol grubu arasındaki tüp uzunluğu bakımından fark ise önemlidir (P<0.05).





Şekil 3.13. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 500 metre mesafede bulunan şeftali bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotografı.



Şekil 3.14. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 2500 metre mesafede bulunan şeftali bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotografı.



3.8. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Vişne Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu

Vişne bitkisi polenleri, çimento fabrikasına olan uzaklığına göre farklı oranlarda etkilenmiştir. Kontrol grubunda %87,24 olan çimlenme oranı, 2500 metrede %37 oranında düşerek %54,87 olmuştur. Çimlenme oranı 1500 metrede %43,63'e, 1000 metrede %34,67 ve 500 metrede 2500 metreye göre %83,93 düşerek %12,98 olmuştur (Tablo 3.8). Tüp uzunluğunda da çimlenme oranında olduğu gibi fabrikaya olan uzaklığa paralel bir artış görülmektedir. Çimento fabrikasından 500 metre uzaktaki vişne bitkisi polenlerinde tüp uzunluğu 30,70 μ (Şekil 3.15) iken 2500 metrede %94,62 artarak 571 μ 'a (Şekil 3.16) ulaşmıştır. 2500 metredeki tüp uzunluğu ile kontrol arasında fark yoktur.

Tablo 3.8. Elazığ Çimento Fabrikasından Farklı Uzaklıklardaki Vişne Bitkisinde Polen Çimlenmesi ve Tüp Uzunluğu.

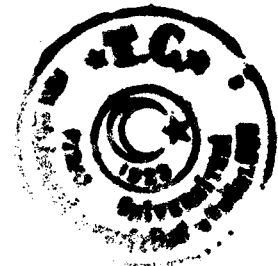
Uzaklık (m)	Çimlenme (%)	Tüp Uzunluğu (μ)
500	12,98 $\pm$ 2.26 a	30.70 $\pm$ 3.31 a
1000	34,67 $\pm$ 2.55 b	122.20 $\pm$ 9.32 b
1500	43,63 $\pm$ 3.79 c	220.00 $\pm$ 11.75 c
2000	42,70 $\pm$ 2.47 d	309.50 $\pm$ 9.88 d
2500	54,87 $\pm$ 4.73 e	571.00 $\pm$ 14.85 e
Kontrol	87,24 $\pm$ 6.73 f	568.00 $\pm$ 19.08 e
P	***	***

***= P<0.001

a,b,c,d,e,f = Aynı sütundaki farklı harfleri içeren grup ortalamaları arası farklılıklar önemlidir (P<0.05).

Vişne bitkisi polenlerinin çimento fabrikasına uzaklıklarının çimlenme oranı ve tüp büyümesi üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli (P<0,001) bulunmuştur.

Bitkilerin fabrikaya olan uzaklıklarının her biri arasında çimlenme yüzdeleri ve tüp uzunlukları bakımından önemli (P<0,05) fark tespit edilmiştir. Ancak 2500 metre ile kontrol grubu arasında tüp uzunluğu bakımından önemli fark yoktur (P<0,05).





Şekil 3.15. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 500 metre mesafede bulunan vişne bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotografı.



Şekil 3.16. Elazığ Çimento Fabrikası'ndan 2500 metre mesafede bulunan vişne bitkisi polenin in vitro çimlenme mikrofotografı.

Elazığ Çimento Fabrikası çevresinde yetişen 8 farklı bitki türünün polenlerinin çimlenme yüzdesi ve tüp uzunluğu açısından değerlendirildiği bu çalışmada, çalışılan bitki türlerine ait polenlerin tümünün fabrikadan olumsuz yönde etkilendiği görülmüştür. Çalışılan en uzak mesafe olan 2500 metrede dahi çoğu türde kontrole göre daha düşük oranlarda çimlenme ve tüp uzunluğu tespit edilmiştir. Çimento fabrikası çevrelerinde yapılan çalışmalarda genellikle bitki türlerinin bundan olumsuz yönde etkilendiği görülmektedir.

Güven [37], İzmir Batı Anadolu Çimento Fabrikası çevresinde yetiştirilen fasulye, bakla ve buğday bitkilerinin büyümesinde önemli bir azalma olduğunu bildirmiştir. Araştırmada bu bitkilerde çimento tozlarının büyümei olumsuz etkilemesinin, biriken tozların neden olduğu stres ile, yapraklarda sentezlenen indol-3 asetik asit (oksin) miktarındaki azalma ve büyümei engelleyici absisik asit miktarındaki artışla ilişkili olarak açıklanmıştır. Darley'de [38], elde ettiği sonuçlarla çimento tozlarına maruz kalan fasulye ve domates bitkilerinde verim azalması olduğunu bildirmiştir.

Diğer taraftan Gaziantep Çimento Fabrikasının kirlettiği toprakların mikrofungus florasının tespitine yönelik yapılan çalışmada ise, fabrika yakınından ve fabrikadan 7 km. uzaklıktan 5 ve 15 cm. derinliklerden, toplam 40 toprak örneği alınmıştır. Kirliliğin görüldüğü alanda 52,425 birim mikrofungus görülürken, kirliliğin olmadığı alanda bu sayı 70,625 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada yapılan toprak analizi sonuçları, fabrika tarafından kirletilen topraklarda pH ile kireç ve organik madde miktarlarının kirletilmemiş topraklara göre yüksek olduğunu göstermiştir. Araştırmacı organik madde bakımından daha zengin olan kirletilmiş toprakların, belirlenen mikrofungus sayısı bakımından fakir oluşunu bu toprakların yüksek pH değerine bağlı olabileceğini bildirmiştir [39].

Uysal ve arkadaşları [40] tarafından yapılan bir çalışmada ise Çanakkale Çimento Fabrikası çevresinde yetişen zeytin ağaçlarının gelişimi ve verimi incelenmiştir. Kontrole (fabrikadan 5 km. mesafedeki) fabrikadan 200-300 ve 500 metre mesafedeki zeytin ağaçları arasında gelişim ve verim açısından bariz farklar görülmüştür. Çimento fabrikası baca tozlarının zeytin ağaçlarının gelişimi ve verimi üzerinde olumsuz etkileri olduğu savunulan çalışmada bu tozların bitkilerin yaprak anatomisinde bozulmaya yol açtığı, fotosentez ve transpirasyon üzerinde olumsuz etki yaptığı kaydedilmiştir.

Yukarıdaki çalışmalardan da görüldüğü gibi çimento baca tozları, mikrofungus ve bitkileri olumsuz yönde etkilemektedir. Bu olumsuz etkide ise çimento baca gazlarında büyük miktarlarda bulunduğu bilinen ağır metaller önemli rol oynamaktadır.

Arslan ve arkadaşları [1], Elazığ Çimento Fabrikası çevresinde yaptıkları çalışmada fabrikadan belirli uzaklıklarda kurdukları 7 istasyondan 8 ay süre ile toz örnekleri alarak, Cd, Co, Cr, Pb, Ni ve Mn iyonlarını tayin etmişlerdir.



Özellikle çalıştığımız bölgenin aynı olması polenlerin büyük ölçüde ağır metallere etkilendiğini düşündürmektedir.

Polenlerin ağır metal kirliliğinden büyük ölçüde etkilendiğini gösteren pek çok araştırma yapılmıştır.

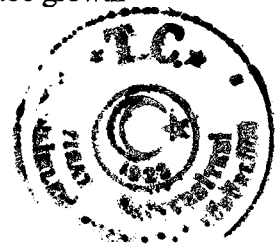
Sawidish ve Reis [28], ağır metallere Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Mn, Zn ve Al iyonlarının, *Lilium longiflorum*; Muzuroğlu ve Gür [32] Hg, Zn, Ni, Co, Pb ve Cd iyonlarının *Malus sylvestris* Miller cv. Golden (elma); Tuna ve arkadaşları [31] Ni, Fe, Pb, Co, Cd, Hg, Al, Zn ve Cu metallerinin *Nicotiana tabacum* L. (tütün); Gür ve arkadaşlarının [33] Cu, Pb, Hg ve Cd metallerinin *Clivia* sp. bitkisi polenleri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmaların tümünde çimento baca gazlarında da yoğun olarak bulunduğu bilinen bu metal iyonlarının adı geçen bitkilerin polenlerini olumsuz yönde etkilendiklerini tespit etmişlerdir. Bu durum çimento fabrikası çevresindeki bitkilerin polenlerinde yaptığımız çalışmada fabrikaya yaklaştıkça polen çimlenme yüzdelerinin ve tüp uzunluklarının neden büyük oranda düştüğünü açıklamaktadır.

Ağır metallerin özellikle enzim aktivitelerini olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir [41]. Polen çimlenmesinde ve tüp büyümesinde görülen bu düşüşünde bu aktiviteler sırasında büyük ölçüde görev yapan enzimlerin inhibisyonundan kaynaklandığı düşünülebilir. Ancak bu düşüncenin, çalışmamızda kullandığımız bitkilerin generatif kısımlarında yapılacak çalışmalarla araştırılması gerekir. Bu yönde yapılacak bir araştırma fabrikadan olumsuz yönde etkilendiği çalışmamızla ortaya çıkmış olan bu durumun kaynağını belirlemede önemli rol oynayacaktır.



4. KAYNAKLAR

1. Arslan, M., Kaya, M., Yazıcı, A. ve Boybay, M., 1992, Elazığ Çimento Fabrikası çevresinde düşen tozlardaki ağır metal dağılımı-II, Yüzüncü yıl üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi, 3 (3), 135-144.
2. Lux, H., 1974, Contamination of the top soil in Pinus sylvestris stands by basic dust of industrial origin. Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität Dresden, 23 (3/4), 915-920.
3. Rhoades, A.F., 1976, Forest species show delayed response to cement dust in the soil. State Univ., New Brunswick, New Jersey, 2(10), 197-199.
4. Mishra, G.P., 1990, Effects of industrial discharge on agricultural crops along the penalization of gradient at ACC Kymore. Environment and Ecology, 8 (1A), 38-42.
5. Biddappa, C.C., Nagarajan, M. Ve Rethinam, P., 1990, Heavy metal pollution through cement dust in coconut ecosystem. Journal of Plantation Crops, 18(1), 58-62.
6. Wolters, J.H.B., Martens, M.J.M., 1987, Effects of air pollutants on pollen, The Botanical Review, 53(3), 372-414.
7. Pandey, N., Sharma, C.P., 2002, Effect of heavy metals Co^{2+} , Ni^{2+} and Cd^{2+} on growth and metabolism of cabbage, Plant Science, 163, 753-758.
8. Agarwala, S.C., Bisht, S.S., 1977, Relative effectiveness of certain heavy metals in producing toxicity and iron deficiency in barley, Can. J. Bot., 55, 1299-1307.
9. Carlson, R.W., Bazzas, F.A., Rolf, G.L., 1975, The effect of heavy metals on plants II. net photosynthesis and transpiration of whole corn and sunflower plants treated with Pb, Cd, Ni and Ti, Environmental Research, 10, 113-120.
10. Assche, F.V., Clijsters, H., 1990, Effects of Metals on Enzyme Activity in Plants, Plants Cell Environ, 13, 113-120.
11. Barceló, J., Poschenrieder, C., Andreu, I., Gunse, B., 1986, Cadmium induced decrease in water stress resistance to bush bean plants (*Phaseolus vulgaris* L. Cv. Contender), I. effect of Cd on water potential, relative water content and cell wall elasticity, J. Plant Physiol, 125, 17-25.
12. Barceló, J.K., Poschenrieder, C., 1990, Plant water relations as affected by heavy metal stress, J. Plant Nutr, 13, 1-37.
13. Costa, G., Morel, J., 1994, Water relations, gas exchange and amino acid content in Cd treated lettuce, plant physiol. Biochem., 32, 561-570.
14. Shah, K., Dube R.S., 1997, Effect of cadmium on proline accumulation and ribonuclease activity in rice seedlings, role of proline as a possible enzyme protectant, Biol. Plant., 40, 121-130.
15. Fernandes, J.C., and Henriques F.S., 1991, Biochemical physiological and structural effects of excess copper in plants, The Botanical Review, 57, 246-273.
16. Claire, L.C., Adriano, D.C., Sajwan, K.S., Abel, S.L., Thoma, D.P., Driver, J.T., 1991, Effects of selected trace metals on germinating seeds of six plant species, Water, Air and Soil Pollution, 59, 231-240.
17. Munzuroglu, O., Geckil, H., 2002, Effects of metals on seed germination, root elongation and coleoptile and hypocotyl growth in *Triticum aestivum* and *Cucumis sativus*, Arch. Environ. Contam. Toxicol., 42, 000-000.
18. An, Y.J., Kim, Y.M., Kwon, T.I. ve Jeong, S.W., 2004, Combined effect of copper, cadmium and lead upon *Cucumis sativus* growth and bioaccumulation. Science of the Total Environment, Baskıda.
19. Pırlak, L., 2002, The effects of temperature on pollen germination and pollen tube growth of apricot and sweet cherry. Gartenbauwissenschaft, 67 (2), 61-64.
20. Waukau, J.N., Zhang, S., Xu, G. Ve Chen, D., 2004, The effect of temperature, polyamines and polyamine synthesis inhibitor on in vitro pollen germination and pollen tube growth of *Prunus nune*. Scientia Horticulturae, 99, 289-299.



21. Watters, B.S. ve Sturgeon, S.R., 1990. The toxicity of some foliar nutrients and fungicides to apple polen cv. Golden Delicious. Ann Appl Biol, 116, 70-71.
22. Gür,N., Çambay, Z. ve Çobanoğlu, D. , 2002, Bazı insektisitlerin elma (*Malus sylvestris* Miller cv. *Golden*) polenlerinin çimlenmesi ve tüp büyümesi üzerine etkileri , XVI Ulusal Biyoloji Kongresi , XVI Ulusal Biyoloji Kongresi , Malatya.
23. Feder, W.A. ve Shrier, R., 1990, Combination of U.V.-B and ozone reduces pollen tube growth more than either stres alone. Environmental and Experimental Botany, 30, 451-454.
24. Torabinejad, J., Caldwell, M.M., Flint, S.D. and Durham,S., 1998, Susceptibility of pollen to UV-B radiation: an assay of 34 taxa, American Journal of Botany, 85, 360-368.
25. Munzuroğlu, Ö., Öbek, E., Geçkil, H. ,2003, Effects of simulated acid rain on the pollen germination and pollen tube growth of apple (*Malus sylvestris* Miller cv. *Golden*) , Acta Biologia Hungarica , 54 (1) , 95-103.
26. Larrival, C., Bocquel, C., Jarreau, M.C.C. ve Verhille, A.M., 1996, Polen: bio-indicator of pollution. Journal of Aerosol Science, 27, 227-228.
27. Sawidish,T., 1997, Accumulation and effects of heavy metals in Liliun polen, ISHS Acta Horticulturae 437: VII International Symposium of Pollination, January, Alberta, Canada.
28. Sawadish, T., Reis, H.D., 1995, Effects of heavy metals on polen tube growth and ultrastructure, Protoplasma, 185:113-122.
29. Krishnayya,N.S.R. ve Bedi, S.J., 1986, Effect of automobile lead pollution on Cassia tora L. And Cassia occidentalis L., Environmental Pollution, 40, 221-226.
30. Xiong, Z.T., Peng, Y.H., 2001, Response of polen germination and tube growth to cadmiumwith special reference to low concentration exposure, Ecotoxicology and Environmental Safety, 48, 51-55.
31. Tuna,A.L., Bürün,B., Yokaş,İ. Ve Çoban, E., 2001, The effect of heavy metals on polen germination and polen tube lenght in the tobacco plant. Turkish Journal of Biology, 26, 109-113.
32. Munzuroğlu, Ö. Ve Gür,N., 2000, Ağır metallerin elma (*Malus sylvestris* Miller cv. *Golden*)' da polen çimlenmesi ve tüp oluşumu üzerine etkileri, Turkish Journal of Biology, 24, 677-684.
33. Gür,N., Topdemir,A., Munzuroğlu,Ö. Ve Çobanoğlu,D., 2004, Ağır metal iyonlarının (Cu^{++} , Pb^{++} , Hg^{++} , Cd^{++}) Clivia sp. bitkisi polenlerinin çimlenmesi ve tüp büyümesi üzerine etkileri, F.Ü.Fen ve Müh.Bilimleri Dergisi, Baskıda.
34. Shivanna, K.R., Rangaswamy, N.S., 1992, Polen biology laboratory manual, Springer Verlag, Berlin.
35. Akgül, A., 1997, Tıbbi araştırmalarda istatistiksel analiz teknikleri (SPSS uygulamaları), Yüksek Öğretim Kurumu Matbaası, Ankara.
36. SPSS for Windows Release 9.0 Standart Version, 1999, Copyright SPSS Inc.
37. Güven, A., 1989, Effects of cement dust on the IAA and ABA content of some plants, In: Oztürk MA (ed.), International Plants and Pollutants in Developed and Developing Countries Symposium, 22-28 August 1988, İzmir, Ege Univ. Press, 545-548.
38. Darley, E.F., 1966, Studies on the effect of cement-kiln dust on vegetation, J. Air Pollut. Contr. Assoc., 16, 145-150.
39. Karakuzulu, İ., 1995, Gaziantep Çimento Fabrikası'nın kirlettiği toprakların mikrofungus florası üzerine bir araştırma, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi.
40. Uysal, İ., Karabacak, E., Tütenocaklı, T., 2003, Çanakkale çimento fabrikası bacalarından çıkan tozların zeytin ağaçlarının gelişimi ve verimi üzerine etkileri, Ekoloji Çevre Dergisi, 13, 49, 17-24.
41. Aydemir, O., İnce, F., 1988, Bitki besleme, Dicle Üniversitesi Eğitim Fakültesi Yayınları, No: 2.



ÖZGEÇMİŞ

14-05-1979 yılında Elazığ'da doğdum. İlk öğrenimimi Elazığ Evren Paşa İlkokulun'da tamamladım. Orta ve lise öğrenimimin bir kısmını Elazığ Anadolu Lisesi'nde okuduktan sonra Elazığ Mehmet Akif Ersoy Lisesi'nden mezun oldum. 1998 yılında Fırat Üniversitesi Fen – Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nü kazandım ve 2002 yılında mezun oldum. Aynı yıl Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında yüksek lisansa başladım.

Aykut TOPDEMİR

