Ekoloji
Çevre Dergisi
Cilt: 13 Sayı: 49
17-24, 2003

Çanakkale Çimento Fabrikası Bacalarından Çıkan Tozların Zeytin Ağaçlarının Gelişimi ve Verimi Üzerine Etkileri

İsmet UYSAL, Ersin KARABACAK, Tülay TÜTENOCAKLI
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü,
ÇANAKKALE

Özet

Bu araştırma, Çanakkale kentinin 40 km güneybatısında yer alan çimento fabrikası çevresinde bulunan zeytinliklerde gerçekleştirilmiş ve fabrikadan 200 m, 300 m, 500 m ve 5 km (kontrol) uzaklıkta bulunan zeytinliklerden örnekler alınmıştır. Zeytin ağaçlarından alınan örneklerde yeni ve eski filiz boyları, meyve sayısı ve boyutları olmak üzere yapılan morfolojik gözlemlerde 300 m uzaklıkta bulunan ağaçlarda en büyük miktarda azalma ve verim kaybı gözlenmiştir. Bu uzaklıktaki zeytin yapraklarının birim alanında biriken çimento baca tozu miktarının fazlalığı önemli bir etkendir. Ayrıca 300 m'deki zeytin yapraklarının boyutları küçülmesine rağmen palizat parankiması katmanında genişleme görülmüştür. Sonuçta 200 m, 300 m, 500 m uzaklıktaki zeytinliklerde verim kaybı olmakla birlikte, 300 m uzaklıkta en fazla verim kaybı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Çimento baca tozu, zeytin, Çanakkale.*

The Effects of Cement Kiln Dust Emitted from Canakkale Cement Factory on the Growth and Yield of the Olive Trees

Abstract

This study was carried out in olive groves nearby a cement factory situated 40 km south-west of Canakkale and samples were collected from olive groves, 200 m, 300 m, 500 m and 5 km (control) away from the cement factory. Morphological observations, shoot length, fruit number and size measurements were performed on new and old shoot samples. Greatest reduction in productivity and in morphological measurements was observed in samples collected from trees that are 300 m away from the factory. The amount of cement kiln dust observed on the unit leaf surface area was higher in such trees and this could be an important factor for the reductions in productivity. Morphological observations showed an increase in palisade paranchyma despite a reduction in leaf size. Reduction was observed in the yield of olive groves located 200, 300 and 500 m away from the factory, the greatest reduction is seen in olive groves located 300 m away from the factory.

Key Words: *Cement kiln dust, olive, Canakkale.*

GİRİŞ

Endüstrileşme ile birlikte çevre kirliliği ülkemiz için önemli boyutlara ulaşmıştır. Özellikle, kurulan fabrikaların yer seçiminde meteorolojik olayların dikkate alınmaması çevredeki bitki, hayvan ve insan yaşamında önemli sorunlara yol açmakta ve atmosfere bırakılan atıklar hava, su ve toprak kalitesi üzerinde olumsuz etkiler yapmaktadır (Vandergrift ve ark. 1971). Ayrıca bu atıklar atmosfer koşullarının etkisiyle geniş alanlara yayılmak suretiyle çevrede bulunan bitkiler üzerinde birikerek normal gelişmelerine engel olmakta (Brandt ve Rhoades 1973, Cireli 1975, Katırcıoğlu ve İren 1988) ve floristik kompozisyonu etkilemektedir (Brandt ve Rhoades 1972). Diğer yandan, endüstriyel baca kirleticileri topraktaki mikrobiyal türler ve onların etkinliklerinde de olumsuzluklara neden olmaktadır (Lux 1974).

Çimento fabrikalarından çıkan tozların çevredeki vejetasyona zararlı etkilerini ilk olarak Parish (1910) ve Peirce (1910) kaydetmiştir. Daha sonra, bu konuda Bohne (1963), Czaja (1966), Treshow (1970), Lerman (1972), Cireli (1975), Sheikh ve ark. (1976), Borka (1980), Voran (1984), İrem ve Katırcıoğlu (1984) ve Muhammad ve Muhammad (2001) gibi araştırmacılar çalışma yapmışlardır. Darley (1966), Lerman (1972), Bilaloğlu ve Yürekli (1982), Güven (1989), Katırcıoğlu ve İren (1988) çimento fabrikalarından çıkan tozların verdiği zararların mekanizmasını açıklamaya çalışmışlar, Pajenkamp (1961) da tozların gübre gibi etki yaparak dolaylı yoldan bitkiye yararlı olduğunu vurgulamıştır.

Trabzon-Ünye'de ihraç ürünü fındıkta, Mersin'de turunçgillerde, İzmir ve Erzurum-Aşkale'de zeytinliklerde çimento fabrikası baca tozlarının etkisi ile verim kaybı gözlenmiştir (İrem ve Katırcıoğlu 1984). Ayrıca çimento fabrikası baca

tozları toprağın kimyasal yapısını da değiştirmektedir (Bayhan ve ark. 2002).

Bu çalışmada, Çanakkale kentinin zeytin (*Olea europaea* L. var. *europaea*) üretimi yapılan bölge yakınında kurulu bulunan çimento fabrikası bacasından salınan baca tozlarının, yakın çevredeki zeytin ağaçları üzerinde birikmesinin, zeytin verimine etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu araştırma Çanakkale kentinin 40 km güneyinde yer alan Çimento Fabrikası'nın çevresinde bulunan zeytin plantasyonunda gerçekleştirilmiştir. Yöredeki hakim rüzgar N, NE yönünden esmektedir. Zeytin ağaçları 4-7 m boyunda olup, 12 yaşındadır. Fabrikanın baca yüksekliği ise 77,7 m'dir. Fabrikanın güneyinde bulunan zeytinlikler çimento baca tozları ile kirlenmekte, toprak yüzeyinde kabuk oluşmakta ve ağaçlar üzerinde tozlar birikmektedir. Kontrol olarak kullanılan zeytin plantasyonu fabrikaya yaklaşık 5 km uzaklıkta ve kuzeyde yer almaktadır. Fabrikanın güneyindeki zeytinliklerden fabrikaya uzaklığına göre, aynı transekt üzerinde, baca filtresinin devreden çıkarılması, çiçeklenme ve ürün olgunlaşması dönemi dikkate alınarak 27.05.2001, 30.06.2001 ve 29.11.2001 tarihlerinde 200 m, 300 m ve 500 m uzaklıktaki zeytin ağaçlarından, kontrol olarak da 5 km kuzeyde bulunan zeytinliklerden bir sıranın kenarlarından ve orta kısmındaki 5 ağaçtan 10'ar yeni filiz ve 10'ar eski filiz örnekleri alınmıştır. Filizlerdeki yaprakların hem alt hem üst yüzündeki çimento tozları fırça ile içinde su bulunan petri kabına alınmış ve yapraklar yıkanmıştır. Daha sonra çimento tozu içeren çözelti 70°C de suyu buharlaşıncaya kadar etüvde bırakılmış ve biriken toz miktarı bulunmuştur. Graph-paper metodu ile Sokkia marka kp-1000 model digital planimetre kullanarak yaprak alanları belirlenmiş ve sonuçta birim yaprak alanında biriken toz miktarı elde edilmiştir. Yeni ve eski filiz boyları ile filizlerdeki yaprak sayısı, meyve sayısı ve boyutları belirlenmiştir. Ölçüm sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir (Kesici ve Kocabaş 1998). Yaprak örnekleri Carnoy fiksatifi içerisine alınıp, 24 saat durağanlanmışlardır. Daha sonra etüvde 70°C'de alkol, ksilol ve parafin serisinden geçirilip, parafin blok içerisine alınmıştır. Parafin bloklarından Mikrom marka Rotary Mikrotomda 7 μm kalınlığında kesitler alınıp, %1'lik safranin ve kristal viole boyama serisinden geçirilmiş ve Entellan ile kapatılarak sabit preparat haline getirilmişlerdir (İnce 1989).

BULGULAR

Çimento fabrikası çevresinde yer alan zeytin bitkisinin (*O. europaea* var. *europaea*) yaprakları üzerinde biriken toz miktarları saptanmış ve anatomik özellikleri incelenmiştir.

1. Çimento Tozlarının Bitki Organlarının Büyüme ve Gelişmesine Etkileri

Olea europaea var. *europaea*, geniş taçlı, herdem yeşil çalı ve ağaçlardır. Çimento baca tozları ile kirletilen ve kirletilmeyen zeytin plantasyonunda fabrikaya olan uzaklığa göre (200 m, 300 m, 500 m ve 5 km) zeytin ağaçlarından alınan örneklerden yeni ve eski filiz boyları, yaprak sayıları, meyve boyutları, yaprak alanları ve birim yaprak yüzeyinde biriken toz miktarları ölçümleri Tablo 1'de verilmiştir. Yeni filiz boyu ortalama değerleri bakımından, kontrol bölgeye göre fabrikadan 200 m uzaklıkta belirgin fark olmadığı halde, 300 m uzaklıkta bu değerin büyük bir azalma gösterdiği ve 500 m uzaklıkta ise artış eğilimine girdiği Tablo 1'de görülmektedir. Gelişme yönünden, filiz boyu ortalama değeri kontrole göre %27,92 azalmıştır. Yeni filizlerdeki yaprak sayısı ortalaması da, tıpkı filiz boyu ortalamasında olduğu gibi 300 m uzaklıkta büyük azalma gösterirken, 500 m'de artış eğilimine girmektedir. Bu filizlerdeki ortalama yaprak sayısında da kontrole göre %5,3 azalma

Tablo 1. Çimento fabrikasına çeşitli uzaklıktaki zeytin ağaçlarından farklı tarihlerde alınan organların ölçümleri ve yapraklardaki çimento baca tozu miktarları.

Zeytin ağaçları	Kirli Bölge				Kirlenmemiş Bölge (kontrol)	Kirlenmemiş bölgeye göre gelişim ve üründe azalma oranı (%)
	I	II	III	Ortalama		
Fabrikaya Uzaklık	200 m	300 m	500 m		5000 m	
Yeni filiz boyu ort. (cm)	4,77 ± 3,48	2,33 ± 1,10	3,30 ± 1,76	3,46 ± 2,12	4,80 ± 2,12	27,92
Yaprak sayısı ort. (adet)	9,50 ± 4,62	6,65 ± 1,57	7,50 ± 2,57	7,86 ± 2,82	8,30 ± 2,16	5,30
Eski filiz boyu ort. (cm)	19,35 ± 8,11	16,05 ± 9,37	16,01 ± 9,72	17,13 ± 9,07	26,5 ± 13,41	35,35
Yaprak sayısı ort. (adet)	26,1 ± 10,79	21,30 ± 13,79	18,60 ± 8,32	22,10 ± 10,97	21,00 ± 8,43	5,23
Meyve sayısı ort. (adet)	1,30 ± 1,05	0,60 ± 0,51	1,10 ± 1,28	1,00 ± 0,95	4,20 ± 2,97	76,19
Meyve boyu ort. (cm)	1,01 ± 0,22	1,01 ± 0,11	1,35 ± 0,18	1,13 ± 0,17	1,50 ± 0,11	24,66
Meyve eni ort. (cm)	0,74 ± 0,15	0,77 ± 0,11	1,03 ± 0,31	0,84 ± 0,19	1,05 ± 0,05	20
27.05.2001						
Yaprak alanı ort.(cm^2/yaprak)	3,46 ± 0,90	3,31 ± 0,74	3,70 ± 1,16	3,40 ± 0,19	3,98 ±1,12	14,57
Ort. toz miktarı (mg/cm^2)	4,10 ±0,03	11,36 ±2,92	4,66 ±1,22	6,70 ±4,03	iz miktarda	
30.06.2001						
Yaprak alanı ort.(cm^2/yaprak)	3,98 ± 1,2	2,91 ± 0,77	3,49 ± 0,95	3,46 ± 0,53	4,34 ± 1,22	20,26
Ort. toz miktarı (mg/cm^2)	11,41 ±2,32	18,52 ±4,23	8,07 ±1,96	12,66 ±0,65	iz miktarda	
29.11.2001						
Yaprak alanı ort.(cm^2/yaprak)	3,54 ± 1,21	3,32 ± 0,89	4,20 ± 1,37	3,68 ± 0,45	4,83 ± 1,10	23,80
Ort. toz miktarı (mg/cm^2)	1,66 ±0,43	6,94 ±1,98	4,40 ±1,14	4,33 ±0,13	iz miktarda	

görülmüştür.

Tablo 1'de ortaya konan verilere göre, eski filiz boyu ortalaması 200 m uzaklıkta kontrolden düşük olup, 300 m ve 500 m uzaklıkta ise bu değer azalmayı sürdürmektedir. Bu durumda, kirlenmiş bölge filizlerinde, kontrole göre gelişmenin %35 azaldığı görülmektedir. Buna karşın, kirletilmiş bölgelerdeki eski filizlerde bulunan yaprak sayısının, kontrol bitkilerden istatistik olarak bir farklılık taşımadığı saptanmıştır.

Çimento tozları ile kirletilmiş bölgelerdeki zeytin ağaçlarının eski filizlerinde oluşan meyve sayısı, fabrikadan 300 m uzaktaki ağaçlarda büyük bir azalma göstermekte olup, genelde kirli alandaki ağaçlarda, kontrole göre %76,19 değerinde çok önemli bir ürün düşmesine yol açar niteliktedir. Benzer şekilde, çimento tozlarıyla kirlenen alanlardaki zeytin meyveleri boyutlarının da, kirletici kaynaktan uzaklığa bağlı etkilenme düzeyleriyle ilişkili olarak azaldığı görülmektedir (Tablo 1). Önemli ürün kaybına yol açan bu boyut azalmalarının, kontrole göre meyve boyunda %24,66 , meyve eninde ise %20 düzeyinde olduğu saptanmıştır.

Çimento fabrikasına belirli uzaklıklardaki zeytin ağaçlarından 27.05.2001, 30.06.2001 ve 29.11.2001 tarihlerinde alınan filizlerde hesaplanan ortalama yaprak alanı ve toz miktarı değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, her üç örnekleme tarihinde de, fabrika bacasından salınan tozların en etkin yoğunlaştığı 300 m uzaklıktaki bitkilerde olmak üzere, 200 ve 500 m uzaklıktaki bitki yapraklarında, yaprak alanının, kontrol bitkilerden daha az olduğu görülmektedir. Örnek alma tarihine göre, yaprak alanı gelişmesinin, kontrol bitkilerden 27.05.2001 tarihinde %14,57, 30.06.2001 tarihinde %20,26 ve 29.11.2001 tarihinde %23,80 oranında engellendiği belirlenmiştir.

2. Çimento Tozlarının Bitkinin Yaprak Anatomisi Üzerine Etkileri

2.1. Fabrikaya 5 km Uzaklıktaki (Kontrol) Zeytinin Yaprak Anatomisi

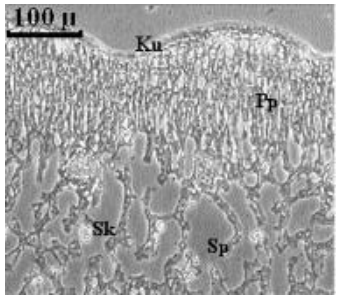
Yaprak dorsiventral olup, değişik boyutta hücrelerden oluşan bir sıra epidermis ve üzeri 7,08 μm kalınlığında bir kütikula ile örtülüdür (Tablo 2). Epidermis dalgalı bir yapı göstermektedir. Epidermisin altında yer yer, özellikle yükselti kısımlarında tek tek veya 3-5 hücreli subepidermal sklereidler bulunmaktadır.

Mezofili oluşturan palizat parankiması 3-5 hücre sırasından oluşmakta olup, 171,21 μm genişliğindedir. Sünger parankiması ise geniş interselüler alanlı, değişik şekilli hücrelerden oluşmakta ve palizat parankimasına göre daha geniş

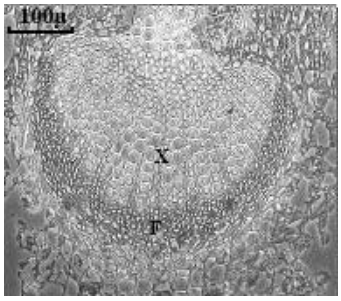
Tablo 2. Fabrikadan uzaklığa göre zeytinin yaprak mezofili ölçümleri.

Uzaklık	Palizat parankima tabakası kalınlığı (μm)	Sünger parankima tabakası kalınlığı (μm)	Kütikula tabakası kalınlığı (μm)
200 m	214,02±14,63	216,97±14,73	11,54±3,39
300 m	254,61±15,96	220,66±14,85	14,61±3,82
500 m	261,62±16,17	243,54±15,61	12,98±3,61
5000m (kontrol)	171,21±13,08	226,19±15,04	7,08±2,66

yer kaplamakta olup, 226,19 μm genişliğindedir. Sünger parankiması hücreleri arasında, palizat parankimasında olduğu gibi tek tek veya 2'li 3'lü gruplar halinde makrosklereid idioblastlar vardır (Şekil 1). Mezofildeki sklerankimatik idioblastlar *Olea* türleri için önemli ayırt edici bir özelliktir (Fahn 1967, Metcalfe and Chalk 1957). Mezofilde yer alan iletim demetleri etrafında bir sıra parankimatik hücreden oluşan demet kını bulunmaktadır. İletim demetinde ksilem geniş bir yer kaplarken, floem daha dar bir alan kaplamaktadır (Şekil 2).



Şekil 1. Kirletilmemiş alandan alınan zeytin yaprağından enine kesit. Ku: Kütikula, Pp: Palizat parankiması, Sp: Sünger parankiması, Sk: Sklereid

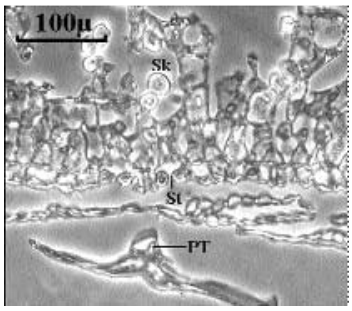


Şekil 2. Kirletilmemiş alandan alınan zeytin yaprağının orta damarı. X: Ksilem, F: Floem

Ksilem trake, trakeid, parankima ve sklerankimadan oluşmakta olup, floem ile arasında 2-3 hücre sıralı kambiyum bulunmaktadır. Öz ışınları belirgindir. Floem kalburlu borular, arkadaş hücreleri, parankima ile kümeler halinde sklereidlerden oluşmaktadır.

Yaprağın alt yüzünde peltat tüyler yoğun olup

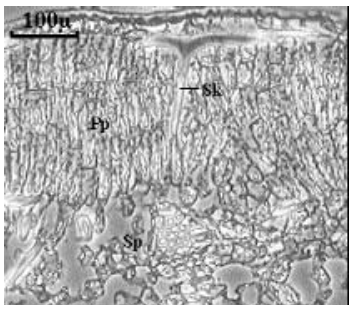
(Şekil 3), burada anömositik (Ranunculaceae tipi) stomalar vardır (Esau 1960). Stomalar mezofitiktir. Bu da *Olea* türleri için tipik özelliktir. Ancak tipik Akdeniz iklim bitkisi olan zeytindeki bu mezofitik stomalar, yaz kuraklığına karşı, peltat kalkan tüyleriyle korunur biçimde hipostomatik yerleşim göstermektedir.



Şekil 3. Kirletilmemiş alandan alınan zeytin yaprağının alt yüzünde stoma ve tüy. St: Stoma, PT: Peltat tüy, Sk: Sklereid

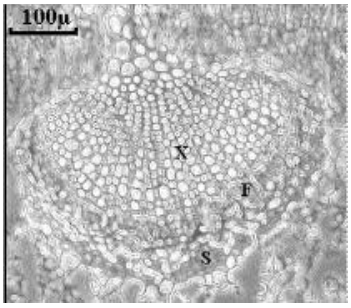
2.2. Fabrikadan 200 m Uzaklıktaki Zeytin Yaprağının Anatomisi.

Farklı büyüklükte bir sıra hücreden oluşan üst epidermis 11,54 μm kalınlığında bir kütikula ile örtülü olup, kalınlık yaprağın kenarlarına doğru artmaktadır. Palizat parankiması birkaç sıralı ve 214,02 μm kalınlığındadır. Mezofilde T ve çubuk şeklinde çok sayıda sklereid vardır. Sünger parankiması 216,97 μm kalınlığındadır (Şekil 4).

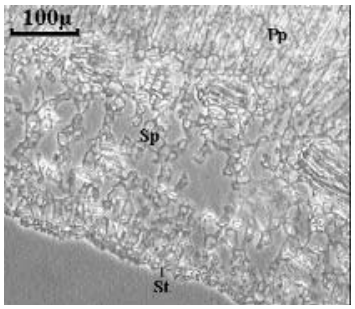


Şekil 4. Çimento fabrikasına 200 m uzaklıktaki zeytin yaprağından enine kesit. Pp: Palizat parankiması, Sp: Sünger parankiması, Sk: Sklereid

Mezofilde yer alan iletim demetleri bir sıra parankimatik hücreli demet kını ile çevrilidir. İletim demetinde ksilem, floemden daha geniş bir alanı doldurmaktadır (Şekil 5). Ksilem, trake, trakeid, parankima ve sklerankimadan oluşmaktadır. Orta damarda öz ışınlar ayırt edilmektedir. Floemde kalburlu borular, arkadaş hücreleri ve parankima ile bunların etrafını saran sklereid kümeleri vardır. Sklereid kümeleri 3-15 hücreden oluşmaktadır. Yaprağın alt yüzü yoğun peltat tüylerle örtülü ve stomalar anömositiktir (Şekil 6).



Şekil 5. Çimento fabrikasına 200 m uzaklıktaki zeytin yaprağının enine kesitinde orta damar. X: Ksilem, F: Floem, S: Sklerankima

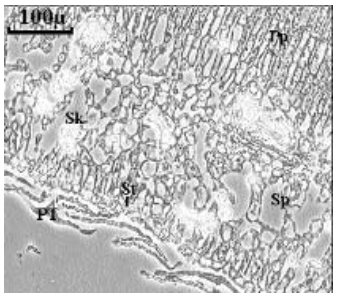


Şekil 6. Çimento fabrikasına 200 m uzaklıktaki zeytin yaprağının enine kesitinde stoma. St: Stoma, Pp: Palizat parankiması, Sp: Sünger parankiması

2.3. Fabrikadan 300 m Uzaklıktaki Zeytin Yaprağının Anatomisi

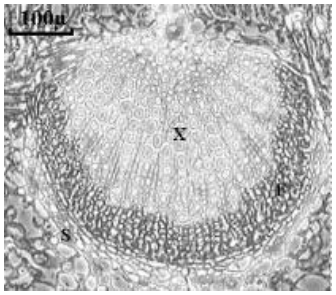
Üst epidermisin üzeri 14,61 μm kalınlığında bir kütikula ile örtülü olup, kalınlığın kenarlara doğru arttığı görülmektedir (Tablo 2). Epidermisin altında yer yer makrosklereid oluşumları görülmektedir. Ayrıca mezofilde, bol miktarda T ve çubuk biçimli sklereidler vardır. Palizat parankiması 4-6 sıralı 254,61 μm kalınlığında bulunmaktadır. Sünger parankiması farklı şekilde hücrelerden oluşmakta ve 220,66 μm kalınlığında olup, geniş interselülar alanlara sahiptir. Yaprağın alt yüzü yoğun peltat tüylerle kaplıdır. Alt epidermiste anömositik stomalar olup, stomalar mezofitiktir (Şekil 7).

Mezofildeki iletim demeti, bir sıra parankimatik hücreli demet kını ile çevrilidir. İletim demetinde



Şekil 7. Fabrikaya 300 m'de yaprak enine kesitte alt yüzeyde stoma. St: Stoma, PT: Peltat tüy, Pp: Palizat parankiması, Sp: Sünger parankiması, Sk: Sklereid

ksilem floeme göre daha geniş yer kaplamaktadır. Ksilem trake, trakeid, parankima ve sklerankimadan oluşmaktadır. Orta damarda öz ışınları ayırt edilmektedir. Ksilem ve floem arasında 2-3 hücre sıralı kambiyum vardır (Şekil 8). Kalburlu borular, arkadaş hücreleri ve parankimadan oluşan floemin çevresinde 3-10 hücreli sklereid kümeleri vardır.



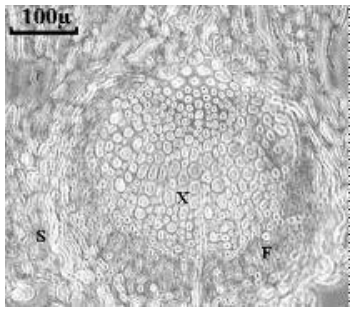
Şekil 8. Fabrikaya 300 m uzaklıktaki zeytinin yaprak enine kesitinde orta damar. X: Ksilem, F: Floem, S: Sklerankima

2.4. Fabrikadan 500 m Uzaklıktaki Zeytin Yaprağının Anatomisi

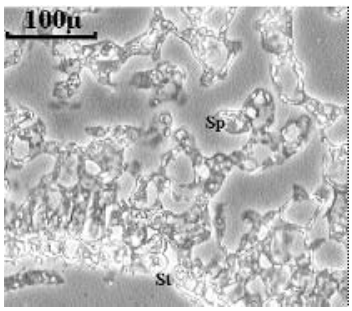
Yaprakta üst epidermis 12,98 μm kalınlığında bir kütikula ile örtülü olup (Tablo 2), kalınlığı kenarlara doğru artmaktadır. Epidermisin hemen altında oluşum halinde sklereidler vardır. Palizat parankiması 3-6 sıralı 261,62 μm kalınlığındadır. Mezofilde az sayıda çubuk şeklinde makrosklereidler görülmektedir. Palizat parankimasının altında geniş interselüler alanlı 243,54 μm kalınlığında sünger parankiması yer almaktadır.

Mezofildeki iletim demetleri, bir sıra parankimatik hücreli demet kını ile sarılmıştır. İletim demetinde ksilem floemden daha geniş yer kaplmaktadır (Şekil 9). Orta damarda öz ışınları ayırt edilmektedir. Ksilem ve floem arasında 2-3 hücre sıralı kambiyum vardır. Floem kal-burlu borular, arkadaş hücre-leri, parankima ve etrafında 3-10 hücre kümeli sklereid-lerden oluşmaktadır. Yaprağın alt yüzeyinde çok sayıda peltat tüy olup, anömositik tip stomalar vardır (Şekil 10).

Çimento fabrikası bacasından salınan tozlarla kirlenen zeytin ağaçlarında, yaprak anatomisine ilişkin verilerimize göre, yapraklarda kütikula ve mezofildeki palizat parankiması tabakası kalınlığı artışının yanısıra (Tablo 2), sklereid oluşumlarda da artış görülmektedir.



Şekil 9. Çimento fabrikasına 500 m uzaklıktaki zeytin yaprağının enine kesitinde orta damar. X: Ksilem, F: Floem, S. Sklerankima



Şekil 10. Çimento fabrikasına 500 m uzaklıktaki zeytin yaprağının enine kesitinde stoma. St: Stoma, Sp: Sünger parankiması

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu araştırmada elde edilen sonuçlara göre, Çanakkale Çimento Fabrikası bacalarından salınan çimento tozları, yörede hakim rüzgarların yönü ve şiddetiyle bağıntılı olarak ulaştıkları zeytin plantasyonlarında, bitkinin büyüme ve gelişmesiyle, verimi üzerinde oldukça önemli olumsuz etkilere neden olduğu gibi (Tablo 1), yaprak anatomisinde de değişimlere yol açmaktadır. Bu açıdan, kirletici kaynağa olan uzaklıklarına göre zeytin bitkisinden alınan örneklerdeki organ

Tablo 3. Çimento fabrikasına farklı uzaklıklardaki kirletilen bölgede yer alan zeytin ağaçlarında yapılan morfolojik ölçümlerin karşılaştırılması.

	Sheikh ve ark. (1976) Zeytin ağaçları				Uysal ve ark. (2001) Zeytin ağaçları				
	I	II	Ort	Gelişim oranı (%)	I	II	III	Ort	Gelişim oranı (%)
Fabrikaya uzaklık (m)	120	187	120-187		200	300	500	200-500	
Eski filiz boyu (cm)	17,2 ± 3,6	12,4 ± 3,0	14,8 ± 2,9	60,6	19,35 ± 8,11	16,05 ± 9,37	16,01 ± 9,72	17,13 ± 9,07	64,64
Yapraklardaki toz miktarı (mg/cm²)	2,66 ±0,38	2,52 ±0,47	2,55 ±0,38		1,66 ±0,43	6,94 ±1,98	4,40 ±1,14	4,33 ±0,13	
Yeni filiz boyu (cm)	7,9 ±0,9	11,3 ±0,8	10,6 ±1,2	50,9	4,77 ±3,48	2,33 ±1,10	3,30 ±1,76	3,46 ±2,12	72,08
Yaprak sayısı	10,0 ± 1,0	9,1 ± 1,3	10,5 ± 1,3	55,8	9,50 ± 4,62	6,65 ± 1,57	7,50 ± 2,57	7,86 ± 2,82	94,69
Meyve sayısı	1,7 ±0,3	1,4 ±0,5	2,3 ±0,45	44,4	1,30 ±1,05	0,60 ±0,51	1,10 ±1,28	1,00 ±0,95	23,80
Meyve boyu (cm)	1,40 ±0,10	1,34 ±0,08	1,64 ±0,04	80,4	1,04 ±0,22	1,01 ±0,11	1,35 ±0,18	1,13 ±0,17	75,33
Meyve eni (cm)	0,77 ±0,04	0,85 ±0,04	0,82 ±0,04	86,3	0,74 ±0,15	0,77 ±0,11	1,03 ±0,31	0,84 ±0,19	56,00

boyutlarına ilişkin sonuçlarımız, İzmir'deki Batı Anadolu Çimento Fabrikası çevresindeki zeytin plantasyonunda Sheikh ve ark. (1976) tarafından yapılan araştırmada elde edilen bulgularla karşılaştırmalı olarak Tablo 3'te irdelenmiştir.

Her iki araştırma verilerinden görüleceği gibi, çimento tozları zeytin bitkisinde sürgün ve yaprak büyüme-gelişmesini olumsuz etkilemekte, meyve tutumu ile gelişmesini engelleyerek önemli verim kaybına neden olmaktadır. Sheikh ve ark. (1976) ile araştırmamızda ele alınan kriterler yönünden bulunan paralel sonuçların değersel büyüklük farklılıkları, olasılıkla araştırılan zeytin çeşit farklılığı, ya da çalışma bölgelerindeki iklimsel özelliklerden kaynaklanmaktadır. Bu duruma göre, her iki alandaki zeytin plantasyonunda, bitkilerin yaprakları üzerinde biriken çimento tozları, gerek fotosentezde etkin ışık absorpsiyonunu engellemekte ve gerekse de yaprak metabolizmasını olumsuz etkileyerek, yaprak ve sürgün (filiz) büyümesini engelleyici rol oynamaktadır.

Diğer yandan, yine İzmir Batı Anadolu Çimento Fabrikası çevresinde çimento tozlarının etkisinde yetiştirilen fasulye, bakla ve buğday bitkilerinin büyümesinde önemli bir azalma olduğu bildirilmiştir (Güven 1989). Yapılan araştırmada, bu bitkilerde çimento tozlarının büyümeyi olumsuz etkilemesinin, biriken tozların neden olduğu stres ile, yapraklarda sentezlenen bitki büyüme hormonu indol-3-asetik asit (oksin) miktarındaki azalma ve büyüme engelleyici absisik asit miktarındaki artışla ilişkili olarak açıklanmıştır (Güven 1989). Sheikh ve ark. (1976) ile tarafımızdan çimento tozlarına maruz kalan zeytin bitkisinde görülen sürgün, yaprak ve meyve büyümesindeki azalma da, muhtemelen Güven (1989) tarafından belirtilen bu hormonal denge değişim mekanizması ile ilişkili görünmektedir.

Çimento tozları, yalnızca zeytinin vejetatif büyüme ve gelişmesini engellemekle kalmayıp, bulgularımıza göre, bitkinin gerek meyve tutumu, yani sayısında, gerekse meyve büyümesinde de olumsuz etkilere yol açmaktadır (Tablo 1). Benzer sonuçlar Sheikh ve ark. (1976) tarafından da ortaya konmuştur (Tablo 3). Bu yönde Bilaloğlu ve Yürekli (1982) tarafından yapılan araştırmada, çimento tozlarıyla kirlenen zeytin çiçeklerinden tozlaşma döneminde toplanan polen tanelerinin çimlenme yeteneklerinde önemli bir düşüş görüldüğü belirtilmiştir. Bu veriler ışığında, zeytin polen verimliliğini olumsuz etkileyen çimento tozlarının, çiçeklenme döneminde tozlaşma ve meyve tutumu ile meyve gelişmesini engelleyici bir rol oynayarak, ülkemiz zeytin üretiminde önemli verim kayıplarına yol açtığı görülmektedir. Ayrıca, çimento tozlarıyla kirlenen zeytin meyvelerindeki yağ miktarının, kontrole göre %50 azaldığı rapor edilmiştir (Cireli 1975). Diğer yandan elde ettiğimiz bu sonuçlar, çimento tozlarına maruz kalan fasulye ve domates bitkilerinde verim azalması olduğunu bildiren Darley (1966)'in sonuçları ile de uyuşmaktadır.

Çanakkale Çimento Fabrikası bacalarından salınan çimento tozları, elde ettiğimiz bulgulara göre, bacadan farklı uzaklıklardaki zeytin bitkilerinin yaprak anatomisi üzerinde de önemli değişikliklere yol açmaktadır. Bu açıdan, kaynaktan 500 m'ye kadar uzaklıkta olan bitkilerin yaprakları üzerinde biriken çimento tozları, bu yapraklarda, kontrole göre, üst epidermisi örten kütikula tabakası ile mezofildeki palizat parankiması katmanını kalınlaştırmakta, yapraktaki sklereid oluşumlarını arttırmakla birlikte, mezofilin sünger tabakası kalınlığında önemli bir değişikliğe yol açmamaktadır (Tablo 2). Bulgularımız, Cireli (1975) tarafından İzmir'de çimento baca tozları ile kirlenen bölgedeki zeytin yapraklarında kütikula, palizat ve sünger parankiması katmanlarında gözlenen kalınlaşma verileri ile uyuşmaktadır. Buna karşılık, İrem ve Katırcıoğlu (1984) tarafından Çorum'da çimento fabrikası baca tozları ile kirlenen elma fidanı yapraklarının palizat ve sünger parankima katmanlarında önemli bir incelmenin yanısıra, üst epidermiste belirli bir kalınlaşma olduğu saptanmıştır. Elde ettiğimiz bulgular, elma fidanları ile yapılan araştırma sonuçlarıyla, yalnızca üst epidermiste tarafımızdan da mikroskobik olarak gözlenen kalınlaşma ile benzer niteliktedir (Şekil 1 ve Şekil 4' ün karşılaştırması).

Bu durum toza karşı bir korunma mekanizması olarak düşünülebilir. Elma fidanları ile yapılan denemelerde istatiksel olarak değerlendirme yapılabilecek sayıda anatomik ölçümler yapılmadığı için bulgular az sayıda gözlemlere dayandırılmış olmalıdır. Çünkü elma fidanları ile yapılan araştırmada tozlu bölgedeki elma yapraklarında klorofil a ve klorofil b miktarlarında kayıplar ile indirgenebilir şeker ve nişasta miktarlarında azalmalar belirlenmiştir. Bu durum yaprakların fotosentez kapasitesinde önemli bir düşüşe yol açar görünümdedir. Ayrıca, yaprak yüzeyinde biriken tozların da ışık absorpsiyonunu engellemekle fotosentetik metabolizmayı olumsuz etkilemesi olağandır. Özellikle tarafımızdan yapılan araştırmada, fabrikaya 300 m uzaklıktaki zeytin ağaçlarının yapraklarında fazla miktarda biriken tozların, yaprağın ışık absorpsiyonunu engelleyerek fotosentez metabolizmasını yavaşlatmış olması ile verim kaybının fazlalığı bu durumun bir sonucudur.

Diğer yandan, yaprak üzerinde biriken çimento tozlarının yüzeysel nem ile tepkimeye girerek alkali çözelti oluşturduğu saptanmıştır (Özbay ve Bayhan 1991). Bu verilere göre, çimento fabrikası baca tozları, biriktikleri yaprak yüzeyinde gerek ışık absorpsiyonunu ve gerekse yüzeysel pH değişimleri ile klorofil pigmentlerinin kaybına neden olarak fotosentez ve bitkide önemli verim kaybına yol açmaktadır.

Zeytin yaprağının enine kesitindeki anatomik yapıda yer alan sklereid idioblastların *Olea europaea*'nın daha çok iletim demetleri çevresinde yer aldığı Cireli (1975) tarafından vurgulanırken, tarafımızdan yapılan araştırmada ise 200 m uzaklıktaki zeytin yaprağının iletim demetleri etrafındaki sklereid kümeleri daha fazla hücreden oluşmakta olup, ayrıca sklereidlerin subepidermal olarak başlayıp, palizat ve sünger parankiması içinde çubuk ve T şeklinde olduğu görülmüştür. Özellikle fabrikadan 200 m uzaklıktaki *O. europaea* yapraklarında subepidermal olarak başlayan, palizat ve sünger parankiması içine doğru yayılan çok sayıda sklereidlerin varlığı dikkati çekmektedir (Şekil 4). Fabrikaya en yakın 200 m uzaklıktaki zeytinliklerin fabrika ile arasının bitkisiz açık alan bulunması ve fabrikadan zeytinliklere doğru kuzeyden sürekli olarak esen rüzgar, atmosferin taşıdığı çimento baca tozu ile birlikte kuvvetli bir etki yapmaktadır. Bunun sonucu olarak da yapraklarda sklereid oluşumu ve gelişimini hızlandırmakta olduğu düşünülmektedir. Çünkü sklerankimanın fonksiyonu öncelikle destek ve koruma görevidir. Zeytin yaprağı mezofilinde lif şeklinde sklereidlerin varlığı Fahn (1967), Metcalfe and Chalk (1957) ve Yentür (1995) tarafından da belirtilmiştir. Sklereidler parankima hücrelerinin sklerifikasyonu ile oluşmakla birlikte, bunun fizyolojik nedeni kesin bilinmemekte ve bazı fizyolojik bozulmalara bir cevap olarak oluştuğu düşünülmektedir (Fahn 1967). Bu düşünceden hareketle, araştırmamızda özellikle fabrikaya 200 m uzaklıkta bulunan *O. europaea* yapraklarında fazla gelişen sklereidlerin, destekle birlikte fotosentetik aktivite eksikliğine dayanan fizyolojik bozulmanın bir sonucu olduğu düşüncesi ağırlık kazanmaktadır. Çimento tozlarıyla kirlenen *O. europaea* yaprağının hücre çeperinin belli yerlerinde lezyonlar oluştuğu, sitoplazmaca fakir hücrelerde gruplaşmış sitoplazmik materyalin içinde geniş vakuoler oluşumlar görüldüğü Cireli (1975) tarafından rapor edilmiştir.

Gerek kontrol, gerekse çimento tozlarıyla kirlenmiş *O. europaea* yapraklarının alt yüzeyinde anömositik tipte stomalar vardır. Mezofitik özellikteki stomalar yaprakta hipostomatik yerleşmiştir. Yaprağın yüzeysel kesitlerinde, stomaların kontrol yapraklara göre kirli bölgede kapalı oldukları gözlenmiş olup, aynı durum Cireli (1975) tarafından da vurgulanmıştır. Sonuçta kirletici olarak çimento baca tozları, *O. europaea*'da morfolojik ve anatomik olarak olumsuz etkilere yol açarak, filiz boyu, yaprak ve meyve gelişimini engellemektedir. Görüleceği gibi, çimento fabrikaları, mevcut işletim sistemleri ile, bulundukları yörelerdeki doğal vejetasyona olduğu kadar, tarımsal üretimi yapılan bitkilerin büyüme ve gelişmelerinin yanısıra ürün verimlerinde de önemli değer kayıplarına neden olmaktadır.

Sonuç olarak bu çalışmada, Çanakkale Çimento Fabrikası örneği ile, fabrika fırın bacalarından salınan çimento tozlarının, hakim rüzgar yönü ve şiddeti, yağış, nispi nem gibi meteorolojik koşullar, hammaddenin bileşimiyle ilişkili olarak, ulaştıkları bitkilerin yaprak anatomisinde bozulmaya yol açtığı, fotosentez ve transpirasyon üzerinde olumsuz etki yaparak verimde önemli ölçüde kayıplara neden olduğu ortaya konmuştur. Çanakkale Çimento Fabrikası'nda her ne kadar bacalarda filtreler olduğu yetkililerce belirtilmişse de, bunun yeterli olmadığı görülmektedir. Ayrıca yeni kurulacak bacalı tesisler için ÇED raporlarının titizlikle hazırlanması ve işletim sistemlerinin kirlenmeye yol açmayacak teknolojilerle donatılması gereği açıkça ortaya çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

Bayhan YK, Yapıcı S, Kocaman B, Nuhoğlu A, Çakıcı A (2002) The Effect of Cement Dust on Some Soil Characteristics. *Fresenius Environmental Bulletin* 11, 11, 1030-1033.

Bilaloğlu R, Yürekli AK (1982) Çimento Tozlarının Zeytin Polenlerinin Çimlenme ve Polen Tüpü Büyümesine Etkisi Üzerine Bir Çalışma. In: *TÜBİTAK VII. Bilim Kongresi Bildiri Metinleri*, 3-7 Kasım 1980, İstanbul, 23-26.

Bohne H (1963) Schödlickeit von Staub aus Zementwerken fur Waldbestande. *Allg. Forstz.* 18, 107-111.

Borka G (1980) The Effect of Cement Dust Pollution on Growth and Metabolism of *Helianthus annuus*. *Environmental Pollution* 40, 249-256.

Brandt CJ, Rhoades RW (1972) Effects of Limestones Dust Accumulation on Composition of a Forest Community. *Environmental Pollution* 3, 217-225.

Brandt CJ, Rhoades RW (1973) Effects of Limestones Dust Accumulation on Lateral Growth of Forest Trees. *Environmental Pollution* 4, 207-213.

Cireli B (1975) Endüstriyel Baca Gazlarının Nif Dağı Vegetasyonuna Etkileri. *Bitki Dergisi* 2, 115-152.

Czaja ATH (1966) Uber die Einwirkung. Von Stauben, Speziell von Zementofenstaub auf Pflanzen. *Angew. Bot.* 40, 106-120.

Darley EF (1966) Studies on the Effect of Cement-kiln Dust on Vegetation. *J. Air Pollut. Contr. Assoc.* 16, 145-150.

Esau K (1960) *Plant Anatomy* II. John Wiley and Sons, Inc. New York-London.

Fahn A (1967) *Plant Anatomy*. Pergamon Press, Jarussalem-Israel.

Güven A (1989) Effects of Cement Dust on the IAA and ABA Content of Some Plants. In: Öztürk MA (ed.), *International Plants and Pollutants in Developed and Developing Countries Symposium*, 22-28 August 1988, Izmir, Ege Univ. Press, 545-548.

İnce H (1989) *Bitki Preparasyon Tèknikleri*. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No: 127, İzmir.

İren S, Katırcıoğlu YZ (1984) Çorum Çimento Fabrikası Bacalarından Çıkan Fırın Tozlarının Bazı Kültür Bitkilerinin Sağlığına Etkileri Üzerinde Araştırmalar. *Doğan Bilim Dergisi* D 2, 8, 2, 147-159.

Katırcıoğlu YZ, İren S (1988) Çimento Fırın Tozlarının Elma ve Fasulye Bitkilerinin Fotosentezine Olan Olumsuz Etkileri. *Çevre* 6, 31-44.

Kesici T, Kocabaş Z (1998) *Biyoistatistik*. Ank. Üniv. Ecz. Fak. Yay. No: 79, Ankara.

Lerman S (1972) Cement-kiln Dust and the Bean Plant in-depth Investigation into Plant Morphology, Physiology and Patalogy. Ph.D. Dissertation, University of California, Riverside.

Lux H (1974) Contamination of the Top Soil in *Pinus sylvestris* Stands by Basic Duste of Industrial Origin. *Wissenschaffliche Zeitschrift der Technischen Universität Dresden* 23, 915-920.

Metcalfe CR, Chalk L (1957) *Anatomy of the Dicotyledons* 2. Oxford University Press, London.

Muhammad ZI, Muhammad S (2001) Periodical Effect of Cement Dust Pollution on the Growth of Some Plant Species. *Turk J Bot* 25, 19-24.

Özbay O, Bayhan YK (1991) Çimento Toz Emisyonlarının Bazı Bitkilerin Büyüme ve Metabolik Olaylarına Etkileri Üzerine İncelemeler. In: Ayvaz Z (ed), *I. Uluslararası Çevre Koruma Sempozyumu Bildirileri*, 8-9 Haziran 1991, İzmir, Çevre Kirliliği ve Kontrolü 2, 302-314.

Pajenkamp H (1961) Einwirkung des Zementofenstaubes auf Pflanzen und Tiere. *Zement-Kalk Gyps* 14, 3, 88-95.

Parish SB (1910) The Effect of Cement Dust on Citrus Trees. *Plant World* 13, 12, 288-291.

Peirce GJ (1910) On Effect of Cement Dust on Orange Trees. *Plant World* 13, 12, 283-287.

Sheikh KH, Öztürk MA, Seçmen Ö, Vardar Y (1976) Field Studies of the Effects of Cement Dust on th Growth and Yield of Olive Trees in Turkey. *Journal of Environmental Conservation* 3, 2, 117-121.

Treshow M (1970) *Environment and Plant Response*, McGraw Hill, New York.

Vandergrift AE, Shannon LJ, Sallee EE, Gorman PG, Pork WR (1971) Particulate Air Pollution in the United States. *J. Air Pollut. Contr. Ass.* 21, 321-328.

Voran VP (1984) Pollution of Grex Forestsoilswith Alkali and Alkaline-Earth Metals in an Area Affected by Cement Dust Emissions. *Ukrniilkhaim G.N. Vysotskogg Khor'kov* 68, 27-31.

Yentür S (1995). *Bitki Anatomisi*. İstanbul Üniv. Fen Fak. Yay. No: 91, İstanbul.