



MAKÜ FEBED  
ISSN Online: 1309-2243  
<http://febed.mehmetakif.edu.tr>

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 5 (2): 22-29 (2014)

Araştırma Makalesi / Research Paper

## Sigara Dumanının Tohum Çimlenmesi ve Kök Uzunluğu Üzerine Etkisi ve Bitki Büyüme Düzenleyicilerinin Bu Parametreler ile Etkileşimi

Arzu Özkara, Dilek Akyıl, Mustafa Kargıoğlu

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Afyonkarahisar

Geliş Tarihi (Received): 07.10.2014, Kabul Tarihi (Accepted): 21.11.2014

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): arzuozkara@gmail.com (A. Özkara)

☎ +90 (248) 411 6382, 📠 +90 (248) 411 6384

### ÖZET

Bu çalışmada, bir monokotil (*Triticum aestivum* cv. Gün 91) ile bir dikotil'in (*Phaseolus vulgaris* cv. Cano) tohum çimlenmesi, kök uzunluğu ve kök anatomisi üzerine sigara dumanının etkileri araştırılmıştır. Ayrıca bu olaylarda sigara dumanı ile dıştan uygulanan çeşitli büyüme maddeleri arasındaki etkileşimler belirlenmeye çalışılmıştır. Sigara dumanı uygulaması her iki bitki türünün tohumunda da çimlenme yüzdesini ve kök uzunluğunu önemli ölçülerde etkilemiştir. Buğday ve fasulye bitkisinde sigara dumanının atmosferik olarak uygulanması çimlenme yüzdesinin ve kök uzunluğunu kontrol grubuna oranla önemli ölçüde azaltmıştır. Ancak kökten alınan kesitlerde gruplar arasında anatomik olarak bir farklılığa rastlanmamıştır. Sulama suyu ile uygulanan sigara dumanı çimlenmeyi geciktirerek 24 ve 48 saatlik çimlenme yüzdesinin kontrol grubuna göre daha düşük seviyelerde olmasına sebep olmuştur. Gruplar arasında çimlenme görülen gruplarda kök uzunlukları ölçülerek karşılaştırılmış ve kontrol grubuna göre her iki bitki tohumlarında da kök uzamasının azaldığı saptanmıştır. Sigara dumanının bu olaylar üzerinde oluşturduğu inhibisyon aynı anda ortama bitki büyüme maddesi (giberellik asit ve kinetin) verilerek azaltılamamıştır.

**Anahtar kelimeler:** Sigara dumanı, bitki büyüme maddesi, çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu

### Effect of Cigarette Smoke on Seed Germination and Root Growth, and Interaction of Plant Growth Substances with These Parameters

### ABSTRACT

This study was aimed to investigate the effects of cigarette smoke on the germination of a monocot (*Triticum aestivum* cv. Gün 91) and a dicot (*Phaseolus vulgaris* cv. Cano) seeds, root growth and anatomy of root. Also, we tried to investigate the interaction between cigarette smoke and plant growth substances. Cigarette smoke application on seeds significantly influenced germination percentage and root length. Results may be summarized as follows; the application of cigarette smoke inhibited the seed germination in both species when this pollutant was present in atmospheric medium. Also, the results showed that root growth in tested plants was reduced according to control group when cigarette smoke was present in water medium. However, no anatomical difference in cross-section of root was found among the groups. After 24 and 48 hours, cigarette smoke delayed germination on seeds. The root lengths of germinated groups were measured

and the results indicated that root length decreased compared to the control group. The inhibition effect of cigarette smoke reduced the root length and seeds germination even if plant growth substances were included.

**Keywords:** Cigarette smoke, plant growth substances, germination percentage, root growth

## GİRİŞ

Doğanın temel fiziksel unsurları olan hava, toprak ve su üzerinde zararlı etkilerin oluşması ile ortaya çıkan ve canlıların hayati faaliyetlerini olumsuz yönde etkileyen çevre sorunlarının tümü çevre kirliliğini meydana getirmektedir (Hayta, 2006). Atmosferin en küçük hacimli ve toprağı saran tabakası olan troposferin kirlenmesi ise hava kirliliği olarak bilinir. Hava kirliliğine yol açan faktörlerin basında endüstriyel faaliyetler, motorlu taşıtların egzoz gazları, baca gazları, yakma işlemleri (çöp, sigara, yakıt), soğutucu ve sprey kullanılması, volkanik faaliyet ve orman yangınları gelmektedir (Munzuroğlu, 1999).

Hava kirlenmesini geniş anlamda havanın doğal yapısında bulunan esas maddelerin yüzde miktarlarının değişmesi veya yapısına yabancı maddelerin girmesi ve bunun sonucunda insan, hayvan ve bitkilere zarar verecek derecede kirlenmiş olan hava olarak tanımlayabiliriz. Sigara dumanı da içeriğinde bulunan pek çok zararlı kimyasal nedeniyle hava kirleticileri arasında yer almaktadır (Wallace, 2001; Sexton ve ark., 2004).

Hava kirliliği, bahçe bitkilerinde vejetatif aksamaların gelişmesini, döllenme biyolojisini, meyve tutumunu, verim ve kalitelerini önemli ölçüde etkilemektedir. Şehir ve endüstri alanlarına yakın yerlerde yetiştirilen bahçe bitkileri için atmosferin bileşimi önemli bir faktördür. Atmosfer bileşimi, gerek açık ve gerekse kapalı alanlarda (sera ve depo) bitki yetiştiriciliğini ve muhafazasını etkileyen önemli bir faktördür (Dursun ve ark., 1998).

Genel hava kirleticilerinin bitkiler üzerindeki etkisi ile ilgili pek çok çalışma bulunmaktadır. Sigara dumanı bu kirleticiler arasında atmosferdeki oranı az olmakla birlikte çok fazla sayıda toksik madde ve kanserojen madde içermesinden dolayı özellikle kapalı ortamlar için önem verilmesi gereken bir kirleticidir. Sigara dumanında, karbonmonoksit, arsenik, metanol, DDT, kadmiyum, bütan, aseton, naftalin, amonyak, styren, benzen, formaldehit, hidralazin, vinil klorür, nikel, polisiklik aromatik hidrokarbonlar, polonyum gibi 4500'den fazla kimyasal maddenin bulunduğu bilinmektedir (Halios ve ark., 2005; Behera ve ark., 2014).

Sigara dumanında enzimatik aktiviteyi inhibe eden binlerce kimyasal madde tespit edilmiştir (Benedict ve Stedman, 1968; Noble, 2001). Birçok emidemiolojik ve laboratuvar çalışmaları sigara dumanının insanlara zararlı etkisinden bahsetmiş ve akciğer kanseri, hipertansiyon, solunum enfeksiyonları, koroner kalp hastalıkları gibi birçok ciddi hastalığa neden olduğunu göstermiştir (Law ve ark, 1997; Das, 2003; Culea ve ark, 2005; Richter ve

ark, 2008; Pang and Lewis, 2011; Thun ve ark, 2013). Hatta kullanıcı olmayıp sadece sigara dumanına maruz kalanlar da bile akciğer kanseri, kardiyovasküler ve solunum problemleri gibi sağlık risklerinin arttığı tespit edilmiştir (Law and Hackshaw, 1996; Kazi ve ark, 2009). Sigara dumanı ile çeşitli memeli türlerinde yapılmış pek çok çalışma bulunmaktadır (Babalık, 2007; Huang ve ark, 2013; Behera ve ark, 2014; Kwak and Lim, 2014; Camlin ve ark, 2014; Maestra ve ark, 2015; Liu ve ark, 2015). Ancak bitkiler üzerinde etkisi ile ilgili yapılan çalışmalar nitelik ve nicelik olarak dar kapsamlıdır ve bu az sayıdaki çalışmaların bir kısmı çok eski tarihlere dayanmaktadır (Munzuroğlu, 1999).

Bu çalışmanın amacı, içerisinde 4500'den daha fazla kimyasal madde bulunan sigara dumanının bitkilerde çimlenme oranı, kök uzunluğu ve kök anatomisi üzerine etkilerinin araştırılmasıdır. Ayrıca dışarıdan uygulanan bitki büyüme düzenleyicilerinin (giberellik asit ve kinetin) oluşabilecek olumsuzluklar üzerine etkinliği de araştırılmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### Materyal

Bu çalışmada Ankara Merkez Tarımsal Araştırma Müdürlüğü'nden temin edilmiş olan ve bitkisel materyal olarak buğday (*Triticum aestivum* cv. Gün 91) ve fasulye (*Phaseolus vulgaris* cv. Cano) tohumları kullanılmıştır. Çalışmada bitki büyüme düzenleyicisi olarak kullanılan Giberellik asit (63492) ve Kinetin (48130) Sigma Aldrich'ten temin edilmiştir.

### Metot

#### Tohumların Seçilmesi ve Çimlendirme

Çimlenme deneyinde kullanılacak olan tohumların seçiminde morfolojik olarak hasar görmemiş sağlıklı ve büyüklük açısından birbirine yakın olan tohumlar tercih edilmiştir. Uygulamalarda 1260 adet buğday bitkisinin tohumu ve 1260 adet fasulye bitkisi tohumu olmak üzere 2520 adet tohum kullanılmıştır. Tohumların çimlendirilmesinde tohumlar ilk olarak 5 saatlik süreyle 23-24°C'lik karanlık ortamda gruplara uyumlu olarak bir kısmı çeşme suyunda bir kısmı da sigara dumanı emdirilmiş suda bekletilmişlerdir. Şişen tohumlar 5 saat sonunda çift katlı filtre kâğıdı döşenmiş çimlendirme kaplarına 10'ar adet olacak şekilde yerleştirilmiştir ve çimlendirme denemesi 3 tekrarlı olarak yapılmıştır ve tohumların çimlenme oranları, radikula belirimi esasına göre tespit edilmiştir.

### **Sigara Dumanının Atmosferik Olarak Uygulanması**

Deney objelerine, doz olarak 24 saatte 1 adet piyasada bulunan bir sigara çeşidinin dumanı uygulanmıştır. Tohumlar 20'er litrelik şeffaf bidonların oluşturduğu kapalı sistemlerde sigara dumanına maruz bırakılmıştır. Atmosferik uygulama yaparken çimlenmenin gerçekleştiği atmosfere vakum pompası ile her 24 saatte, 1 saat boyunca birer doz sigara dumanı verilerek uygulama gerçekleştirilmiştir. Ayrıca çimlendirme kaplarına, gruplara uygun olarak ekim ortamlarına verilen sıvıdan 1 mL ilave edilmiştir.

### **Sigara Dumanının Sulama Suyu İle Uygulanması**

Sigara dumanı uygulaması, tohumların sulama ortamlarında kullanılan sıvıların her 100 mL'sine birer doz sigara dumanı emdirilerek gerçekleştirilmiştir. Sigara dumanının emdirilmesinde su trompu kullanılmış ve buna uygun ortam hazırlanmıştır. Bitki büyüme düzenleyicileri eklenecek olan gruplarda sigara dumanı bu hormon solüsyonlarına emdirilmiştir.

### **Bitki Büyüme Düzenleyicisinin Uygulanması**

Bitki büyüme düzenleyicisi olarak giberellik asit ve kinetin kullanılmıştır. Her iki bitki büyüme düzenleyicisi de 100 ppm'lik konsantrasyonda uygulanmıştır. Gruplara göre uygun konsantrasyonlar her çimlendirme kabına 1 mL olacak şekilde eklenmiştir.

Her bir bitki tohumu için kontrol grubu da dâhil olmak üzere 21 farklı uygulama grubu belirlenmiştir. Bu amaçla planlanmış ve kısaltmaları metin içerisinde geçen işlemler şunlardır (Tablo 1).

### **Çimlenme Yüzdelerinin Belirlenmesi**

Tohumların çimlenme oranları, radikula belirimi esasına göre tespit edilmiştir. 24, 48 ve 72. saatlerde çimlenme oranları belirlenmiş, her bir grubun çimlenme yüzdesi hesaplanmış ve kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Çimlenme yüzdeleri hesaplanırken aşağıdaki formül kullanılmıştır.

Çimlenme oranı = (Çimlenen tohum sayısı/Kullanılan tohum sayısı) x 100

### **Kök Uzunluğunun Tespiti ve Kök Anatomisi**

Hem buğday hem de fasulye tohumlarında çimlenen tohumlardan, çimlenmeden 72 saat sonra kök uzunlukları ölçülmüş ve kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Tohumların kök büyümesi ile ilgili gruplar arasında anatomik farklılıklar; kökte anormal bir gelişim gözlenip gözlenmediğine, kökte renk değişimine, kök tüyü oluşumuna bakılarak ve köklerden anatomik kesitler alınarak belirlenmiştir.

Kök uzunlukları ile ilgili yapılan ölçümlerinin kontrol gruplarına göre farkının istatistiksel olarak belirlenmesinde SPSS (17.0) paket programında Oneway Anova-Dunnnett (p<0.01) analizi kullanılmıştır. Yapılan uygulamalar sonucunda her bir gruptan elde edilen kökler dehidrasyon işlemine tabi tutulmuştur. Bu serilerden geçirilen örnekler daha sonra alkol:ksilol (2:1, 1:1, 1:2, saf ksilol) serilerine alındıktan sonra hazırlanan parafin bloklardan rotary mikrotom (Euromex MT 5505) ile 7.5 µm kalınlığında enine olarak kesitler alınmıştır.

### **BULGULAR**

Buğday ve fasulye tohumları üzerinde yapılan çimlendirme çalışmalarının sonunda her bir grup için hem çimlenme yüzdesi hesaplanmış, kök uzunluğu ölçülmüş ve köklerden anatomik olarak kesit alınmıştır.

### **Tohumların Çimlenme Yüzdesi ve Kök Uzunluğu**

Sigara dumanı uygulaması her iki bitki türünde de çimlenmeyi etkilemiştir. Çimlenme yüzdesi 24, 48 ve 72 saat sürelerinde ayrı ayrı hesaplandığında buğday ve fasulye tohumlarında sigara dumanı uygulamalarının tümünde, tohumlardaki çimlenme oranının kontrol grubuna kıyasla değiştiği gözlenmektedir. Elde edilen veriler Tablo 2 ve 3'te verilmiştir. Tohumların çimlenme yetenekleri üzerine sigara dumanı-bitki büyüme düzenleyicisi etkileşimine bakıldığında ise giberellik asit ve kinetin uygulaması sonucunda iki farklı bitki büyüme düzenleyicisi arasında önemli bir fark gözlenmemiştir. Ayrıca her iki bitki büyüme düzenleyicisinin de sigara dumanının çimlenme yüzdesi üzerindeki azaltıcı etkisine karşı etkili olmadığı görülmüştür.

Buğday tohumları üzerinde sigara dumanının etkisine bakıldığında en az çimlenme oranı, 24 saatlik veriler arasında %70'lik çimlenme yüzdesi ile hem atmosferik hem de sulama suyu ile yapılan uygulamada tespit edilmiştir. Fasulye tohumlarında ise en az çimlenme oranı, 24 saatlik veriler arasında %70'lik çimlenme yüzdesi ile yalnızca atmosferik olarak sigara dumanı uygulamasında görülmüştür.

Her iki bitki tohumunda elde edilen tüm verilere bakıldığında çimlenme yüzdesinin 48. saat ile 72. saatte aynı olduğu görülmektedir. Tohumların çimlenme oranları ilk 24. saat ile 48. saatler arasında değişiklik gösterdiği, ancak 48. saat sonundan itibaren çimlenen tohum sayıları aynı kaldığı tespit edilmiştir.

**Tablo 1.** Kontrol ve deney grupları

Kısaltma	Tohum Türü	Açıklama
BK		Sadece çeşme suyu uygulaması
BA		Sadece atmosferik sigara dumanı uygulaması
BB		Sadece sulama ile sigara dumanı uygulaması
BC		Sadece şişme ile sigara dumanı uygulaması
BAB		Hem atmosferik hem de sulama ile sigara dumanı uygulaması
BAC		Hem atmosferik hem de şişme ile sigara dumanı uygulaması
BBC		Hem sulama hem de şişme ile sigara dumanı uygulaması
BK1		Çeşme suyu+100 ppm Giberellik asit (GA) uygulaması
BA1		Sadece atmosferik sigara dumanı+100 ppm GA uygulaması
BB1		Sadece sulama ile sigara dumanı+100 ppm GA uygulaması
BC1	Buğday	Hem atmosferik hem de sulama ile sigara dumanı+100 ppm GA uygulaması
BAB1		Hem atmosferik hem de sulama ile sigara dumanı+100 ppm GA uygulaması
BAC1		Hem atmosferik hem de şişme ile sigara dumanı+100 ppm GA uygulaması
BBC1		Hem sulama hem de şişme ile sigara dumanı+100 ppm GA uygulaması
BK2		Çeşme suyu+100 ppm Kinetin uygulaması
BA2		Sadece atmosferik sigara dumanı+100 ppm Kinetin uygulaması
BB2		Sadece sulama ile sigara dumanı+100 ppm Kinetin uygulaması
BC2		Hem atmosferik hem de sulama ile sigara dumanı+100 ppm Kinetin uygulaması
BAB2		Hem atmosferik hem de sulama ile sigara dumanı+100 ppm Kinetin uygulaması
BAC2		Hem atmosferik hem de şişme ile sigara dumanı+100 ppm Kinetin uygulaması
BBC2		Hem sulama hem de şişme ile sigara dumanı+100 ppm Kinetin uygulaması
FK		Sadece çeşme suyu uygulaması
FA		Sadece atmosferik sigara dumanı uygulaması
FB		Sadece sulama ile sigara dumanı uygulaması
FC		Sadece şişme ile sigara dumanı uygulaması
FAB		Hem atmosferik hem de sulama ile sigara dumanı uygulaması
FAC		Hem atmosferik hem de şişme ile sigara dumanı uygulaması
FBC		Hem sulama hem de şişme ile sigara dumanı uygulaması
FK1		Çeşme suyu+100 ppm GA uygulaması
FA1		Sadece atmosferik sigara dumanı+100 ppm GA uygulaması
FB1		Sadece sulama ile sigara dumanı+100 ppm GA uygulaması
FC1	Fasulye	Hem atmosferik hem de sulama ile sigara dumanı+100 ppm GA uygulaması
FAB1		Hem atmosferik hem de sulama ile sigara dumanı+100 ppm GA uygulaması
FAC1		Hem atmosferik hem de şişme ile sigara dumanı+100 ppm GA uygulaması
FBC1		Hem sulama hem de şişme ile sigara dumanı+100 ppm GA uygulaması
FK2		Çeşme suyu+100 ppm Kinetin uygulaması
FA2		Sadece atmosferik sigara dumanı+100 ppm Kinetin uygulaması
FB2		Sadece sulama ile sigara dumanı+100 ppm Kinetin uygulaması
FC2		Hem atmosferik hem de sulama ile sigara dumanı+100 ppm Kinetin uygulaması
FAB2		Hem atmosferik hem de sulama ile sigara dumanı+100 ppm Kinetin uygulaması
FAC2		Hem atmosferik hem de şişme ile sigara dumanı+100 ppm Kinetin uygulaması
FBC2		Hem sulama hem de şişme ile sigara dumanı+100 ppm Kinetin uygulaması

Her gruptaki çimlenen tohumlardan kök uzunlukları 72 saat sonunda ölçülmüş ve ortalamaları tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonunda atmosferik olarak sigara dumanı uygulanan tüm gruptaki kök uzunluğundaki azalmanın anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen veriler Tablo 2 ve 3'te verilmiştir. Giberellik asit ve kinetin uygulamasının kök uzamasının inhibisyonu üzerinde olumlu herhangi bir etkiye sahip olduğunu söylemek mümkün değildir.

### Kök Anatomisi

Yapılan anatomik çalışmalar sonucunda her iki bitki tohumundan elde edilen kökler incelenmiş ve gruplar

karşılaştırılmıştır. Her iki bitkide de kökün kısımlarını oluşturan epiderma (eksoderma), korteks ve öz bölgelerinde uygulama grupları ile kontrol grubu arasında herhangi bir farklılık tespit edilememiştir. Kesitlerde iletim demetlerinin yerleşimi normaldir. Diğer bölgelerde yer alan hücrelerin şekli ve büyüklükleri kontrol grubu ile uyumludur. Yapılan çalışma sonucunda, sigara dumanının kök anatomisi üzerinde belirgin bir farklılığa sebep olmadığı söylenebilir.

### TARTIŞMA

Endüstri devriminin başlangıcından itibaren insan nüfusunun artışına paralel olarak şehirleşme, tarımsal,

ekonomik ve endüstriyel aktiviteler artmıştır. Artan bu aktiviteler ve doğal süreçler CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> vb. maddelerin oluşmasına neden olmuştur. Bu maddeler

ekonomik, sosyal ve ekolojik etkileri bulunan toprak, su ve hava kirliliğini de beraberinde getirmişlerdir (Özer ve Karadoğan, 1996).

**Tablo 2.** *Triticum aestivum*'da oluşturulan grupların çimlenme yüzdeleri ve kök uzunlukları

Grup Adı	Çimlenme Yüzdesi (%)			Kök Uzunluğu±Std. Sapma (cm)
	24 saat	48 saat	72 saat	
BK	100	100	100	3.93 (±0.43)
BA	75	80	80	0.47 (±0.10)*
BB	90	100	100	3.10 (±0.11)
BC	90	95	95	4.21 (±0.63)
BAB	70	80	80	0.52 (±0.10)*
BAC	95	100	100	0.54 (±0.11)*
BBC	85	100	100	2.77 (±0.85)
BK1	80	90	90	3.29 (±0.72)
BA1	85	95	95	0.43 (±0.14)*
BB1	80	85	85	3.60 (±0.69)
BC1	95	100	100	3.59 (±0.55)
BAB1	80	85	85	0.53 (±0.11)*
BAC1	90	95	95	0.58 (±0.21)*
BBC1	85	100	100	3.32 (±0.70)
BK2	95	95	95	2.79 (±0.49)
BA2	85	90	90	0.58 (±0.13)*
BB2	80	85	85	2.88 (±0.46)
BC2	80	85	85	2.79 (±0.81)
BAB2	85	90	90	0.58 (±0.12)*
BAC2	90	90	90	0.55 (±0.16)*
BBC2	75	100	100	3.07 (±0.65)

\*p<0.01 ve kısaltmalar metot bölümünde açıklanmıştır

**Tablo 3.** *Phaseolus vulgaris*'te oluşturulan grupların çimlenme yüzdeleri ve kök uzunlukları

Grup Adı	Çimlenme Yüzdesi (%)			Kök Uzunluğu±Std. Sapma (cm)
	24 saat	48 saat	72 saat	
FK	100	100	100	2.41 (±0.24)
FA	70	75	75	0.35 (±0.09)*
FB	90	95	95	2.42 (±0.30)
FC	100	100	100	2.52 (±0.17)
FAB	85	90	90	0.47 (±0.07)*
FAC	75	80	80	0.46 (±0.09)*
FBC	95	95	95	2.45 (±0.13)
FK1	100	100	100	2.40 (±0.14)
FA1	80	85	85	0.32 (±0.08)*
FB1	90	90	90	2.36 (±0.11)
FC1	100	100	100	2.39 (±0.23)
FAB1	75	75	75	0.40 (±0.07)*
FAC1	80	80	80	0.46 (±0.08)*
FBC1	100	100	100	2.42 (±0.20)
FK2	95	95	95	2.45 (±0.18)
FA2	80	85	85	0.32 (±0.09)*
FB2	90	95	95	2.25 (±0.30)
FC2	100	100	100	2.41 (±0.25)
FAB2	80	85	85	0.40 (±0.12)*
FAC2	85	85	85	0.45 (±0.10)*
FBC2	100	100	100	2.41 (±0.24)

\*p<0.01 ve kısaltmalar metot bölümünde açıklanmıştır.

Günümüzde sigara kullanımı gelişen dünyamızda hızlı bir şekilde artmaktadır. Bu nedenle, içinde bulunduğumuz ve gelecekteki insan sağlığı üzerine en büyük tehditlerden birisidir (Edwards, 2004). Sigara kullanımı dünyada ikinci ölüm sebeplerinde birisi olup 2030 yılına kadar bu artış aynı hızla devam ederse yılda 9 milyondan daha fazla insanın sigaradan öleceği tahmin edilmektedir (World Health Report, 2002). Sigaranın sadece insan sağlığı değil aynı zamanda tüm diğer canlılar üzerinde de olumsuz birçok etkisinin olduğu açıktır. Ancak bu konu ile ilgili bitkiler üzerinde yapılan çalışmaların sınırlı olması sebebiyle verilerde yetersizlik söz konusudur.

Yapılan bu çalışma sonucunda sigara dumanı uygulamasının buğday ve fasulye tohumlarının çimlenmesi üzerinde olumsuz yönde etkili olduğu ve bu durumu dışarıdan bitki büyüme düzenleyicileri yardımıyla ortadan kaldırmanın mümkün olmadığı tespit edilmiştir. Tohum çimlenme yüzdesi ve kök uzunluğu gibi ölçümler bitkilerin çevresel etmenlere karşı duyarlılıklarının belirlenmesinde kullanılan güvenilir parametrelerdir (Khan, 1971; Yang ve ark., 2008; Kumar ve ark., 2011; Long ve ark., 2012; Deng ve ark., 2014; Jha ve ark., 2015). Yapılan çalışma sonucunda sigara dumanı uygulamasının her iki bitki türünde de hem çimlenme yüzdesi hem de kök uzunluğu açısından olumsuz etkiye sahip olduğu görülmüştür. Çimlenme yüzdelerinde azalmalar bulunmakla beraber her iki bitki türünde de kök uzunluğundaki azalmalar daha dikkat çekicidir. Ayrıca uygulama gruplarından bazılarındaki köklerde kısalmalar, kalınlaşmalar ve renk değişimleri dikkat çekicidir. Morfolojik olarak köklerde bazı değişikliklerin olduğu, ancak bu değişikliklerin anatomik kesitlerde herhangi bir farklılık yaratmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Kısacası yapılan çalışma sonucunda tohumların en çok atmosferik sigara dumanı uygulamasından etkilendiği açıktır ve bu her iki bitki tohumu içinde geçerli olmuştur. Ayrıca sigara dumanının farklı kombinasyonlarla uygulanması ile de çimlenme yüzdesi ve kök uzunluğu açısından olumsuz etkiye sahip olduğunu söylemek mümkündür. Bu kombinasyonlar arasında sigara dumanının şişme ve sulama suyuna uygulanması diğer kombinasyonlardan daha az zararlı etkiye sahip olmuştur. Atmosferik uygulama bulunan gruplar daha çok etkilenmiştir. Buna bağlı olarak da sigara dumanının atmosferik olarak uygulanmasının en çok inhibisyon etkisine sahip olduğu söylenebilir.

Daha önce yapılan bazı araştırmalarda eksoz gazı ve sigara dumanı gibi kirleticilerin çimlenmeyi inhibe ettiği belirtilmiştir. Türkan (1988) yaptığı çalışmada salatalık ve buğday bitkilerinde egzoz gazı kullanarak tohum çimlenmesinin inhibe edildiğini göstermiştir. Yine Munzuroğlu (1999) salatalık ve buğday tohumlarında sigara dumanının inhibisyon etkinliğini tespit etmiştir.

Giberellik asit ve kinetin gibi bitki büyüme düzenleyicilerinin çimlenmede rol oynadığı ve dormansi

halinde tohumların çimlenmesini teşvik ettiği uzun zamandan beri bilinmektedir. Çimlenme ve dormansi, tohumdaki teşvik edici ve inhibitör grubu hormonlar arasındaki hassas bir denge ile kontrol edilmektedir (Khan, 1971). Çeşitli çevresel faktörlerle (sıcaklık, ışık, tuzluluk) yapılan çimlendirme denemelerinde tohum çimlenmesi üzerindeki bazı olumsuz etkilerin çeşitli bitki büyüme düzenleyicileri uygulanması ile ortadan kaldırılabilceği gösterilmiştir (Kabar, 1979; Öztürk ve ark., 1993; Whitehead ve Sutcliffe, 1995; Kambizi ve ark., 2006; Guleryuz ve ark., 2011; Miransari ve Smith, 2014). Ancak bu çalışmada her iki bitki büyüme düzenleyicisinin uygulanması çimlenme süresindeki gecikmeyi iyileştirmediği gibi, çimlenen tohumlarda kök uzunluğu üzerinde de düzenleyici etkisi olmamıştır. Kullandığımız bitki büyüme düzenleyicilerinin her ikisi de çimlenme üzerinde düzeltici etkiye sahip olamamışlardır. Çimlenmede meydana gelen bu gecikme ve aksaklıklar ve bunların bitki büyüme düzenleyicileri ile aşılamaması sigara dumanının hormon sentezi dışındaki bir mekanizma üzerinde çimlenmeyi inhibe edici etkisini göstermektedir.

Bu durum daha önce Munzuroğlu (1999) tarafından yapılan çalışmada da belirtilmiştir. Bu sonuçlar, özellikle atmosferik olarak sigara dumanı uygulamasında çimlenme inhibisyonu olduğu düşünüldüğünde, çimlenmenin gerçekleştiği ortamdaki atmosferik bileşenler ve bu bileşenlerin havadaki oranı, sigara dumanı içerisinde yer alan pek çok kimyasal maddenin ortamda bulunması, oksijen miktarındaki değişiklik gibi nedenlerle çimlenme inhibisyonu uğramış olabileceğini göstermektedir.

Ayrıca bu konu ile ilgili çok fazla çalışma olmamasına rağmen Noble (2001) yaptığı çalışmada, turp, lahan, buğday, arpa ve çavdar tohumlarının çimlenmesi üzerine sigara dumanının etkisini araştırmıştır. Ve sigara dumanının çimlenme oranını belirgin bir şekilde yavaşlattığını tespit etmişlerdir. Ayrıca sigara dumanı, tohumların çimlenmesinde önemli olduğu bilinen alfa amilaz ya da lizozim enzimlerinin seviyelerinin düşmesine sebep olmuştur. Yine Pennacchio ve ark., (2005) yaptıkları çalışmada doğal ortamdan topladıkları nane tohumlarına farklı sürelerde (1, 2, 4, 8, 16, 32 ve 64 dakika) sigara dumanını 80 L'lik suya uygulamışlar ve 14 gün süre ile çimlenmeye tabi tutmuşlardır. Çalışmanın sonunda çimlenme yüzdesinin azaldığı ancak 1-4 dakikalık uygulamada, son çimlenme ortalamalarının kontrol grubuna göre daha fazla olduğu sonucuna varmışlar ve sigara dumanının bu sürelerde tohum çimlenme final oranlarını teşvik ettiği sonucuna ulaşmışlardır. Yaptıkları bu çalışma ile çok kısa süreli bir sigara dumanına maruz kalan su ile çimlenme final oranlarında kontrol grubuna göre bir artış tespit etmişlerdir.

Çalışmamızda sigara dumanının çimlenme yüzdesi ve kök uzunluğunu etkilemesinin yanı sıra kökler üzerinde morfolojik değişikliklere de sebep olduğu tespit edilmiştir. Sigara dumanına maruz bırakılan köklerin renklerinde

gözle görülür bir farklılık söz konusudur. Buğday bitkisinde koyu sarıdan kahverengiye kadar farklı tonlarda renk değişimi saptanmıştır. Fasulye bitkisinde renk koyulaşması, köklerdeki kalınlaşma dikkat çekicidir. Ayrıca her iki bitki içinde kök tüylerinde gelişimin zayıfladığı da tespit edilmiştir. Yapısal olarak köklerde bir kalınlaşma söz konusudur. Daha önce yapılmış bazı çalışmalarda da kök gelişim üzerinde buna benzer değişiklikler olduğu belirtilmiştir (Çanakçı, 2010). Ancak kökler anatomik olarak kontrol grupları ile karşılaştırıldığında herhangi bir yapısal bozukluğa rastlanmamıştır.

Sonuç olarak; yaptığımız çalışma ile içerisinde 4500'den daha fazla kimyasal madde bulunan sigara dumanının bitkilerde çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu ve kök anatomisi üzerine etkileri araştırılmıştır. Ayrıca dışarıdan uygulanan bitki büyüme düzenleyicilerinden gibberellik asit ve kinetinin iki farklı konsantrasyonunun oluşabilecek olumsuzluklar üzerine etkileri üzerinde de durulmuştur. Buğday ve fasulye bitkisinde sigara dumanının atmosferik olarak uygulanması çimlenme yüzdesinin ve kök uzunluğunu kontrol grubuna oranla önemli ölçüde azaltmıştır.

Tüm bunların yanı sıra bu olumsuzluklar üzerinde gibberellik asit ve kinetinin düzeltici etkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Çünkü kök uzunluğundaki değişimlerden atmosferik olarak anlamlı bulunan azalmalar her iki bitki büyüme düzenleyicisi uygulanan gruplarda da her iki bitkide istatistiksel açıdan önemli olmuştur. Tüm bu veriler sigara dumanının bitki çimlenmesi ve kök uzamasında iki farklı bitki türünde de zararlı etkisini kanıtlamıştır. Bu zararlı etkiler bitki büyüme düzenleyicileri ile düzeltilememiştir.

## KAYNAKLAR

- Babalık, M. (2007). Çevresel sigara dumanının vokal kordlar üzerine etkilerinin siçanlarda histopatolojik ve immunokimyasal yöntemle araştırılması. İstanbul Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kulak Burun Boğaz Kliniği Uzmanlık Tezi, İstanbul.
- Behera, S.N., Xian, H., Balasubramanian, R. (2014) Human health risk associated with exposure to toxic elements in mainstream and sidestream cigarette smoke. *Science of the Total Environment* 472: 947–956.
- Benedict, R.C., Stedman, R.L., (1968). Complexity of enzymatic inhibition by cigarette smoke. *Experientia* 24: 1205-1206.
- Camlin, N.J., McLaughlin, E.A., Holt J.E. (2014). Through the smoke: Use of in vivo and in vitro cigarette smoking models to elucidate its effect on female fertility. *Toxicology and Applied Pharmacology* 281:266–275.
- Culea, M., Cozar, O., Culea, E. (2005). PAHs in cigarette smoke by gas chromatography–mass spectrometry. *Indoor and Built Environment* 14(3–4): 283–292.
- Çanakçı, S. (2010). Arpa (*Hordeum vulgare* L. cv.) tohumlarının çimlenmesi, çeşitli büyüme parametreleri ve pigment miktarları üzerine salisilik asit ve ferulik asit'in etkileri. *Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi* 22(1): 37-45.
- Das, S.K. (2003). Harmful health effects of cigarette smoking. *Molecular and Cellular Biochemistry* 253: 159–165.
- Deng, Y., Yuan, F., Feng, Z., Ding, T., Song, J. Wang, B. (2014). Comparative study on seed germination characteristics of two species of Australia saltbush under salt stress. *Acta Ecologica Sinica* 34: 337–341.
- Dursun, A., Aslantaş, R., Pırlak, L. (1998). Hava Kirliliğinin Bahçe Bitkileri Yetiştiriciliği Üzerine Etkisi. *Ekoloji Çevre Dergisi* 7(27): 11-14.
- Edwards, R. (2004). The problem of tobacco smoking. *BMJ* 328: 217-219.
- Gurcan, G., Kırmızı, S., Arslan, H., Sakar, F.S. (2011). Dormancy and germination in *Stachys germanica* L. subsp. *bithynica* (Boiss.) Bhattacharjee seeds: Effects of short-time moist chilling and plant growth regulators. *Flora* 206: 943– 948.
- Haliosa, H., Assimakopoulos, V.D., Helmisa, C.G., Flocasa, H.A. (2005). Investigating cigarette-smoke indoor pollution in a controlled environment. *Science of the Total Environment* 337: 183– 190.
- Hayta, A.B. (2006). Çevre Kirliliğinin Önlenmesinde Ailenin Yeri ve Önemi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi* (KEFAD) 7(2): 359-376.
- Huanga, J., Okukab, M., Lua, W., Tsibris, J.C.M., McLean, M.P., Keefe, D.L., Liu, L. (2013). Telomere shortening and DNA damage of embryonic stem cells induced by cigarette smoke. *Reproductive Toxicology* 35: 89– 95.
- Jha, P., Norsworthy, J.K., Kumar, V., Reichard, N.. (2015). Annual changes in temperature and light requirements for *Ipomoea purpurea* seed germination with after-ripening in the field following dispersal. *Crop Protection* 67: 84-90.
- Kabar, K. (1979). *Hordeum vulgare*'de yüksek sıcaklık şartları ve tuza tolerans ilişkilerinin çimlenme üzerindeki etkilerinin analizi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Kambizi, L., Adebola, P.O., Afolayan, A.J. (2006). Effects of temperature, pre-chilling and light on seed germination of *Withania somnifera*; a high value medicinal plant. *South African Journal of Botany* 72: 11-14.
- Khan, A.A. (1971). Cytokinins: Permissive roles in seed germination. *Science* 171: 853-859.
- Kumar, B., Verma, S.K., Singh, H.P. (2011). Effect of temperature on seed germination parameters in Kalmegh (*Andrographis paniculata* Wall. ex Nees.). *Industrial Crops and Products* 34:1241–1244.
- Kwak, H., Lim, H. (2014). Inhibitory effects of *Cnidium monnieri* fruit extract on pulmonary inflammation in mice induced by cigarette smoke condensate and

- lipopolysaccharide. *Chinese Journal of Natural Medicines* 12(9): 641-647.
- La Maestra, S., De Flora, S., Micala, R.T. (2015) Effect of cigarette smoke on DNA damage, oxidative stress, and morphological alterations in mouse testis and spermatozoa. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 218: 117–122.
- Law, M.R., Hackshaw, A.K. (1996). Environmental tobacco smoke. *British Journal of Medicine and Medical Research* 52: 22–34.
- Law, M.R., Morris, J.K., Wald, N.J. (1997). Environmental tobacco smoke exposure and ischemic heart disease: an evaluation of the evidence. *British Journal of Medicine and Medical Research* 315: 973–80.
- Liu, M., Poo, W.K., Lin, Y. (2015). Pyrazine, 2-ethylpyridine, and 3-ethylpyridine are cigarette smoke components that alter the growth of normal and malignant human lung cells, and play a role in multidrug resistance development. *Experimental and Molecular Pathology* 98: 18–26.
- Long, Y., Tan, D.Y., Baskin, C.C., Baskin, J.M. (2012). Seed dormancy and germination characteristics of *Astragalus arpilobus* (Fabaceae, subfamily Papilionoideae), a central Asian desert annual ephemeral. *South African Journal of Botany* 83: 68–77.
- Miransari, M., Smith, D.L. (2014). Plant hormones and seed germination. *Environmental and Experimental Botany* 99: 110–121.
- Munzuroğlu, Ö. (1999). Bitki büyüme maddeleri uygulaması ile sigara dumanının çimlenmeyi engelleyici etkileri arasındaki ilişkilerin araştırılması. *Turkish Journal of Biology* 23: 115-126, 1999.
- Noble, R.E. (2001). Effect of cigarette smoke on seed germination. *The Science of the Total Environment* 267: 177-179.
- Özer, H., Karadoğan, T. (1996). Ozon (O<sub>3</sub>) ve bitki yaşamı üzerine etkileri. *Ekoloji Çevre Dergisi* 16.
- Öztürk, M., Gemici, M., Yılmaz, Ç., Özdemir, F. (1993). Alleviation of salinity stress by Ga<sub>3</sub>, KIN and IAA of seed germination of *Brassica campestris* L.. *Turkish Journal of Botany* 17(2): 47-52.
- Pang, X., Lewis, A.C. (2011). Carbonyl compounds in gas and particle phases of mainstream cigarette smoke. *Science of Total Environment* 409(23): 5000–5009.
- Pennacchio, M., Jefferson, L.V., Havens, K. (2005). Smoke: Promoting germination of a tallgrass prairie species *Marcello pennacchio*. *Journal of Chicago Wilderness* 3(3): 14-19.
- Richter, P., Pechacek, T., Swahn, M., Wagman, V. (2010). Reducing levels of toxic chemicals in cigarette smoke: a new Healthy People 2010 objective. *Public Health Reports* 123(1): 30–8.
- Sexton, K., Adgate, J.L., Church, T.R., Hecht, S.S., Ramachandran, G., Greaves, I.A., Fredrickson A.L., Ryan A.D., Carmella S.G., Geisser M.S. (2004). Children's exposure to environmental tobacco smoke: using diverse exposure metrics to document ethnic/racial differences. *Environ Health Perspect.* 112: 392-397.
- Thun, M.J., Carter, B.D., Feskanich, D., Freedman, N.D., Ross Prentice, M.P.H., Lopez, A.D., Hartge, P., Gapstur, S.M. (2013). 50-year trends in smoking-related mortality in the United States. *The New England Journal of Medicine* 368:351–64.
- Türkan, I. (1988). The effects of exhaust gas on seed germination and seedling growth of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) and Wheat (*Triticum aestivum* L. Subsp. *vulgare*). *Journal of Turkish Phytopathology* 17(2): 81-87.
- Wallace L.A. (2001). Human exposure to volatile organic pollutants: implications for indoor air studies. *Annual Review of Energy and the Environment* 26: 269-301.
- Whitehead, M.A., Sutcliffe, J. (1995). Effect of Low Temperatures and Different Growth Regulators on Seed Germination in *Cyclopia* spp. *Plant Physiology* 147: 107-112.
- World Health Report (2002). Reducing risks, promoting healthy life. Geneva, Switzerland, World Health Organization, 2002.
- Yang, Q.H., Wei, X., Zeng, X.L., Ye, W.H., Yin, X.J., Ming, W.Z., Jiang, Y.S. (2008). Seed biology and germination ecophysiology of *Camellia nitidissima*. *Forest Ecology and Management* 255: 113–118.