

Emet Bor Fabrikası Filtre Atıklarının Buğdayda Çimlenme ve Erken Fide Büyümesi Üzerine Etkisi

Ayten EROĞLU¹, Süleyman TOPAL²

¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Van, Türkiye

²Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kütahya, Türkiye

*e-mail: aytenoroglu@gmail.com

Geliş tarihi/Received:01/02/2019

Kabul tarihi/Accepted:27/04/2019

Özet

Bu çalışmada, Emet Borik Asit Fabrikası'na ait 101 ve 102 filtre atıklarının buğday (*Triticum aestivum* L. var. *Altay2000*) bitkisinde çimlenme ve erken fide büyümesi üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Buğday tohumları filtre atıklarının farklı oranda çözeltileri kullanılarak (0, 100, 200, 400, 600, 800, 1000 ppm) kontrollü iklim dolabında çimlendirilmiş ve 7 gün boyunca çimlenen fideciklerin vejetatif büyüme hızları gözlemlenmiştir.

Atıkların buğday tohumlarının çimlenmesi üzerinde herhangi bir engelleyici etkisi bulunmamıştır. Filtre atıklarından hazırlanan çözeltilerin konsantrasyon artışına bağlı olarak, 101 filtre atığının 400 ppm ve üzerindeki uygulamalarda fideciklerin uzunluk değerleri ile yaş ve kuru ağırlıkları önemli oranda azalmıştır. Bu etki 102 filtre atığından hazırlanan çözeltilerin 600 ppm ve üzerindeki konsantrasyonlarında görülmüştür. Filtre atıklarının vejetatif büyüme üzerindeki negatif etkileri özellikle 101 filtre atığı kullanıldığında daha belirgin olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Buğday, Borik Asit Fabrikası atıkları, Çimlenme, Vejetatif büyüme

Effects of Emet Boron Factory Filter Wastes on Germination and Early Seedling Growth of Wheat

Abstract

This study was designed to examine the effects of Emet Boric Acid Factory 101 and 102 filter wastes on the germination and early seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L. var. *Altay2000*). Wheat grains were germinated in a controlled growth chamber using different solutions of filter wastes (0, 100, 200, 400, 600, 800, 1000 ppm) and vegetative growth of germinated seedlings was watched during 7 days.

Any inhibitory effect of filter wastes on wheat grains' germination was not found. Depending on increase of solution concentrations prepared from filter wastes, lengths of roots and shoots, fresh and dry weights of seedlings were decreased when 400 ppm and more concentrations of 101 filter wastes were applied. This effects were seen with applications of 102 filter wastes more than 600 ppm. Negative effects of filter wastes on vegetative growth of seedlings were especially distinct when 101 filter wastes was used.

Keywords: Wheat, Boric Acid Factory wastes, germination, vegetative growth

Giriş

Bor (B) elementi vasküler bitkiler tarafından ihtiyaç duyulan bir mikro besleyicidir. Bazı siyanobakteri türlerinin ise heterosist gelişimi için B'a ihtiyaçları vardır (Blevins ve Lukaszewski, 1998; Marschner, 1997; Brown ve ark., 2002). Bor bitkilerde nükleik asit metabolizması, kök uzaması, hücre duvarı sentezi, fenol metabolizması, doku farklılaşması, hücre zarı bütünlüğü, polen çimlenmesi ve polen

tübü büyümesi gibi çeşitli fizyolojik ve metabolik süreçlerde görev almaktadır (Marschner, 1997; Zhao ve Oosterhuis, 2002; Wang ve ark., 2003; Apostol ve Zwiasek, 2004; Türe ve Bell, 2004). Bor eksikliği veya toksisitesi arasındaki sınır çok dar olup, bitkiler bor ihtiyacı bakımından büyük farklılıklar göstermektedirler (Brown ve ark., 2002). Gramineler büyüme ve gelişme için düşük miktarda bora ihtiyaç duyuyorken, dikotil bitkilerin bor gereksinimi monokotil bitkilere göre daha fazladır (Blevins ve Lukaszewski, 1998). Tek çenekli bir bitki olan buğday kuru ağırlıkta 6 mg/kg bor miktarına sahipken, çift çenekli şeker pancarı yaklaşık 102 mg/kg bor içermektedir (Gupta, 1979). Buğdayda türe göre toksik bor oranı 100-270 mg/kg (kuru bitki) iken, şeker pancarında 200-800 mg/kg bor toksik etki göstermektedir (Jones ve ark., 1991).

Bor elementi kendine has özelliklerinden dolayı çok sayıda bileşik ve alaşım oluşturabilme kapasitesindedir (Yılmaz, 2002). Bor ürünleri seramik sanayi, cam sanayi, kimya sanayi, ilaç sanayi, temizleme sanayi, metalürji, kozmetik sanayi, fotoğrafçılık, nükleer uygulamalar, gıda, tıp, tarım, yakıt, inşaat, yanma önleyici madde üretimi, askeri araçlar, radarlar, füzeler, uzay ve hava araçları, nanoteknoloji ve ayrıca iletişim teknolojisi gibi birçok alanda kullanımı bulunmaktadır (Dündar ve Çepel, 1979; DPT, 2001; Ediz ve Özdağ, 2001; Yılmaz, 2002).

Dünya üzerindeki nüfusun hızla artışı ile birlikte beraberinde hammadde ve enerji ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bunun sonucu olarak da insanoğlu giderek artan bir kirlilik sorunu ile yüzyüze gelmektedir. Atık değerlendirmesi bu noktada büyük önem kazanmakta olup, atıkların hammadde olarak kullanılmasıyla çevre kirliliğinin önüne geçilebilir. Bor atıklarının zenginleştirilmesi yöntemiyle atıklardan borun tekrar kazanılması bir atık değerlendirme stratejisi olarak karşımıza çıkmaktadır (Bentli ve ark., 2004; Uçar ve ark., 2008). Bunun yanında bor atıkları çimento sanayi (Kocakerim ve ark., 1999; Elbeyli, 2000), duvar ve yer karosu üretimi (Karasu ve ark., 2002; Karasu ve Gerece, 2002), tuğla sanayi (Aksu ve ark., 1998), seramik sanayi (Olgun ve ark., 1999) ve hafif beton üretimi (Pişkin ve ark., 2000) gibi alanlarda değerlendirilmesi ile ilgili literatür çalışmaları mevcut olup, atıkların bitkiler üzerine olan etkileri veya tarımsal alanda kullanılabilirliği ile ilgili çalışmalar eksiktir. Bu çalışmada bor fabrikası filtre atıklarının, üretimi en fazla yapılan tahıl bitkilerinden biri olan buğdayda çimlenme ve erken fide büyümesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal Temini

Bu çalışmada kullanılacak *Triticum aestivum* L. var. *Altay2000* buğday çeşidine ait tohumlar Eskişehir Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir. Filtre atıkları ise Kütahya-Emet Borik Asit Fabrikası'ndan temin edilmiştir.

Çözelti Hazırlama

101 ve 102 filtre atıkları çözelti hazırlamadan önce sabit ağırlığa ulaşmaları için 1 hafta süreyle 68 °C'lik etüvde kurutulmuştur. 101 ve 102 filtre atıklarının kimyasal içerikleri Tablo 1'de verilmiştir. Atıklardan 100, 200, 400, 600, 800 ve 1000 ppm konsantrasyonda çözeltiler hazırlanmış, içeriğinin kolay çözünebilmesi için 90 °C'lik ısıtıcıda 30 dakika tutulmuştur. Denemelerde kontrol olarak saf su kullanılmıştır.

Tohum Ekimi

Tohum ekimi için petri kapları içlerinde destek materyali olarak kurutma kâğıdı olacak şekilde hazırlanmış olup ekim için benzer görünüşte tohumlar seçildikten sonra % 5 klorak kullanılarak yüzey sterilizasyonu yapılmıştır. Yüzey sterilizasyonunu takiben her petriye 20 tohum yerleştirilmiştir. Denemeler en az 3 biyolojik ve 3 teknik tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır.

Tablo 1. 101 ve 102 filtre atıklarının kimyasal içeriği. Hesaplar kuru madde üzerinden yapılmıştır.

		101 filtre atığı	102 filtre atığı
B ₂ O ₃	%	8.09	2.51
SiO ₂	%	5.97	6.88
Fe ₂ O ₃	%	0.41	0.40
Al ₂ O ₃ + TiO ₂	%	0.62	1.44
CaO	%	23.06	26.01
MgO	%	2.89	2.45
SrO	%	2.18	1.89
Fe	%	0.29	0.28
As	ppm	2975	1450
SO ₄	%	40.54	44.67

Bitki Büyütülmesi

Çimlenme ve bitki büyütülmesi denemeleri bitki büyütme dolabında 26/18 °C gündüz/gece sıcaklığı, 14 saat ışık ve 8 saat karanlık fotoperiyot, % 70 nisbi nem ve 17.300 lüx ışık olacak şekilde yapılmıştır. Petri kapları içine ekilen tohumlar kontrol grubu için saf su, deneme grupları için atıklardan hazırlanan farklı konsantrasyondaki çözeltiler kullanılarak düzenli olarak sulanmıştır.

Çimlenme ve Erken Fide Büyümesine Ait Verilerin Toplanması

İlk 3 gün boyunca tohumların çimlenme verileri takip edilmiş ve kayıt edilmiştir. Tohum ekimini takip eden 7. günün sonunda bitkiciklerin kök ve gövde uzunlukları ölçüldükten sonra hassas terazi yardımıyla yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Kuru ağırlık tayini yapılabilmesi için bitki parçaları 68 °C'lik etüvde 72 saat boyunca ağırlıkları sabit hale gelinceye kadar kurutulmuştur.

Bulgular

Filtre Atıklarının Çimlenme Üzerine Etkisi

Filtre atıklarının buğday tohumlarının çimlenmesi üzerine etkisini incelemek üzere tohum ekimini takip eden 3 gün boyunca tohumların çimlenmesi takip edilmiştir. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında 101 ve 102 filtre atıklarının buğday tohumlarının çimlenmesi üzerine herhangi bir engelleyici etkisi bulunmamıştır (Tablo 2). En yüksek çimlenme değeri 101 filtre atığından hazırlanan 800 ppmlik çözeltili kullanıldığında (% 100), en düşük çimlenme değeri ise % 91.66 olarak 102 filtre atığının 800 ppmlik çözeltilisinden elde edilmiştir.

Tablo 2. 101 ve 102 filtre atıklarının buğday tohumlarında çimlenme yüzdesi üzerine etkisi (SE:standart hata).

Konsantrasyon		101 filtre atığı	102 filtre atığı
		% çimlenme±SE	% çimlenme±SE
0	ppm	94,99±2,5	98,33±0,83
100	ppm	96,66±3,33	93,33±1,67
200	ppm	98,33±1,67	96,66±3,33
400	ppm	95±2,89	95±1,67
600	ppm	95±2,89	98,33±5
800	ppm	100±0	91,66±4,41
1000	ppm	96,66±3,33	95,0±0

Filtre atıklarının Erken Fide Büyümesi Üzerine Etkisi

Bor içerikleri farklı olan iki filtre atığının, atıklardan hazırlanan çözeltilerin konsantrasyonlarındaki artışa bağlı şekilde buğday fideciklerinde kök ve gövde uzunluğunda azalmaya sebep olduğu görülmüştür. 101 ve 102 filtre atıklarının kimyasal içerikleri incelendiğinde, 101 filtre atığının bor içeriği daha fazla olup bu atığın kullanıldığı denemelerde kök ve gövde üzerinde azaltıcı etkinin 400 ppm ve üzerindeki uygulamalarda oldukça belirgin olduğu bulunmuştur. 102 filtre atığının uzunluk değerleri üzerindeki azaltıcı etkisi 101 filtre atığı ile karşılaştırıldığında daha azdır. 102 atığının uzunluk üzerindeki olumsuz etkisi bu atıktan hazırlanan 600 ppm ve üstündeki konsantrasyonlarda daha belirgin şekilde görülmüştür. Her iki atığın artan konsantrasyonlardaki kök uzunluğu üzerine olumsuz etkisi gövde uzunluğu değerlerine göre daha fazladır (Tablo 3).

Tablo 3. 101 ve 102 filtre atıklarının buğday fideciklerinde kök ve gövde uzunluk (cm) değerleri üzerine etkisi (SE:standart hata).

Konsantrasyon		101 filtre atığı		102 filtre atığı	
		Kök uzunluğu±SE	Gövde uzunluğu ± SE	Kök uzunluğu±SE	Gövde uzunluğu ± SE
0	ppm	9,36±0,47	9,77±0,36	9,105±0,31	9,68±0,29
100	ppm	7,82±0,31	9,40±0,27	7,71±0,26	8,96±0,21
200	ppm	7,33±0,25	8,95±0,27	8,04±0,40	8,89±0,35
400	ppm	5,24±0,22	6,96±0,28	6,36±0,38	7,61±0,41
600	ppm	3,99±0,19	6,33±0,22	6,20±0,21	7,37±0,27
800	ppm	2,43±0,22	4,29±0,20	5,50±0,25	7,06±0,24
1000	ppm	1,67±0,16	4,17±0,18	5,03±0,26	6,89±0,23

Bitkiciklerin yaş ve kuru ağırlık değerlerindeki değişimler uygulanan atığa ve konsantrasyona bağlı olarak farklılıklar göstermesine rağmen sonuçlar uzunluk değerleriyle benzer olmuştur. 102 filtre atığı ile karşılaştırıldığında 101 filtre atığının konsantrasyon arttıkça yaş ve kuru ağırlık üzerindeki engelleyici etkisinin daha fazla olduğu bulunmuştur. Kök yaş ve kuru ağırlık değerleri her iki atık uygulamasından gövde yaş ve kuru ağırlık değerlerine göre daha fazla etkilenmiştir (Tablo 4, Tablo 5).

Tablo 4. 101 ve 102 filtre atıklarının buğday fideciklerinde kök ve gövde yaş ağırlığı (mg/bitki) üzerine etkisi (SE:standart hata).

Konsantrasyon		101 filtre atığı		102 filtre atığı	
		Kök yaş ağırlığı ±SE	Gövde yaş ağırlığı ± SE	Kök yaş ağırlığı ±SE	Gövde yaş ağırlığı ± SE
0	ppm	37,98±10,23	66,61±13,82	45,05±8,19	77,01±2,25
100	ppm	35,62±5,96	72,03± 8,51	37,27±1,28	62,08±2,12
200	ppm	31,40±3,68	62,20±6,55	30,80±1,01	61,8±2,51
400	ppm	18,20±1,25	43,90±3,22	28,10±0,95	50,4±1,74
600	ppm	14,40±1,06	38,70±2,13	21,39±0,64	46±1,47
800	ppm	8,89±0,76	25,50±1,58	20,15±1,39	45,29±0,35
1000	ppm	6,24±0,39	21,10±1,21	17,70±0,79	43,82±0,38

Tablo 5. 101 ve 102 filtre atıklarının buğday fideciklerinde kök ve gövde kuru ağırlığı (mg/bitki) üzerine etkisi (SE:standart hata).

Konsantrasyon		101 filtre atığı		102 filtre atığı	
		Kök kuru ağırlığı ±SE	Gövde kuru ağırlığı ± SE	Kök kuru ağırlığı ±SE	Gövde kuru ağırlığı ± SE
0	ppm	6,27±0,54	8,93±0,62	5,49±0,35	8,69±0,38
100	ppm	5,03±0,25	9,41±0,55	5,71±0,34	8,83±0,43
200	ppm	5,70±0,22	9,37±0,57	3,90±0,26	7,33±0,33
400	ppm	3,65±0,32	6,34±0,33	4,45±0,28	7,34±0,24
600	ppm	2,71±0,18	5,10±0,36	3,52±0,32	6,46±0,26
800	ppm	2,27±0,11	4,14±0,22	3,58±0,29	6,53±0,18
1000	ppm	2,02±0,12	3,46±0,16	3,38±0,17	6,19±0,11

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada bor fabrikasından elde edilen 2 farklı filtre atığının buğday tohumlarında çimlenme ve vejetatif büyüme üzerine etkileri incelenmiştir. Atıklardan hazırlanan çözeltiler çimlenme denemelerinde kullanıldığında, kontrol grubuna kıyasla bazı çimlenme değerlerinin kontrolden fazla olması atıkların çimlenme üzerinde engelleyici bir etkisinin olmadığını göstermiştir. Atıkların içerdiği % 2 ve 8'lik bor konsantrasyonu dikkate alındığında, kullanılan bütün konsantrasyonlarda tohum çimlenmesinin gerçekleşmesinden bu buğday türünün bora karşı dayanıklı olduğu sonucu çıkarılabilir.

Borun tohum çimlenmesi üzerine etkisi bitki türlerine göre farklılıklar göstermektedir. Bazı bitki türlerinde tohum çimlenmesi bor uygulamasından olumlu etkilenirken, bazı bitki türlerinde ise bor uygulaması tohum çimlenmesini olumsuz etkilemektedir. Pirinç (*Oryza sativa* L.) ile yapılan bir çalışma % 0.1 ve daha az düzeyde kullanılan borun kontrolle kıyaslandığında çimlenme oranı, çimlenme indeksi, ortalama çimlenme zamanı üzerinde pozitif etkileri olduğunu ortaya koymuştur. % 0.5 ve daha yüksek bor konsantrasyonları ise çimlenme ve büyümeyi tamamen engellemektedir (Farooq ve ark., 2011). Super ve Shaheen Basmati pirinç çeşitlerinin tohumları 1-2 gram bor ile kaplandığında çimlenme oranı ve çimlenme indeksinde artış görülmüştür. 2 gramın üzerindeki bor uygulamalarının ise her iki çeşitte de toksik etkiler gösterdiği bulunmuştur (Atique ve ark., 2012).

Bor alınabilirliğinin buğday bitkisinde (*Triticum aestivum* L. var *Danda'a*) çimlenme üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışma 0.25 mg/L ve üzerindeki bor konsantrasyonlarının tohumların çimlenme yüzdesi ve oranı üzerinde azaltıcı etkiye

sahip olduğunu, konsantrasyon arttıkça toksisite belirtilerinin de arttığını göstermiştir (Ashagre ve ark., 2014).

Ayçiçeği tohumları bor içeriği farklı olan 3 ortamda çimlenmeye bırakıldığında farklı uygulamaların tohumların çimlenme yüzdesinde herhangi bir farklılığa sebep olmadığı görülmüştür (Oluk ve Demiray, 2004). Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) tohumlarına 2 g bor uygulamasının çimlenme yüzdesi ve çimlenme indeksini önemli derecede artırıcı etki gösterdiği, 2 g ve üstü bor uygulamalarında bu değerlerde azalış olduğu, en düşük değerlerin ise 20 g bor uygulamasından elde edildiği bulunmuştur (Prathima ve ark., 2016).

Mirshekari (2012) % 0.5 ve 1 bor ile ön muamele edilen dereotu tohumlarının çimlenme yüzdesinin önemli oranda arttığını bulmuştur. % 1 ve üzerindeki konsantrasyonlar ise tohum çimlenme indeksini sınırlayıcı etki göstermiştir. Brokoli tohumlarında en yüksek çimlenme yüzdesi ve en düşük çimlenme zamanı % 0.001 oranında bor ile muamele edilen brokoli tohumlarından elde edilmiştir (Memon ve ark., 2013).

Nabite, Zhemi2 ve XiYu karpuz çeşitlerinin (*Citrullus lanatus* Thumb.) farklı bor dozlarında tohum çimlenme yüzdesinde herhangi bir değişim gözlenmemiş, ancak bor uygulamasının çimlenme indeksi ve ortalama çimlenme zamanı üzerinde artırıcı etki gösterdiği tespit edilmiştir. Zhemi2 çeşidinin bor toksisitesine toleransı yüksek bulunurken, Nabite çeşidinin bor toksisitesine hassas olduğu görülmüştür (Farag ve Fang, 2014). Arpa tohumlarında bor konsantrasyonu artışına bağlı olarak çimlenmenin inhibe edildiği bulunmuştur (Ermiş, 2002).

Vejetatif büyümeye ait değerlere bakıldığında ise filtre atıklarından hazırlanan çözeltilerin konsantrasyonu arttıkça büyüme değerlerinde azalma olduğu görülmüştür. Bor içeriği yüksek olan 101 atığı vejetatif büyüme değerlerini daha olumsuz etkilemiştir. Buğday bitkisi bor ihtiyacı az olan bitki grubu içinde bulunmakta olup, türlere göre değişkenlik göstermekle birlikte belirli bir miktarın üzerindeki bor uygulamaları bitki üzerinde toksik etki yaratmaktadır. Bor eksikliği veya fazlalığına bitkilerin fizyolojik tepkisi değişkenlik gösterirken, bazı bitkilerde çeşitler arasında bile farklılıklar olduğu gözlenmiştir. Bu farklılıklar genotipe bağlı olabileceği gibi, toprak, çevresel faktörler veya uygulama metodu ile ilişkilendirilebilir. Arpa bitkisiyle yapılan çalışmalarda artan bor konsantrasyonlarına bağlı olarak bitkiciklerin kök ve gövde uzunluk değerlerinde azalmalar olduğu görülmüştür (Ayvaz, 2002; Ermiş, 2002; Keskin, 2010). İki arpa çeşidiyle yapılmış bir çalışmada yüksek bor konsantrasyonlarının bitkiciklerin uzunluk, yaş ve kuru ağırlık değerlerinde azalmalara neden olduğu bulunmuştur (Ayvaz ve ark., 2012). Boru bünyesinde biriktiren *Puccinellia distans* bitkisi ise arpa için toksik olabilecek bor konsantrasyonlarında herhangi bir gelişim geriliği veya toksisite belirtisi göstermemektedir. Ayçiçeği bitkisiyle yapılan çalışmalarda artan bor konsantrasyonunun kök ve gövde uzunluğunda, ayrıca kök yaş ağırlığında azalmaya yol açtığı bulunmuştur (Ortaca, 2005; Prathima ve ark., 2016).

Triticum aestivum L. var. *Danda*'a buğday çeşidinde 0.25 mg/L ve daha yüksek düzeydeki bor uygulamaları bitkilerde kök ve gövde uzunluğu, kök sayısı, kök ve gövde oranı, yaş ve kuru ağırlığı üzerinde azalmalara yol açmıştır (Ashagre ve ark., 2014). 70 makarnalık buğday genotipi (*Triticum durum*) ile yapılan bir çalışmada genotipler arasında bor toksisitesi bakımından büyük farklılıkların olduğu, bazı genotiplerin bor uygulamasından etkilenmeyip büyümelerinde artış görüldüğü, bazı

genotiplerde ise bor uygulamasının kuru madde miktarı üzerinde azaltıcı etkiye sahip olduğu bulunmuştur (Torun ve ark., 2006).

Çimlenmeden önce tohumlara % 1 bor solüsyonu uygulaması dereotu bitkisinin kuru ağırlığını arttırıcı etki göstermiştir. Daha yüksek bor konsantrasyonlarında ise toksisite belirtileri görülmüştür (Mirshakari, 2012). Brokolide ise tohumlara uygulanan % 0.01 bor çimlenmeden sonra uzunluk ile yaş ağırlık değerlerini arttırmıştır (Memon ve ark., 2013). Karpuz bitkisinin bor toleransı daha yüksek olup 10 mg/L bor uygulaması ile fideciklerde kök uzunluğu, kök ve gövde kuru ağırlık değerleri artmıştır (Frag ve Fang, 2014). Fasulye bitkisinde 1 ppm bor içeren sulama suyu uygulamasından sonra en yüksek yaş ve kuru ağırlık değerleri elde edilmiştir (Cömert ve Çelik, 2017).

Bu çalışmada bor fabrikası filtre atıklarının buğday tohumlarının çimlenmesi üzerinde engelleyici etkisi bulunmamasına rağmen farklı bor içeriğine sahip iki atık vejetatif büyüme üzerinde konsantrasyon artışına bağlı olarak negatif etkiler göstermiştir. Bor içeriği daha fazla olan 101 atığının kullanıldığı denemelerde diğer çalışmalara benzer şekilde atığın erken büyüme değerleri üzerinde azaltıcı etkisinin daha belirgin olduğu görülmüştür. Bu etkiye atıkların bor içeriği sebep olabileceği gibi, atık içindeki diğer mineral maddelerin bitki büyümesini sınırlayıcı etkisinin olup olmadığının tespit edilebilmesi için ek çalışmalara ihtiyaç vardır. Atıkların tarımda kullanılabilme olasılığını araştırmak için sera veya tarla denemeleri yapılabilir. Literatüre bakıldığında bor fabrika atıklarının bitkilerde ne gibi fizyolojik etkilere sebep olabileceği hakkında çalışmalar eksik olup, bu araştırmada ortaya çıkan bulguların bundan sonra yapılacak araştırmalar için yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Dumlupınar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir (DPÜBAP/ 2006-3).

Kaynaklar

- Aksu, M., Abalı, Y., Erdoğan, Y., Taylan, N. Y. (1998). Fosforik asit fabrikası ve bor konsantratör atıklarının tuğla üretiminde kullanılması. *I. Kızılırmak Fen Bilimleri Kongresi*, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye.
- Apostol, K. G., Zwiazek, J. J. (2004). Boron and water uptake in jack pine (*Pinus banksiana*) seedlings. *Envi. And Exp. Botany*, 51, 145-153.
- Ashagre, H., Hamza, I.A., Fita, U., Nedesa, W. (2014). Influence of boron on seed germination and seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). *African Journal of Plant Science*. 8(2), 133-139.
- Atique, R., Farooq, M.; Nawaz, A., Iqbal, S., Rehman, A. (2012). Optimizing the boron seed coating treatments for improving the germination and early seedling growth of fine grain rice. *International Journal of Agriculture & Biology*, 14(3), 453-456.
- Ayvaz, M. (2002). *Bazı arpa çeşitlerinde borun büyüme ve gelişme üzerine etkileri*. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye.
- Ayvaz, M., Koyuncu, M., Güven, A., Fagerstedt, K.V. (2012). Does boron affect hormone levels of barley cultivars?. *Eur. Asian J. Biosci.*, 6, 113-120.

- Bentli, İ., Bursalı, L., Ediz, N., Tatar, İ. (2004). Emet-Hisarçık şlam atıklarının zenginleştirilmesi ve etiketlenmesi. II. Uluslararası Bor Sempozyumu, Eskişehir, Türkiye.
- Blevins, D. G., Lukaszewski, K. M. (1998). Boron in plant structure and function. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 49, 481-500.
- Brown, P. H., Bellaloui, N., Wimmer, M. A., Bassil, E. S., Ruiz, J., Hu, H., Pfeiffer, H., Dannel, Römheld, V. (2002). Boron in plant biology. *Plant Biol.*, 4, 205-223.
- Cömert, A., Çelik, S. K. (2017). Farklı toprak bünyelerinde sulama suyu bor düzeylerinin fasulye bitkisi verimi üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(3), 323-331.
- DPT (2001). Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Bor Tuzları-Trona-Kaya Tuzu-Sodyum Sülfat-Stronsiyum Çalışma Grubu Raporu (DPT: 2608 - ÖİK: 619), Cilt:2, Ankara, Türkiye, 172 s.
- Dündar, M., Çepel, N. (1979). Emet yöresindeki boraks maden işletmeciliğinin çevredeki orman vejetasyonu üzerine yaptığı zararlı etkiler. *Çevre Sorunları- Vejetasyon İlişkileri Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye.
- Ediz, N., Özdağ, H. (2001). Bor mineralleri ve ekonomisi, *DPÜ Fen Bilim. Enst. Derg.*, 2, 133-152.
- Elbeyli, İ. Y. (2000). *Boraks ve borik asit üretiminde ortaya çıkan katı atıkların çimento sanayiinde değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Ermış, İ., 2002, *Bazı arpa çeşitlerinin çimlenme yüzdesi ve antioksidant enzim düzeylerine bor stresinin etkisi*.Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye.
- Farag, M., Fang, Z. M. (2014). Effect of boron toxicity stress on seed germination, root elongation and early seedling development of watermelon *Citrullus lanatus* Thumb. *Journal of Animal and Plant Science*, 21(2), 3313 – 3325.
- Farooq, M., Atique., R., Aziz, T., Habib, M. (2011). Boron nutripriming improves the germination and early seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Plant Nutrition*, 34(10), 1507-1515.
- Gupta, U. C. (1979). Boron nutrition of crops. *Adv. Agron.*, 31, 273-307.
- Jones, J. B. Jr., Wolf, B., Mills, H. A. (1991). *Plant Analysis Handbook* (1-213). USA, Micro-Macro Publishing.
- Karasu, B., Kaya, G., Yurdakul, H. (2002). Etibor Kırka Boraks İşletmesi konsantre ve türev atıklarının duvar karosu bünye özelliklerine etkisi. I. Uluslararası Bor Sempozyumu (224-228), Kütahya, Türkiye.
- Karasu, B., Gerede, E. (2002). Firtlendirilmiş boraks konsantre boraks atığının yer karosu surlarının özelliklerine etkisi. I. Uluslararası Bor Sempozyumu (198-201), Kütahya, Türkiye.
- Keskin, H. (2010). *Arpa çeşitleri (Hordeum vulgare) ile çorak çimi'nde (Puccinellia distans) bor toksisitesinin temel fizyolojik ve biyokimyasal özelliklere etkisinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye.
- Kocakerim, M. M., Boncukçuoğlu, R., Tosunoğlu, V. (1999). Utilization of industrial boron wastes in cement production for the stabilization. *Energy Education Sci. and Tech.*, 3(1), 1-10.
- Marschner, H. (1997). Functions of mineral nutrition: Micronutrients. *Mineral Nutrition of Higher Plants* (313-404). London, England, Academic Press.

- Memon, N. N., Gandahi, M. B., Pahoja, V. M., Sharif, N. (2013). Response of seed priming on germination and seedling sprouts of broccoli. *International Journal of Agricultural Science and Research*, 3(2), 183-194.
- Mirshekari, B. (2012). Seed priming with iron and boron enhances germination and yield of dill (*Anethum graveolens*). *Turk Journal of Agriculture and Forestry*, 36, 27-33.
- Olgun, A., Erdoğan, Y., Yenikaya, C. (1999). Utilisation of the waste material of Etibank Bandırma Boric Acid Factory as a glaze raw material. *1st International Symposium on Protection of Natural Environment and Ehlami Karaçam*, Kütahya, Türkiye.
- Oluk, E. A., Demiray, H. (2004). Bor elementinin Sambro no.3 ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşidinin büyümesi üzerine etkileri. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 41(1), 181-190.
- Ortaca, Ş. (2005). *Borun ayçiçeği bitkisinde vejetatif büyüme, pigment, protein miktarı ve protein profili üzerine etkileri*. Yüksek Lisans Tezi. Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, Türkiye.
- Pişkin, S., Yalçınalp, S., Derun, E. M., Sade, B. (2000). Ham perlit agregalı hafif beton üretiminde endüstriyel borik asit atıklarının değerlendirilmesi. *IV. Kimya Müh. Kong.*, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Prathima, A. S., Rohini N. M., Shivaramu, H. S. (2016). Influence of boron seed treatment on seed germination, seedling length and seedling vigor in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *International Journal of Science and Nature*, 7(2), 273-276.
- Torun, A., Yazıcı, A., Erdem, H., Çakmak, İ. (2006). Genotypic variation in tolerance to boron toxicity in 70 durum wheat genotypes. *Turk Journal of Agriculture and Forestry*, 30, 49-58.
- Türe, C., Bell, R. W. (2004). Plant distribution and its relationship to extractable boron in naturally-occurring high boron soils in Turkey. *Israel Journal of Plant Sciences*, 52, 125-132.
- Uçar, A., Şahbaz, O., Yargan, M., Savaş, M. (2008). Emet Espey Bor Tesisi ince gölet atıklarının flotasyonla zenginleştirilebilirliğinin araştırılması. 2. *Ulusal Bor Çalıştayı*, Ankara, Türkiye.
- Wang, Q., Lu, L., Wu, X., Li, Y., Lin, J. (2003). Boron influences pollen germination and pollen tube growth in *Picea meyeri*. *Tree Physiology*, 23, 345-351.
- Yılmaz, A. (2002). Her derde deva hazinemiz:bor. *Bilim ve Teknik Dergisi*, 414, 38-48.
- Zhao, D., Oosterhuis, D.M. (2002). Cotton carbon exchange, nonstructural carbohydrates and boron distribution in tissues during development of boron deficiency. *Field Crops Research*, 78, 75-87.