

Farklı Bor Uygulamalarının *Capparis L. spp.* ve *Carthamus L. spp.* Tohumlarının Çimlenmesi Üzerine Etkisi

Mahmut DOĞAN*

Harran Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü / ŞANLIURFA
Alınış Tarihi:08.03.2012, Kabul Tarihi:10.07.2012

Özet : Bu çalışmada Türkiye'nin ekonomik ve tıbbi önemi olan *Capparis L.* cinsine ait; üç takson (*Capparis spinosa L. var. spinosa*, *Capparis ovata Desf. var. palaestina Zoh.*, *Capparis ovata Desf. var. herbacea Willd.*) Zoh. ile *Carthamus L.* cinsine ait iki takson; (*Carthamus tinctorius L.* ve *Carthamus lanatus L.*) olmak üzere toplam 4 türe bağlı 5 taksona ait tohumlar farklı bor bileşiklerinden oluşan, kontrollü koşullarda çimlendirilmiştir. Potasyum tetraboratlı ortamda çimlenen tohumların diğer ortamda çimlenen tohumlara göre çimlenme kabiliyeti ve çimlenme hızının daha yüksek, çimlenme süresinin ise daha kısa olduğu belirlenmiştir. Tohumların çimlenme hızı ile çimlenme kabiliyetinin belirlenmesi amacıyla yapılan araştırmada, bor bileşiklerine karşı tohumların tolerans aralığının çok dar olduğu anlaşılmaktadır. Çünkü belirlenen eşik (0,1 mg/L) değerinin altında veya üstünde ki uygulamalar istenen sonucu vermemektedir. Doz aşımında toksik etki oluşmakta, doz eksikliğinde herhangi bir çimlenme belirtisinin meydana gelmediği anlaşılmıştır. Dolayısıyla potasyum tetraboratın 0,1 mg/L doz uygulamasının en uygun eşik değeri olduğu ve en iyi sonucu verdiği anlaşılmıştır.

Anahtar sözcükler: bor, çimlenme, *Carthamus*, *Capparis*

The Effect of Different Boron Practices on the Germination of *Capparis spp.* and *Carthamus spp.* Seeds

Abstract: In this study three taxons which are economically and medically important; *Capparis spinosa L. var. spinosa Zoh.*, *Capparis ovata Desf. var. Palaestina Zoh.* and *Capparis ovata Desf. herbacea Willd.* and *Carthamus tinctorius L.* and *Carthamus lanatus L.* 4 of due to a total taxa seeds which are composed of different boron compounds were germinated under controlled conditions. It was detected that seeds which were germinated in potassium tetraborate environment have higher and faster germination ability compared with seeds germinated in other environments and that their germination is shorter. In the study carried out with the aim of detecting the speed and ability of seed germination, it was detected that tolerance range of seed towards boron compounds is very tiny. It is because that practices below or above detected threshold values (0,1 mg/L) do not give the expected results. It was detected that toxic effect occurred in overdose and that no germination indication occurred in the event of dose deficiency. Therefore it was understood that practice of potassium tetraborate in the dose of 0,1 mg/L is the most suitable threshold value and gives the best result.

Key Words: boron, germination, *carthamus*, *capparis*

Giriş

Tarih boyunca insanların beslenme ihtiyaçlarının karşılanması önemli bir sorun olmuştur. Dolayısıyla, ekilebilir alanlarda maksimum verimi elde edebilmek için bitkilerin beslenme ihtiyaçlarının belirlenmesi, toprakta var olan minerallerle bitkilerin etkileşiminin aydınlatılması ön plana çıkmaktadır. Borun bitkiler için temel bir mikro besleyici olduğu uzun yıllar önce saptanmıştır (Warington, 1923; Ludbrook, 1942; Bowen ve Gauch, 2002). Ancak bitki beslenmesi üzerindeki rolü hakkında çelişkili görüşler ileri sürülmüştür (Akan vd., 2005; Artık vd., 2008). Son zamanlarda bitki-mineral ilişkileri konusundaki araştırmalar arasında bor elementi yerini almıştır (Güneş vd., 2000; Hakkı vd., 2007; Özçelik ve Koca, 2011). Doğada genellikle başka elementlerle bileşikler halinde yaklaşık 230 çeşit bor minerali vardır. Oksijenle bağ yapmaya yatkın olması sebebiyle pek çok değişik bor oksijen bileşimi bulunmaktadır (Nable vd., 1997). Bor'un tarımda kullanımı ile ilgili bilgiler sekizinci yüzyıla kadar dayanmaktadır. (Parr ve Loughman, 1983). Bitkinin ihtiyaç duyduğu miktarı esas alındığında bir mikrobeseleyicidir ve mikrobeseleyiciler arasındaki tek ametal olan elementtir (Dugger, 1983; Lovatt, 1985). Bu elementin yüksek bitkiler için mutlak gerekli olduğu

yaklaşık 84 yıl önce belirlenerek (Warington, 1923) bitki beslenmesi için gerekli 16 temel elementten biri olarak literatüre geçmiştir. Bu yönüyle bitki fizyolojisi ve gelişiminde önemli rolleri vardır (Güneş vd., 2000; Taban ve Erdal, 2000).

Bor bitkiler için temel olduğu gibi minimum ve maksimum seviye aralığının dar olması tarımsal açıdan bu elementi önemli ve çalışılması zor hale getirmektedir (Blevins ve Lukaszewski, 1998; Alkan, 1998; Atalay vd., 2003). Bitki türleri arasında olduğu gibi, aynı türün çeşitleri arasında da bora toleransta farklılıklar görülmektedir. Bu farklılıklar bitkilerin bordan farklı düzeylerde etkilendiği göstermektedir (Keren ve Bingham, 1985; Paull vd., 1988; Mondy ve Munshi, 1993). Bitkilerin ihtiyaç duydukları bor miktarı oldukça az olmakla beraber, gerek duyulan bu miktarın çok az altında ya da üstündeki miktarı bitkinin gelişimi üzerine olumsuz etki yapmakta, gelişim çoğu zaman durmaktadır (Hu vd., 1996; Kaya vd., 2003; Kızılgöz ve Özberk, 2005; Hamurcu vd., 2006).

Yukarıda detaylarıyla vurgulamaya çalıştığımız üzere bor fazlalığı bitkilerde en az bor eksikliği kadar olumsuz etki

*dogan@harran.edu.tr

yapmaktadır ve ülkemiz gibi bor açısından zengin topraklarda önemli verim kayıplarına neden olabilmektedir. Bor zengini bir ülke olmamız dolayısıyla ekonomik değeri olan doğal bitkilerden bazılarının laboratuvar şartlarında minimum ve maksimum sınırlarının belirlenmesi önemli hale gelmektedir (Mahboobi vd., 2000; Miwa vd., 2006).

Capparidaceae familyasına ait kebere bitkisi çok yıllık bir bitki olup Türkiye de çok eski yıllardan beri bulunmasına rağmen, önemi son yıllarda giderek artmıştır (Özçelik ve Koca, 2011). Sebze olarak değerlendirilmesinin yanında, ilaç, kozmetik, boya ve yem sanayinde, birçok dünya ülkesinde bol miktarda kullanılmaktadır. Ülkemizde Trakya bölgesi haricinde doğal bir yayılış gösteren, kaparinin iki türü *Capparis spinosa* L. ve *Capparis ovata* Desf. yaygın olarak görülmektedir (Anonymous 1999; Baytop, 1995; Otan vd., 1994; Özçelik ve Koca, 2011). Kebere bitkisinin çiçek tomurcukları, meyvesi ve kök kabuğu idrar söktürücü, kabız ve kuvvet vericidir (Coşge vd., 2005; Romeo vd., 2007; Artık vd., 2008; Özçelik ve Koca, 2011). Keberenin ekonomik manadaki esas görevi tomurcukların gıda ve yakacak olarak kullanılmasından kaynaklanmaktadır (Filiz, 2002; Bilgin, 2004). Ayrıca Kapari tomurcukları % 0.3-0.5 rutin ve glucocapparin ihtiva etmektedir (Söyler vd., 1999). Türkiye Florasından toplanan çiçek tomurcukları ile 1995-2000 yılları arasında ortalama olarak 5000 ton üretim miktarı ve 15 milyon dolar değeri ile ihracatta önemli bir yer almaya başlamıştır (Anonymous, 2000; Faizanullah vd., 2010; Özçelik ve Koca, 2011).

Tarım dışı kabul edilen alanların ekonomik olarak değerlendirilmesinde oldukça uygun bir bitki olarak kabul edilmektedir (Kırıcı ve İnan, 2001) Bu özelliği göz önüne alınarak son yıllarda artan talebin karşılanması amacıyla kıraç topraklarda kültüre alınmaya başlanmıştır (Faizanullah vd., 2010). Kültüre alma çalışmaları fide üretimi için doğadan toplanan tohumlar ya da doğadaki bitkilerden alınan çelikler vasıtasıyla yapılmaktadır (Kolsarıcı ve Ekiz, 1983; Tansı vd., 1997; Kızıl ve Söğüt, 1999; Söyler vd., 2000). Compositae familyasından olan *Carthamus* L. (aspir) bitkisi ise 3000 yıl önce Anadolu'da kültüre alınmaya başlanmış eski bir gıda bitkisidir (Anonymous, 1997; Özçelik ve Koca, 2011). Aspir'in özellikle yüksek ve düşük sıcaklığa, tuzluluğa karşı olan toleransı ile yabancı otlara karşı olan yüksek rekabet özelliğinden dolayı, kuru ve sululu tarım alanlarında değerlendirilecek alternatif ürünlerden biridir (Francois ve Bernstein, 1964; Yazdi-Samadi ve Zali, 1979; Beg, 1993). Aspir'in diğer yağ bitkilerine göre kurak bölgelere adaptasyon yeteneğinin daha yüksek olması, bu bitkinin yakın gelecekte önemini daha da artıracığı, tarımının gelişeceği umudunu vermektedir (Uysal vd., 2006). Dünyada 2004 yılında 720 bin hektar alanda 582 bin ton aspir üretilmiştir. Meksika, Hindistan, ABD, Etiyopya, Arjantin ve Avusturya aspir üretiminin % 90'ını karşılayan ülkelerdir (Uysal vd., 2006; Özçelik ve Koca, 2011). Aspir çiçeklerinden üretilen cartharmin maddesi doğal boya ham maddesi olarak önem taşıdığı gibi baharat olarak da kullanılmaktadır (İlisulu, 1970; Kırıcı, 1998; Faizanullah vd., 2010).

Bor bileşiklerinin çimlendirme amacıyla kullanılması konusunda sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Taban ve Erdal, 2000; Gemici vd., 2002; Rerkasem ve Jamjod, 2004; Akçam Oluk vd., 2006; Hakkı vd., 2007). Bu amaçla Türkiye'de yetişen ekonomik ve tıbbi önemi olan farklı iki tür bitkilerden olan *Capparis* cinsine ait; üç takson (*Capparis spinosa* L. var. *spinosa* *Capparis ovata* Desf. var. *palaestina* Zoh. ve *Capparis ovata* Desf. *herbacea* (Willd.) Zoh.) ile *Carthamus* cinsine ait iki taksona (*Carthamus tinctorius* L. ve *Carthamus lanatus* L.,) ait tohumların çimlenme hızı ve çimlenme kabiliyetinin belirlenmesi amacıyla farklı bor bileşikleri kullanılmıştır

Materyal

Deney materyali olarak *Capparis* cinsine ait 3 takson *C. spinosa* L. var. *spinosa* Zoh., *C. ovata* Desf. var. *C. palaestina* Zoh., *C. ovata* Desf. *herbacea* Willd. ve *Carthamus tinctorius*, *Carthamus lanatus* bitkilerinin tohumları kullanılmıştır. Çeşitlerin genel özellikleri giriş kısmında detaylı olarak verilmiştir. Çalışma materyali olan örnekler Şanlıurfa bölgesinden 2011 yılında tarafımızdan toplanmış olup örnek dupletleri bölüme ait herbaryumda saklanmaktadır. Deneysel çalışmalar bitki fizyolojisi araştırma laboratuvarında yürütülmüştür.

Metot

Bu çalışmada Potasyum tetraborat tetrahidrat ($K_2B_4O_7 \cdot 4H_2O$), Amonyum tetraborat tetrahidrat ($(NH_4)_2B_4O_7 \cdot 4H_2O$), Sodyum bor hidrür ($NaBH_4$), Lityum tetraborat tetrahidrat ($Li_2B_4O_7 \cdot 4H_2O$), Sodyum tetraborat dekahidrat'tan ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) oluşan 5 çeşit farklı bor bileşikleri kullanılmıştır. Yukarıdaki aynı sıralamaya göre; Potasyum tetraborat tetrahidrat tan 1 mg/L, Amonyum tetraborat tetrahidrat tan 1 mg/L, Sodyum bor hidrür den 1 mg/L, Lityum tetraborat tetrahidrat tan 100 mg/L, Sodyum tetraborat dekahidrat tan 100 mg/L kullanılarak kontrollü koşullarda (25+2 °C'de) tohumlar çimlendirilmiştir. Çimlenme hızı ve çimlenme kabiliyetlerinin belirlenmesi amacıyla farklı bor bileşikleri kullanılmıştır. Doğada bileşik halde 230 çeşit bor minerali olduğuna göre bütün çeşitlerin denemelerde kullanılması beklenemez. Ancak daha önceki seçim çalışmalarımızdan alınan sonuçlara göre belirlenen 5 çeşit bor bileşiği ve dozu baz alınmıştır. Böylece çalışma materyalimizi oluşturan *Capparis* ve *Carthamus* tohumlarının, bora karşı tepkileri belirlenmiş olacaktır. Ayrıca daha sonraki çalışmalarda tam bitkide yapılacak testlere göre, B eksikliği ve toksisitesi için kritik seviyelerin hangi oranlarda, olduğu saptanacaktır.

Çimlendirme 15x15x5 cm boyutlarındaki plastik kaplarda yapılmıştır. Kapların dibine çok ince bir pamuk yayıldıktan sonra çift katlı kurutma kâğıdı konup kaplar etiketlenmiştir. Her bir çimlendirme ortamına 20 adet yüzey sterilizasyonu yapılmış sağlam tohum konulmuştur. Tohumlar iki filtre kâğıdı arasına birbirine değmeyecek şekilde yerleştirilmiştir. Sonra her bir çimlendirme ortamına 20 ml bor bileşiklerinden oluşan çözelti ilave edilmiştir. Böylece hazırlanan çimlendirme kapları, iklim

dolabına yerleştirilmiştir. İklim dolabında sıcaklık 25 ± 2 °C olup çimlendirme karanlıkta yapılmıştır. Deneme kontrol ve 5 farklı bor bileşiminden oluşan ortam olmak üzere planlanmıştır. Çimlenmiş tohumları tespit edebilmek için 5. günde sayım yapıp 22. günde bitirilmiştir. Çimlenme için radikulanın testadan çıkmış olması esas kabul edilmiştir. Tohumların tespit edilen çimlenme kabiliyeti (Yaşam kabiliyeti) deneme süresince çimlenmesi gereken günde, çimlenme ortamına konulan bütün tohumların fire vermeden yaşama belirtisi göstermesidir. Çimlenme hızı (çimlenme enerjisi) ise tohumların beklenen günde peş peşe hızla çimlenmesi olarak tarif edilebiliriz. Çimlenme ortamına bırakılan tohumların fire vermeden çimlenmesinin yüzde olarak ifadesi ile çimlenme hızının yüzde ifadelerinin birbirine bölünüp yüzle çarpımı sonucu çimlenme kabiliyeti ve çimlenme hızı aşağıdaki formüle hesaplanmıştır.

Formül: çimlenme sayısı adet/çimlenme hız gün X100

Kontrolle beraber 5 farklı bor bileşiği ve dozlarında çimlenen tohumların boyları cetvelle ölçülmüş, kontrolle diğer gruplar arasında kıyaslama yapılmıştır. Deney 6 tekerrürlü olarak planlanış, her bir tekerrürde 20 adet tohum, tüm denemede ise 600 adet tohum kullanılmıştır. Elde edilen verilere varyans analizi yapılmış ve incelenen özelliklere ilişkin ortalamalar arasındaki önemlilik Duncan testi (% 5) ile kontrol edilmiştir (MSTAT-C, Michigan State Univ, USA, 1989).

Bulgular ve Tartışma

Bor bitkiler için gerekli ama eksikliği ile toksisite değerleri birbirine çok yakın olan tek elementtir (Brown vd., 2002). Bor toksisitesinin, hücre çeperinde oluşturduğu zararlar; metabolik bozukluk, bölünen ve gelişen hücrelerdeki zarar, osmatik düzenin bozulması, ürün kaybının yanı sıra, bitki ölümleri şeklinde kendini göstermektedir (Topal vd., 2002; Reid vd., 2004; Nable vd., 1997; Khan vd., 1999). Bor elementinin kullanılmasıyla ilgili bitkilerde meydana gelen arazların belirlenmesine yönelik çalışmalar, gerek ülkemiz gerekse dünya literatüründe artan ilgiyle araştırılmaktadır (Power

ve Woods, 1997; Yorgancılar ve Babaoğlu, 2005; Akçam Oluk vd, 2006; Wimmer ve Goldbach, 2007). Yapılan bir çok araştırmada tohumların çimlenme yeteneklerinin düşük olduğu belirtilmektedir (Ayanoğlu vd., 1999; Söyler vd., 1999). Bunun nedeni, doğada tohum çimlenmesi karıncaların yardımı ile gerçekleşmekte, karınca asidi ve tohumun doğal olarak karşılaşması çimlenmeyi sağlamaktadır (Anonymus, 1997; Doğan vd., 2008; Doğan vd., 2009). Ülkemiz için ekonomik değeri olan *Capparis* ve *Cartamus* bitkisi birçok yolla üretilmeye çalışılmıştır (Söyler ve Arslan, 2004; Uysal vd, 2006). Üretim aşamasında önemli problemlerle karşılaşmıştır (Orphanos 1983; Otan ve ark. 1994) Özellikle tohumla üretimde çimlenme güçlükleri ortaya çıkan, ekonomik değeri olan bitkilerin yetiştiriciliğinde başarısızlıklara neden olmaktadır (Pugnaria ve Esteban, 1991; Söyler ve Arslan 1999; Soylu vd., 2005). Tohumla çoğaltmada başarılı olmak için çimlenmenin uyarılması ve artırılması yönündeki çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Değişik araştırmacılar bu konuda bazı çalışmalar yapmışlardır (Tonçer 1999; Ölmez 2001).

Deneysel çalışmalar sonunda yapılan ölçümlerde *Capparis* ve *Cartamus* tohumlarının farklı bor bileşikli ortamda çimlenme yüzdeleri belirgin bir şekilde değişmiştir. Kontrol (saf su) ortamında çimlenen tohumlarda çimlenme yüzdeleri düşük olmakla beraber birbirine yakın meydana gelmiştir (Çizelge 1). Çimlenme yüzdesi Potasyum tetraborat tetrahidratlı ortam dışında gittikçe azalmıştır. Çimlenme yüzdeleri şöyle sıralanabilir; Potasyum tetraborat tetrahidratlı ortamda; % 91, 92, 93, 92 ve 94, Amonyum tetraborat tetrahidratlı ortamda; % 66, 88, 69, 73 ve 68, Sodyum bor hidrürü ortamda; % 56, 61, 53, 55 ve 58, Lityum tetraborat tetrahidratlı ortamda; 44, 48, 42, 43 ve 41, Sodyum tetraborat dekahidratlı ortamda; 26, 28, 24, 26 ve 23 olarak bulunmuştur. Çimlenme problemi olan tohumlar kontrol dışında borla muamelede çimlenme oranını artırmışlardır. Ancak; farklı bor uygulamalarında en iyi çimlenme sonucu Potasyum tetraborat tetrahidratlı ortamda alınmıştır.

Çizelge 1. *Capparis L.* ve *Carthamus L.* tohumlarının farklı bor içerikli ortamda çimlendirme sonuçları (% adet/gün). (Değerler üç tekrarın ortalaması \pm standart hata olarak verilmiştir)

Genotip	Kont. (K ₂ B ₄ O ₇ .4H ₂ O)	Pot. Tet. Brt ((NH ₄) ₂ .B ₄ O ₇ .4H ₂ O)	Amon. tet. Hdr. (NaBH ₄)	Sod borh. (Li ₂ B ₄ O ₇ .4H ₂ O)	Lid. Tetbrt. (Na ₂ B ₄ O ₇ .10H ₂ O)	Sod. tet. Brt.
<i>C. spinosa L.</i> var.	18 \pm 2,5	91 \pm 4,3*	66 \pm 5,5**	56 \pm 7,7	44 \pm 4,4	26 \pm 6,6*
<i>C. ovata</i> Desf. var.	27 \pm 3,4	92 \pm 4,6*	88 \pm 6,4**	61 \pm 8,4	48 \pm 4,8**	28 \pm 7,1**
<i>C. palaestina</i>	28 \pm 4,5	93 \pm 7,3*	69 \pm 6,6**	53 \pm 4,6	42 \pm 8,7	24 \pm 4,2**
<i>Cartamus tinctorius</i>	25 \pm 4,7	92 \pm 5,6*	73 \pm 7,1**	55 \pm 6,6	43 \pm 6,2	26 \pm 4,4*
<i>Cartamus lanatus</i>	21 \pm 4,3	94 \pm 4,7*	68 \pm 4,3**	58 \pm 5,2	41 \pm 7,1	23 \pm 6,1**

*P<0,05, **P<0,01

Bu sonuç, girişte de vurguladığımız dikotillerin (Loomis ve Durst, 1992), Legümenlerin, Soyanın (Schon ve Blevins, 1987) nispeten yüksek bor isteği olgusuyla örtüşmektedir. Akçam Oluk ve Demiray (2004) ile Akçam Oluk vd. (2006)'nın, Nable vd. (1997) tarafından yine bora dirençli bir dikotil olduğu ileri sürülen ayçiçeği (*Helianthus annuus L.*) ile elde ettikleri in vitro ve

Gülümser vd. (2005)'nin fasulye (*Phaseolus vulgaris L.*) ile elde ettikleri tarla koşulları çimlendirme sonuçları ile Doğan vd. (2008) ve Doğan vd. (2009) ile domateste buldukları sonuçlarla uyum içindedir. Lima (1998) da yine bir baklagil olan bezelye (*Pisum sativum L.*) ile yaptığı çalışmada çimlenme üzerine borun toksik

seviyeye (8 mg/L ve üstü) ulaşmaya kadar, çok önemli etkisinin olmadığını vurgulamıştır.

Bitki boyu bakımından incelendiğinde, çimlenmede olduğu gibi kontrole göre en yüksek boy oranı potasyum tetraborat tetrahidratlı ortamda önemli derecede en yüksek olurken, diğer ortamlarda bitki boyu kademeli olarak ilginç bir şekilde önemli derecede gittikçe azalmıştır (Çizelge 2). Genotiplerin farklı bor ortamında boy yüzdeleri şöyledir. Potasyum tetraborat tetrahidratlı ortamda; % 90, 94, 93, 95 ve 93, Amonyum tetraborat tetrahidratlı ortamda; % 76, 85, 74, 86 ve 88, Sodyum bor hidrürü ortamda; % 68, 67, 66, 57 ve 58, Lityum tetraborat tetrahidratlı ortamda; 56, 55, 56, 65 ve 54, Sodyum tetraborat dekahidratlı ortamda; 39, 38, 39, 47 ve 37 olarak bulunmuştur. Farklı bor bileşiklerinin bitki boyundaki etkileri aşağıdaki çalışmalarla örtüşmektedir. Farklı bor derişimlerinde kök ucu meristem hücrelerinin

mitotik aktivitesinde bir azalma olduğu; bu mitoz anormalitesinin kendi içinde hücre bölünmesini de etkileyerek sonuçta kök uzama oranını azalttığı belirtilmektedir (Klein ve Brown, 1981; Liu vd., 2000). Reid vd. (2004)'na göre ise kök ucu bor toksisitesi algılama bölgesi olarak tanımlanmaktadır ve bu bölge fazla bora maruz kaldığında kök uzaması durmaktadır. Choi vd. (2007) bu durumu bor fazlalığında kök ucunda şeker azalışı ve bu azalmanın hücre uzaması için gereken ozmotik basıncı değiştirerek kök uzamasını engellediği şeklinde açıklamışlardır (Nable, 1991; Paull vd., 1992; Soylu vd., 2004). Borca eksik ortamdaki bitkilerin köklerinde görülen göreceli artış ise literatürde köklerin ortamdaki mineral eksikliğinde arayış içine girdiği ve bu nedenle bitki kök/gövde oranında ve kök uzunluğunda bir artış şeklinde cevap oluşturduğu olgusuyla (Doğan vd., 2008; Doğan vd., 2009) açıklanabilir.

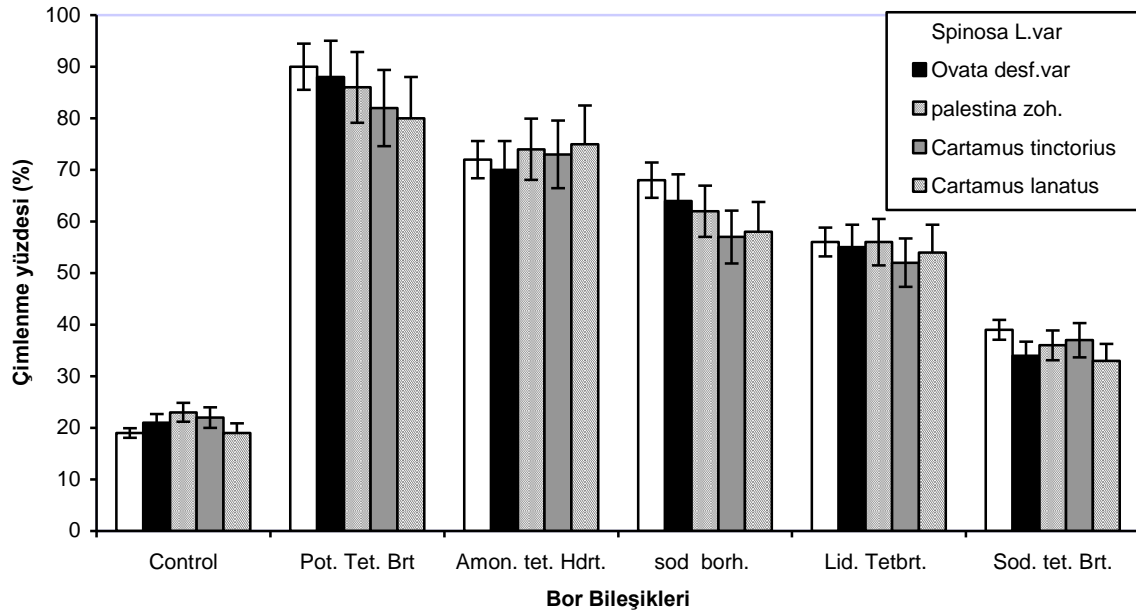
Çizelge 2. *Capparis* ve *Carthamus* tohumlarının farklı bor içerikli ortamda çimlendirilerek elde edilen bitki boyu (gün/cm). (Değerler üç tekrarın ortalaması \pm standart hata olarak verilmiştir)

Genotip	Kont.	Pot. Tet. Brt (K ₂ B ₄ O ₇ .4H ₂ O)	Amon. tet. Hdr. (NH ₄) ₂ .B ₄ O ₇ .4H ₂ O	Sod borh. Lid. Tetbrt. (NaBH ₄)	Sod. tet. Brt. (Li ₂ B ₄ O ₇ .4H ₂ O)	Sod. tet. Brt. (Na ₂ B ₄ O ₇ .10H ₂ O)
<i>C. spinosa</i> L.var.	19 \pm 3,5	90 \pm 6,3**	76 \pm 2,5*	68 \pm 2,6**	56 \pm 4,9*	39 \pm 2,8**
<i>C. ovata</i> Desf.var.	21 \pm 2,4	94 \pm 5,4**	85 \pm 2,6*	67 \pm 4,6*	55 \pm 6,7*	38 \pm 3,8**
<i>C. palaestina</i>	23 \pm 1,9	93 \pm 4,3**	74 \pm 4,8*	66 \pm 3,9*	56 \pm 7,8*	39 \pm 4,9**
<i>Cartamus tinctorius</i> ,	22 \pm 2,6	95 \pm 7,5**	86 \pm 4,7*	57 \pm 2,8*	65 \pm 2,7*	47 \pm 8,8*
<i>Cartamus lanatus</i>	19 \pm 3,1	93 \pm 8,5**	88 \pm 5,8**	58 \pm 3,8	54 \pm 2,9*	37 \pm 7,8*

*P<0,05, **P<0,01

Tohumların tespit edilen çimlenme kabiliyeti (Yaşam kabiliyeti) ve çimlenme hızı (çimlenme enerjisi)'ne ilişkin veriler ilgili grafikte verilmiştir (Grafik 1). Potasyum tetraborat tetrahidratlı ortamda tohumların ortalama çimlenme hızı % 88,9 çimlenme kabiliyeti % 99,7 olduğu; Amonyum tetraborat tetrahidratlı ortamda tohumların ortalama çimlenme hızı % 71,5 ve çimlenme kabiliyeti % 70,4 olduğu; Sodyum bor hidrürü ortamda tohumların ortalama çimlenme hızının % 68,2 ve çimlenme kabiliyetinin % 62,4 olduğu; Lityum tetraborat tetrahidratlı ortamda tohumun ortalama çimlenme hızının % 55,2 ve çimlenme kabiliyetinin % 53,1 olduğu; Sodyum tetraborat dekahidratlı ortamda tohumların ise ortalama çimlenme hızının % 39,3 ve çimlenme kabiliyetinin % 42,5 olduğu saptanmıştır. Potasyum tetraborat tetrahidratlı ortamda çimlenen tohumların sodyum tetraborat dekahidratlı ortamda çimlenen tohumlara göre çimlenme kabiliyeti ve çimlenme hızının daha yüksek, çimlenme süresinin ise daha kısa olduğu belirlenmiştir.

Diğer ortamlarda sırasıyla Amonyum tetraborattetrahidratlı ortamda; % 66, 88, 69, 73 ve 68, Sodyum bor hidrürü ortamda; % 56, 61, 53, 55 ve 58, Lityum tetraborat tetrahidratlı ortamda; 44, 48, 42, 43 ve 41, Sodyum tetraboratdekahidratlı ortamda; 26, 28, 24, 26 ve 23 olarak bulunmuştur (Çizelge 1). Potasyum tetraboratlı ortamda çimlenme oranının diğer ortamlara göre yüksek olarak meydana gelmesi borun potasyum ve kalsiyumu aktive ederek, beraber karbonhidrat transportunda ve çeşitli enzimlerin aktivasyonunda katalitik etkisinin rol almış olabileceği, hücre farklılaşmasını hızlandırdığı, izlenimi vermektedir (Torun vd., 2006). Tohumların tespit edilen çimlenme kabiliyeti (yaşam kabiliyeti) ve çimlenme hızı (çimlenme enerjisi)'ne ilişkin veriler incelendiğinde potasyumtetraboratlı ortamda çimlenen tohum sayısı ilk günlerde hızlı artmakta % 91–94 arasında değişmektedir. Çimlenme güçlüğü çeken bu tohumlar için iyi bir çimlenme oranı olarak kabul edilebilir.



Şekil 1. *Capparis spp.* ve *Carthamus spp.* tohumlarının ortalama çimlenme hızı ve çimlenme kabiliyeti (% gün/adet). (Değerler üç tekrarın ortalaması \pm standart hata olarak verilmiştir.)

Çimlendirme deneyleri sonunda, Potasyum tetraborat tetrahidratlı ($K_2B_4O_7 \cdot 4H_2O$) ortamda en yüksek çimlenme hızının % 88.9 ve çimlenme kabiliyetinin % 99.7 olduğu tespit edilmiştir. Potasyum tetraboratlı ortamda çimlenen tohumların diğer ortamda çimlenen tohumlara göre çimlenme kabiliyeti ve çimlenme hızının daha yüksek, çimlenme süresinin ise daha kısa olduğu belirlenmiştir. Tohumların çimlenme hızı ile çimlenme kabiliyetinin belirlenmesi amacıyla yapılan araştırmada, bor bileşiklerine karşı tohumların çimlenme tolerans aralığının çok dar olduğu anlaşılmaktadır. Çünkü belirlenen eşik (0.1 mg/L) değerinin altında veya üstünde ki uygulamalar istenen sonucu vermemektedir. Doz aşımında toksik etki meydana gelirken, doz altında herhangi bir belirtinin oluşmadığı belirlenmiştir. Dolayısıyla potasyum tetraboratın 0.1 mg/L doz uygulamasının en uygun eşik değeri olduğu ve en iyi sonucu verdiği anlaşılmıştır. Çimlenme kabiliyetinin düşük olduğu ortamlarda ket vurucu bir hormon olan absisik asit (ABA) özellikle yanal kök oluşumunu engellediği belirlenmiştir (Huang ve Graham, 1990; Takano vd., 2005). Nitekim bizim sonuçlarımıza göre, çimlenme problemi olan bazı tohumlarda, bor farklılığını bir stres olarak algılamaları sonucu, ABA hormonunun ket vurucu özelliğini aşamadığından dolayı çimlenmenin etkilendiği düşünülmektedir.

Sonuç

Literatür bilgilerinin paralelinde bor elementine tolerans özelliği bir seleksiyon kriteri olarak kullanılırsa, minimumun altında ve maksimumun üstündeki topraklarda büyük ürün kayıpları engellenebilir. Ülkemiz için ekonomik değeri olan *Capparis L.* ve *Carthamus L.* un tarımı yapılacak alanlarda B içeriklerinin belirlenmesi sonucunda verim kayıplarının önlenmesi mümkün olacaktır. Biyolojik zenginliklerin korunması için yalnız bilimsel değer üzerinde durmak yerine bu değerlerin bir

şekilde mutlaka ekonomiye kazandırılması, onların yok olmalarını engelleyecek en önemli ve en etkili koruma yöntemidir. Sonuç olarak bu çalışma ile henüz tam olarak aydınlatılmayan B'un bitkideki hareket mekanizmasının ilk basamağı olan çimlenme aşamasına ışık tutulmaya çalışılmıştır. Bilgimiz dahilinde ilk defa, ekonomik değeri yüksek bir bitki türü olan *Capparis L.* ve *Carthamus L.*, potasyumlu borla çimlenme oranının artmış olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların ışığında kurulacak yeni denemelerde, gövde üstü organlarda farklı bor bileşikleri ile bor ve formik asit kombinasyonunun kullanılmasının ilginç bir çalışma olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Akan, H., Aslan, M., Balos, M.M., 2005. Gap Yöresindeki Tıbbi Ve Aromatik Bitkiler, TÜBİTAK-TBAG/Ç.SEK 22 (103-T009) No.'lu Proje.
- Akçam Oluk, E., Demiray, H. 2004. Bor elementinin Sambro No: 3 Ayçiçeği (*Helianthus annuus L.*) Çeşidinin Büyümesi Üzerine Etkileri, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 41(1),181-190.
- Akçam Oluk, E., Demiray, H., Yardım, D. 2006. Bor Fazlalığının Ayçiçeği (*Helianthus annuus L.* cv. Sambro No.5) Bitkisinin İn Vitro Koşullarda Kök Gelişimi ve Anatomisi Üzerine Etkileri, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 43(2), 145-152.
- Anonymous, 1997. Erozyona karşı köklü çözüm kapari, Orman Bakanlığı, Ağaçlandırma ve erozyon kontrol Genel Müdürlüğü, Çeşitli Yayınlar Serisi, No, 2, Ankara.

- Anonymous, 1999. Kapari Tarım ve işletmesi, Tarım ve Köt işleri Başkanlığı teşkilatlanma ve destekleme Genel müdürlüğü, Yayın dairesi başkanlığı. Ankara.
- Anonymous, 2000. Dış ticaret Müsteşarlığı, İhracat Genel Müdürlüğü Kayıtları.
- Artık, N., Nas, S., Yemiş, O., Bakkalbaşı, E., 2008. Kapari (*Capparis* spp.) Glukozinolatlarının Proses Sırasındaki Değişimi Ve Değişik Yöntemlerle Azaltılmaları, TÜBİTAK-TOGTAG 3324 No.'lu Proje.
- Arslan N., Söyler DA, 1998. Kebere (*Capparis ovata* Desf.) Çeliklerinin Köklenmesine Büyüme Düzenleyici Maddelerinin Etkisi, Tarım Bilimleri Dergisi, 4(3), 70-73. Ankara.
- Ayanoğlu, F., Mert, A. 1999. Farklı Soğuklanma Süresi ve Kimyasal Uygulamalarının İki Kebere Türünde (*Capparis Spinosa* L., *Capparis ovata* desf.) Tohum Çıkışı Üzerine Etkileri, Tarım Bilgileri Dergisi, 5(2), 77-80.
- Atalay, E., Gezgin, S., Babaoğlu, M. 2003. Buğday (*Triticum durum* Desf.) ve Arpa (*Hordeum Vulgare* L.) *In Vitro* Fidelerinin Bor Alımının ICP-AES ile Tespiti. *Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Dergisi*, 17 (32), 47-52.
- Bastias, E., Alcaraz-Lopez, C., Bonilla I., Martinez-Ballesta, MC., Bolanos, L., Carvajal, M. 2010. Interactions between salinity and boron toxicity in tomato plants involve apoplastic calcium. *Journal of Plant Physiology*, 167(1), 54-60.
- Baytop, T. 1995. Türkçe Bitki Adları Sözlüğü, Türk Dil Kurumu Yayınları 578, Ankara.
- Beg, A., 1993. Status and Potential of Some Oilseed Crops in the WANA Region. Aleppo, CARDA, 38 p.
- Blevins, D.G., Lukaszewski, K.M. 1998. Boron in Plant Structure and Function, Annual Review of Plant Phsiology and Plant Molekular Biology, 49, 481-500.
- Bilgin, M., 2004. Kapari Yurt İçi Piyasa Araştırması. İstanbul Ticaret Odası Dış Ticaret Şubesi Araştırma Servisi.
- Brown, PH., Bellaloui, N., Wimmer, M.A., Bassil, E.S., Ruiz, J., Hu, H., Pfeffer, H., Dannel, F., Römheld, V. 2002. Boron in Plant Biology, *Plant Biology*, 4, 205-223.
- Bowen, J.E., Gauch, H.G. 2002. Essentiality of Boron for *Dryopteris dentata* and *Selaginella apoda*, *American Fern Journal*, 55, 67-73.
- Choi, E., Kolesik, P., McNeill, A., Collins, H., Zhang, Q., Huynhi, B., Graham, R., Stangoulis, J. 2007. The Mechanism of Boron Tolerance for Maintanance of Root Growth in Barley (*Hordeum vulgare* L.), *Plant Cell and Environment*, 30, 984-993.
- Coşge, B., Gürbüz, B., Söyler, D., Şekeroğlu, N., 2005. Kebere (*Capparis* spp.) Yetiştiriciliği ve Önemi, *Bitkisel Araştırma Dergisi*, 2: 29-35.
- Doğan, M., Avu, A., Can, E.N., Aktan, A. 2008. Farklı domates tohumlarının çimlenmesi üzerine tuz stresinin etkisi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fen Dergisi, 3(2) 174-182.
- Doğan, M., Kılıç, H., Aktan, A., Can, N.E. 2009. Tuz stresi altındaki domates (*Lycopersicon* sp.) fidelerinde kalsiyum miktarı değişimleri. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 21(2), 103-108.
- Dugger, W.M. 1983. Boron in Plant Metabolism, *Encyclopedia of Plant Physiology, New Series* (A.Lauchli and Bielecki R.L. eds.), Vol 15B, Sprienger Verlag, Berlin, 626-650.
- Faizanullah Bano, A., Nosheen, A. 2010. Role of plant growth regulators on oil yield and biodiesel production of linseed (*Linum usititimum* L). *Journal Chemical Society Pakistan*, 32, 668-671.
- Francois, L.E., Bernstein, L., 1964. Salt Tolerance of Safflower. *Agron. J.*, 54, 38-40.
- Romeo, V. , Ziino, M., Giuffrida, D., Condurso, C., Verzera, A., 2007 Flavour Profile of Capers (*Capparis spinosa* L.) from the Eolian Archipelago by HS-SPME/GC-MS, *Food Chemistry*, 101, 1272-1278.
- Gemici, M., Aktaş L.Y., Türkyılmaz, B., Güven, A. 2002. The Effects of the Boron Aplication on Indole-3-Acetic Acid Levels in *Triticum durum* Desf. cv. Gediz Seedlings, Çukurova Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fen Bilimleri Dergisi, 23, 2.
- Gülümser, A., Odabaş, M.S., Özturan, Y. 2005. Fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) Yapraktan ve Toprakdan Uygulanan Farklı Bor Dozlarının Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(2), 163-168.
- Güneş, A., Alpasalan, M., Özcan, H., Çıkılı, Y. 2000. Türkiye'de yaygın olarak yetiştirilen mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinin Bor toksisitesine Duyarlılıkları, *Turkish Journal of Agricultural*, 24, 277-282.

- Hakkı, E.E., Uygan, S., Babaoğlu, M., Topal, A., Gezgin, S., 2007. Determination of Wild Wheat Genetic Resources That Can Contribute Best to Boron Toxicity Tolerance in Cultivars. 13th European Congress On Biotechnology, 16-19 Sept. Barcelona, Spain, Abstract Journal of Biotechnology, special issue, 131(25), 533-534.
- Hamurcu M, Harmankaya M, Soylu S, Gökmen F, Gezgin S (2006). Makarnalık Buğdayın (*Triticum durum* L.) Bazı Besin Elementleri Kapsamına Farklı Dozlarda Bor ve Demir Uygulamalarının Etkisi. *Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (38), 1-8.
- Huang, C., Graham, R.D. 1990. Resistance of Wheat Genotypes to Boron Toxicity Expressed at the Cellular Level, *Plant and Soil*, 126, 295-300.
- Hu, H., Brown, P.H., Labavitch, J.M. 1996. Species Variability in Boron Requirement Is Correlated With Cell Wall Pectin. *Journal of Experimental Botany*, 47, 227-232.
- İlisulu, K. 1970. Türkiye'de Aspir Ziraatı Hakkında incelemeler. *Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yıllığı*, 19 (4), 733-753.
- Keren, R., Bingham, F.T. 1985. Boron in Water Soils and Plants, *Advances in Soil Sciences*. 1, 230-276.
- Klein, R.M. Brown, S.J. 1981. Effect of Borate Excess and Calcium Ion on Mitosis of Pea Root-Tip Meristem Cells. *Environmental and Experimental Botany*, 22, 199-202.
- Kızılgöz, İ., Özberk, İ. 2005. Sulanan Koşullarda Makarnalık ve Ekmeklik Buğdayın Borla Beslenme Durumunun Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9-3.
- Kaya, M.D., İpek, A., Özdemir, A. 2003. Effects of Different Soil Salinity Levels on Germination and Seedling Growth of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Turk Journal of Agricultural Forestry*, 27, 221-227.
- Khan, N., Young, K.J., Gartrell, J.N. 1999. Research Officers, Boron toxicity in barley. Division of Plan Research, Agriculture Western Australia, Farmnote, 85.
- Kırıcı, S. 1998. İki Aspir çeşidinde Gibberellik Asidin (GA3) Agronomik Özellikler ve Çiçek Verimi ile Boyar Madde Oranına Etkileri. *Tarla Bitkileri Merkezi, Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 7 (1), 10-30.
- Kırıcı, S., İnan, M. 2001. Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'de Farklı Çiçek Hasat Tarihlerinin Çiçek ve Tohum Verimleri ile Toplam Boyar Madde ve Yağ Oranlarına Etkileri. *Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi*, 17- 21 Eylül, Cilt II (Endüstri Bitkileri), 67-71, Tekirdağ.
- Kolsarıcı, Ö., Ekiz, E. 1983. Yerli ve Yabancı Kökenli Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinin Önemli Tarımsal Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. *Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları*, 864, 25.
- Lima, M.D.R. 1998. Seed Germination of Pea (*Pisum sativum* L.) under Different Concentration Boron Levels, *Irriga*, 3(1), 47-54.
- Liu, D., Jiang, W., Zhang, L., Li, L. 2000. Effects of Boron İons on Root Growth and Cell Division of Broadbean (*Vicia faba* L.), *Israel Journal of Plant Science*, 48, 47-51.
- Lovatt, C.J. 1985. Evolution of Xylem Resulted in a Requirement for Boron in the Apical Meristems of Vascular Plants, *New Phytol*, 99, 509-522.
- Ludbrook, W.V. 1992. Effects of Various concentrations of Boron on the Growth of Pine Seedlings, *Journal of Australian Institute of Agricultural Science*, 8, 112-114.
- Loomis, W.D., Durst, R.W. 1992. Chemistry and Biology of Boron, *BioFactors*, 3, 229-239.
- Mahboobi, H., Yücel, M., Öktem, H.A. 2000. Changes in Total Protein Profiles of Barley Cultivars in Response to Toxic Boron Concentration. *Journal of Biological Sciences*, 23(3) 391-399.
- Miwa, K., Takano, J., Fujiwara, T. 2006. Improvement of seed yields under boron limiting conditions trough overexpression of *Bor1*, a boron transporter for xylem loading, in *Arabidopsis thaliana*. *The Plant Journal*, 46, 1084-1091.
- Mondy, N.I., Munshi, C.B. 1993. Effects of Boron on Enzymatic Discoloration and Phenolic and Ascorbic Acid Contents of Potatoes, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 41, 554-556.
- Nable, R.O. 1991. Distribution of Boron Within Barley Genotypes with Differing Susceptibilities to Boron Toxicity. *Journal of Plant Nutrition*, 14(5), 453-461.
- Nable, R.O., Banuelous, S.G., Paull, G.J. 1997. Boron Toxicity, *Plant and Soil*, 198, 181-198.
- Orphanos, P. I. 1983. Germination of Caper (*Capparis spinosa*)Seeds. *J. of Horticultural Science*, 58 (2) 267-270.
- Otan, H., Sarı, A.O., Çarkacı, N. 1994. Kapari (*Capparis spinosa* L.) Üzerinde Agroteknik Araştırmalar, I. *Tarla Bitkileri Kongresi*, 25-29 Nisan, İzmir.
- Özçelik, H., Kova, A., 2011. Türkiye'de Kebere (*Capparis L./Capparacea*) cinsi ve Ekonomik Önemi. 2. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Eylül, Isparta, s.32.

- Parr, A.J. Loughman, B.C. 1983. Boron and Membrane Function in Plants, *içinde* Metals and Micronutrients. Uptake and Utilization by Plants. Eds. D.A. Robb and W.S. Pierpoint, 87-107, Academic Pres, New York.
- Paull, J.G., Cartwright, B., Rathjen, A.J. 1988. Responses of Wheat and Barley Genotypes Toxic Concentrations of Soil Boron, *Euphytica*, 39, 137-144.
- Pugnaria, F. I. and E. Esteban, 1991. Nutritional adaptat ions of caper shrub (*Capparis ovata* Desf.) to environmental Spain.
- Power, P.P. Woods, W.G. 1997. The Chemistry of Boron and Its Speciation in Plants, *Plant and Soil*, 193(12), 1-13.
- Rerkasem, B., Jamjod, S. 2004. Boron deficiency in wheat: a review. *Field crops research*, Elsevier, 89, 173-186.
- Reid, R.J., Hayes, J.E., Post, A., Stangoulis, J.C.R., Graham, R.D.A. 2004. Critical analysis of causes of boron toxicity in plants, *Plant Cell and Enviroment*, 25, 1405-1414.
- Romeo, V. , Ziino, M., Giuffrida, D., Concurso, C., Verzera, A., 2007 Flavouir Profile of Capers (*Capparis spinosa* L.) from the Eolian Archipelago by HS-SPME/GC-MS, *Food Chemistry*, 101, 1272-1278.
- Schon, M.K., Blevins, D.G. 1987. Boron Stem Infusions Stimulate Soybean Yield By Increasing Pods on Lateral Branches, *Plant Physiology*, 969-971.
- Soylu, S., Sade, B., Topal, A., Akgün, N., Gezgin, S., Hakkı, E.E., Babaoğlu, M. 2005. Responses of Irrigated Durum and Bread Wheat Cultivars to Boron Application in a Low Boron Calcareous Soil. *Turk Journal of Agricultural Forestry*, 29, 275-286.
- Söyler, D., Arslan, N. 1999. Kebere (*Capparis spinosa* L.) Tohumlarının Çimlenmesine Farklı Sıcaklık ve Işıklandırmanın Etkisi, *Ege Tarımsal Araştırma dergisi*, 9(1), 63-75, İzmir.
- Söyler, D., Arslan, N. 2000. Kebere (*Capparis ovata* Desf.) Çeliklerinin Köklenmesine Büyüme Düzenleyici Maddelerinin Etkisi, *Turk Journal of Agricultural Forestry*, 595-600.
- Söyler, D., Arslan, N., 2004. Kebere (*Capparis ovata* Desf.) Tohumlarının Çimlenmesi Üzereine Farklı Ön Uygulamalar, Sıcaklık ve ışıklanmanın Etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 1082), 127-132.
- Tansı, S., Culcu, A., Nacar, Ş. 1997. Kebere (*Capparis spinosa* L.) Tohumların Çimlenmesi Üzerine Araştırmalar, Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi. 22-25 Eylül 681-683, Samsun.
- Taban, S., Erdal, İ. 2000. Bor Uygulamasının Değişik Buğday Çeşitlerinde Gelişme ve Toprak Üstü Aksamda Bor Dağılımı Üzerine Etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24, 255-262.
- Takano, J., Miwa, K., Yuang, L., Wiren, N., Fujiwara, T. 2005. Endocytosis and Degradation of Bor1, a Boron Transporter of *Arabidopsis thaliana*, Regulated by Boron Availability. *PNAS, Plant Biology*, 102(34), 12276-12281.
- Torun, A.A., Yazıcı, A., Erdem, H., Çakmak, İ. 2006. Genotypic Variation in Tolerance to Boron Toxicity in 70 Durum Wheat Genotypes. *Turk Journal of Agricultural Forestry*, 30, 49-58.
- Tonçer, O. 1999. Güneydoğu Anadolu bölgesinde kebere (*Capparis ovata* Desf. var. *palaestina* Zoh.) ın çoğaltma olanakları na araştır ır ı lmas ı . Çukurdova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi, 167 s.
- Topal, A., Gezgin, S., Akgün, N., Dursun, N., Babaoğlu, M., 2002. Yield and Yield Attribute of durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) as effected by Boron Application. *Boron in Plant and Animal Nutrition*, Edited by Goldbach et al., Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York.
- Uysal, N., Baydar, H., Erbaş, S. 2006. Isparta popülasyonundan geliştirilen Aspir (*Cartamus tinctorius* L.) hatlarının tarımsal ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 1(1), 52-63.
- Warrington, K. 1923. The Effects of Boric Acid and Borax on The Broad Bean And Certain Other Plants, *Annals of Botany*, 37, 457-466.
- Wimmer, M.A. and Goldbach, H.E., 2007, Boron in the Apoplast of Higher Plants:Relevance for rapid deficiency reactions, interaction with calcium activity and characterization of soluble boron, *içinde* The Apoplast of Higher Plants:Compartment of Storage, Transport and Reactions, B.Sattelmacher and W.J. Horst (eds.) pp.19-32.
- Yazdi-Samadi, B., Zali, A.A., 1979. Comparison of Winter and Spring-type Safflower. *Crop Sci.*, 19, 783-785.
- Yorgancılar, M., Babaoğlu, M. 2005. Buğday Çeşitlerinde Borun Çimlenme Üzerine Etkisinin In Vitro ve Saksı Şartlarında Araştırılması. *Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (35), 109-114.