

Yapraktan Kalsiyum ve Bor Uygulamasının Narın (*Punica granatum* cv. Hicaznar) Mineral Beslenmesi, Verimi ve Meyve Çatlama Üzerine Etkisi

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 18, Sayı 2,
Sayfa 74-83, 2023

Sait İsmail YÖRÜK¹, Figen ERASLAN İNAL^{*2}

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 18, Issue 2,
Page 74-83, 2023

Öz: Nar yetiştiriciliğinde başlıca fizyolojik sorunlardan birisi meyve çatlamaştır. Bu çalışmada, nar bitkisine üç farklı dönemde yapraktan Ca ve B uygulamalarının bitkilerin mineral beslenmesi, verimi ve meyve çatlama üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırmada, bitkisel materyal olarak 13 yaşında Hicaznar nar çeşidi kullanılmış ve deneme Antalya ili Serik ilçesinde bir üretici bahçesinde yürütülmüştür. Yapraktan Ca uygulaması %0, %1 ve %2 dozlarında CaCl₂ olarak, B uygulaması ise %0, %0.2 ve %0.4 dozlarında H₃BO₃ olarak uygulanmıştır. Uygulamalar tam çiçeklenmeden 30 gün sonra ve 30 gün aralıklarla toplam üç kez, ağaçlarda yaprakları tamamıyla ıslatacak şekilde pülverizatörle yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, yapraktan Ca, B ve Ca x B uygulamaları nar bitkilerinin yaprak örneklerinde N, P, K, Ca, B ve Zn konsantrasyonları ve meyve verimi üzerinde önemli etkiler yaparken; Mg, Fe, Cu, Mn konsantrasyonları ve çatlak meyve oranı üzerine etkileri önemli bulunmamıştır. Bor uygulaması yaprakların N, P ve B konsantrasyonlarını ve verimi artırmıştır. Kalsiyum uygulaması ile yaprak K, Ca ve B konsantrasyonları önemli oranda artmıştır. Nar bitkisinde çatlak meyve oranı üzerine hem Ca hem de B uygulamalarının önemli bir etki yapmadığı tespit edilmiştir. Yapılan deneme sonucunda; nar üretiminde önemli bir fizyolojik bozukluk olan meyve çatlama sorununu önlemek amacıyla meyve çatlama ve verim değerleri birlikte değerlendirildiğinde en etkili uygulamanın yapraktan %1 Ca ve %0.2 B uygulamasının olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Bor, kalsiyum, meyve çatlama, nar

The Effect of Foliar Calcium and Boron Application on Mineral Nutrition, Yield and Fruit Cracking of Pomegranate (*Punica granatum* cv. Hicaznar)

Abstract: One of the main physiological problems in pomegranate cultivation is fruit cracking. In this study, the effects of foliar Ca and B applications in the three different growing periods on mineral nutrition, fruit cracking and yield of the Hicaznar cultivar pomegranate plant were investigated. In the research, the 13 years old Hicaznar pomegranate variety was used as a plant material and the experiment was carried out in a producer's orchard in Serik district of Antalya. Foliar Ca application was applied as CaCl₂ at 0%, 1% and 2% doses, and B application was applied as 0%, 0.2% and 0.4% doses of H₃BO₃. Applications were made 30 days after full bloom at 30-day intervals, a total of three times, with a sprayer to completely wet the leaves on the trees. Results of this study showed that, foliar Ca, B and Ca x B applications have significant effects on the N, P, K, Ca, B and Zn concentrations of the leaves and fruit yield of pomegranate plants; however, it did not have significant effects on Mg, Fe, Cu, Mn concentrations of the leaves and crack fruit. Boron application increased the N, P and B concentrations of the leaves and fruit yield. Potassium, Ca and B concentrations increased significantly with calcium application. It was determined that both Ca and B applications did not have a statistically significant effect on the crack fruit ratio in the pomegranate plant. The results suggest that in order to prevent problems such as fruit cracking, which is an important physiological disorder in pomegranate production, fruit cracking and yield values were evaluated together it can be said that the most effective application is 1% Ca and 0.2% B.

Keywords: Boron, calcium, fruit cracking, pomegranate

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
figeneraslan@isparta.edu.tr

Alınış (Received): 28/07/2023
Kabul (Accepted): 14/11/2023

¹T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Antalya
Tohum Sertifikasyon Test Müdürlüğü,
Antalya, Türkiye

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki
Besleme, Isparta, Türkiye

1. Giriş

Nar (*Punica granatum* L.), subtropik ve tropik iklim meyvesi olmasına rağmen sıcak ılıman iklime sahip bölgelerin bir kısmında da yetiştirilebilir. Genel olarak sıcak, kurak ve uzun bir yaz periyodu ile ılık ve yağışlı bir kış nar yetiştiriciliği için uygundur. Narın anavatanı, İran başta olmak üzere Türkiye'nin güneydoğusunu kapsayacak şekilde Ortadoğu, Kafkasya ve Hindistan'ın kuzeyi olarak belirtilmiştir (Kurt ve Şahin, 2013). Nar bitkisinin Türkiye'de ziraatının yapılması oldukça eski yıllara uzanmakla beraber meyvecilik sektöründeki gelişimi 2000'li yıllardan itibaren önem kazanmıştır. Ülkemizde 2015-2020 yılları arasındaki narın bitkisel üretim verileri Tablo 1'de verilmiştir. Tablo incelendiğinde nar üretiminde toplam kayıp miktarının toplam üretim içindeki payının yaklaşık %5.46 seviyelerinde olduğu görülmektedir. Toplam üretim miktarının yaklaşık %30'luk kısmı ise ihraç edilmektedir.

Nar yetiştiriciliği, Türkiye'nin güney kıyıları boyunca başta Antalya olmak üzere en fazla Muğla, Mersin ve Adana'da yapılmaktadır. Ticari nar yetiştiriciliğinde en fazla ürün kaybına neden olan durum ise fizyolojik bir bozukluk olan meyve çatlamasıdır. Meyve çatlaması özellikle olgunluk evresine gelmiş meyvelerde görülmeye başlamakta ve olgunluk düzeyi ilerledikçe çatlama riski daha da yükselmektedir. Narda meyve çatlaması üzerine kültürel, genetik ve çevresel faktörler belirleyici rol oynamaktadır. Yeni olgunlaşan genç meyvelerde kalsiyum ve bor gibi besin elementi eksiklikleri, gün içinde gündüz ve gece sıcaklıklarındaki şiddetli dalgalanmalar, meyve olgunlaşması sırasında düzensiz sulama rejimleri ve uzun kurak dönemler, ardından şiddetli yağmurlar veya sulama nar meyvesinde çatlama üzerine birincil derecede katkıda bulunan faktörlerdir (Gharesheikhsbayat, 2006; Khalil ve Aly, 2013; Galindo vd., 2014).

Kalsiyum içeriği ve pektin değeri gibi fizyolojik karakterlerin, hücre zarının mekanik özellikleri üzerinde önemli etkileri vardır. Hücre duvarları, kalsiyumun asidik pektin kalıntısı ile çapraz bağlanmada kilit rol oynadığı yer olarak kabul edilmiştir. Kalsiyum iyonlarıyla çapraz bağlanmış düşük metilleşmiş pektin moleküllerinin hücre duvarlarını daha sert hale getirdiği ve sonuç olarak doku sertliğini arttırdığı bildirilmiştir (Singh vd., 2020). Kalsiyumun meyve çatlaması üzerinde önemli bir rolünün olduğu ve meyve çatlamasını azalttığı çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir (Khalil ve Aly, 2013; Singh vd., 2003).

Kalsiyum, hücre duvarının önemli bir bileşeni olduğu gibi hücreler ve hücre duvarı arasındaki kohezyon gücüne katkıda bulunmakta ve konsantrasyonu normal meyvelerde çatlamış meyvelere göre daha yüksektir olduğu bildirilmektedir (Li ve Huang, 1995; Huang vd., 1999). Kalsiyum muhtemelen epidermal hücre duvarlarının elastikiyetinin artmasına, gücüne ve kalınlığına katkıda bulunmaktadır. Kalsiyum, su stresi sırasında meydana gelen daha yüksek turgor basıncı oranları altında meyvenin çatlamaya daha iyi dayanabilmesi için pektin birikimine katkıda bulunarak yardımcı olduğu rapor edilmiştir (Choi vd., 2010).

Bor uygulamasıyla birlikte meyve çatlama oranının azalması üzerine borun etkisi, esas olarak bitki hücre duvarlarının genişlemesindeki pektinlerin oluşturulmasının yanı sıra indol-3-asetik asit (IAA) ve su alımının artırılması borun önemli rolüne atfedilir. Bu rolün borun meristematik aktiviteler için gerekli olan enzimlerle ilişkili olduğu ve ayrıca iletim dokularının normal gelişimindeki önemli rolünün bir sonucu olduğu belirtilmektedir (Singh vd., 2020). Bohlmann (1962), borun bitkilerde pektik maddenin sentezine bağlı olan fizyolojik rolünden dolayı meyve çatlaması üzerine etki ettiğini bildirmiştir.

Nar yetiştiriciliğinde hem makro hem de mikro besinler uygun büyüme, gelişme ve verim için gereklidir. Ayrıca Zn, Fe, B ve Mn'nin narda gelişimi daha sınırlayıcı mikro besinler olduğu bildirilmiştir (Mirdehghan ve Rahemi, 2007). Özellikle B, Ca, Zn ve K gibi besin elementi eksikliği, narda meyve çatlaması ile doğrudan ilişkilendirilebilir. Meyve büyüme dönemindeki bazı fizyolojik süreçler sırasında K, Ca, Zn, Cu, Mo ve Mn gibi besin elementlerinin eksikliği de meyve çatlamasına neden olabilir (Sheikh ve Manjula, 2006).

Mineral besin eksikliği açısından kayısıda B noksanlığı (Benson, 1994) ve kirazda Ca noksanlığında (Meheriuk vd., 1991) meyvede çatlama geliştiği belirtilmiştir. Domateste çatlama ise perikarp hücrelerinde düşük Ca konsantrasyonu ile ilişkili olduğu bildirilmektedir (Astuti, 2002).

Özellikle nar yetiştiriciliğinde fizyolojik bir bozukluk olan meyve çatlaması sorunu kaliteli pazarlanabilir meyve miktarını düşürmektedir. Meyve çatlamasına birden fazla faktörün neden olduğu yapılan çalışmalarda da

Tablo 1. Ülkemizde narın bitkisel üretim verileri (Anonim, 2022a)

Yıllar	Üretim (ton yıl ⁻¹)	Üretim kaybı (ton yıl ⁻¹)	Tüketim (ton yıl ⁻¹)	Kayıplar (ton yıl ⁻¹)	İhracat (ton yıl ⁻¹)	Kişi başına tüketim (kg yıl ⁻¹)	Yeterlilik derecesi (%)
2019/2020	559 172	9 506	350 965	30 519	169 211	4.2	144.1
2018/2019	537 847	9 143	301 053	26 179	203 248	3.7	161.6
2017/2018	502 606	8 544	290 484	25 259	178 832	3.6	156.5
2016/2017	465 200	7 908	261 327	22 724	173 824	3.3	161.0
2015/2016	445 750	7 578	244 616	21 271	173 199	3.1	164.8

gözlenmektedir. Bu faktörlerden birisi de bitki beslemesidir. Bu çalışmada farklı dönemlerde yapraktan uygulanan Ca ve B solüsyonlarının Hicaznar nar çeşidinin mineral beslenme durumuna, verim ve meyve çatlamasına etkisinin araştırılması ve en uygun Ca ve B dozunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Deneme alanı özellikleri ve denemenin kurulması

Deneme Antalya İli Serik İlçesi Eskiörük Mahallesi denizden 23 m yükseklikte, 36°58'20.4"N enleminde ve 30°59'03.2" E boylamında yer alan bir üretici bahçesinde tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 2 ağaç olacak şekilde toplam 54 ağaç üzerinde 2018-2019 gelişim sezonunda yürütülmüştür. Araştırmada, bitkisel materyal olarak 13 yaşında Hicaznar nar çeşidi kullanılmıştır. Hicaznar nar çeşidi ülkemizde yetiştiriciliği yapılan bölgelerde yaygın olarak tercih edilen bir çeşittir. Çeşidin meyve iriliği orta-yüksek, meyve şekli basık, kabuk ve meyve rengi koyu bordo, kalın kabuklu, meyve suyu randımanı düşük orta, küçük daneli geç olgunlaşan, sert çekirdekli, mayhoş-ekşi tadında, orta sık dikenli ve meyve çatlamasına orta eğilimli bir çeşittir (Yılmaz, 2007).

Denemede 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri aşağıdaki gibidir: Toplam N, 0.127 g kg⁻¹, bitkiye elverişli P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu ve Zn sırasıyla 7.5 mg kg⁻¹, 102 mg kg⁻¹, 52 mg kg⁻¹, 80 mg kg⁻¹, 2.89 mg kg⁻¹, 2.74 mg kg⁻¹, 0.62 mg kg⁻¹ ve 0.087 mg kg⁻¹'dir. Deneme toprağının pH, 8.37, EC, 0.19 dS m⁻¹, organik madde, 2.11 g kg⁻¹ ve kireç içeriği %8.28' dir. Deneme kurulmadan önce, hasadı takiben bahçenin budaması 20 Şubat 2019 tarihinde yapılmıştır. 27 Şubat 2019 tarihinde, 400 g N ağaç⁻¹ olacak şekilde amanyum nitrat, 250 g P ağaç⁻¹ olacak şekilde triple süper fosfat (TSP) ve 400 g K ağaç⁻¹ olacak şekilde potasyum sülfat gübreleri ağaç taç iz düşümü içerisine serpilerek gübreleme yapılmıştır. Hastalık ve zararlı takibi yapılarak gerekli

olduğu durumlarda ilaçlamalar yapılmıştır. Bahçe salma sulama yöntemiyle haftada bir defa sulanmıştır.

Denemede yapraktan Ca %0, %1 ve %2 dozlarında CaCl₂ formunda, B ise %0, %0.2 ve %0.4 dozlarında H₃BO₃ formunda uygulanmıştır. Uygulamalar tam çiçeklenmeden 30 gün sonra birinci uygulama olmak üzere, 3 Temmuz 2019 tarihinde, ikinci uygulama 5 Ağustos 2019 tarihinde ve üçüncü uygulama da 1 Eylül 2019 tarihinde ağaçlara yaprakların tamamını ıslatacak şekilde hazırlanan çözeltiler sırt pülverizatörüyle püskürtülerek uygulanmıştır.

Yaprak örnekleri 18 Eylül 2019 tarihinde tek yıllık meyvesiz sürgünlerin orta kısımlarından alınarak aynı gün içerisinde laboratuvara götürülmüş ve bir kez çeşme suyu 2 kez saf sudan geçirilmiş, daha sonra 65 °C' de 48 saat kurutulmuş ve mineral analizler için öğütülmüştür. Nar yapraklarının toplam N kapsamı Kjeldahl'da, kuru yakma yöntemiyle yakılan yaprak örneklerinde, toplam P miktarı vanadomolibdofosfoik sarı renk yöntemine göre spektrofotometrede (Shimadzu UV-1208); toplam K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn ve Zn konsantrasyonu atomik absorpsiyon spektrofotometre kullanılarak, B azometin-H ile oluşturulan kompleksin renk yoğunluğuna dayanılarak spektrofotometrede (Shimadzu UV-1208) belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

Denemenin hasadı 29-31 Ekim 2019 tarihleri arasında yapılmış, verim ağaç başına kg olarak (kg ağaç⁻¹) olarak belirlenmiştir. Denemede hasatla birlikte ağaçtaki çatlamış ve sağlam meyveler ayrı ayrı sayılmış ve çatlamış meyve sayısı tüm meyve sayısına oranlanarak meyve çatlama oranı [Ağaç başına çatlamış meyve oranı (%) = (Ağaçtaki çatlamış meyve sayısı / Ağaçtaki tüm meyve sayısı) × 100] belirlenmiştir.

Yapılan uygulamaların sonuçlarının önemliliği varyans analizi ile uygulamalar arasındaki farklılıklar ise Tukey testi ile Minitab paket programı kullanılarak belirlenmiştir.

Tablo 2. Antalya ili Serik ilçesi Serik-18306 istasyonu 2017, 2018, 2019, 2020 yılları ve uzun yıllar ortalamalarına ait toplam yağış (mm) ve ortalama sıcaklık (°C) değerleri (Anonim, 2022b)

Aylar	Toplam Yağış (mm)					Ortalama Sıcaklık (°C)				
	2017 Yılı	2018 Yılı	2019 Yılı	2020 Yılı	Uzun Yıllar Ort.	2017 Yılı	2018 Yılı	2019 Yılı	2020 Yılı	Uzun Yıllar Ort.
Ocak	238.2	193.1	823.7	246.7	210.6	9.1	11.8	10	10.7	9.8
Şubat	75.3	129.5	146.4	84.7	112.7	11.4	13.8	12.4	11.5	10.8
Mart	123.8	82.9	68.1	47.2	94.5	14.2	15.7	14.2	14.5	13.1
Nisan	67.7	28.9	44.4	8.6	63.1	17.0	19.7	16.3	17.2	16.4
Mayıs	85.8	16.7	22.2	32.9	37.0	21.1	23.9	22.1	22.4	20.9
Haziran	3.6	62.8	9.4	0.1	10.1	26.3	26.0	26.5	24.8	25.7
Temmuz	2.1	1.6	7.4	0	4.0	30.8	29.4	29.2	30.1	28.9
Ağustos	3.9	1.7	0.7	11.4	5.0	29.3	29.6	30.4	30.1	29.0
Eylül	2	14.2	91.9	0.1	22.0	27.0	29.4	28.6	29.1	25.6
Ekim	182	25.8	11.9	14.4	76.6	21.4	22.7	23.8	24.2	20.9
Kasım	120.8	180.1	60.1	12.5	152.1	15.8	17.8	18.7	18	15.3
Aralık	112.8	270.1	332.3	380.2	271.7	14.0	12.2	13.0	14.3	11.4

2.2. İklim özellikleri

Denemenin yürütüldüğü Antalya ili Serik ilçesi Eskiörük Mahallesi'nin 2017, 2018, 2019, 2020 yıllarına ve uzun yıllara (1930-2021) ait aylık ortalama yağış ve sıcaklık değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Deneme alanı yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık ve yağışlı geçmektedir. Uzun yıllar ortalaması olarak yağış 1059.4 mm olup, en fazla yağış Aralık ayında, en az yağış ise Temmuz ayında gerçekleşmiştir. Uzun yıllar ortalaması olarak sıcaklık 19.0°C olup, en sıcak Ağustos ayı, en soğuk ise Ocak ayı olarak belirlenmiştir. Denemenin yürütüldüğü 2018-2019 üretim döneminde (Ekim 2018-Eylül 2019) alınan toplam yağış 1690.2 mm olup uzun yıllar üretim dönemi (Ekim-Eylül) yağış ortalaması 1059.4 mm olarak gerçekleşmiştir. Denemenin uygulandığı 2019 yılında uzun yıllar üretim dönemi ortalamasına göre daha fazla yağışın düştüğü belirlenmiştir.

3. Bulgular

3.1. Yapraktan kalsiyum ve bor uygulamasının nar bitkisi besin elementi konsantrasyonları üzerine etkisi

Yapraktan Ca ve B uygulamasının narın yaprak N, P, K, Ca ve Mg konsantrasyonlarına etkisi Tablo 3'de verilmiştir. Tablo 3 incelendiğinde nar yaprak N ve P konsantrasyonlarına B uygulamasının etkisi önemli olurken Ca ve Ca × B interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur. Uygulanan B dozu arttıkça yaprakların N konsantrasyonları da artmıştır. Bor uygulanmayan (B₀) konularda yaprak N konsantrasyonu %1.38 iken B dozu arttıkça N içeriği %1.45 ve %1.53'e çıkmıştır. Yaprak P konsantrasyonu ise B₀ ve B₁ dozunda %0.11 iken B₂ dozunda ise %0.13 olarak belirlenmiştir.

Narın yaprak K ve Ca konsantrasyonları üzerine Ca ve Ca × B interaksiyonunun etkisi önemli olurken, B uygulamasının

etkisi önemsiz bulunmuştur. Kalsiyum uygulamasının kontrol grubunda yaprak K içeriği B uygulamasının artması ile %0.66'dan %0.99 ve %1.14'e çıkarken Ca₂ uygulamasında B dozunun artması ile %1.28'den %1.10 ve 1.04'e düşmüştür. Kalsiyum uygulamasının kontrol grubunda yaprak ortalama Ca içeriği %2.22, Ca₁ dozunda %2.82 ve Ca₂ dozunda ise %2.97 olarak tespit edilmiştir. Bor uygulamasının kontrol grubu ve B₁ dozunda Ca uygulamasının artması ile birlikte yaprakların Ca içeriği de artmıştır. Borun kontrol grubunda Ca içeriği %1.93'den %3.04'e, B₁ dozunda ise %2.26'dan %3.04'e çıkmıştır. Nar yaprak Mg içeriği üzerine B, Ca ve Ca × B interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur. Kalsiyum uygulamalarının kontrol grubunda ortalama yaprak Mg içeriği %0.49 iken Ca₁ dozunda %0.51 ve Ca₂ dozunda %0.52 olarak bulunmuş, B uygulamalarının kontrol grubunda ise ortalama yaprak Mg içeriği %0.50, B₁ ve B₂ dozlarında ise %0.51 olarak bulunmuştur.

Yapraktan Ca ve B uygulamasının narın yaprak Fe, Zn, Mn, Cu ve B konsantrasyonlarına etkisi Tablo 4'de verilmiştir. Nar yaprak Fe, Mn ve Cu içeriği üzerine B ve Ca uygulamaları ile Ca × B interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur. Kalsiyum uygulamalarının kontrol grubunda ortalama yaprak Fe içeriği 134 mg kg⁻¹ iken Ca₁ ve Ca₂ dozunda sırasıyla 137 mg kg⁻¹ ve 139 mg kg⁻¹, Bor uygulamalarının kontrol grubunda ortalama yaprak Fe içeriği 133 mg kg⁻¹, B₁ ve B₂ dozunda sırasıyla 137 mg kg⁻¹ ve 141 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Kalsiyum uygulamalarının kontrol grubunda ortalama yaprak Mn içeriği 47.8 mg kg⁻¹ iken Ca₁ dozunda 50.9 mg kg⁻¹ ve Ca₂ dozunda ise 48.8 mg kg⁻¹ olmuştur. Bor uygulamalarının kontrol grubunda ortalama yaprak Mn içeriği 49.9 mg kg⁻¹, B₁ dozunda 48.6 mg kg⁻¹ ve B₂ dozlarında yaprak Mn içeriği ise 48.9 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Yaprak Cu içeriği Ca uygulamalarının kontrol grubunda ortalama 13.3 mg kg⁻¹ iken Ca₁ dozunda 14.2 mg kg⁻¹ ve Ca₂ dozunda ise

Tablo 3. Yapraktan Ca ve B uygulamasının narın yaprak N, P, K, Ca ve Mg konsantrasyonlarına etkisi

Kalsiyum	Bor	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
Ca ₀	B ₀	1.25	0.09	0.66 Bb	1.93 Bb	0.50
	B ₁	1.38	0.10	0.99 Aa	2.26 ABb	0.46
	B ₂	1.62	0.13	1.14 Aa	2.48 Aa	0.50
Ca ₁	B ₀	1.48	0.11	1.10 Aa	2.92 Aa	0.49
	B ₁	1.51	0.11	1.15 Aa	2.92 Aa	0.53
	B ₂	1.51	0.12	0.90 Aa	2.61 Aa	0.51
Ca ₂	B ₀	1.40	0.11	1.28 Aa	3.04 Aa	0.50
	B ₁	1.46	0.11	1.10 Ba	3.04 Aa	0.53
	B ₂	1.47	0.13	1.04 Ba	2.81 Aa	0.52
Ortalama	B ₀	1.38 b	0.11 b	1.01	2.63	0.50
	B ₁	1.45 ab	0.11 b	1.08	2.74	0.51
	B ₂	1.53 a	0.13 a	1.03	2.63	0.51
Ortalama	Ca ₀	1.42	0.11	0.93	2.22	0.49
	Ca ₁	1.50	0.12	1.05	2.82	0.51
	Ca ₂	1.44	0.12	1.14	2.97	0.52
Kalsiyum (Ca)		0.78 ^{öd}	1.48 ^{öd}	5.93 ^{**}	26.28 ^{**}	2.21 ^{öd}
Bor (B)		5.90 ^{**}	4.80 [*]	0.66 ^{öd}	0.66 ^{öd}	0.19 ^{öd}
Ca × B		0.65 ^{öd}	2.53 ^{öd}	8.24 ^{**}	3.24 [*]	1.13 ^{öd}

*: p<0.05; **: p<0.01; öd: önemli değil; Ca: kalsiyum; B: bor uygulaması (Büyük harfler B, küçük harfler Ca ortalamaları arasındaki farklılıkları göstermektedir)

Tablo 4. Yapraktan Ca ve B uygulamasının narın yaprak Fe, Zn, Mn, Cu ve B konsantrasyonlarına etkisi

Kalsiyum	Bor	Fe (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	B (mg kg ⁻¹)
Ca ₀	B ₀	123	16.9 Ab	43.9	11.5	20.9
	B ₁	132	17.8 Aa	48.9	13.2	25.0
	B ₂	149	18.8 Aa	50.4	15.2	33.9
Ca ₁	B ₀	137	22.4 Aa	55.8	14.2	24.6
	B ₁	138	16.8 Ba	49.9	14.5	30.7
	B ₂	136	13.9 Bb	46.9	13.9	34.3
Ca ₂	B ₀	139	16.3 Ab	50.1	15.5	25.2
	B ₁	140	17.3 Aa	46.9	14.7	32.6
	B ₂	139	16.3 Aab	49.5	15.8	40.2
Ortalama	B ₀	133	18.5	49.9	13.8	23.5 c
	B ₁	137	17.3	48.6	14.1	29.4 b
	B ₂	141	16.3	48.9	15.0	36.2 a
Ortalama	Ca ₀	134	17.8	47.8	13.3	26.6 b
	Ca ₁	137	17.7	50.9	14.2	29.8 ab
	Ca ₂	139	16.6	48.8	15.4	32.7 a
Kalsiyum (Ca)		0.32 ^{öd}	0.89 ^{öd}	0.48 ^{öd}	2.52 ^{öd}	4.73*
Bor (B)		1.00 ^{öd}	2.63 ^{öd}	0.10 ^{öd}	1.02 ^{öd}	20.68**
Ca × B		1.31 ^{öd}	5.91**	1.06 ^{öd}	1.04 ^{öd}	0.52 ^{öd}

** : P<0.01, * : P<0.05, öd : önemli değil (Büyük harfler B, küçük harfler Ca ortalamaları arasındaki farklılıkları göstermektedir)

15.4 mg kg⁻¹ olmuştur. Bor uygulamalarının kontrol grubunda ortalama yaprak Cu içeriği 13.8 mg kg⁻¹, B₁ dozunda 14.1 mg kg⁻¹ ve B₂ dozlarında ise 15.0 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir.

Narın yaprak Zn içeriğine B ve Ca uygulamalarının etkisi önemsiz olurken, Ca×B interaksiyonunun etkisi önemli bulunmuştur. Kalsiyum uygulamasının birinci dozunda 22.4 mg kg⁻¹ olan yaprak Zn içeriği B uygulaması arttıkça istatistiki olarak önemli düzeyde azalarak 16.8 ve 13.9 mg kg⁻¹ seviyesine düşmüştür. Diğer kalsiyum uygulamalarında bor uygulamalarının her hangi bir etkisi olmamıştır. Bor uygulamasının ikinci dozunda ise sadece Ca' un ikinci dozu yaprak Zn içeriğini diğer Ca dozlarına göre önemli derecede azaltmıştır.

Narın yaprak B içeriğine B ve Ca uygulamalarının etkisi önemli olurken, Ca × B interaksiyonunun etkisi önemsiz

bulunmuştur. Uygulanan Ca dozu arttıkça yaprakların B konsantrasyonu da artmıştır. Kalsiyum uygulamasının kontrol (Ca₀) grubunda yaprak B konsantrasyonu 26.6 mg kg⁻¹ iken Ca dozu arttıkça B içeriği 29.8 mg kg⁻¹ ve 32.7 mg kg⁻¹'e çıkmıştır. Bor uygulamasının etkisi incelendiğinde ise B dozunun artması ile birlikte yaprakların B konsantrasyonlarının da arttığı gözlemlenmiştir. Bor uygulamasının kontrol (B₀) grubunda yaprak B konsantrasyonu 23.5 mg kg⁻¹ iken uygulanan B dozu arttıkça yaprak B içeriği de artarak 29.4 mg kg⁻¹ ve 36.2 mg kg⁻¹'e yükseldiği belirlenmiştir (Tablo 4).

3.2. Yapraktan kalsiyum ve bor uygulamasının nar bitkisinin verim ve meyve çatlaması üzerine etkisi

Yapraktan Ca ve B uygulamasının nar bitkisinin meyve verimi üzerine etkisi Tablo 5'de verilmiştir. Tablo 5. incelendiğinde narın meyve verimi üzerine B

Tablo 5. Yapraktan Ca ve B uygulamasının narın meyve verimi ve çatlak meyve oranı üzerine etkisi

Kalsiyum	Bor	Verim (kg ağaç ⁻¹)	Çatlak meyve oranı (%)
Ca ₀	B ₀	39.9	7.71
	B ₁	75.8	11.7
	B ₂	55.4	4.90
Ca ₁	B ₀	53.7	7.33
	B ₁	74.7	5.83
	B ₂	60.6	5.48
Ca ₂	B ₀	66.0	6.32
	B ₁	62.9	7.17
	B ₂	57.1	5.64
Ortalama	B ₀	53.2 b	7.12
	B ₁	71.1 a	8.23
	B ₂	57.7 ab	5.34
Ortalama	Ca ₀	57.1	8.10
	Ca ₁	62.9	6.21
	Ca ₂	62.0	6.37
Kalsiyum (Ca)		0.50 ^{öd}	0.74 ^{öd}
Bor (B)		4.33*	1.43 ^{öd}
Ca × B		1.64 ^{öd}	0.77 ^{öd}

uygulamasının etkisi istatistiksel olarak önemli olurken ($P<0.01$), Ca ve Ca \times B interaksiyonunun etkisinin önemsiz olduğu görülmektedir.

Uygulanan B dozlarının verim üzerine etkisi incelendiğinde, B dozunun artması meyve verimini artırmıştır. Bor uygulamasının kontrol grubunda meyve verimi 53.2 kg ağaç⁻¹ iken B₁ dozunda 71.1 kg ağaç⁻¹'a çıkmıştır. B₂ dozunda ise kontrole göre verimde bir artış olmasına rağmen bu artış B₁ dozundan daha düşük seviyede kalmıştır.

Kalsiyum uygulamaları ile birlikte narın meyve verimi kontrol grubuna göre artmıştır. Kontrol grubunda (Ca₀) 57.1 kg ağaç⁻¹ olan meyve verimi, Ca₁ ve Ca₂ dozunda sırasıyla 62.9 ve 62.0 kg ağaç⁻¹'a çıkmıştır. Ancak bu artışlar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Narın çatlak meyve oranı üzerine B ve Ca uygulamaları ile Ca \times B interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur (Tablo 5). İstatistiki olarak önemsiz olmakla birlikte, uygulanan hem Ca hem de B dozlarının artması ile birlikte çatlak meyve oranının azaldığı tespit edilmiştir. Kalsiyum uygulamalarının kontrol grubunda ortalama çatlak meyve oranı 8.10 iken Ca₁ ve Ca₂ dozlarında sırasıyla 6.21 ve 6.37'ye düşmüştür. Bor uygulamalarının kontrol grubunda ortalama çatlak meyve oranı 7.12 iken, B₁ dozunda 8.23 çikarken B₂ dozlarında 5.34'e düştüğü görülmektedir.

4. Tartışma ve Sonuç

Yapılan bu çalışmada, yapraktan üç farklı dönemde ve üç dozda uygulanan Ca (%0, 1 ve 2) ve B'un (%0, 0.2 ve 0.4) narın verim, mineral beslenmesi ve meyve çatlaması üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Yapraktan Ca ve B uygulamaları narın mineral beslenmesi, verimi ve meyve çatlaması üzerine önemli etkiler yaptığı belirlenmiştir.

Deneme sonunda elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde; nar bitkisinin yaprak N ve P içeriği üzerine B uygulamasının etkisi istatistiksel olarak önemli olurken, Ca ve Ca \times B interaksiyonunun etkisi önemsiz olmuştur. Uygulanan B dozu arttıkça yaprakların N konsantrasyonları da artmıştır. Bor uygulanmayan (B₀) konularda yaprak N konsantrasyonu %1.38 iken, B dozu arttıkça N içeriği %1.45 ve %1.53'e çıkmıştır. Bor uygulanmayan (B₀) ve B₁ konularında yaprak P konsantrasyonu aynı (%0.11) iken B₂ dozunda ise %0.13 olarak bulunmuştur. Çıtak ve Sönmez (2013), tarafından Antalya ili ve çevresindeki nar (*Punica granatum*) bahçelerinin beslenme durumlarının belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada nar bahçelerinden alınan yaprak örneklerinin N içeriklerinin %0.81 - 1.95 değerleri arasında olduğunu P içeriklerinin ise %0.09 - 0.23 değerleri arasında olduğunu saptamışlardır. Gökdemir (2016) tarafından yapılan çalışmada Isabella üzüm çeşidine

yapraktan 4 farklı B dozu uygulamıştır ve B uygulamalarının yaprak N, P içeriğini ve meyve verimini artırdığını belirtmiştir. Kalsiyum ve B uygulamasının çeşitli bitkilerde N, P ve verim değerlerini artırdığı birçok çalışmada araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Sarıçiçek, 2010; Khalil ve Aly, 2013; Al-rawi vd., 2014; Maji vd., 2017; Çilekar ve Eşitken, 2019; Durak ve Emir, 2019; Hosein-Beigi vd., 2019). Yapmış olduğumuz araştırma değerlendirildiğinde Hicaznar bitkisine yapılan Ca ve B uygulamaları sonucunda meydana gelen N, P ve verim değerlerindeki artışın, daha önce yapılan çalışma sonuçlarıyla benzer olduğu görülmektedir.

Nar bitkisinin yaprak K ve Ca konsantrasyonu üzerine Ca ve Ca \times B interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak önemli olmuş, B uygulamasının etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Yaprakların K içeriğini artan Ca uygulaması sadece B₀ dozunda önemli oranda artırmıştır. Yaprakların K içerikleri Ca₀ dozunda %0.66 iken Ca₂ dozunda %1.28'e çıkmıştır. Yaprakların Ca içerikleri incelendiğinde; Ca uygulamasının kontrol grubunda yaprak ortalama Ca içeriği %2.22, Ca₁ dozunda %2.82 ve Ca₂ dozunda ise %2.97 olarak tespit edilmiştir. Yaprak kalsiyum içerikleri B₀ ve B₁ uygulamalarında Ca dozu arttıkça artmıştır. Çıtak ve Sönmez (2013), tarafından narda yapılan çalışmada da yaprak örneklerinin K kapsamının kuru maddede %0.41-1.52 arasında değiştiği, Ca içeriklerinin ise %0.74-3.95 aralıklarında olduğu belirtilmiştir. Tuna ve Özer (2005), yapmış oldukları çalışmada karpuzda farklı kalsiyum kaynakları uygulaması sonucunda K ve Ca miktarlarında artış meydana geldiğini belirtmişlerdir. Güneri vd. (2014), yapmış oldukları çalışmada Hicaznar çeşidine KNO₃ ve Ca(NO₃)₂ tek ve kombinasyonlarının yaprak uygulanması sonucunda yaprak K ve Ca içeriğini artırdığını belirtmişlerdir.

Yaptığımız bu çalışmada, nar yaprak Mg içeriği üzerine B ve Ca uygulamaları ve Ca \times B interaksiyonunun etkisinin önemsiz olduğu bulunmuştur. Tüm uygulamaların etkisi değerlendirildiğinde nar yapraklarının Mg konsantrasyonlarının %0.46 ile %0.53 arasında değiştiği görülmektedir. Çıtak ve Sönmez (2013), tarafından narda yapılan çalışmada da nar yaprak örneklerinde Mg kapsamının kuru maddede %0.18-0.58 arasında değiştiği belirtilmiştir.

Araştırma sonuçları incelendiğinde, yaprak Fe, Cu ve Mn içerikleri üzerine B ve Ca uygulamaları ve Ca \times B interaksiyonunun etkisinin önemsiz olduğu bulunmuştur. Yaprakların Fe içerikleri önemli olmamakla birlikte hem B hem Ca uygulamalarında artmıştır. Yaprak Fe içerikleri 123 ile 149 mg kg⁻¹ arasında değişmiştir. Yaprak Cu içerikleri 11.5 mg kg⁻¹ ile 15.8 mg kg⁻¹, yaprak Mn içerikleri 43.9 ile 50.9 mg kg⁻¹ arasında tespit edilmiştir. Çıtak ve Sönmez (2013), tarafından narda yapılan çalışmada da nar yaprak örneklerinin Fe kapsamının 24.83-134.1 mg kg⁻¹, Mn kapsamının 6.61-116.30 mg kg⁻¹, Cu kapsamının ise

2.14-73.19 mg kg⁻¹ arasında değiştiği tespit edilmiştir. Durak ve Emir (2019) ve Gökdemir (2016), yapmış oldukları çalışmalarda turp ve isabella üzüm çeşidinde değişik dozlarda B uygulaması sonucunda çalışmamızla benzer kontrole göre yüksek Mn ve Cu değerleri bulmuşlardır.

Yapılan uygulamalar sonucuna göre, nar yaprak Zn içeriği üzerine Ca × B interaksiyonu istatistiksel olarak önemli olurken, Ca ve B uygulamalarının etkisinin önemsiz olduğu bulunmuştur. Bor uygulamasının ikinci dozunda sadece Ca'un ikinci dozu yaprak Zn içeriğini diğer Ca dozlarına göre önemli derecede azaltmıştır. Hem Ca hem de B uygulama dozlarının artması ile ortalama yaprak Zn konsantrasyonları azalmıştır. Nar yapraklarının Zn konsantrasyonlarının 13.9 mg kg⁻¹ ile 22.4 mg kg⁻¹ arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çitak ve Sönmez (2013), tarafından narda yapılan çalışmada da nar yaprak örneklerinin Zn kapsamının 1.19-24.45 mg kg⁻¹ arasında değiştiği bulunmuştur. Yener vd. (2017) ve Durak ve Emir (2019), yapmış oldukları çalışmalarda Ca(NO₃)₂ ve B uygulamasının Sultani çekirdeksiz üzüm ve turp bitkilerinin Zn içeriklerini düşürdüğünü rapor etmişlerdir. Yapılan bu çalışmaların yapmış olduğumuz çalışma ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Yaptığımız çalışmada, narın yaprak B konsantrasyonuna Ca ve B uygulamalarının etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu, Ca × B interaksiyonunun etkisinin ise önemsiz olduğu bulunmuştur. Uygulanan Ca ve B dozları arttıkça yaprakların B konsantrasyonu da artmıştır. Bor uygulamasının kontrol (B₀) grubunda yaprak B konsantrasyonu 23.5 mg kg⁻¹ iken uygulanan B dozu arttıkça yaprak B içeriği de artarak 29.4 mg kg⁻¹ ve 36.2 mg kg⁻¹'e yükseldiği bulunmuştur. Sarıçiçek (2010), yapmış olduğu çalışmada, artan dozlarda bor uygulamasının kivi bitkisinin yaprak bor içeriğini artırdığını belirtmiştir. Uncu (2020), kaysı ağaçlarına yapraktan 3 farklı dozda bor (150, 225 ve 300 mg kg⁻¹) uygulamıştır. Yaprak bor içeriklerinde 225 mg kg⁻¹ dozuna kadar B konsantrasyonun arttığı, 300 mg kg⁻¹ dozunda ise düşüş eğilimi gösterdiğini rapor etmiştir. Erdal ve Türkan (2016), 2 doz 0 ve 100 mg L⁻¹ bor beslemesinin Mondial Gala, RedChief, ScarletSpur, Breaburn ve Fuji elma çeşitleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda Breaburn çeşidi hariç diğer çeşitlerde B konsantrasyonunu artırdığını bildirmişlerdir. Ayrıca diğer bazı araştırmacılar da bor uygulamalarına bağlı olarak bitki bor içeriklerinin arttığını yapmış oldukları çalışmalarda belirtmişlerdir (Durak ve Emir, 2019; Bıyıklı, 2020).

Araştırma sonucunda, narın çatlak meyve oranı üzerine B ve Ca uygulamaları ile Ca × B interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur. İstatistiksel olarak önemsiz olmakla birlikte, uygulanan hem Ca hem de B dozlarının artması ile birlikte çatlak meyve oranının azaldığı tespit edilmiştir. Sheikh ve Manjula (2012), H₃BO₃, FeSO₄ ve CaCl₂ uygulamalarının meyve çatlaması üzerine etkisi

araştırmışlardır. Borik asitin %0.2 dozunun %0.4 dozundan daha düşük meyve çatlamasına neden olduğunu tespit etmişlerdir. Saei vd. (2014), yapmış oldukları çalışmada meyve kabuğunun Ca içeriğinin meyve çatlaması üzerine olumlu ve olumsuz etkileri olabileceğini belirtmişlerdir. Elde ettikleri veriler sonucunda meyve kabuğunun aşırı Ca zenginleşmesi nedeniyle kabuk sertliğinin arttığı, bunun sonucunda da çatlamış meyve miktarında ciddi artışlara neden olduğunu rapor etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada artan Ca dozlarında meyve çatlaması istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte azalma eğilimi göstermiştir. Bakeer (2016), yapmış olduğu çalışmada NH₄NO₃ ve CaCl₂ tek ve kombine kullanımının vegetatif gelişmeyi arttırdığı, meyve büyüklüğü, verim ve kaliteyi olumlu yönde etkilediğini, ayrıca yapılan uygulamaların meyve çatlaması ve güneş yanıklığına karşı direnç kazandırdığını tespit etmiştir. El-Akkad vd. (2016) GA₃ ve CaCl₂ uygulamalarının, nar meyvesi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda yapraktan yapılan tüm uygulamaların, kontrole göre meyve çatlamasını azalttığı, en az meyve çatlamasının ise CaCl₂ uygulanmasında olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca çeşitli araştırmacılar tarafından farklı Ca ve B dozlarının meyve çatlaması üzerine olumlu etkilerinin olduğunu rapor etmişlerdir (Şahin, 2014; Korkmaz, 2016; Davarpanah, 2018).

Yapılan bu çalışmada, narın meyve verimi üzerine B uygulamasının etkisi istatistiksel olarak önemli olurken, Ca ve Ca × B interaksiyonunun etkisinin önemsiz olduğu bulunmuştur. Uygulanan B dozlarının verim üzerine etkisi incelendiğinde, B dozunun artması meyve verimini artırmıştır. Bor uygulamasının kontrol grubunda meyve verimi 53.2 kg ağaç⁻¹ iken B₁ dozunda 71.1 kg ağaç⁻¹ a çıkmıştır. Singh vd. (1993), borik asit uygulamasının farklı iki nar çeşidinde meyve çatlama oranını azalttığını bildirmiştir. Ancak, Davarpanah vd. (2016), B uygulamalarının 'Ardestani' nar çeşidinde meyve çatlamasını önemli ölçüde azaltmadığını tespit etmişler ve nar meyve çatlamasını azaltmada yaprak gübresi protokollerinin ve konsantrasyonlarının anahtar rol oynayan faktör olduğunu belirtmişlerdir. Singh vd. (2003), narda %0.2 bor uygulaması ile en az çatlamayı ve en yüksek verimi elde etmişlerdir. Soni vd. (2000), Jalore nar çeşidinde meyve tutumu sırasında toprağa %0.5 boraks uygulaması ve 10 gün aralarla sulama yapılmasının meyve çatlamasını azalttığını ve verim arttığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Ahmad (2009), Ganeş nar çeşidinde meyve tutumu sırasında toprağa %0.75 boraks uygulaması ve dokuz gün ara ile sulamanın meyve çatlamaları azalttığı ve verimi arttırdığını bulmuşlardır.

Nar uzun süreden beri yetiştirilmesine rağmen bu konuda bilimsel literatürün sınırlı olması nedeniyle narın gübre gereksinimleri iyi anlaşılamamıştır (Holland vd., 2009). Chatervd. (2018), şu anda nara özgü araştırmalara dayalı kabul edilmiş bir yaprak besin elementi konsantrasyonları yeterliliğine ait referans aralıklarının bulunmadığını, ayrıca

nar yaprağı besin elementi konsantrasyonları ile ilgili çok az sayıda araştırma olduğunu, nar yaprak besin maddesi konsantrasyon standartlarının oluşturulması ve yapraktan besin elementi uygulamaları gibi kültürel yöntemlerin nar verimi ve fizyolojik değişimler üzerine etkilerinin ayrıntılı olarak araştırılması gerektiğini bildirmişlerdir.

Sonuç olarak; nar uzun süreden beri tarımı yapılan önemli bir bitki olmasına rağmen nar yaprağının besin elementi konsantrasyonları ve yapraktan besin elementi uygulamalarının bu konsantrasyonlar üzerindeki etkileri hakkında çok az şey bilinmektedir. Yapraktan besin elementi uygulamaları ticari olarak nar üretiminde sadece bitkinin mineral beslenme performansını iyileştirmek için değil, aynı zamanda nar üretiminde en önemli sorun olan nar meyvesi çatlaması gibi fizyolojik bozuklukları önlemek amacıyla potansiyel olarak kullanılabilir. Yaptığımız bu çalışma sonucunda en aza yakın meyve çatlaması ve en yüksek verim elde edilebilecek yapraktan Ca ve B uygulamasının $Ca_1 \times B_1$ (% 1Ca ve %0.2 B) interaksyonu olduğu bu dozlarda meyve veriminin 74.66 kg ağaç⁻¹ ve çatlak meyve oranının ise %5.83 olarak tespit edildiği, uygulamaların tam çiçeklenmeden 30 gün sonra ve 30 gün aralıkla 2 kez daha uygulanması gerektiği tavsiye edilebilir. Ancak narda meyve çatlaması ve mineral beslenme arasındaki ilişkiyi açıklamak için farklı çeşitler ve farklı gelişim dönemlerinde yapraktan besin elementi uygulamaları yapılarak daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

Teşekkür

Bu araştırma Sait İsmail YÖRÜK' ün Yüksek Lisans Tezinden hazırlanmıştır. 2019-YL1-0035 No'lu Proje kapsamında tezi maddi olarak destekleyen Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederiz.

Yazar Katkı Oranları

Yazarlar bu çalışmanın hazırlanmasında eşit derecede katkı sunmuşlardır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Bu çalışmanın yazarları olarak herhangi bir çıkar çatışması beyanımız bulunmadığını bildiririz.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışmanın yazarları olarak herhangi bir etik kurul onay bilgileri beyanımız bulunmadığını bildiririz.

Kaynakça

Ahmad, B. (2009). Fruit cracking and yield of pomegranate as affected by borax with irrigation at different intervals. *Annals of Agricultural Sciences New Ser*, 30, 148-149.

Al-Rawi, W. A., Jassim, N. A. & Al-Hadethi, M. E. A. (2014). Effect of manganese and calcium foliar application on tree growth, yield and fruit quality of "Salimi" pomegranate cultivar. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 41(5), 977-983.

Anonim, (2022a). Türkiye İstatistik Kurumu. Meyveler, Sert Kabuklular ve İçecek Bitkileri Bitkisel Üretim Denge Tabloları. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Urun-Denge-Tabloları-2020-2021-45505> (Son erişim tarihi: 05.11.2021)

Anonim, (2022b). Türkiye'de İllere Ait Mevsim Normalleri 1991-2020. Meteoroloji 4. Bölge Müdürlüğü, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ANTALYA> (Son erişim tarihi: 08.09.2021)

Astuti, Y. A. (2002). The effect of preharvest CaCl₂ application frequency on the quality and storage of tomato fruit. University of Bogor, Faculty of Agriculture, PhD Thesis, Bogor, Indonesia.

Bakeer, S. M. (2016). Effect of ammonium nitrate fertilizer and calcium chloride foliar spray on fruit cracking and sunburn of Manfalouty pomegranate trees. *Scientia Horticulturae*, 209, 300-308.

Benson, N. R., Woodbridge, C. G., & Bartram, R. D. (1994). *Nutrient Disorders in Tree Fruits*. Pacific Northwest Cooperative Extension.

Bıyıklı, S. D. (2020). Erik'te bor hareketliliğinin belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.

Bohmann, T. E. (1962). Why does fruit crack. *Fmg. South Africa*, 38, 12-13.

Chater, J. M. (2015). The effects of foliar nutrient applications on split, yield, and internal fruit quality of 'Wonderful' pomegranate (*Punica granatum* L.), California Polytechnic State University, Ms.C. Thesis, California.

Chater, J. M. & Garner, L. C. (2018). Foliar nutrient applications to 'Wonderful' pomegranate (*Punica granatum* L.). II. Effects on leaf nutrient status and fruit split, yield and size. *Scientia Horticulturae*, 242, 207-213.

Choi, H. M., Son, I. C. & Kim, D. I. (2010). Effects of calcium concentrations of coating bag on pericarp structure and berry cracking in 'Kyoho' grape (*Vitis* sp.). *Horticultural Science & Technology*, 28(4), 561-566.

Çıtak, S. & Sönmez, S. (2013). Antalya ili ve çevresindeki nar (*Punica granatum*) bahçelerinin beslenme durumlarının belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(1), 65-71.

Çilekar, S. & Eşitken, A. (2019). Sonbahar ve ilkbaharda yapraktan bor uygulamasının elma ağaçlarında etkileri. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 8(2), 315-321.

Davarpanah, S., Akbari, M., Askari, Babalar, M. A. & Naddaf, M. E. (2013). Effect of iron foliar application (Fe-EDDHA) on quantitative and qualitative characteristics of pomegranate cv. "Malas-e-Saveh". *World of Sciences Journal*, 2013, 179-187.

- Davarpanah, S., Tehranifar, A., Abadía, J., Val, J., Davarynejad, G., Aran, M. & Khorassani, R. (2018). Foliar calcium fertilization reduces fruit cracking in pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani). *Scientia Horticulturae*, 230, 86-91.
- Davarpanah, S., Tehranifar, A., Davarynejad, G., Abadía, J. & Khorasani, R. (2016). Effects of foliar applications of zinc and boron nano-fertilizers on pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani) fruit yield and quality. *Scientia Horticulturae*, 210, 57-64.
- Durak, A. & Emir, C. (2019). Bor gübrelemesinin turp (*Raphanus sativus* L.) bitkisinin verim ve bazı bitki özelliklerine etkisi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 8(2), 57-65.
- El-Akkad, M. M., Gouda, F. E. Z. M. & Ibrahim, R. A. (2016). Effect of GA₃, calcium chloride and vapor guard spraying on yield and fruit quality of Manfalouty pomegranate trees. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, 6(1), 181-190.
- Erdal, İ. & Türkan, Ş. A. (2016). Elma çeşitlerine yapraktan bor uygulamasının bitkinin mineral beslenmesiyle meyvenin verim ve kalitesine etkisi. *Toprak Su Dergisi*, 5(2), 37-41.
- Galindo, A., Rodríguez, P., Collado-González, J., Cruz, Z. N., Torrecillas, E., Ondoño, S., Corell, M., Moriana, A. & Torrecillas, A. (2014). Rainfall intensifies fruit peel cracking in water stressed pomegranate trees. *Agricultural and Forest Meteorology*, 194, 29-35.
- Ghahreshikhbayat, R. (2006). Anatomical study of fruit cracking in pomegranate cv. Malas-e-Torsh. *Pajohesh Sazandegy*, 69, 10-14.
- Gökdemir, N. (2016). İsabella (*V. labrusca* L.) üzüm çeşidinde farklı dozdaki bor uygulamasının verim, kalite ve yaprak besin maddesi içeriği üzerine etkisi. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ordu.
- Güneri, M., Yıldıztekin, M., Tuna, A. L. & Yokaş, İ. (2014). Hicaz nar bahçelerinde kalsiyum ve potasyumlu gübrelemenin verim ve beslenme üzerine etkilerinin araştırılması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(2), 165-174.
- Hasani, M., Zamani, Z., Savaghebi, G. & Sofla, H. S. (2016). Effect of foliar and soil application of urea on leaf nutrients concentrations, yield and fruit quality of pomegranate. *Journal of Plant Nutrition*, 39(6), 749-755.
- Holland, D., Hatib, K. & Bar-Ya'akov, I. (2009). 2 Pomegranate: Botany, horticulture, breeding. *Horticultural Reviews*, 35(2), 127-191.
- Hosein-Beigi, M., Zarei, A., Rostaminia, M. & Erfani-Moghadam, J. (2019). Positive effects of foliar application of Ca, B and GA₃ on the qualitative and quantitative traits of pomegranate (*Punica granatum* L.) cv. 'Malase-Torshe-Saveh'. *Scientia Horticulturae*, 254, 40-47.
- Huang, X. M., Wang, H. C., Gao, F. F. & Huang, H. B. (1999). A comparative study of the pericarp of litchi cultivars susceptible and resistant to fruit cracking. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 74(3), 351-354.
- Kacar, B. & İnal, A. (2008). Bitki Analizleri. Nobel Yayın, 1241, 842s.
- Kacar, B. (2012). Toprak Analizleri. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Khalil, H. A. & Aly, H. S. (2013). Cracking and fruit quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) as affected by pre-harvest sprays of some growth regulators and mineral nutrients. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants*, 5(2), 71-76.
- Korkmaz, N., Askin, M. A., Ercisli, S. & Okatan, V. (2016). Foliar application of calcium nitrate, boric acid and gibberellic acid affects yield and quality of pomegranate (*Punica granatum* L.). *Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus*, 15(3), 105-112.
- Kurt, H. & Şahin, G. (2013). Bir ziraat coğrafyası Türkiye'de nar (*Punica granatum* L.) tarımı. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (27), 551-574.
- Li, J. G. & Huang, H. B. (1995). Physico-chemical properties and peel morphology in relation to fruit-cracking susceptibility in litchi fruit. *Journal of South China Agricultural University*, 16, 84-89.
- Maji, S., Yadav, A. & Meena, K. R. (2017). Effect of calcium and boron on growth, yield and quality of pomegranate (*Punica granatum* L.). *International Journal of Plant Sciences*, 12(2), 108-113.
- Meheriuk, M., Neilsen, G. H. & McKenzie, D. L. (1991). Incidence of rain splitting in sweet cherries treated with calcium or coating materials. *Canadian Journal of Plant Science*, 71(1), 231-234.
- Mirdehghan, S. H. & Rahemi, M. (2007). Seasonal changes of mineral nutrients and phenolics in pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. *Scientia Horticulturae*, 111(2), 120-127.
- Saei, H., Sharifani, M. M., Dehghani, A., Seifi, E., & Akbarpour, V. (2014). Description of biomechanical forces and physiological parameters of fruit cracking in pomegranate. *Scientia Horticulturae*, 178, 224-230.
- Sarıççek, O. (2010). Kivi bitkisinde borlu gübrelemenin verim ve yaprakların bazı bitki besin maddesi üzerine etkileri. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Sheikh, M. K. & Manjula, N. (2012). *Effect of chemicals on control of fruit cracking in pomegranate (Punica granatum L. var. Ganesh)*. II International Symposium on the Pomegranate, 35, 133-135.
- Sheikh, M., & Manjula, N. (2006). *Effect of chemicals on control of fruit cracking in pomegranate (Punica granatum L. var. Ganesh)*. ISHS, 1st International Symposium Pomegranate and Minor Mediterranean Fruits, pp 16-19, Adana, Türkiye.
- Singh, A., Shukla, A. K. & Meghwal, P. R. (2020). Fruit cracking in pomegranate: extent, cause, and management—A Review. *International Journal of Fruit Science*, 20(sup3), 1234-1253.
- Singh, D. B., Sharma, B. D. & Bhargava, R. (2003). Effect of boron and GA₃ to control fruit cracking in pomegranate (*Punica granatum*). *International Journal of Current Agriculture Sciences*, 27, 125-127.
- Singh, R. P., Sharma, Y. P. & Awasthi, R. P. (1993). Influence of different cultural practices on pre-mature fruit cracking

of pomegranate. *Progressive Horticulture*, 22(1-4), 92-96.

- Soni, A. K., Gupta, N. K. & Paliwal, R. (2000). Response of borax with irrigation at different intervals on fruit cracking and yield of pomegranate. *Annals of Arid Zone*, 39(2), 207-208.
- Şahin, N. (2014). Farklı kimyasal uygulamaların 0900 ziraat kiraz çeşidinde meyve çatlama üzerine etkilerinin tespit edilmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Tuna, A. L & Özer, Ö. (2005). Farklı kalsiyum bileşiklerinin karpuz (*Citrullus lanatus*) bitkisinde verim, beslenme ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42(1), 203-212.
- Uncu, S. (2020). Su stresinin azaltılmasında yapraktan bor uygulamalarının kayısı ağaçlarında verim ve meyve kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Hatay.
- Yener, H., Kuşaksız, E. K. & Kuşaksız, T. (2017). Yapraktan kalsiyum nitrat gübrelemesinin sofralık sultani çekirdeksiz (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinin mineral beslenmesine etkisi. *Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi*, 1(23), 59-67.
- Yılmaz, C. (2007). Nar. Hasat Yayıncılık Ltd. Şti., 49s.