

HASAT ÖNCESİ 24-EPIBRASSINOLİD UYGULAMALARININ ÜZÜMDE VERİM VE BAZI KALİTE KRİTERLERİNİ ARTIRMA POTANSİYELLERİNİN BELİRLENMESİ

Zehra BABALIK¹, Alper CESSUR^{2*}, İlknur ALBAYRAK³, Nilgün GÖKTÜRK BAYDAR⁴

¹Doç. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üni., Atabey MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl., Isparta; ORCID: 0000-0002-1784-4563

²Zir. Yük. Müh., Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fak., Tarımsal Biyoteknoloji Böl., Isparta; ORCID: 0000-0002-8320-4142

³Zir. Yük. Müh., Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fak., Tarımsal Biyoteknoloji Böl., Isparta; ORCID: 0000-0003-3158-3440

⁴Prof. Dr., Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Böl., Isparta; ORCID: 0000-0002-5482-350X

ÖZ

Bu araştırmada, hasat öncesi brassinosteroid (BR) uygulamalarının Horoz Karası çeşidinde omca başına verim, salkım ağırlığı, tane ağırlığı, tane hacmi, suda çözünebilir kuru madde miktarı, titrasyon asitliği ve toplam şeker miktarını içeren bazı verim ve kalite kriterlerine olan etkileri incelenmiştir. Bu amaçla BR'lerin bir analogu olan 24-epibrassinolid (24-eBL), omcalara 0.2, 0.4, 0.6 ve 0.8 mg.l⁻¹ olmak üzere dört farklı konsantrasyonda ve ben düşme dönemi; tane tutumundan 7 gün sonra + ben düşme dönemi ile tane tutumundan 7 gün sonra + ben düşme dönemi + ben düşmeden 30 gün sonra olmak üzere üç farklı dönemde uygulanmıştır. Kontrolle birlikte toplam 13 farklı uygulamanın iki yıl süreyle yapıldığı araştırmada, incelenen bütün kriterler bakımından önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. En yüksek omca başına verim, salkım ve tane ağırlığı ile tane hacmi tane tutumundan 7 gün sonra ve ben düşme döneminde 0.4 mg.l⁻¹ konsantrasyonunda 24-eBL'nin uygulandığı omcalardan elde edilmiştir. En yüksek toplam şeker miktarının ise ben düşme döneminde 0.8 mg.l⁻¹ konsantrasyonunda yapılan uygulamadan elde edildiği tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda uygun dönem ve konsantrasyonda uygulandığında 24-eBL'nin üzümde verim ve kaliteyi artırabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Üzüm, Horoz karası, 24-epibrassinolid, verim, kalite

DETERMINING THE POTENTIALS OF PRE-HARVEST 24-EPIBRASSINOLID APPLICATIONS TO INCREASE THE YIELD AND SOME QUALITY PROPERTIES IN GRAPE

ABSTRACT

In this study, it was investigated the effects of pre-harvest brassinosteroid (BR) applications on yield and some quality parameters including yield per vine, cluster weight, berry weight, specific gravity, total soluble solid, titratable acid, and total sugar in Horoz Karası grape cultivar. For this purpose, four different concentrations (0.2, 0.4, 0.6 and 0.8 mg.l⁻¹) of 24-eBL, an analog of BRs, and three different application periods (veraison, 7 days after berry set + veraison, 7 days after berry set + veraison + 30 days after veraison) were applied to vines. In this study, a total of 13 different applications including the control were made for two years. It was determined that there were significant differences in terms of all criteria. The highest vine yield, cluster weight, berry weight and specific gravity values were obtained from the vines applied with 0.4 mg.l⁻¹ of 24-eBL at 7 days after berry set + veraison. Also, the highest total sugar was obtained from the application of 0.8 mg.l⁻¹ at veraison. At the end of the study, it was concluded that 24-eBL can increase yield and quality in grapes when applied at the appropriate period and concentration.

Keywords: Grape, Horoz karası, 24-epibrassinolide, yield, quality

GİRİŞ

Üzüm, özellikle fenolik bileşikler gibi antioksidan özelliği yüksek metabolitlerin yanı sıra karbonhidrat ve minerallerce zengin içeriği, farklı tat, renk, görünüm ve tüketim şekilleri ile ekonomik önemi yüksek meyve türlerinden biridir. Dünyada 6.950.930 hektar alanda 78.034.332 ton üzüm üretilirken, [16], ülkemizde ise 3.902.211 dekar alanda 1.856.929 tonu sofralık, 1.430.160 tonu kurutmalık ve 382.911 tonu şaraplık-şıralık olmak üzere toplam 3.670.000 ton üzüm üretimi gerçekleştirilmektedir [39]. Toplam

üzüm üretimimizin %50.60 gibi büyük bir bölümünü sofralık üzüm üretimi oluşturmaktadır. Ancak verim kadar ürünün pazar değerini önemli ölçüde etkileyen irilik, tat, görünüm gibi kalite kriterleri özellikle sofralık üzüm üretiminde büyük önem taşımaktadır. Oysa ülkemizde yıllara ve bakım koşullarına bağlı olmak üzere sofralık üzüm üretiminde hem birim alandan elde edilen verimde hem de pazarlama kriterlerine uygun kalitede üzüm yetiştirmede ciddi problemler yaşanabilmektedir. Hatta sofralık olarak yetiştirilen üzümlerin talep edilen kalite kriterlerini taşıyamaması nedeniyle pazarlanamadıkları ve bu

*Sorumlu yazar / Corresponding author: alpercessur@gmail.com

üzümlerin ancak şıralık olarak değerlendirilebildikleri durumlarla ne yazık ki ülkemizde sıkça karşılaşılmaktadır. Dünya üzüm ticaretinde yaşanan kıyasıya rekabet de göz önüne alındığında, ülkemizin de bu pazarda hak ettiği yere gelebilmesi için hem verimin hem de sofralık üzümün pazarlama değerini etkileyen tane ve salkım iriliği, kabuk rengi, şeker, asitlik ve aroma gibi kalite parametrelerinin iyileştirilmesine yönelik yetiştirme tekniklerinin benimsenmesi gerektiği açıkça ortaya çıkmaktadır [19].

Bağlarda verim ve kaliteyi artırmak için başta bitki büyüme düzenleyici maddeler olmak üzere çok farklı uygulamalar yapılabilmektedir. Özellikle büyümeyi düzenleyici maddelere karşı olan olumsuz toplumsal hassasiyet de göz önüne alındığında, seçilecek büyümeyi düzenleyici maddelerin etkili ve kolay uygulanabilir olmalarının yanı sıra aynı zamanda insan sağlığına olumlu etkileri olan, çevreyle uyumlu maddeler olmasına da ayrı bir özen gösterilmelidir. Bu kapsamda değerlendirilebilecek büyümeyi düzenleyici maddelerden biri de insanlarda normal sağlıklı hücrelerin gelişimini etkilemeksizin kanserli hücrelerin gelişimini önleyen [32], kanser hücrelerinde sitotoksik etki gösteren ve virüs replikasyonunu önleyen [26], herbisit, fungusit ve insektisitlerin neden olduğu fitotoksik etkileri azaltan [45, 4] ve bu yönleriyle de insan sağlığı ve çevre için güvenilir kabul edilen brassinosteroidler (BR)dir. Pleiotropik etkilere sahip altıncı grup bitki hormonları olan BR'ler [31], aynı zamanda çok sayıda fizyolojik sürece aktif katkıları nedeniyle "21. yüzyılın hormonları" olarak da adlandırılmaktadır [27]. Bitki steroid hormonu olan BR'ler, hücre uzaması, hücre bölünmesi, fotomorfojeniz, ksilem farklılaşması ve üreme gibi çeşitli süreçleri ve ayrıca hem abiyotik hem de biyotik stres tepkilerini düzenleyerek bitki büyüme ve gelişmesinde önemli roller oynamaktadırlar [12, 35] Yapılan çalışmalarda BR'lerin bitkilerde çeşitli fizyolojik ve gelişimsel aktiviteleri düzenlemek için oksin, sitokinin, etilen, gibberellik asit, jasmonik asit, absisik asit, salisilik asit ve poliaminler gibi diğer fitohormonlarla birlikte hareket ettikleri kanıtlanmıştır [37]. BR'lerin ayrıca bitkilerde sekonder metabolit üretimini teşvik ettiği [13, 14], çevre dostu bitki büyüme düzenleyicilerinden biri olarak hasat öncesi uygulamalarının da bitki başına verim, meyve ağırlığı ve meyvelerdeki şeker miktarı gibi verim ve kalite kriterlerini artırdığı tespit edilmiştir [41, 21].

Bu araştırma, Horoz Karası üzüm çeşidine ait omcalara hasat öncesi uygulanan BR'lerin verim ve bazı kalite kriterleri üzerine olan etkilerini belirleyerek, BR'lerin üzümde verim ve kaliteyi artırıcı bir büyümeyi düzenleyici madde olarak

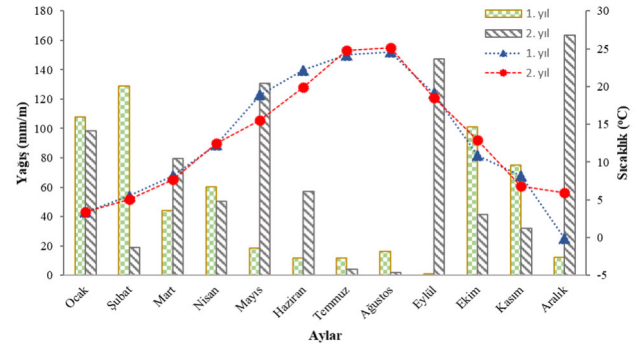
uygulanabilme potansiyelini ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu çalışmada, bitkisel materyal olarak Horoz Karası (sin: Antep Karası, Kilis Karası) üzüm çeşidine ait omcalar kullanılmıştır. Araştırmanın gerçekleştirildiği bağ, Isparta ili Senirkent ilçesi Büyükkabaca mevkiinde sıra üzeri ile sıra arası mesafesi 2×3 m olacak şekilde tesis edilmiştir. BR uygulamaları kordon terbiye şekli verilmiş, 41 B.M.G Amerikan asma anacı üzerine aşılı 7 yaşlı omcalara uygulanmıştır. İki yıl süreyle gerçekleştirilen bu çalışmada bağın konumu, 38°11'8" Kuzey enlemi ile 30°40'55" Doğu boylamında bulunmakta olup, denizden yüksekliği 981 metredir. Bağ alanına ait sıcaklık ve yağış ile ilgili meteorolojik veriler Şekil 1'de sunulmuş olup, veriler Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

Çalışmada kullanılan Horoz Karası üzüm çeşidi, taneleri çok iri ve yumurta şeklinde, orta mevsimde olgunlaşan, siyaha yakın morumsu renkte tanence zengin bir çeşittir. Dolgun, çok iri salkımlara sahip olup, sofralık olarak değerlendirilmektedir [11].



Şekil 1. Meteorolojik veriler

Figure 1. Meteorological data

Metot

•**BR Uygulamaları:** Bu çalışmada, BR olarak diğer analoglarına göre enzimatik aktivitesi, antioksidan sistemlerde uyarıcı etkisi ve stabilitesi daha yüksek olan 24-epibrassinolid (24-eBL) kullanılmıştır [28, 22]. 24-eBL, omcalara ben düşme dönemi; tane tutumundan 7 gün sonra + ben düşme dönemi; ile tane tutumundan 7 gün sonra + ben düşme dönemi + ben düşmeden 30 gün sonra olmak üzere 3 farklı uygulama döneminde ve dört farklı konsantrasyonda (0.2, 0.4, 0.6 ve 0.8 mg.l⁻¹) uygulanmıştır. Kontrolle birlikte 13 uygulamanın gerçekleştirildiği çalışmada, omca başına 60-63

adet salkım bırakılmıştır. Belirtilen konsantrasyonlardaki 24-eBL çözeltileri, dimetil sülfoksit (DMSO) ile çözündürüldükten sonra su ile hazırlanan stok çözelti seyreltilerek hazır hale getirilmiştir. 24-eBL çözeltisi omca başına 1 l olacak şekilde bir el pompası yardımıyla salkım ve yapraklara püskürtülmüştür. Üzümler tanelerdeki suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), tat ve renklenme durumu dikkate alınarak ticari olgunlukta hasat edilerek hemen laboratuvara transfer edilmiştir.



Şekil 2. Uygulamaların yapıldığı dönemler a) Tane tutumundan 7 gün sonra b) Ben düşme dönemi c) Ben düşmeden 30 gün sonra

Figure 2. The periods of the applications a) 7 days after fruit set b) Veraison c) 30 days after veraison

Araştırmada İncelenen Özellikler

•**Omca Başına Verim:** Hasat döneminde toplanarak tartımları yapılan üzümlerin omca sayısına bölünmesiyle elde edilmiştir. Sonuçlar kg cinsinden belirlenmiştir.

•**Ortalama Salkım Ağırlığı:** Hasat edilen salkımların ağırlığının, salkım sayısına bölünmesiyle tespit edilmiş olup, sonuçlar g cinsinden hesaplanmıştır.

•**Ortalama Tane Ağırlığı:** Tesadüfen alınan 100 tane ağırlığının, tane sayısına bölünmesiyle belirlenmiştir. Sonuçlar g cinsinden belirlenmiştir.

•**Ortalama Tane Hacmi:** Tane hacmi Arşimet prensibine göre belirlenmiş olup, bu amaçla salkımların farklı kısımlarından tesadüfen alınan 25'er adet tane kullanılmıştır. Tane hacmi cm³ olarak tespit edilmiştir.

•**Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM):** Tanelerin SÇKM değerleri refraktometre yardımıyla % olarak belirlenmiştir.

•**Titrasyon Asitliği:** Tesadüfen seçilen tanelerin sırası çıkarılmış ve titrasyon asitliği 10 ml meyve

suyunun pH değeri 8.1 oluncaya kadar titre edilmesiyle belirlenmiştir. Sonuçlar tartarik asit cinsinden g l⁻¹ olarak verilmiştir.

•**Toplam Şeker Miktarının Belirlenmesi:** Toplam şeker miktarının anthron yöntemi [36] ile belirlendiği araştırmada, örneklerin absorbans okumaları 540 nm'de yapılmıştır. Standart olarak glikozun kullanıldığı körveden yararlanılarak, örneklerdeki toplam şeker miktarı g 100 g⁻¹ yaş ağırlık (YA) olarak belirlenmiştir.

İstatistik Analizler

Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 8 adet omca olacak şekilde kurulmuştur. Faktörlerin seviye ortalamaları arasındaki farkların belirlenmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmış olup, istatistik hesaplamalar SPSS 25.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu araştırmada, Horoz Karası üzüm çeşidine farklı dönem ve konsantrasyonlarda yapılan 24-eBL uygulamalarının omca başına verim, salkım ağırlığı, tane ağırlığı ve hacmi, SÇKM, titrasyon asitliği ile toplam şeker miktarı üzerine olan etkileri incelenmiştir.

24-eBL uygulamalarının omca başına verim, salkım ağırlığı, tane ağırlığı ve hacmi ile ilgili verilerin sunulduğu Çizelge 1 incelendiğinde, her iki yılda da uygulama dönemi × konsantrasyon interaksyonunun istatistik olarak önemli bulunduğu tespit edilmiştir (p<0.001). Omca başına verim ve salkım ağırlığı bakımından 1. yıl en yüksek değerler tane tutumundan 7 gün sonra + ben düşme döneminde 0.4 mg.l⁻¹ konsantrasyonunda yapılan uygulamadan elde edilmiştir. Araştırmanın 2. yılında ise verim ve salkım ağırlığı bakımından en iyi sonuçlar, tane tutumundan 7 gün sonra + ben düşme döneminde yapılan 0.4 mg.l⁻¹ 24-eBL uygulaması ile tane tutumundan 7 gün sonra + ben düşme döneminde + ben düşmeden 30 gün sonra yapılan 0.2 mg.l⁻¹ 24-eBL uygulamasında tespit edilmiştir. Tane ağırlığı bakımından ise en yüksek tane ağırlığı değerleri 1. yılda 6.62 ile 7.46 g arasında değişen değerlerle tane tutumundan 7 gün sonra + ben düşme döneminde yapılan 0.4 mg.l⁻¹ 24-eBL ve 0.2 mg.l⁻¹ uygulamalarından, tane tutumundan 7 gün sonra + ben düşme dönemi + ben düşmeden 30 gün sonra yapılan 0.2 mg.l⁻¹ 24-eBL uygulaması ile ben düşme döneminde yapılan 0.8 mg.l⁻¹ 24-eBL uygulamasından elde edildiği belirlenmiştir. 2. yılda ise 7.94 g ile tane tutumundan 7 gün sonra + ben düşme döneminde yapılan 0.4 mg.l⁻¹ 24-eBL

uygulaması ile 7.83 g ile yine aynı dönemde uygulanan 0.2 mg.l⁻¹ 24-eBL uygulamasından en yüksek tane ağırlığı değerlerinin elde edildiği saptanmıştır.

24-eBL uygulamalarının tane hacmi üzerine olan etkileri incelendiğinde, 1. yılda uygulama dönemi × konsantrasyon interaksyonunda istatistik olarak önemli bir fark tespit edilmezken, sadece 24-eBL konsantrasyonlarının tane hacmi üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir (p<0.05). Buna göre 1. yıl 5.77-

6.38 cm³ arasında değişen tane hacminde en yüksek değer 0.4 mg.l⁻¹ 24-eBL uygulamasından elde edildiği saptanmıştır. Tane hacmi bakımından 2. yıl verileri incelendiğinde ise uygulama dönemi × konsantrasyon interaksyonunun istatistik olarak önemli olduğu; en yüksek tane hacmi değerlerinin de tane tutumundan 7 gün sonra + ben düşme döneminde yapılan 0.4 mg.l⁻¹ ile 0.2 mg.l⁻¹ 24-eBL uygulamalarından elde edildiği tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. 24-eBL uygulamalarının omca başına verim, salkım ağırlığı, tane ağırlığı ve tane hacmi üzerine etkileri²

Table 1. Effects of 24-eBL applications on yield, cluster weight, berry weight and specific gravity²

Uygulama Dönemi Application Period	Konsantrasyon (mg.l ⁻¹) Concentration	Omca başına verim (kg) Yield per vine (kg)		Salkım ağırlığı (g) Cluster weight(g)		Tane ağırlığı (g) Berry weight (g)		Tane hacmi (cm ³) Specific gravity (cm ³)	
		1.yıl / 1.year	2.yıl / 2.year	1.yıl / 1.year	2.yıl / 2.year	1.yıl / 1.year	2.yıl / 2.year	1.yıl / 1.year	2.yıl / 2.year
BD*	0	25.85 def	24.77 c	410.30 e	412.83 cd	6.27 c	6.58 cd	5.80	6.04 cde
	0.2	23.09 f	27.00 c	366.57 f	435.48 cd	6.14 c	6.87 bc	5.67	6.44 bc
	0.4	27.38 cd	28.14 bc	434.57 de	453.87 c	6.33 bc	6.85 bc	6.15	6.62 b
	0.6	26.64 de	26.37 c	422.91 de	425.32 cd	6.55 bc	6.60 cd	6.13	6.28 bed
	0.8	26.30 de	26.25 c	417.46 e	430.32 cd	6.62 abc	6.49 cd	5.83	6.11 cde
TT+BD**	0	25.85 def	24.77 c	410.30 e	412.83 cd	6.27 c	6.58 cd	5.80	6.04 cde
	0.2	29.50 c	30.50 b	495.03 c	419.94 cd	6.69 abc	7.83 a	5.93	7.24 a
	0.4	37.14 a	34.77 a	589.49 a	560.81 a	7.46 a	7.94 a	6.93	7.34 a
	0.6	23.97 ef	25.11 c	380.40 f	411.64 cd	6.18 c	6.17 de	5.78	5.80 de
	0.8	27.43 cd	25.68 c	435.44 de	428.00 cd	6.42 bc	6.68 c	5.87	6.12 cde
TT+BD+30BD***	0	25.85 def	24.77 c	410.30 e	412.83 cd	6.27 c	6.58 cd	5.80	6.04 cde
	0.2	33.15 b	33.81 a	526.31 b	545.32 a	7.19 ab	6.82 bc	6.67	6.54 bc
	0.4	28.31 cd	30.85 b	449.39 d	497.58 b	6.40 bc	7.18 b	6.07	6.72 b
	0.6	26.35 de	24.96 c	418.31 e	402.58 d	6.52 bc	6.03 e	6.07	5.64 e
	0.8	29.98 c	26.58 c	423.79 de	428.69 cd	6.06 c	6.63 cd	5.60	6.26 bcd
Dönem ortalaması / Mean period									
BD*		25.85	26.51	410.36	431.56	6.38	6.68	5.92	6.30
TT+BD**		28.78	28.17	462.13	446.65	6.60	7.04	6.06	6.51
TT+BD+30BD***		28.73	28.19	445.62	457.40	6.49	6.65	6.04	6.24
Konsantrasyon ortalaması / Mean concentration									
	0	25.85	24.77	410.3	412.83	6.27	6.58	5.80 b	6.04
	0.2	28.58	30.44	462.64	466.91	6.68	7.17	6.09 ab	6.74
	0.4	30.94	31.25	491.15	504.09	6.73	7.33	6.38 a	6.89
	0.6	25.65	25.48	407.21	413.18	6.42	6.27	5.99 ab	5.91
	0.8	27.90	26.17	425.56	429.00	6.37	6.60	5.77 b	6.17
p değeri-p value									
D		0.000	0.016	0.000	0.022	0.444	0.000	0.634	0.019
K		0.000	0.000	0.000	0.000	0.183	0.000	0.041	0.000
D × K		0.000	0.001	0.000	0.000	0.032	0.000	0.083	0.002

¹Harfler arasındaki farklılıklar p<0.05 seviyesinde önemlidir.

²Different letters indicate significant differences between groups (p<0.05)

*BD: Ben düşme döneminde- Veraison

**TT+BD: Tane tutumundan 7 gün sonra + Ben düşme döneminde- 7 days after fruit set + veraison

***TT+BD+30BD: Tane tutumundan 7 gün sonra + Ben düşme döneminde+ Ben düşmeden 30 gün sonra -7 days after fruit set + veraison + 30 days after veraison

Bitki steroid hormonlarının bir sınıfını oluşturan BR'ler, genel etkilerini bitkinin yaşam döngüsü boyunca hücre uzaması, bölünmesi, farklılaşması, hastalıklara direnci ve strese toleransını teşvik etmek şeklinde göstermektedirler [9, 34]. BR'ler ayrıca kompleks metabolik olaylarda birçok genin ifadesinin düzenlenmesinde ve hormonlarla bağlantılı olarak, bitkinin gelişiminin çeşitli süreçlerinde tamamlayıcı ve düzenleyici olarak da önemli rol oynamaktadırlar [33, 25]. BR'lerin büyüme ve gelişme üzerine olan pozitif etkileri hücre bölünmesi,

hücre büyümesi, DNA, RNA ve protein sentezini artırmaları sonucu ortaya çıkmaktadır [27]. Ayrıca BR uygulamalarının, karbondioksit asimilasyonunu [43] ve klorofil sentezi süreçlerinde göstermiş olduğu etkiler sonucunda verimliliği artırdığı belirtilmiştir [2]. Nitekim Xia vd. [45], BR uygulamalarının büyüme destekleyici etkilerini, BR'lerin Rubisco gibi fotosentezde işlev gören enzimleri aktive etmelerine ve düzenlemelerine bağlamışlardır. Benzer şekilde daha önce yapılan çalışmalarda da farklı üzüm çeşitlerinde BR uygulamalarının salkım

ağırlığını ve verimini önemli derecede artırdığı [42, 5, 8, 20] ve bu özelliği nedeniyle verimi arttırmada kullanılabilecek çevre dostu bir büyüme düzenleyici olduğu ifade edilmiştir [17]. Champa vd. [7] Flame Seedless üzüm çeşidine hasat öncesi uygulanan BR'nin omca başına verim üzerinde önemli bir farklılığa neden olamamakla birlikte, salkım ağırlığını ve boyutlarını önemli derecede artırdığını saptamışlardır. Benzer amaçla yapılan bir diğer çalışmada ise Alphonse Lavallée üzüm çeşidine çiçeklenme döneminde 10^{-3} ve 10^{-4} mg.l⁻¹

konsantrasyonlarında uygulanan bir başka BR analogu olan 22S-, 23S-homobrassinolidin omca başına verim ve salkım ağırlığı üzerinde önemli bir etkide bulunmadığı tespit edilmiştir [23]. BR'lerin verim ve kalite üzerine olan etkilerindeki farklılıkların, kullanılan BR analogu, konsantrasyonu ve uygulama dönemlerine bağlı olarak değiştiği düşünülmektedir. Nitekim araştırmacılar da bu farklılığı kullandıkları düşük konsantrasyonlara bağlamışlardır.

Çizelge 2. 24-eBL uygulamalarının SÇKM, titrasyon asitliği ve toplam şeker miktarı üzerine etkileri^z
Table 2. Effects of 24-eBL applications on SSC, titratable acidity and total sugar content^z

Uygulama Dönemi Application Period	Konsantrasyon (mg.l ⁻¹) Concentration	SÇKM (°Brix) SSC (°Brix)		Titrasyon Asitliği (g l ⁻¹) Titratable Acidity (g l ⁻¹)		Toplam şeker (g 100 g ⁻¹ TA) Total sugar (g 100 g ⁻¹ FW)	
		1.yıl / 1.year	2.yıl / 2.year	1.yıl / 1.year	2.yıl / 2.year	1.yıl / 1.year	2.yıl / 2.year
BD*	0	13.50	14.50	6.06	5.87	19.57 e	16.37 e
	0.2	15.00	15.00	6.28	6.39	23.73 c	19.53 de
	0.4	14.50	14.17	5.98	6.47	23.16 cd	20.79 cde
	0.6	14.00	14.33	6.21	5.95	25.53 b	22.61 bc
	0.8	13.33	15.00	5.76	5.46	36.60 a	27.06 a
TT+BD**	0	13.50	14.50	6.06	5.87	19.57 e	16.37 e
	0.2	14.83	13.67	5.73	6.49	23.65 c	20.74 cde
	0.4	13.83	13.67	6.06	6.42	22.88 cd	19.25 d
	0.6	13.83	13.00	6.31	6.12	19.93 e	20.27 de
	0.8	13.33	13.53	5.69	5.87	20.14 e	20.86 cde
TT+BD+30BD***	0	13.5	14.50	6.06	5.87	19.57 e	16.37 e
	0.2	13.5	13.17	6.66	5.93	22.43 d	20.75 cde
	0.4	13.33	13.67	5.68	6.42	23.20 cd	20.92 cde
	0.6	14.00	14.00	6.19	6.43	23.04 cd	21.53 cd
	0.8	13.33	14.00	5.73	5.84	25.78 b	23.52 b
Dönem ortalaması / Mean period							
BD		14.07	14.60 a	6.06	6.03	25.72	21.27
TT+BD		13.87	13.67 b	5.97	6.16	21.24	19.50
TT+BD+30BD		13.53	13.87 b	6.06	6.10	22.80	20.62
Konsantrasyon ortalaması / Mean concentration							
	0	13.50 b	14.50	6.06 ab	5.87 bc	19.57	16.37
	0.2	14.44 a	13.94	6.22 a	6.27 a	23.27	20.34
	0.4	13.89 ab	13.83	5.91 ab	6.44 a	23.08	20.32
	0.6	13.94 ab	13.78	6.24 a	6.17 ab	22.83	21.47
	0.8	13.33 b	14.18	5.73 b	5.73 c	27.51	23.81
p değeri / p value							
D		0.134	0.003	0.660	0.641	0.000	0.001
K		0.022	0.221	0.010	0.001	0.000	0.000
D × K		0.465	0.332	0.122	0.431	0.000	0.000

^zHarfler arasındaki farklılıklar p<0.05 seviyesinde önemlidir.

^zDifferent letters indicate significant differences between groups (p<0.05)

*BD: Ben düşme döneminde-Veraison

**TT+BD: Tane tutumundan 7 gün sonra + Ben düşme döneminde-7 days after fruit set + veraison

***TT+BD+30BD: Tane tutumundan 7 gün sonra + Ben düşme döneminde+ Ben düşmeden 30 gün sonra-7 days after fruit set + veraison + 30 days after veraison

24-eBL uygulamalarının SÇKM miktarı üzerine olan etkilerinin de belirlendiği çalışmada her iki yılda da uygulama dönemi × konsantrasyon interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmazken, 1. yıl sadece 24-eBL konsantrasyonlarının, 2. yıl ise uygulama dönemlerinin etkisi önemli bulunmuştur (p<0.05) (Çizelge 2). Buna göre ilk yıl en yüksek SÇKM miktarı 0.2, 0.4 ve 0.6 mg.l⁻¹ 24-eBL uygulamalarından elde edilirken, 2. yıl en yüksek SÇKM miktarının yalnızca ben düşme döneminde yapılan uygulamalardan elde edildiği tespit

edilmiştir. 2. yıl 24-eBL uygulamalarının 2 ve 3 kez tekrarlandığı uygulamalar arasında ise önemli bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Titrasyon asitliği bakımından yapılan değerlendirmeler sonucunda, her iki yılda da uygulama dönemi × konsantrasyon interaksyonunun önemli bir etkide bulunmadığı, sadece 24-eBL konsantrasyonlarının titrasyon asitliğini önemli derecede değiştirdiği tespit edilmiştir (Çizelge 2). Her iki yılda da en yüksek titrasyon asitliği değerleri 0.2, 0.4 ve 0.6 mg.l⁻¹ 24-eBL konsantrasyonlarından elde edilirken, 24-eBL

konsantrasyonunun 0.8 mg.l⁻¹'ye çıkmasıyla titrasyon asitliğinin en düşük seviyeye indiği saptanmıştır. Çalışmada incelenen bir diğer kalite kriteri olan toplam şeker miktarının her iki yılda da uygulama dönemi × konsantrasyon interaksyonunun dan önemli derecede etkilendiği belirlenmiştir (p<0.001). Buna göre ben düşme döneminde yapılan 24-eBL uygulamalarının özellikle de 0.8 mg.l⁻¹ konsantrasyonundaki uygulamanın kontrole göre toplam şeker miktarını artırdığı, tespit edilmiştir.

Uygun konsantrasyonlar kullanıldığında BR uygulamalarının bu çalışmada da olduğu gibi üzümlerde tane ağırlığını, şeker miktarını ve SÇKM'yi artırdığı, titrasyon asitliği değerini ise düşürdüğü tespit edilmiştir [42, 5, 44, 7, 3]. Bu sonuçlardan Symons vd. [38] ile Xi vd. [44] tarafından da belirtildiği gibi BR'lerin tane gelişimi ve olgunlaşmayı teşvik ettiği anlaşılmaktadır. Symons vd. [38] BR reseptör genleri (VvBRI1), BR biyosentez enzim genleri (VvBR6OX1 ve VvDWF1) ve içsel BR seviyelerindeki artışın üzümün olgunlaşması ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Bu açıklamadan dışsal BR uygulamalarının üzüm gibi klimakterik olmayan meyvelerde olgunlaşmayı düzenlediği anlaşılmaktadır. BR uygulamalarının meyve gelişimini ve olgunlaşmayı teşvik ettiği domates [40], mango [48], hıyar [18], çilek [6] gibi farklı bitki türlerinde de tespit edilmiştir. Üzüm tanesinin gelişiminde ve kalitesinde rol oynayan önemli kriterlerden biri de şekerler olup [1], şekerler olgunlaşma sırasında üzüm tanelerinde çok yüksek seviyelerde birikerek antosiyaninlerin ve aroma bileşiklerinin sentezi ve birikimi gibi bir dizi hayati süreci düzenlemektedirler [10]. Bu çalışmada BR uygulamalarının kontrol uygulamalarına göre toplam şeker miktarını çarpıcı bir şekilde artırdığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar, BR uygulamalarının üzüm [38, 44, 46, 3], domates [29], buğday [30] ve hıyarda [24, 47] şeker içeriğini artırdığını gösteren araştırma sonuçları ile de büyük benzerlik göstermektedir. Diğer taraftan İşçi ve Gökbayrak [23] 22S-, 23S-homobrassinolid formunda Trakya İlkeren üzüm çeşidine uyguladıkları BR'lerin salkım genişliği, tane ağırlığı, SÇKM, pH, titrasyon asitliği gibi kalite kriterleri üzerinde önemli bir etkide bulunmadığını, sadece salkım uzunluğunu artırdığını saptamışlardır. Araştırmacılar uygulamaların birçok kalite kriterinde etkisiz kalmasını verim parametrelerinde olduğu gibi kullandıkları düşük konsantrasyonlara bağlamışlardır. Buradan da anlaşıldığı gibi BR'lerin verim ve kalite üzerindeki etkileri bitki tür ve çeşidine, bitkinin gelişme dönemine, çevresel faktörlere ve özellikle de BR konsantrasyonlarına göre önemli ölçüde değişebilmektedir [4, 15].

SONUÇ

Sunulan bu çalışmada asmalara hasat öncesi yapılan 24-eBL'nin uygun dönem ve konsantrasyonlarda uygulandığı sürece asmanın verim ve üzüm kalitesini artırma bakımından olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir. Buna göre Horoz Karası üzüm çeşidinde omca başına verim, salkım ağırlığı, tane ağırlığı, tane hacmi gibi kriterleri bakımından tane tutumundan 7 gün sonra ve ben düşme dönemi olmak üzere uygulamanın 0.4 mg.l⁻¹ 24-eBL ile 2 kez tekrar edildiği uygulamadan elde edildiği tespit edilmiştir. Toplam şeker miktarı bakımından ise ben düşme döneminde yapılan 0.8 mg.l⁻¹ 24-eBL uygulamasının önerilebileceği ortaya konmuştur. Kısaca, uygun konsantrasyon ve dönemlerde uygulandığında BR'lerin verim ve kaliteyi olumlu yönde etkiledikleri ve bu etkileri ile de hem iç hem de dış piyasada yüksek fiyatla alıcı bulan iri taneli sofralık üzüm yetiştiriciliği bakımından umut vadeden bir uygulama olabileceği sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından TOVAG 1120517 no.lu proje desteğiyle yürütülmüştür. Katkılarından dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Agasse, A., Vignault, C., Kappel, C., Conde, C., Gerós, H., Delrot, S. 2009. Sugar transport & sugar sensing in grape. In Grapevine molecular physiology & biotechnology. Springer, Dordrecht. pp:105-139.
2. Anuradha, S., Ram Rao, S.S. 2003. Application of brassinosteroids to rice seeds (*Oryza sativa* L.) reduced the impact of salt stress on growth, prevented photosynthetic pigment loss and increased nitrate reductase activity. Plant Growth Regulation 40(1):29-32.
3. Babalık, Z., Demirci, T., Aşçı, Ö.A., Baydar, N. G. 2020. Brassinosteroids modify yield, quality, and antioxidant components in Grapes (*Vitis vinifera* cv. Alphonse lavallée). Journal of Plant Growth Regulation 39(1):147-156.
4. Bajguz, A., Hayat, S. 2009. Effects of brassinosteroids on the plant responses to environmental stresses. Plant Physiology and Biochemistry 47(1):1-8.
5. Bhat, Z.A., Reddy, Y.N., Srihari, D., Bhat, J.A., Rashid, R., Rather, J.A. 2011. New generation growth regulators-brassinosteroids and CPPU improve bunch and berry characteristics in 'Tas-

- A-Ganesh' grape. International Journal of Fruit Science 11(4):309-315.
6. Chai, Y.M., Zhang, Q., Tian, L., Li, C.L., Xing, Y., Qin, L., Shen, Y.Y. 2013. Brassinosteroid is involved in strawberry fruit ripening. Plant Growth Regulation 69(1):63-69.
 7. Champa, W.A.H., Gill, M.I.S., Mahajan, B.V.C., Arora, N.K. 2014. Pre-harvest treatments of brassinosteroids on improving quality of table grapes (*Vitis vinifera* L.) cv. Flame Seedles. International Journal of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine 2:96-104.
 8. Champa, W.H., Gill, M.I.S., Mahajan, B.V.C., Aror, N.K., Bedi, S. 2015. Brassinosteroids improve quality of table grapes (*Vitis vinifera* L.) cv. Flame Seedless. Tropical Agricultural Research 26(2):368-379.
 9. Clouse, S.D. 2001. Brassinosteroids. American Society of Plant Biologists, pp:1-23.
 10. Conde, C., Silva, P., Fontes, N., Dias, A.C.P., Tavares, R.M., Sousa, M.J., Gerós, H. 2007. Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality.
 11. Çelik, H. 2006. Üzüm çeşit kataloğu (Grape cultivar catalog). Sunfidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi :3, Ankara, 165s.
 12. Çoban, Ö., Baydar, N.G. 2016. Brassinosteroid effects on some physical and biochemical properties and secondary metabolite accumulation in peppermint (*Mentha piperita* L.) under salt stress. Industrial Crops and Products 86:251-258.
 13. Çoban, Ö., Baydar, N.G. 2017. Brassinosteroid modifies growth and essential oil production in peppermint (*Mentha piperita* L.). Journal of plant growth regulation 36(1):43-49.
 14. Demirci, T., Çelikkol Akçay, U., Göktürk Baydar, N. 2020. Effects of 24-epibrassinolide and l-phenylalanine on growth and caffeic acid derivative production in hairy root culture of *Echinacea purpurea* L. Moench. Acta Physiologiae Plantarum 42(4):1-11.
 15. Divi, U. K., Krishna, P. 2009. Brassinosteroid: a biotechnological target for enhancing crop yield and stress tolerance. New Biotechnology 26(3):131-136.
 16. FAO, 2022. Faostat (www.fao.org/faostat/en/#data/QC/) (Erişim: 25.04.2022).
 17. Fariduddin, Q., Yusuf, M., Ahmad, I., Ahmad, A. 2014. Brassinosteroids and their role in response of plants to abiotic stresses. Biologia Plantarum 58(1):9-17.
 18. Fu, F.Q., Mao, W.H., Shi, K., Zhou, Y.H., Asami, T., Yu, J.Q. 2008. A role of brassinosteroids in early fruit development in cucumber. Journal of Experimental Botany 59(9):2299-2308.
 19. García-Pastor, M.E., Serrano, M., Guillén, F., Castillo, S., Martínez-Romero, D., Valero, D., Zapata, P.J. 2019. Methyl jasmonate effects on table grape ripening, vine yield, berry quality and bioactive compounds depend on applied concentration. Scientia Hort. 247:380-389.
 20. Ghorbani, P., Eshghi, S., Haghi, H. 2017. Effects of brassinosteroid (24-epibrassinolide) on yield and quality of grape (*Vitis vinifera* L.) 'Thompson Seedless'. Vitis 56(3):113-117.
 21. Gomes, M.D.M.A., Campostrini, E., Leal, N.R., Viana, A.P., Ferraz, T.M., do Nascimento Siqueira, L., Rosa, R.C.C., Netto, A.T., Nunez-Vazquez, M., Zullo, M.A.T. 2006. Brassinosteroid analogue effects on the yield of yellow passion fruit plants (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). Scientia Horticulturae 110(3):235-240.
 22. Hayat, S., Yadav, S., Ali, B., Ahmad, A. 2010. Interactive effect of nitric oxide and brassinosteroids on photosynthesis and the antioxidant system of *Lycopersicon esculentum*. Russian Journal of Plant Physiology 57(2):212-221.
 23. İşçi, B., Gökbayrak, Z. 2015. Influence of brassinosteroids on fruit yield and quality of table grape cv. 'Alphonse Lavalée'. Vitis-Journal of Grapevine Research 54(1):17-19.
 24. Kang, Y.Y., Guo, S.R., Li, J., Duan, J.J. 2009. Effect of root applied 24-epibrassinolide on carbohydrate status and fermentative enzyme activities in cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedlings under hypoxia. Plant growth regulation 57(3):259-269.
 25. Kartal, G., Temel, A., Arıcan, E., Gözükırmızı, N. 2009. Effects of brassinosteroids on barley root growth, antioxidant system and cell division. Plant Growth Regulation 58(3):261-267.
 26. Kaur Kohli, S., Bhardwaj, A., Bhardwaj, V., Sharma, A., Kalia, N., Landi, M., Bhardwaj, R. 2020. Therapeutic potential of brassinosteroids in biomedical and clinical research. Biomolecules 10(4):572.
 27. Khripach, V., Zhabinskii, V., Groot, A.D. 2000. Twenty years of brassinosteroids: Steroidal plant hormones warrant better crops for the 21. century. Annals of Botany 86(3):441-447.
 28. Khripach, V.A., Zhabinskii, V.N., Khripach, N.B. 2003. New practical aspects of brassinosteroids and results of their ten-year agricultural use in Russia and Belarus. In Brassinosteroids. Springer, Dordrecht. pp:189-230.
 29. Li, T.L., Zhao, J.Y., Cui, N., Li, G.Q. 2008. Effect of epibrassinolide on sucrose metabolism in tomato leaves at seedling stage. Plant Physiology Communications 44(3):417-420.

30. Liu, H.Y., Guo, T.C., Zhu, Y.J., Wang, C.Y., Kang, G.Z. 2006. Effect of epibrassinolide sprayed at anthesis on sucrose metabolism and yield of Yumai 49. *J. Triticeae Crops* 1:85-89.
31. Luan, L.Y., Zhang, Z.W., Xi, Z.M., Huo, S.S., Ma, L.N. 2013. Brassinosteroids regulate anthocyanin biosynthesis in the ripening of grape berries. *South African Journal of Enology and Viticulture* 34(2):196-203.
32. Malikova, J., Swaczynova, J., Kolar, Z., Strnad, M. 2008. Anticancer and antiproliferative activity of natural brassinosteroids. *Phytochemistry* 69(2):418-426.
33. Müssig, C. 2005. Brassinosteroid-promoted growth. *Plant Biology* 7(2):110-117.
34. Nemhauser, J.L., Chory, J. 2004. BRing it on: New Insights into the mechanism of brassinosteroid action. *Journal of Experimental Botany* 55(395):265-270.
35. Nolan, T.M., Vukašinić, N., Liu, D., Russinova, E., Yin, Y. 2020. Brassinosteroids: multidimensional regulators of plant growth, development, and stress responses. *The Plant Cell* 32(2):295-318.
36. Praznik, W., Mundigler, N., Kogler, A., Pelzl, B., Huber, A., Wollendorfer, M. 1999. Molecular background of technological properties of selected starches. *Starch-Starke* 51(6):197-211.
37. Saini, S., Sharma, I., Pati, P.K. 2015. Versatile roles of brassinosteroid in plants in the context of its homeostasis, signaling and crosstalks. *Frontiers in plant science* 6:950.
38. Symons, G.M., Davies, C., Shavrukov, Y., Dry, I.B., Reid, J.B., Thomas, M.R. 2006. Grapes on steroids, brassinosteroids are involved in grape berry ripening. *Plant Physiology* 140:150-158.
39. TÜİK, 2022. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri veri tabanı (<https://biruni.tuik.gov.tr/me-das/?kn=92&locale=tr>) (Erişim: 25.04.2022).
40. Vidya Vardhini, B., Rao, S.S. 2002. Acceleration of ripening of tomato pericarp discs by brassinosteroids. *Phytochemistry* 61(7):843-847.
41. Wang, C., You, Y., Chen, F., Lu, X., Wang, J., Wang, J. 2004. Adjusting effect of brassinolide and GA(4) on the orange growth. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis* 26(5):759-762.
42. Watanabae, T., Noguchi, T., Kuriyama, H., Kadota, M., Takatsuto, S., Kamuro, Y. 1997. Effects of brassinosteroid compound (ts203) on fruit setting, fruit growth, taking roots and cold-resistance. In 8. International Symposium on Plant Bioregulation in Fruit Production, *Acta Horticulturae* 463:267-270.
43. Wu, C.Y., Trieu, A., Radhakrishnan, P., Kwok, S.F., Harris, S., Zhang, K., Pennell, R.I. 2008. Brassinosteroids regulate grain filling in rice. *The Plant Cell* 20(8):2130-2145.
44. Xi, Z.M., Zhang, Z. W., Huo, S.S., Luan, L.Y., Gao, X., Ma, L.N., Fang, Y.L. 2013. Regulating the secondary metabolism in grape berry using exogenous 24-epibrassinolide for enhanced phenolics content and antioxidant capacity. *Food Chemistry* 141(3):3056-3065.
45. Xia, X.J., Huang, Y.Y., Wang, L., Huang, L.F., Yu, Y.L., Zhou, Y.H., Yu, J.Q. 2006. Pesticides induced depression of photosynthesis was alleviated by 24-epibrassinolide pretreatment in *Cucumis sativus* L. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 86:42-48.
46. Xu, F., Gao, X., Xi, Z.M., Zhang, H., Peng, X.Q., Wang, Z.Z., Meng, Y. 2015. Application of exogenous 24-epibrassinolide enhances proanthocyanidin biosynthesis in *Vitis vinifera* 'Cabernet Sauvignon' berry skin. *Plant Growth Regulation* 75(3):741-750.
47. Yuan, L., Zhu, S., Li, S., Shu, S., Sun, J., Guo, S. 2014. 24-Epibrassinolide regulates carbohydrate metabolism and increases polyamine content in cucumber exposed to Ca(NO₃)₂ stress. *Acta Physiologiae Plantarum* 36(11):2845-2852.
48. Zaharah, S., Singh, Z. 2012. Role of brassinosteroids in mango fruit ripening. Editors: Cantwell, M.I., Almeida, D.P.F. *Proceedings of the XXVII International Horticulture Congress on Science and Horticulture for People, Aug 22-27 2010, Lisbon, Portugal*, pp:929-935.