

Sulanmayan Koşullarda Gemlik Zeytininde Melatonin ve Salisilik Asit Uygulamalarının Meyve Kalitesi ve Yaprak Besin Elementleri İçeriklerine Etkisi

Ezgi GÖÇEMEN¹, Murat GÜNERİ^{2*}

¹Ziraat Müh., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst., Bahçe Bitkileri A.B.Dalı, Muğla; ORCID:0009-0001-6800-2964
²Dr. Öğr. Üyesi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Ortaca Meslek Yüksekokulu, Muğla; ORCID: 0000-0002-2086-8953

ÖZ

Bu çalışma, Melatonin (MEL) ve Salisilik asit (SA) uygulamalarının Gemlik zeytin çeşidinde meyve kalitesi ve yaprak besin elementleri içeriklerine etkisinin belirlenmesi amacıyla 2022 yılında İzmir-Bornova yöresinde yapılmıştır. Bu amaçla ağaçlara 3 kez 0, 100 ve 200 µM dozlarında MEL ve SA ayrı ayrı ve kombinasyon halinde püskürtülmüştür. Meyve kalite parametrelerinden meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu, meyve indeksi, meyve eti oranı, meyve hacmi, meyve olgunluk indeksi, çekirdek ağırlığı, çekirdek eni, çekirdek boyu ve et/çekirdek oranı belirlenmiştir. Yapraklarda makro ve mikro besin elementleri konsantrasyonları değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre, en yüksek meyve eni (24.31 mm), meyve boyu (35.35 mm), meyve indeksi (1.46) ve meyve hacmi (8.13 cm³) 200 µM MEL + 200 µM SA kombinasyonunda; meyve ağırlığı (6.55 g), meyve eti oranı (%90.36), meyve olgunluk indeksi (5.05), çekirdek boyu (13.42 mm) ve et/çekirdek oranı (9.46) 100 µM MEL + 200 µM SA kombinasyonunda gözlenmiştir. Uygulamalar, yaprak Ca, Fe, Zn, Mn ve B içeriğini arttırmıştır. Sonuçlar, melatonin ve salisilik asidin tek başına veya kombinasyon halinde takviyesinin ‘Gemlik’ zeytin çeşidinde, meyve kalitesini ve beslenme durumunu olumlu yönde etkilediğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Beslenme durumu, melatonin, meyve kalitesi, zeytin

The Effect of Melatonin and Salicylic Acid Applications on Fruit Quality and Nutritional Status of Leaf Olive ‘Gemlik’ under Rainfed Conditions

ABSTRACT

The study, was carried out in İzmir-Bornova region in 2022 to determine the effects of Melatonin (MEL) and Salicylic acid (SA) applications on fruit quality and leaf nutrition status of ‘Gemlik’ olive variety. For this purpose, MEL and SA were sprayed on the trees 3 times at doses of 0, 100 and 200 µM separately and in combination. Fruit quality parameters such as fruit weight, fruit width and length, fruit index, fruit-flesh ratio, fruit volume, fruit maturity index, seed weight, seed width and length, and flesh/pit ratio were determined. Leaf macro and micro-nutrient concentrations were evaluated. According to the results, while the highest fruit width (24.31 mm), fruit length (35.35 mm), fruit index (1.46) and fruit volume (8.13 cm³) values were observed in the combination of 200 µM MEL + 200 µM SA; the highest fruit weight (6.55 g), fruit-flesh ratio (90.36%), fruit maturity index (5.05), seed length (13.42 mm) and flesh/pit ratio (9.46) values were observed in the combination of 100 µM MEL + 200 µM SA. Treatments, increased Ca, Fe, Zn, Mn and B content of leaves. The results shows that melatonin and salicylic acid, alone or the combined supplementation, positively affected nutrient content and fruit quality of the ‘Gemlik’ olive variety.

Keywords: Fruit quality, melatonin, nutritional status, olive, salicylic acid

GİRİŞ

Yüksek ekonomik değere sahip olan zeytinde, üretim sürecinde yaşanan yüksek sıcaklıklar, düşük yağış, aşırı ısı yükü ve yüksek ışınım seviyeleri gibi stres koşulları meyve verim ve kalitesini olumsuz etkilemektedir [17]. Stres koşullarının etkilerini hafifleten ve böylece kalite ve verimi iyileştiren bazı maddelerin uygulanması bu sorunun çözümüne katkı

sağlamaktadır. Melatonin (MEL) ve salisilik asit (SA) bu amaçla kullanılabilecek maddeler arasında görülmektedir. Biyotik ve abiyotik stresle ilgili hususlarda her iki molekül de bitki fizyolojisinde önemli rol oynayan biyosentez yoluna sahiptir [24].

MEL çevreye zarar vermeyen, biyolojik olarak parçalanabilen bir moleküldür. Bu yönüyle bahçe bitkilerinin farklı sektörlerinde önemli roller sergileyebilmektedir [7]. MEL (N-Acetyl-5-

*Sorumlu yazar / Corresponding author: gmurat@mu.edu.tr

Bu çalışma, birinci yazarın Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tez çalışmasıdır.

methoxytryptamine) bir indolamin triptofan türevidir. Birçok bitkide bulunduğu ortaya konulmuştur [14]. Bitki büyüme ve gelişiminde etkili olduğu belirlenmiştir [44]. MEL içeriğinin olumsuz çevre koşullarına toleranslı bitkilerde daha yüksek olması, dışarıdan MEL uygulamalarının bitkilerde stres koşullarına tolerans kazandırabileceğini düşündürmüştür. Dışarıdan yapılan bu uygulamaların strese karşı toleransı iyileştirilebileceği ortaya konulmuştur [59]. Bitkilerin özellikle yüksek sıcaklık stresi başta olmak üzere çoklu streslere karşı toleransını artırdığı gözlemlenmiştir [55]. Kimyasal yapısı (indoleamin), oksin-IAA hormonuna benzer. İndolamin aynı zamanda bitkilerde klorofilin fotosentetik verimliliğini artırmaktadır [7]. MEL, stres sinyalini düzenleyerek, bitkilerin strese direncini fizyolojik ve moleküler düzeyde arttırmaktadır [39]. Yine bitkilerde 24 saatlik sirkadiyen ritmi düzenlediği, bitkideki miktarının gün içinde değiştiği, sentez miktarının genellikle karanlıkta arttığı ve en yüksek seviyeye genelde gün batımından hemen önce ulaştığı yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur [31].

Bitkilerde MEL'in olumlu sonuçlarını bildiren çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Zeytin (*Olea europea*) [17], nar (*Punica granatum*) [42], turunc (*Citrus aurantium*) [49], erik (*Prunus domestica*) [15], Antep fıstığı (*Pistacia vera*) [28], armut (*Pyrus communis*) [41], *Malus hupehensis* [38], elma (*Malus domestica*) [39], *Malus crabapple* (*Malus* cv. 'Royalty' and 'Radiant') [11], çay (*Camellia sinensis*) [22], kahve (*Coffea arabica*) [12], hıyar (*Cucumis sativus*) [4] ve biber (*Capsicum annuum*) [37] bitkilerinde olumlu sonuçlar alınmıştır. Zeytinde kuraklık stresi altında MEL (0 ve 100 µM) uygulanması ile melondialdehit (MDA) azalırken, yaprak oransal su içeriği (RWC) değerinde artış meydana gelmiştir. Meyve yağ içeriği ve verimi, uygulama yapılmayanlara kıyasla artmıştır [18].

SA fenolik bir bileşiktir. Fizyolojik aktivitede etkili olan endojen bir büyüme düzenleyicisidir [46, 43]. Bitkilerin oksidatif strese tepkilerini geniş bir yelpazede modüle edebilir [52]. Ayrıca, tohum çimlenmesi, fide gelişimi, hücre büyümesi, solunum, stoma kapanması, baklagillerde yaşlanmayla ilişkili gen ekspresyonu, bazal termotolerans, nodülasyon ve meyve verimini etkilemektedir [51,47]. Eksojen olarak uygun dozlarda uygulandığında bitkilerde antioksidan sistemin etkinliğini artırdığı bulunmuştur [34]. Salisilik asit dışarıdan uygulandığında etilen sentezi, transpirasyon ve stres direncini etkileyebilmektedir [33]. Son yıllarda SA, bitkilerde abiyotik strese karşı direnci arttıran anahtar bir sinyal molekülü olarak dikkat çekmektedir [2].

Bugüne kadar yapılan araştırmalarda MEL ve SA uygulamalarının bitkiler üzerindeki etkileri tek başlarına araştırılmıştır. Birlikte kombinasyon halinde etkileri konusunda ise sınırlı sayıda çalışmaya [23] rastlanmıştır. Bitkilerde stres toleransının geliştirilmesinde MEL ve SA arasındaki etkileşimin aydınlatılması, özellikle moleküler ve genetik alanında ayrıntılı çalışmalar yapılması önerilmiştir [5].

Bu çalışmanın amacı, sulama olanağı bulunmayan, sadece doğal yağışlarla su ihtiyacı karşılanan Gemlik zeytin bahçesinde, melatonin ve salisilik asidin bitki besleme ve meyve kalitesine etkisini belirlemektir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmada, yaklaşık 50 yaşındaki Gemlik zeytin ağaçları bitkisel materyali oluşturmaktadır. Deneme bahçesi İzmir'in Bornova ilçesinde bulunmaktadır. Çalışmalar 20 Nisan-30 Aralık 2022 tarihleri arasında yürütülmüştür. Seçilen ağaçlara kültürel işlemler düzenli olarak yapılmış fakat sulama yapılmamıştır. Ağaçların su ihtiyacı doğal yağışlarla karşılanmıştır.

Deneme parselinin toprak bünyesi killi, tuzsuz ve nötr olup, kireç ve organik madde yüzdesi yüksektir. Ayrıca besin elementleri açısından Mg orta; N, K, Ca ve Mn yüksek; P, Na, Fe, Cu ve Zn çok yüksek bulunmuştur.

Metot

Çalışmada Gemlik zeytin çeşidi ağaçlarına yapraktan püskürtme yoluyla MEL (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) ve SA (Merck KGaA, Darmstadt Germany)'in farklı dozları (0, 100 µM ve 200 µM) ve bu ikisinin kombinasyonu uygulanmıştır. Kontrol dahil 9 farklı uygulama konusu çalışılmıştır. Bunlar sırasıyla; 1) 0 µM MEL + 0 µM SA (kontrol), 2) 0 µM MEL + 100 µM SA, 3) 0 µM MEL + 200 µM SA 4) 100 µM MEL + 0 µM SA, 5) 100 µM MEL + 100 µM SA, 6) 100 µM MEL + 200 µM SA, 7) 200 µM MEL + 0 µM SA, 8) 200 µM MEL + 100 µM SA ve 9) 200 µM MEL + 200 µM SA uygulamalarından oluşmaktadır.

Deneme deseni, tesadüf blokları deneme deseni şeklinde kurulmuş, üç tekerrürlü ve her tekerrürde 1 ağaç yer almıştır. Böylece denemede 27 adet ağaç kullanılmıştır. Uygulamalar tam çiçeklenme döneminden itibaren ikişer ay arayla (Mayıs-Temmuz-Eylül) 3 kez tekrarlanmıştır.

Stok Çözelti Hazırlığı

Uygulama solüsyonları, daha önce hazırlanan stok çözeltilerin saf su ile seyreltilmesiyle hazırlanmıştır.

MEL'in 10 mM konsantrasyonda %100 etanol içinde çözdürülerek stok çözeltisi hazırlanmıştır [57, 40]. Uygulama zamanına kadar -20°C'de saklanmıştır. SA'inde, 10 mM konsantrasyonda stok çözeltisi hazırlanmış ve uygulama zamanına kadar oda sıcaklığında karanlıkta bekletilmiştir. Her iki solüsyon uygulama zamanı belirlenen dozlara göre saf su ile seyreltilmiş ve içine %0.1 oranında Tween-20 ilave edilmiştir. Solüsyonların pH'sı 6-7 aralığında tutulmuştur.

Meyve Özelliklerinin Belirlenmesi

Uygulamaların meyve özelliklerine etkisini saptamak için; meyvede ağırlık (g), en (mm) ve boy (mm), meyve şekli, meyve indeksi (boy/en), hacim (cm³); çekirdekte ise, ağırlık (g), en (mm) ve boy (mm) belirlenmiştir. Ayrıca, meyve eti oranı (%) ve meyve olgunluk indeksi hesaplanmıştır.

Meyve örnekleri aralık ayı başında toplanmıştır. Meyve eni ve boyu ile çekirdek eni ve boyunun belirlenmesi için her tekerrürde 30 meyve; buna karşın meyve ağırlığı, çekirdek ağırlığı, olgunluk indeksi ve meyve hacminin belirlenmesi için ise her tekerrürde 100 meyve olacak şekilde örnek alınmıştır.

Tartım işlemleri hassas terazide (0.01 g duyarlı) yapılmıştır. Meyve ve çekirdek en ve boy ölçümleri dijital kumpas (0.01 mm duyarlı) ile saptanmıştır. Meyve hacmi mezür ile taşan su miktarı belirlenerek hesaplanmıştır (50). Meyve indeksinin hesaplanması; meyve boyu değerinin meyve eni değerine oranı bulunarak yapılmış ve indeks değerinden Canözer [13]'in sınıflandırmasına göre meyve şekli belirlenmiştir. Meyve eti oranının belirlenmesi için önce meyveler tartılmış, çekirdek çıkarıldıktan sonra meyve eti toplam meyve ağırlığına bölünerek hesaplanmıştır. Meyve olgunluk indeksi hem meyvelerin dış kabuk rengi hem de meyve et rengine bakılarak 0-7 skalasına IOOC [25]'e göre sınıflandırılmış ve her sınıfta yer alan meyve sayıları belirlenmiştir. Olgunluk indeksi Boskou [8]'un belirttiği formüle göre hesaplanmıştır.

Yaprak Örneklerinin Hazırlanması ve Analizi

Yaprak örnekleri hasattan sonra, tek yıllık sürgünlerin ortasındaki olgun yaprak çiftleri ağacın dört yönünden ve insan boyundan, her ağaçtan 200'er adet sağlıklı yaprak olacak şekilde alınmıştır [16]. Örnekler etüvde 65°C'de 48 saat bekletilerek kurutulmuş ve değirmende (Polymix® PX-MFC 90 D) öğütülmüştür. Daha sonra asitle yaş yakma yöntemine göre [29] mikrodalgada yakıldıktan sonra ICP-OES cihazında değerler okunmuştur. Yaprak örneklerinde makro besin elementlerinden P (%), K (%), Ca (%), Mg (%); mikro elementlerden ise Fe

(mg.kg⁻¹), Cu (mg.kg⁻¹), Zn (mg.kg⁻¹), Mn (mg.kg⁻¹) ve B (mg.kg⁻¹) kapsamı belirlenmiştir.

Verilerin Değerlendirilmesi

Verilerin değerlendirilmesinde istatistiksel analiz SAS istatistik paket programı (Anonymous, 1989) kullanılarak yapılmış olup, ortalamaların karşılaştırılmasında LSD testi uygulanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Meyve Özellikleri

Uygulamaların meyve özellikleri üzerine etkisi Çizelge 1 ve 2'de verilmektedir. Meyve indeksi ve çekirdek ağırlığı dışında kalan belirlenen diğer bütün özelliklere uygulamaların etkisi istatistiksel anlamda önemli ve kontrol grubuna göre daha yüksek değerlerde bulunmuştur (Çizelge 1 ve 2).

Çizelge 1. MEL ve SA uygulamalarının meyve özelliklerine etkisi

Uygulama no	Meyve ağırlığı (g)	Meyve eni (mm)	Meyve boyu (mm)	Meyve indeksi (boy/en)	Meyve şekli	Meyve hacmi (cm ³)
1	2.95 d	17.30 c	19.38 e	1.12	Yuvarlak	4.70 e
2	4.01 c	18.91 c	22.02 de	1.17	Yuvarlak	5.77 d
3	3.39 cd	19.24 c	23.02 de	1.20	Yuvarlak	5.87 d
4	4.18 c	19.33 c	25.50 cd	1.33	Oval veya silindirik	6.10 d
5	6.39 ab	22.31 ab	28.90 bc	1.29	Yuvarlağa yakın oval	6.40 cd
6	6.55 a	21.99 b	29.55 bc	1.35	Oval veya silindirik	7.40 abc
7	4.38 c	22.59 ab	31.12 ab	1.39	Oval veya silindirik	6.77 bcd
8	5.41 b	21.97 b	31.80 ab	1.45	Oval veya silindirik	7.50 ab
9	6.18 ab	24.31 a	35.35 a	1.46	Oval veya silindirik	8.13 a
LSD (%5)	1.0012	2.2283	5.1517	Ö.D.		1.0231
Pr>F değerleri	<.0001**	<.0001**	<.0001**	Ö.D.		<.0001**
Coeff Var (%)	11.98	6.16	10.86	10.83		9.07

1) 0 µM MEL + 0 µM SA (Kontrol), 2) 0 µM MEL + 100 µM SA, 3) 0 µM MEL + 200 µM SA 4) 100 µM MEL + 0 µM SA, 5) 100 µM MEL + 100 µM SA, 6) 100 µM MEL + 200 µM SA, 7) 200 µM MEL + 0 µM SA, 8) 200 µM MEL + 100 µM SA ve 9) 200 µM MEL + 200 µM SA. LSD testi sonucuna göre aynı sütunda farklı harfler birbirinden farklı grupları belirtmektedir (p <0.05).

* ve **: sırasıyla p ≤ 0.05 ve p ≤ 0.01'de önemli. Ö.D.: önemli değil.

Çalışmada meyve ağırlığı, 2.95 g (kontrol grubu)-6.55 g (100 µM MEL + 200 µM SA grubu) aralığında bulunmuştur. MEL ve SA kontrol grubuna göre meyve ağırlığını arttırmıştır (Çizelge 1 ve Şekil 1). Önceki çalışmalarda, Gemlik zeytin çeşidinin meyve ağırlığının 3.72 g [13] ve 3.32 g [32] olduğu bildirilmektedir. Araştırmacıların sonuçları, çalışmamızdaki kontrol grubunda (2.95 g) bulunan değerden daha yüksektir. Bunun nedeni olarak, ağaçların meyve yükü ve başta sulama olmak üzere

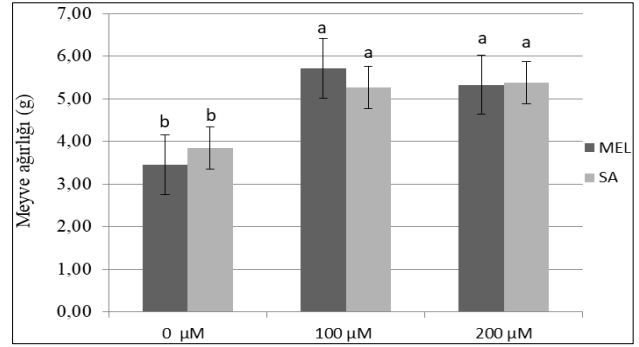
kültürel işlemler ve iklim koşullarında ortaya çıkan farklı durumlar sayılabilir. Bununla birlikte uygulamalar, kontrol grubuna göre meyve ağırlığını önemli derecede arttırmış ve 6.55 g'a ulaştırmıştır. Çalışmamıza benzer şekilde, zeytinde SA uygulamalarının kontrol grubuna göre meyve ağırlığını artırdığı bazı araştırmacıların önceki çalışmalarında da ortaya konulmuştur [21, 3]. MEL'in 25 mg.l⁻¹ dozunda yüksek meyve ağırlığı elde edildiği, hem MEL, hem de SA'in meyve kalitesini iyileştirdiği bildirilmektedir. [2].

Meyve eni, 17.30 mm (kontrol grubu)-24.31 mm (200 µM MEL + 200 µM SA grubu) aralığında bulunmuştur. MEL ve SA kombinasyonu kontrol grubuna göre meyve enini arttırmıştır (Çizelge 1 ve Şekil 2). Önceki çalışmalarda, Gemlik zeytin çeşidinin meyve eni değerlerinin 17.91 mm [13], 18.18 mm [54] ve 18.51 mm [19] olduğu bildirilmektedir. Araştırmacıların sonuçları, çalışmamızdaki kontrol grubunda (17.30 mm) bulunan değerden daha yüksektir. Bununla birlikte uygulamalar, kontrol grubuna göre meyve eni değerini önemli derecede arttırmıştır (24.31 mm). MEL [18] ve SA [3,21] uygulamalarının zeytinde, çalışmamıza benzer şekilde meyve eni değerini arttırdığı bildirilmektedir.

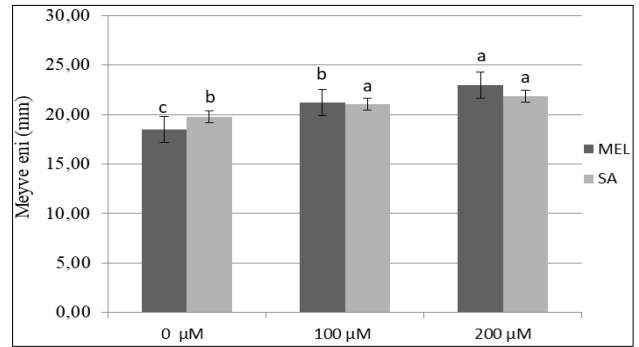
Meyve boyu, 19.38 mm (kontrol grubu)-35.35 mm (200 µM MEL + 200 µM SA grubu) aralığında bulunmuştur. MEL ve SA kontrol grubuna göre meyve boyu değerini arttırmıştır (Çizelge 1 ve Şekil 3). Önceki çalışmalarda, Gemlik zeytin çeşidinin meyve boyunun 22.33 mm [13], 23.12 mm [54] ve 20.60 mm [32] olduğu bildirilmektedir. Araştırmacıların sonuçları, çalışmamızdaki kontrol grubunda (19.38 mm) elde edilen değerden daha yüksektir. Bununla birlikte uygulamalar, kontrol grubuna göre meyve boyu değerini önemli derecede arttırmıştır (35.35 mm). MEL yapraklardan uygulanmış, çalışmamıza benzer şekilde zeytinde meyve boyu değerini arttırdığı belirlenmiştir [18]. SA uygulamalarında da benzer sonuçlar alınmıştır [21, 3].

Meyve indeksi (boy/en) 1.12 (kontrol)-1.46 (200 µM MEL + 200 µM SA grubu) aralığında bulunmuştur. Kontrol grubuna göre meyve indeksi, önemli olmasa da artmıştır. Faktöriyel değerlendirmede ise MEL'in etkisi önemli çıkmıştır (Çizelge 1 ve Şekil 4). Meyve şekli ise MEL uygulamaları ile oval veya silindirik şekil almıştır. Önceki çalışmalarda, Gemlik zeytin çeşidinin meyve indeksinin 1.35 [50] ve oval veya silindirik şekilli, 1.24 [13] ve yuvarlağa yakın oval şekilli, 1.17 [32] ve yuvarlak şekilli olduğu bildirilmektedir. Meyve indeksi kontrol grubunda (1.12 ve yuvarlak şekilli)

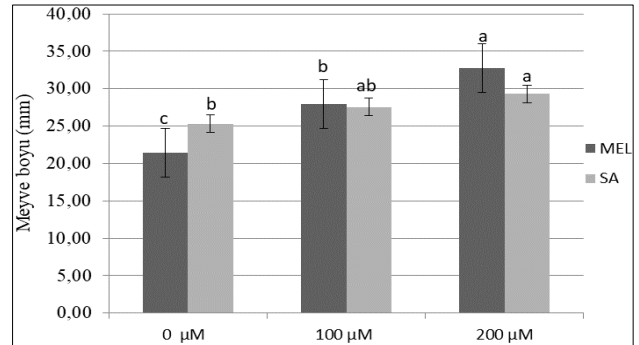
diğer araştırmacıların sonuçlarına yakın değerde bulunmuştur.



Şekil 1. MEL ve SA'nin meyve ağırlığına (g) etkisi

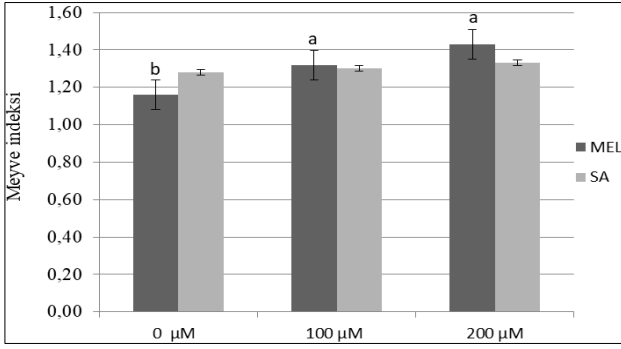


Şekil 2. MEL ve SA'nin meyve enine (mm) etkisi

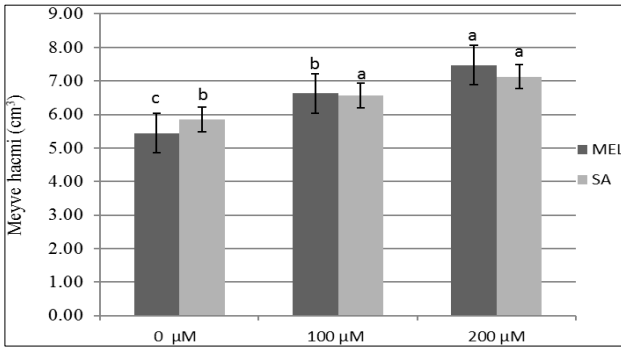


Şekil 3. MEL ve SA'nin meyve boyuna (mm) etkisi

Meyve hacmi 4.70 cm³ (kontrol)-8.13 cm³ (200 µM MEL + 200 µM SA) aralığında bulunmuştur. MEL ve SA kontrol grubuna göre meyve hacmi değerini önemli derecede arttırmıştır (Çizelge 1 ve Şekil 5). Meyve hacminin uygulamalar ile daha yüksek bir değere ulaşması, daha iri meyve elde edilmesi anlamına gelmektedir. Gemlik zeytin çeşidinde iri meyve sofralık tüketimde aranan bir özelliktir. Önceki bir çalışmada, Gemlik zeytin çeşidinin meyve hacminin yaklaşık 4.0 cm³ olduğu bildirilmektedir [60]. Araştırmacının elde ettiği değer, çalışmada kontrol grubunda elde edilen değerden (4.70 cm³) daha düşüktür.



Şekil 4. MEL ve SA'nin meyve indeksine etkisi



Şekil 5. MEL ve SA'nin meyve hacmine (cm³) etkisi

Çizelge 2. MEL ve SA uygulamalarının meyve özelliklerine etkisi (devamı)

Uygulama no	Çekirdek ağırlığı (g)	Çekirdek eni (mm)	Çekirdek boyu (mm)	Meyve eti oranı (%)	Et/Çekirdek oranı	Meyve olgunluk indeksi	
1	0.63	7.32 c	9.52 c	80.47 d	4.18 d	4.52 c	
2	0.58	8.96 abc	11.05 abc	84.64 bc	5.52 d	4.69 bc	
3	0.64	9.15 ab	11.22 ab	80.33 d	4.11 d	4.86 ab	
4	0.65	8.33 bc	12.10 bc	83.90 c	5.26 d	4.77 abc	
5	0.68	10.32 a	12.10 a	88.75 a	7.99 ab	4.79 abc	
6	0.64	10.00 ab	13.42 ab	90.36 a	9.46 a	5.05 a	
7	0.69	10.26 a	12.07 a	84.76 bc	5.69 cd	4.94 ab	
8	0.67	8.87 abc	11.33 abc	87.56 ab	7.26 bc	5.04 a	
9	0.67	9.68 ab	13.29 ab	88.54 a	7.82 ab	4.91 ab	
LSD (%5)	Ö.D.	1.8127	2.1403	3.1374	1.7167	0.3005	
Pr>F değerleri	Ö.D.	0.0468*	0.0383*	<.0001**	<.0001**	0.0320*	
Coeff Var (%)		5.62	11.37	10.49	2.12	15.58	3.58

1) 0 µM MEL + 0 µM SA (Kontrol), 2) 0 µM MEL + 100 µM SA, 3) 0 µM MEL + 200 µM SA 4) 100 µM MEL + 0 µM SA, 5) 100 µM MEL + 100 µM SA, 6) 100 µM MEL + 200 µM SA, 7) 200 µM MEL + 0 µM SA, 8) 200 µM MEL + 100 µM SA ve 9) 200 µM MEL + 200 µM SA. LSD testi sonucuna göre aynı sütunda farklı harfler birbirinden farklı grupları belirtmektedir (p < 0.05).

* ve ** : sırasıyla p ≤ 0.05 ve p ≤ 0.01'de önemli. Ö.D.: önemli değil

Çekirdek ağırlığı, 0.58 g (0 µM MEL + 100 µM SA grubu)-0.69 g (200 µM MEL + 0 µM SA grubu) aralığında bulunmuştur. Uygulamaların çekirdek ağırlığına etkisi önemli bulunmamıştır (Çizelge 2 ve Şekil 6). Önceki çalışmalarda, Gemlik zeytin çeşidinin çekirdek ağırlığının 0.39 g [56] ve 0.53 g [54] olduğu bildirilmektedir. Çalışmada çekirdek ağırlığı kontrol grubunda (0.63 g) diğer araştırmacıların sonuçlarından daha yüksek bulunmuştur. Zeytinde

MEL uygulanmış ve çekirdek ağırlığı değerinin arttığı belirlenmiştir [18]. SA'nin de benzer şekilde etkide bulunduğu bildirilmektedir [3].

Çekirdek eni 7.32 mm (kontrol grubu)-10.32 mm (100 µM MEL + 100 µM SA grubu) aralığında bulunmuştur. Çekirdek eni kontrol bitkilerine göre daha yüksek değerde bulunmuştur (Çizelge 2 ve Şekil 7). Önceki çalışmalarda, Gemlik zeytin çeşidinin çekirdek eni değerinin 8.95 mm [30], 6.57 ve 6.99 mm [56] olduğu bildirilmektedir. Çalışmada bu değer kontrol grubunda 7.32 mm olarak ve benzer değerde bulunmuştur. Zeytinde MEL uygulanmış ve benzer şekilde çekirdek eni değerinin arttığı belirlenmiştir [18].

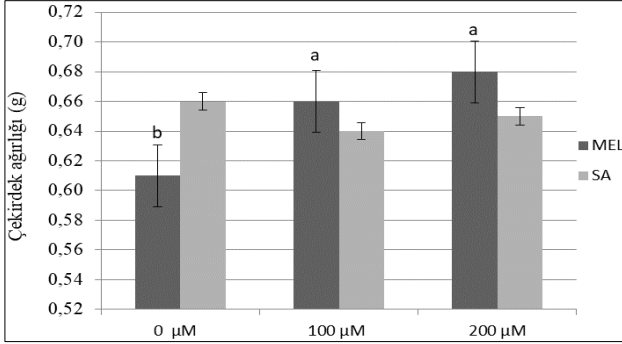
Çekirdek boyu 9.52 mm (kontrol grubu)-13.42 mm (100 µM MEL + 200 µM SA grubu) aralığında bulunmuştur. Uygulamalar çekirdek boyunu önemli derecede arttırmıştır. MEL kontrol grubuna göre çekirdek boyu değerini artırırken, SA'nin etkisi önemli değildir (Çizelge 2 ve Şekil 8). Önceki bir çalışmada, Gemlik zeytin çeşidinin çekirdek boyu değerinin 16.38 mm [26] olduğu bildirilmektedir. Çalışmada bu değer kontrol grubunda 9.52 mm ve daha düşük değerde bulunmuştur. Zeytinde MEL uygulanmış ve çekirdek boyu değerinin arttığı belirlenmiştir [18].

Meyve eti oranı %80.33 (0 µM MEL + 200 µM SA grubu)-%90.36 (100 µM MEL + 200 µM SA grubu) aralığında bulunmuştur. Uygulamalar meyve eti oranını genel olarak önemli derecede arttırmıştır (Çizelge 2 ve Şekil 9). Önceki çalışmalarda, Gemlik zeytin çeşidinin meyve eti oranının %86.4 [36], %88.49 [19], %84 ve %89 [56] olduğu bildirilmektedir. Çalışmada bu oran kontrol grubunda %80.47 ve önceki çalışmalarla benzer değerde bulunmuştur. Zeytin çeşitlerine 100 µM MEL uygulaması, çalışmadan farklı şekilde meyve eti oranını düşürdüğü belirlenmiştir [18] Buna karşılık, SA uygulamalarının, meyve pulp ağırlığını arttırdığı bildirilmektedir [21, 3].

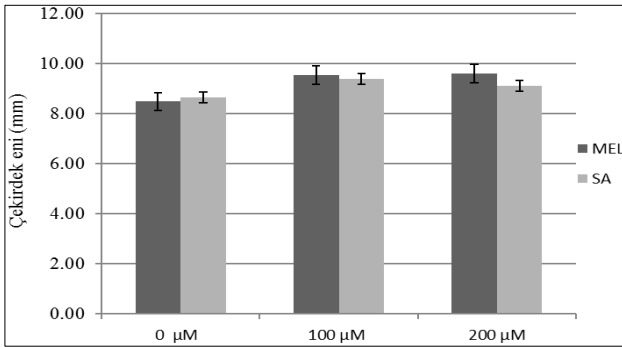
Et/çekirdek oranı 4.11 (0 µM MEL + 200 µM SA grubu)-9.46 (100 µM MEL + 200 µM SA grubu) aralığında bulunmuştur. Uygulamalar et/çekirdek oranını önemli derecede arttırmıştır (Çizelge 2 ve Şekil 10). Önceki çalışmalarda, Gemlik zeytin çeşidinde bu oran 3.15-4.87 [45], 5.40 veya 5.50 [35], olarak bildirilmektedir. Çalışmada bu oranın kontrol grubunda 4.18 ve önceki çalışmalarla benzer değerde bulunmuştur. Zeytin çeşitlerine 100 µM MEL uygulanmış ve çalışmamıza benzer şekilde et/çekirdek oranının arttığı belirlenmiştir [18]. SA de benzer bir etki göstermiştir [21].

Meyve olgunluk indeksi 4.52 (kontrol grubu)-5.05 (100 µM MEL + 200 µM SA grubu) aralığında bulunmuştur. Uygulamalar meyve olgunluk indeksini

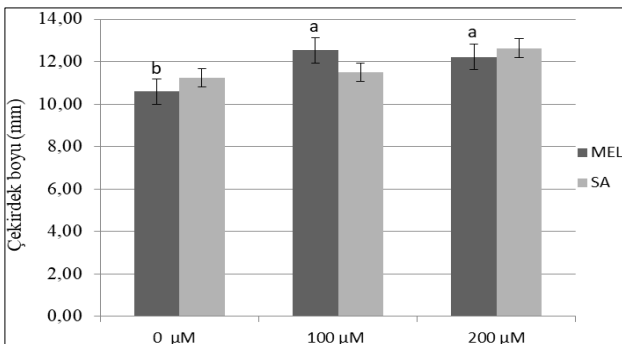
önemli derecede arttırmıştır. MEL kontrol grubuna göre meyve olgunluk indeksi değerini artırırken, SA'nin etkisi önemli değildir (Çizelge 2 ve Şekil 11). Hasat zamanı meyve olgunluk indeksini etkilemektedir. Erken hasat döneminde bu indeks değeri daha düşük iken ilerleyen dönemlerde artış göstermektedir [10, 35]. Önceki çalışmalarda, Gemlik zeytin çeşidinin meyve olgunluk indeksinin 6.63 [50] ve 5.97 [19] olduğu bildirilmektedir. Çalışmada bu indeks değeri kontrol grubunda 4.52 bulunmuş ve önceki çalışmalar ile benzerdir. MEL'in üzümde ABA ve etilen ile etkileşime girerek meyve olgunlaşmasını teşvik ettiği [58], domateste hasat sonrası dönemde 50 μ M MEL uygulamasından sonra etilen emisyonunun arttığı gösterilmiştir [53]. Buna karşın 100 μ M MEL'in eksojen uygulamasının armutta etilen üretimini inhibe ettiği belirtilmektedir [62].



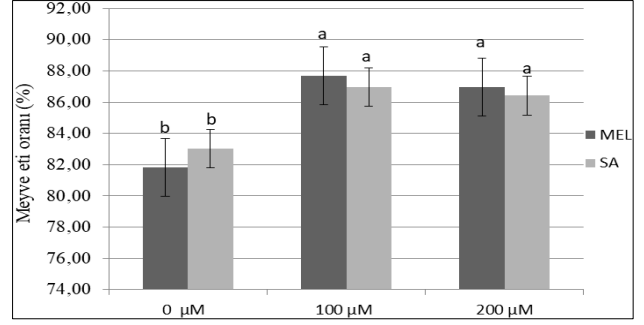
Şekil 6. MEL ve SA'nin çekirdek ağırlığına (g) etkisi



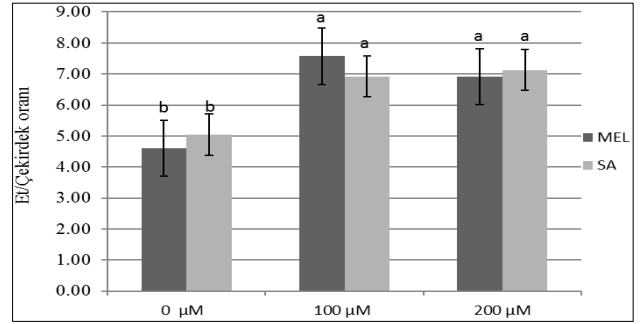
Şekil 7. MEL ve SA'nin çekirdek enine (mm) etkisi



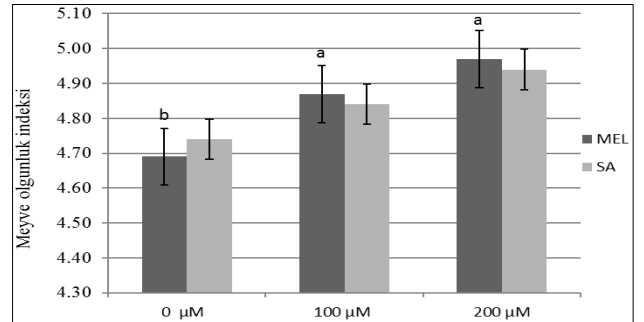
Şekil 8. MEL ve SA'nin çekirdek boyuna (mm) etkisi



Şekil 9. MEL ve SA'nin meyve eti oranına (%) etkisi



Şekil 10. MEL ve SA'nin et/çekirdek oranı üzerine etkisi



Şekil 11. MEL ve SA'nin meyve olgunluk indeksine etkisi

Besin Elementleri İçerikleri

Uygulamaların yaprak besin elementleri içeriği üzerine etkisi Çizelge 3'te verilmektedir. Bakır (Cu) dışında kalan belirlenen diğer bütün elementler istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Uygulamalar makro besin elementlerinden Ca ve mikro besin elementlerinden Fe, Zn, Mn ve B kapsamını kontrole göre arttırmıştır (Çizelge 3).

Fosfor (P) bitkilerde birçok enzimatik olayda etkilidir [63]. Bu çalışmada P, %0.07 (0 μ M MEL + 200 μ M SA)-%0.10 (100 μ M MEL + 200 μ M SA, 200 μ M MEL + 0 μ M SA, ve 200 μ M MEL + 200 μ M SA) aralığında bulunmuştur. MEL kontrol grubuna göre P içeriğini artırırken, SA'nin etkisi önemli değildir (Çizelge 3). Zeytin yapraklarındaki P sınır değerleri %0.09-0.13 arasında yetersiz, %0.14-0.25 arasında ise yeterli olarak sınıflandırılmaktadır [48]. P kapsamının referans değerlere göre yetersiz

düzye olduğu belirlenmiştir. SA uygulamalarının P alınımını iyileştirdiği ve böylece kuraklığa karşı adaptasyonu arttırdığı [9], vejetatif gelişmeyi, yaprak mineral içeriği ve çiçeklenmeyi olumlu etkilediği belirtilmektedir [1]. Washington Navel portakal çeşidinde yüksek sıcaklık stresinde MEL'in 25 mg.l⁻¹ dozunda P yüksek değerlerde bulunmuştur [2].

Potasyum (K) bazı enzimleri katalize ya da aktive etmektedir. Bitkilerin sağlıklı ve dirençli olmasında, turgor basıncının kontrol edilmesinde, gaz alışverişinde ve fotosentezin artmasında rol oynamaktadır [61]. Bu çalışmada K, %0.58 (0 µM MEL + 200 µM SA)-%0.80 (100 µM MEL + 100 µM SA) aralığında bulunmuştur. MEL ve SA kontrol grubuna göre K içeriğini arttırmıştır (Çizelge 3). Zeytin yapraklarındaki K sınır değerleri %0.09-0.13 arasında yetersiz, %0.14-0.25 arasında yeterli olarak sınıflandırılmaktadır [48]. K kapsamı referans değerlere göre yeterli düzeyde bulunmuştur.

Yapraktan 100 µM MEL uygulamalarının K değerini arttırdığı belirlenmiştir [18]. Washington Navel portakal çeşidinde yüksek sıcaklık stresinde MEL'in 25 mg.l⁻¹ dozunda K yüksek değerlerde bulunmuştur [2].

Kalsiyum (Ca) bitkilerde çok sayıda enzimi aktive etmekte, bitkinin direnci ve sertliğini etkilemekte ve bitki hücre duvarını tutmaktadır [61]. Bu çalışmada Ca, %1.32 (kontrol)-%2.26 (200 µM MEL + 100 µM SA) aralığında bulunmuştur. Uygulamalar yaprak Ca içeriğini arttırmıştır (Çizelge 3). Zeytin yapraklarındaki Ca sınır değerleri %0.8'den az olması durumunda noksan, %0.8-1.3 yetersiz ve %1.4-2.4 yeterli olarak sınıflandırılmaktadır [48]. Ca kapsamı referans değerlere göre yeterli düzeyde bulunmuştur. MEL kontrol grubuna göre Ca içeriğini artırırken, SA'in etkisi önemli bulunmamıştır. Zeytinde 100 µM MEL uygulamasının çalışmamıza benzer şekilde kalsiyum değerini arttırdığı belirlenmiştir [18].

Çizelge 3. MEL ve SA uygulamalarının yaprak besin elementleri içerikleri üzerine etkisi

Uygulama no	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (mg.kg ⁻¹)	Zn (mg.kg ⁻¹)	Cu (mg.kg ⁻¹)	Mn (mg.kg ⁻¹)	B (mg.kg ⁻¹)
1	0.09 abcd	0.60 cd	1.32 b	0.10 cd	132.58 d	10.93 c	2.72	24.84 d	8.91 d
2	0.08 bcd	0.68 bc	1.95 a	0.12 ab	191.09 a	15.22 ab	2.90	34.27 bc	10.01 cd
3	0.07 d	0.58 d	1.91 a	0.11 bcd	134.30 d	13.98 b	2.41	31.79 c	9.08 d
4	0.08 cd	0.58 d	2.26 a	0.12 abc	184.10 ab	15.37 ab	2.73	38.06 ab	10.46 bc
5	0.09 abc	0.80 a	2.10 a	0.09 d	146.65 cd	15.41 ab	3.32	40.92 a	12.00 a
6	0.10 ab	0.70 b	2.25 a	0.12 ab	164.56 abcd	14.88 ab	2.90	38.33 ab	11.24 abc
7	0.10 a	0.75 ab	2.00 a	0.13 a	153.35 bcd	13.85 b	2.81	36.49 ab	11.89 a
8	0.09 abc	0.68 bc	2.26 a	0.13 a	175.81 abc	16.06 a	2.75	39.70 a	11.04 abc
9	0.10 a	0.74 ab	2.14 a	0.13 a	164.88 abcd	15.34 ab	3.03	39.07 a	11.49 ab
LSD (%5)	0.019	0.0927	0.4082	0.0169	36.539	1.8978	0.542	4.6971	1.3619
Pr>F değerleri	0.0173*	0.0008**	0.0039**	0.0009**	0.0324*	0.0013**	Ö.D.	<.0001**	0.0009**
Coeff Var (%)	12.24	7.89	11.66	8.32	13.13	7.53	11.02	7.55	7.37

1) 0 µM MEL + 0 µM SA (Kontrol), 2) 0 µM MEL + 100 µM SA, 3) 0 µM MEL + 200 µM SA 4) 100 µM MEL + 0 µM SA, 5) 100 µM MEL + 100 µM SA, 6) 100 µM MEL + 200 µM SA, 7) 200 µM MEL + 0 µM SA, 8) 200 µM MEL + 100 µM SA ve 9) 200 µM MEL + 200 µM SA
LSD testi sonucuna göre aynı sütunda farklı harfler birbirinden farklı grupları belirtmektedir (p <0.05).

* ve **: sırasıyla p ≤ 0.05 ve p ≤ 0.01'de önemli. Ö.D.: önemli değil.

Magnezyum (Mg) bitkilerde klorofilin merkezinde bulunmaktadır ve enzim tepkimeleri ve protein sentezinde rol oynar [63]. Bu çalışmada Mg, %0.09 (100 µM MEL + 100 µM SA)-%0.13 (200 µM MEL + 0 µM SA, 200 µM MEL + 100 µM SA ve 200 µM MEL + 200 µM SA) aralığında bulunmuştur. MEL, Mg içeriğini genel olarak artırırken, SA için artış önemli değildir (Çizelge 3). Zeytin yapraklarındaki Mg sınır değerleri %0.20' den az olması durumunda noksan, %0.20-0.29 yetersiz ve %0.30-0.80 yeterli olarak sınıflandırılmaktadır [48]. Mg kapsamı referans değerlere göre yetersiz düzeyde bulunmuştur. Washington Navel portakal çeşidinde yüksek sıcaklık stresinde MEL'in 25 mg.l⁻¹ dozunda Mg yüksek değerlerde bulunmuştur [2].

Demir (Fe) bitkilerde birçok biyokimyasal tepkimede enzimleri aktive etmekte, çeşitli pigmentlerin oluşmasında, fotosentez ve protein sentezinin gerçekleşmesinde önemli rol oynamaktadır [63]. Bu çalışmada Fe, 132. 58 mg.kg⁻¹

(0 µM MEL + 0 µM SA-Kontrol)-191.09 mg.kg⁻¹ (0 µM MEL + 100 µM SA) aralığında bulunmuştur (Çizelge 3). Zeytin yapraklarındaki Fe, 60 mg.kg⁻¹'den az olduğunda noksan, 60-99 mg.kg⁻¹ yetersiz, 100-250 mg.kg⁻¹ yeterli ve 251-500 mg.kg⁻¹ yüksek olarak sınıflandırılmaktadır [48]. Fe kapsamı referans değerlere göre yeterli düzeyde bulunmuştur. SA uygulamalarından, özellikle 100 µM doz, Fe alınımını iyileştirdiği ve böylece kuraklığa karşı adaptasyonu arttırdığı bildirilmektedir [9]. Washington Navel portakal çeşidinde yüksek sıcaklık stresinde SA'in 50 mg.l⁻¹ dozunda; Fe, yüksek değerlerde bulunmuştur [2].

Çinko (Zn) metabolik işlevlerden sorumlu olup, bitkilerde birçok enzim yapısında bulunur. Ayrıca Oksin hormonu metabolizmasında rol oynar [63]. Bu çalışmada Zn, 10.93 mg.kg⁻¹ (kontrol)-16.06 mg.kg⁻¹ (200 µM MEL + 100 µM SA) aralığında bulunmuştur MEL ve SA kontrol grubuna göre Zn içeriğini arttırmıştır (Çizelge 3). Zeytin yapraklarındaki Zn

sınır değerleri 15 mg.kg⁻¹'den az noksan, 15-19 mg.kg⁻¹ yetersiz, 20-50 mg.kg⁻¹ yeterli olarak sınıflandırılmaktadır [48]. Zn kapsamı referans değerlere göre noksan düzeyde bulunmuştur. Uygulamaların yaprak Zn içeriğini artırması olumlu bir sonuçtur. SA uygulamalarından, özellikle 100 µM dozun, Zn alınımını iyileştirdiği ve böylece kuraklığa karşı adaptasyonu arttırdığı bildirilmektedir [9].

Bakır (Cu) birçok enzim yapısında bulunarak metabolik olayların gerçekleşmesinde önemli rol oynamaktadır [63]. Bu çalışmada Cu, 2.41 mg.kg⁻¹ (0 µM MEL + 200 µM SA)-3.32 mg.kg⁻¹ (100 µM MEL + 100 µM SA) aralığında bulunmuştur. MEL ve SA'nın Cu üzerindeki etkisi önemli değildir (Çizelge 3). Zeytin yapraklarındaki Cu sınır değerleri 3-4 mg.kg⁻¹ yetersiz, 5-16 mg.kg⁻¹ yeterli kabul edilmektedir [48]. Cu kapsamı, referans değerlere göre yetersiz düzeydedir. Washington Navel'de yüksek sıcaklık stresinde SA'nın 50 mg.l⁻¹ dozunda; Cu yüksek değerlerde bulunmuştur [2].

Mangan (Mn) fotosentezde elektron taşınmasında rol oynar, birçok enzimde aktivatör görevinde bulunur [63]. Bu çalışmada Mn, 24.84 mg.kg⁻¹ (kontrol)-40.92 mg.kg⁻¹ (100 µM MEL + 100 µM SA) aralığında bulunmuştur. MEL ve SA kontrol grubuna göre Mn içeriğini arttırmıştır (Çizelge 3). Zeytin yapraklarındaki Mn, 20 mg.kg⁻¹'den az noksan, 15-19 mg.kg⁻¹ yetersiz, 20-50 mg.kg⁻¹ yeterli şeklinde sınıflandırılmaktadır [48]. Mn kapsamının referans değerlere göre yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Uygulamaların yaprak Mn içeriğini arttırması olumlu görülmektedir. SA uygulamalarından, özellikle 100 µM dozun, Mn alınımını iyileştirdiği ve böylece kuraklığa karşı adaptasyonu arttırdığı bildirilmektedir [9]. Washington Navel portakal çeşidinde yüksek sıcaklık stresinde SA'nın 50 mg. l⁻¹ dozunda; Mn yüksek değerlerde bulunmuştur [2].

Bor (B) hücre duvarının temel bir elementidir ve ona sağlamlık ve bütünlük kazandırmaktadır [20]. Bu çalışmada B, 8.91 mg.kg⁻¹ (kontrol)-12.00 mg.kg⁻¹ (100 µM MEL + 100 µM SA) aralığında bulunmuştur. MEL, kontrol grubuna göre B içeriğini arttırmıştır. Buna karşılık SA'nın etkisi önemli değildir (Çizelge 3). Zeytin yapraklarındaki B sınır değerleri Jones [27]'e göre 20-75 mg.kg⁻¹ olarak verilmektedir. B kapsamı referans değerler ile karşılaştırıldığında yetersiz düzeydedir. Bu nedenle uygulamaların yaprak B içeriğini arttırmış olumlu bir durumdur.

SONUÇ

Zeytin kurak koşullar başta olmak üzere olumsuz çevre şartlarına dayanıklı meyve türlerinden biridir. Bununla birlikte sulanmayan bahçelerde uzun süreli

su stresi bitki verimliliğini, meyve ve yağ kalitesini olumsuz etkileyebilir. İklim değişikliği gibi olumsuz çevre koşulları nedeniyle zeytin ağaçları tehdit altındadır. Bu nedenle bitkinin kuraklık stresine direncini arttırmak için yeni tarımsal stratejiler geliştirmek kaçınılmaz bir gereklilik halini almıştır. Verim ve kalitesi yüksek ürün elde etmek için bitkilerde anti-stres tepkilerinin modüle edici ajanları olarak hem MEL hem de SA, ümit vaat eden ürünlerdir.

Bu çalışmada, Gemlik zeytin çeşidinde, meyve pomolojik özellikleri ve yaprak besin elementleri kapsamı üzerine MEL ve SA'nın yaprakdan püskürtme şeklindeki uygulamalarının etkisi belirlenmiştir.

Uygulamalar arasındaki fark; meyve özelliklerinden meyve indeksi ve çekirdek ağırlığı besin elementlerinden ise Cu hariç önemli bulunmuştur. Gemlik zeytin ağaçlarında meyve özellikleri üzerine tek başına MEL uygulamalarının; SA veya MEL×SA kombinasyonundan daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Uygulamalar yaprak Ca, Fe, Zn, Mn ve B kapsamını kontrole göre arttırmıştır. Sonuç olarak, sulama olanağı olmayan Gemlik zeytin bahçesinde MEL ve SA'nın eksojen uygulanmaları meyve kalitesi ve yaprak besin elementleri kapsamını olumlu yönde etkilemektedir.

Çalışmada istatistiksel anlamda MEL; meyve eni ve boyu, meyve hacmi ve Mg içeriği dışında kalan; SA için ise incelenen bütün parametreler bakımından 100 ve 200 µM dozları aynı grupta yer almıştır. Etkinlikleri aynı olan bu iki dozdan düşük olanını (100 µM) önermek daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Bu durum özellikle yüksek maliyeti nedeniyle MEL uygulamasında daha gerekli görülmektedir.

MEL ve SA'nın konsantrasyonunu ve uygulama sayısını optimize etmeye yönelik gelecekteki çalışmaların sürdürülmesi önerilmektedir. Sonuçlar, ileride yapılacak çalışmalar için referans değerler olarak kullanılabilir.

KAYNAKLAR

1. Abd-Alhamid, N., Hassan, H.S.A, Rawheya B.M.A. Aly, Hassan, A.M., Laila F. Hagagg, L.F. 2019. Effect of foliar application with putrescine, salicylic and ascorbic acid on vegetative growth, leaf chemical composition, flowering and fruit set of Picual Olive Trees. Middle East Journal of Applied Sciences 9(4):996-1012.
2. Abd El-Naby S.K.M., Abdelkhalek, A., Baiea, M.H.M, Amin, O.A. 2020. Mitigation of heat stress effects on Washington Navel Orange by using melatonin, gibberellin and salicylic treatments. Plant Archives 20(1):3523-3534.

3. Abd El-Razek, E.E.-D., Hassan, H., Gamal El-Din, K. 2013. Effect of foliar application with salicylic acid, benzyladenine and gibberellic acid on flowering, yield and fruit quality of olive trees (*Olea europaea* L.). Middle East J. Sci. Res. 14:1401-1406.
4. Ahammed, G.J., Wu, M., Wang, Y., Yan, Y., Mao, Q., Ren, J., Ma, R., Liu, A., Chen, S. 2020. Melatonin alleviates iron stress by improving iron homeostasis, antioxidant defense and secondary metabolism in cucumber. Scientia Horticulturae doi:10.1016/j.scienta.2020.109205, 265:109-205.
5. Albacete, A. 2020. Get Together: The interaction between melatonin and salicylic acid as a strategy to improve plant stress tolerance. Agronomy 10(10):1486, doi:10.3390/agronomy10101486.
6. Anonim 1989. Inc. SAS/STAT user's guide: Version 6.0 Ed., SAS Institute Inc., Cary, NC.
7. Bose, S.K., Howlader, P. 2020. Melatonin plays multifunctional role in horticultural crops against environmental stresses: A review. Environmental and Experimental Botany 176:104063.
8. Boskou, D. 1996. Olive oil quality, in: D. Boskou (Ed.) olive oil, chemistry and technology. AOCS Pres, Champaign, IL, 101p.
9. Brito, C., Dinis, L., Ferreira, H., Coutinho, J., Moutinho-Pereira, J., Correia, C.M. 2019. Salicylic acid increases drought adaptability of young olive trees by changes on redox status and ionome. Plant Physiology and Biochemistry 141:315-324.
10. Büyükök, E.B. 2015. Zeytinlerin hasat zamanının ve olgunlaşma indeksinin yağ verimi ile yağın kimyasal ve duyuşsal özellikleri üzerindeki etkisinin incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir, 122s.
11. Chen, L., Tian, J., Wang, S., Song, T., Zhang, J. 2019. Application of melatonin promotes anthocyanin accumulation in crabapple leaves. Plant Physiology and Biochemistry 142:332-341.
12. Campos, C.N., Ávila, R.G., Dázio de Souza, K.R., Azevedo, L.M., Alves, J.D. 2019. Melatonin reduces oxidative stress and promotes drought tolerance in young *Coffea arabica* L. plants. Agricultural Water Management 211:37-47.
13. Canözer, Ö., 1991. Standart zeytin çeşitleri kataloğu. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara, Genel Yayın No: 334, Seri: 16, 107s.
14. De La Puerta C., Carrascosa-Salmoral M.P., Garcia-Luna P.P., Lardone P.J., Herrera J.L., Fernandez-Montesinos R. 2007. Melatonin is a phytochemical in olive oil. Food Chemistry 104:609-612.
15. Du, H., Liu, G., Hua, C., Liu, D., O, Y., Liu, H., Kurtenbach, R., Ren, D., 2021. Exogenous melatonin alleviated chilling injury in harvested plum fruit via affecting the levels of polyamines conjugated to plasma membrane. Postharvest Biology and Technology 179:111585.
16. Eryüce, N. 1980. Ayvalık bölgesi yağlık zeytin çeşidi yapraklarında bazı besin elementlerinin bir vegetasyon periyodu içindeki değişimleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 17(2):209-221.
17. Gonçaves, A., Silva, E., Martins, S., Brito, C., Pinto, L., Rocha, L., Pavia, I., Luzio, A., Dinis, L., Rodrigues, M.A., Moutinho-Pereira, J., Correia, C.M. 2017. Foliar application of melatonin to mitigate olive tree summer stress. 15. Spanish Portuguese Congress of Plant Physiology 132p.
18. Gulami, R., Hoveizeh, N.F., Zahedi, S.M., Gholami, H., Carillo, P. 2022. Melatonin alleviates the adverse effects of water stress in adult olive cultivars (*Olea europea* cv. Sevillana & Roughani) in field condition. Agricultural Water Management 269:107681.
19. Gündoğdu M.A. 2018. Bazı zeytin çeşitlerinin farklı olgunluk dönemlerinde pomolojik ve biyokimyasal özelliklerindeki değişimi (Doktora Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Çanakkale, 265 s.
20. Güneş A, Gezzin S, Kalınbacak K, Özcan H, Çakmak İ. 2017. Bor elementinin bitkiler için önemi. Bor Dergisi 2(3):168-174.
21. Hagagg, L.F., Abd-Alhamid, N., Hassan, H.S.A., Hassan, A.M., Geanidy, E.A.E. 2020. Influence of foliar application with putrescine, salicylic, and ascorbic acid on the productivity and physical and chemical fruit properties of Picual olive trees. Bulletin of the National Research Centre 44:87, <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00331-x>.
22. Han, M., Yang, N., Wan, Q., Teng, R., Duan, A., Wang, Y., Zhuang, J. 2021. Exogenous melatonin positively regulates lignin biosynthesis in *Camellia sinensis*. International Journal of Biological Macromolecules 179:485-499.
23. Haydari, M., Maresca, V., Rigano, D., Taleei, A., Shahnejat-Bushehri A.A., Hadian, J, Sorbo, S., Guida, M., Manna, C., Piscopo, M., Notariale, R., De Ruberto, F., Fusaro, L., Basile, A. 2019. Salicylic acid and melatonin alleviate the effects of heat stress on essential oil composition and antioxidant enzyme activity in *Mentha piperita* and *Mentha arvensis* L. Antioxidants 8:547, doi:10.3390/antiox8110547.
24. Hernández-Ruiz J., Arnao, M.B. 2018. Relationship of melatonin and salicylic acid in

- biotic/abiotic plant stress responses. *Agronomy* 8:33, doi:10.3390/agronomy8040033.
25. IOOC, 2007. Optimal harvest time. In: Tombesi A. and Tombesi S., Eds. Production techniques in olive growing. Artegraf S.A., Madrid, pp:319-327.
26. İlhan, G. 2019. Şanlıurfa koşullarında yetiştirilen bazı zeytin eşitlerinin morfolojik, fenolojik, pomolojik özellikleri ve dönemsel fenolik bileşiklerinin belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş, 87s.
27. Jones, J.R., Wolf, B., Mills, H.A. 1991. Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation Guide. Micro-Macro Publishing, Athens, 213p.
28. Kamiab, F. 2020. Exogenous melatonin mitigates the salinity damages and improves the growth of pistachio under salinity stress. *Journal of Plant Nutrition* 43(10):1468-1484 doi:10.1080/01904167.2020.1730898.
29. Kacar B, İnal A. 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın No:1241, Fen Bilimleri, Ankara, 63:816-855.
30. Kalenderoğlu, H. 2010. Gemlik zeytin çeşidinde dal eğme ile birlikte yapraktan azot, potasyum ve magnezyum uygulamalarının meyve verimi ve kalite üzerine etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Enstitüsü, Adana, 62s.
31. Karaca, A., Ardıç, Ş.K., Korkmaz, A. 2022. Bitkilerde melatoninin gün ve yıl içerisindeki değişimi ve yaşlanma üzerine etkisi. *Bahçe* 51(1):63-71.
32. Kaynaş, N., Sütçü, A.R., Fidan, A.E. 1996. Zeytinde adaptasyon (Marmara Bölgesi). Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yayın No:82, Yalova, 27s.
33. Khan, W., Prithiviraj, B., Smith, D.L. 2003. Photosynthetic response of corn and soybean to foliar application of salicylates. *Journal of Plant Physiology* <http://dx.doi.org/10.1078/0176-1617-00865>, 160:485-492.
34. Knörzer, O.C., Lederer, B., Durner, J., Böger, P. 1999. Antioxidative defense activation in soybean cells. *Physiol. Plant.* 107: 294-302.
35. Kutlu, E., Şen, F. 2011. Farklı hasat zamanlarının Gemlik zeytin (*Olea europea* L.) çeşidinde meyve ve zeytinyağı kalitesine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 48(2):85-93.
36. Konuşkan, D.B. 2008. Hatay'da yetiştirilen Halhalı, Sarı Haşebi ve Gemlik zeytin çeşitlerinden çözücü ekstraksiyonuyla elde edilen yağların bazı niteliklerinin belirlenmesi ve mekanik yöntemle elde edilen zeytinyağları ile karşılaştırılması (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, 248s.
37. Korkmaz, A., Demir, Ö., Kocaçınar, F. Cuci, Y. 2016. Biber fidelerinde yapraktan yapılan melatonin uygulamalarıyla üşüme stresine karşı toleransın artırılması. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi* 19(3):348-354.
38. Li, C., Wang, P., Wie, Z., Liang, D., Liu, C., Yin, L., Jia, D., Fu, M., Ma, F. 2012. The mitigation effects of exogenous melatonin on salinity-induced stress in *Malus hupehensis*. *Journal of Pineal Research* 53(3):298-306.
39. Liang, B., Ma, C., Zhang, Z., Wei, Z., Gao, T., Zhao, Q., Ma, F., Chao Li, C. 2018. Long-term exogenous application of melatonin improves nutrient uptake fluxes in apple plants under moderate drought stress. *Environmental and Experimental Botany* 155:650-661.
40. Liu, L., Li, D., Ma, Y., Shen, H., Zhao S., Wang, Y. 2021. Combined application of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and exogenous melatonin alleviates drought stress and improves plant growth in Tobacco Seedlings. *Journal of Plant Growth Regulation* 40:1074-1087.
41. Liu, J., Yue, R., Si, M., Wu, M., Cong, L., Zhai, R., Yang, C., Wang, Z., Ma, F., Xu, L. 2019. Effects of exogenous application of melatonin on quality and sugar metabolism in 'Zaosu' pear fruit. *Journal of Plant Growth Regulation* 38:1161-1169.
42. Lorente-Mento, J.M., Guillén, F., Castillo, S., Martínez-Romero, D., Valverde J.M., Valero, D., Serrano, M. 2021. Melatonin treatment to pomegranate trees enhances fruit bioactive compounds and quality traits at harvest and during postharvest storage. *Antioxidants*, 10:820, (<https://doi.org/10.3390/antiox10060820>).
43. Moghaddam, N.M., Arvin, M.J., Nezhad, G.R.K., Maghsoudi, K. 2011. Effect of salicylic acid on growth and forage and grain yield of maize under drought stress in field conditions. *Seed Plant Prod. J.* 272:41-55.
44. Manchester, L.C., Coto-Montes, A., Boga, J.A., Andersen, L.P.H., Zhou, Z., Galano, A., Vriend, J., Tan, D.-X., Reiter, R.J. 2015. Melatonin: An ancient molecule that makes oxygen metabolically tolerable. *J. Pineal Res.* 59:403-419.
45. Özdemir, Y., Özkan, M., Kurultay, Ş. 2011. Olgunlaşmayla Gemlik zeytininde oluşan fizikokimyasal değişimler. *Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* 40(2):21-28.

- 46.Özeker, E. 2005. Salisilik asit ve bitkiler üzerindeki etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 42(1):213-223.
- 47.Pál, M., Kovács, V., Szalai, G., Soós, V., Ma, X., Liu, H., Mei, H., Janda, T. 2014. Salicylic acid and abiotic stress responses in rice. J. Agron. Crop Sci. 200:1-11.
- 48.Reuter, D.J., Robinson, J.B. 1986. Plant Analysis an Interpretation Manual, Inkata Press, Melbourne, 127p.
- 49.Sarrou, E., Chatzopoulou, P., Dimassi-Therious, K., Therios, I., Koularmani A. 2015. Effect of melatonin, salicylic acid and gibberellic acid on leaf essential oil and other secondary metabolites of Bitter Orange young seedlings. Journal of Essential Oil Research 27(6):487-496 <http://dx.doi.org/10.1080/10412905.2015.1064485>.
- 50.Seyran, Ö. 2009. Silifke Yağlık, Sarı Ulak ve Gemlik Zeytin çeşitlerinin meyve gelişim sürecinde gösterdikleri bazı fizyolojik, morfolojik ve biyokimyasal değişimler (Yüksek Lisans Tezi). Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Hatay, 129s.
- 51.Shamsul, H., Aqil, A., Alyemeni, M.N. (Eds.) 2013. Salicylic acid: plant. growth and development. Springer: London, UK, (ISBN 978-94-007-6427-9.9).
- 52.Shirasu, K., Nakajima, H., Rajasekhar, V.K., Dixon, R.A. 1997. Lamb, C. Salicylic acid potentiates an agonist dependent gain control that amplifies pathogen signals in the activation of defense mechanisms. Plant Cell 9:261-270.
- 53.Sun, Q., Zhang, N., Wang, J., Zhang, H., Li, D., Shi, J.2015. Melatonin promotes ripening and improves quality of tomato fruit during postharvest life. J. Exp. Bot. 66:657-668. doi:10.1093/jxb/eru332.
- 54.Şeker, M., Gül, M.K., İpek, M., Kaleci, N., Yücel, Z., Yılmaz, E., Topal, U. 2008. Zeytin (*Olea europaea* L.) çeşitlerinin AFLP ve SSR markörleri 124 Polimorfizminin yağ asitleri ve tokoferol düzeyleri ile ilişkilendirilmesi. Tübitak Projesi Sonuç Raporu, Proje No:TOVAG-3358, 122 s.
- 55.Tan, D.-X., Hardeland, R., Manchester, L.C., Paredes, S.D., Korkmaz, A., Sainz, R.M., Mayo, J.C., Fuentes-Broto, L., Reiter, R.J. 2010. The changing biological roles of melatonin during evolution: From an antioxidant to signals of darkness, sexual selection and fitness. Biol. Rev. 85:607-623.
- 56.Ulaş, M. 2001. Çukurova Bölgesinde yaygın bazı sofralık ve yağlık zeytin çeşitlerinin morfolojik, fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, 106s.
- 57.Wei, W., Li, Q-T., Chu, YN., Reiter, RJ., Yu, XM., Zhu, DH., Ma, B., Lin, Q., Zhang, JS., Chen, SY., Zhang, W-K. 2015. Melatonin enhances plant growth and abiotic stress tolerance in soybean plants. Journal of Experimental Botany 66(3):695-707.
- 58.Xu, L., Yue, Q., Xiang, G., Bian, F., Yao, Y. 2018. Melatonin promotes ripening of grape berry via increasing the levels of ABA, H₂O₂ and particularly ethylene. Hortic. Res. 5:41. (doi:10.1038/s41438-018-0045-y).
- 59.Yakupoğlu, G., Köklü, Ş., Korkmaz, A. 2018. Bitkilerde melatonin ve üstlendiği görevler. KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi 21(2):264-276.
- 60.Yalçın, M., Alayunt, F.N., Çakmak, B. 2020. Evaluation of different mechanical harvesting systems of table olive (*Olea europaea* cv. Gemlik). Mediterranean Agricultural Sciences 33(1):93-99 doi:10.29136/mediterranean.621607.
- 61.Yıldız, N. 2008. Bitki beslemenin esasları ve bitkilerde beslenme bozukluğu belirtileri. 2. Baskı, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 304s.
- 62.Zhai, R., Liu, J., Liu, F., Zhao, Y., Liu, L., Fang, C. 2018. Melatonin limited ethylene production, softening and reduced physiology disorder in pear (*Pyrus communis* L.) fruit during senescence. Postharvest Biol. Technol. 139:38-46, doi:10.1016/j.postharvbio.2018.01.017.
- 63.Zincircioğlu, N. 2010. Organik ve geleneksel zeytin yetiştiriciliğinde bitki beslenme durumunun meyve, yaprak ve zeytinyağında önemli kalite ölçütleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi (Doktora Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, İzmir, 154s.