

Farklı Dozlarda Melatonin Kullanılarak Uygulanan Priming Uygulamalarının Tuz Stresi Uygulanan Gönen Beyazı Kavun Genotipinde (*Cucumis melo* L. cv. Gönen Beyazı) Bazı Tohum Kalite Parametrelerine Etkileri

Tolga SARIYER^{1*}, Neslihan EKİNCİ²

¹Dr., Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Çanakkale; ORCID: 0000-0002-1844-2996

²Doç. Dr., Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Çanakkale; ORCID: 0000-0001-7022-5289

ÖZ

Tuzluluk Dünya’da tarım alanlarının önemli bir kısmını etkilemektedir. Tuzlulukla mücadele kapsamında gen kaynağımızı oluşturan yerel genotiplerin, tuzluluğa tolerans kapasiteleri konusunda bilgi sahibi olmak önem arz etmektedir. Tuzluluğun özellikle çimlenmede olumsuz etkileri önemli bir konudur. Bunun yanında priming uygulaması ile tohumların strese toleransı artırılabilir. Son yıllarda hakkında çalışmalar yapılan melatonin, bitkilerde strese toleransı arttırdığı bilinen önemli bir hormondur. Çalışmada sıklıkla yetiştirilen yerel bir genotip olan Gönen Beyazı kavun genotipinin (*Cucumis melo* L. cv. Gönen Beyazı) tohumları, kontrol uygulamasının (0 mM NaCl, 0 µM melatonin: saf su ile priming) yanı sıra tuz stresi (100, 150 mM NaCl) ve melatonin (0, 25, 50, 100 µM melatonin: saf su ve farklı dozlarda melatonin ile priming) uygulamalarına tabi tutulmuştur. Çalışmada çimlenme oranı (%), çimlenme süresi (gün), hipokotil uzunluğu (mm), radikula uzunluğu (mm), kök boğazı genişliği (mm), vigor indeksi, hipokotil ve radikula toplam ağırlığı (g) parametreleri incelenmiştir. Çalışmada tuz stresinin tohum kalite parametrelerini olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Çalışma sonucunda melatonin uygulamalarının tohum tuz stresinin olumsuz etkilerini azaltmada etkili olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Cucumis melo* L., melatonin, NaCl stresi, priming

Effects of Priming Applications Using Different Doses of Melatonin on Some Seed Quality Parameters in Gönen White Melon Genotype (*Cucumis melo* L. cv. Gönen Beyazı) Subjected to Salt Stress

ABSTRACT

Salinity affects a significant portion of agricultural areas in the world. Within the scope of combating salinity, it is important to have information about the salinity tolerance capacities of local genotypes that constitute our genetic resource. Salinity has negative effects, especially on germination. In addition, the stress tolerance of seeds can be increased with priming application. Melatonin, which has been studied in recent years, is an important hormone known to increase stress tolerance in plants. In the study, seeds of the Gönen Beyazı melon genotype (*Cucumis melo* L. cv. Gönen Beyazı), a frequently grown local genotype, were subjected to control (0 mM NaCl, 0 µM melatonin: priming with distilled water), salt stress (100, 150 mM NaCl) and melatonin applications (0, 25, 50, 100 µM melatonin: priming with pure water and different doses of melatonin). In the study, germination rate (%), germination time (days), hypocotyl length (mm), radicle length (mm), root collar width (mm), vigor index, hypocotyl and radicle total weight (g) parameters were examined. In the study, it was determined that salt stress negatively affected seed quality parameters. As a result of the study, it was determined that melatonin applications were effective in reducing the negative effects of seed salt stress.

Keywords: *Cucumis melo* L., melatonin, NaCl stress, priming

GİRİŞ

Türkiye’de kavun 1.587.230 ton üretimi ile önemli bir üretim miktarına sahiptir [1]. Ülkemizde çok sayıda kavun genotipi bulunmaktadır. Bu genotipler önemli bir ıslah materyali olup önemli miktarlarda üretilmektedirler.

Gönen Beyazı olarak adlandırılan kavun çeşidinin (*Cucumis melo* L. cv. Gönen Beyazı) Tekirdağ’ın Malkara ilçesinde de yerel tohumlar kullanılarak

yetiştirildiği ve adına ‘hırsız almaz’ da denildiği, ağırlığının 600 g ile 2 kg arasında olduğu hakkında bilgi verilmiştir [2].

Toprak tuzluluğu, sebze üretiminde önemli bir kısıtlama haline gelmektedir. Tuzluluk, Dünya kapsamında ekim yapılan arazilerin %20’sini ve sulama yapılan arazilerin %33’ünü etkilemektedir. İklim değişikliği, özellikle denize yakın yeraltı sularının yoğun kullanımı gibi nedenler sonucunda tuzluluğun şiddeti artış gösterebilir. Toprak tuzluluğu

*Sorumlu yazar / Corresponding author: tolgasariyer@comu.edu.tr

sonucunda tuzluluğa hassas birçok sebzenin verimi azalmaktadır. Sebzelerin çoğunluğunun tuzluluk eşiği düşüktür [3]. Yan vd. [4], iki kavun çeşidine (*Cucumis melo* L. cv. Yuhuang, Xuemei) ait fidelerde tuz stresi (100 mM) ve prolin (2 mM) uygulamaları yaptıkları çalışmalarında; tuz stresi ile bitki ağırlığının azaldığını, süper oksit anyonu radikal seviyesi, hidrojen peroksit ve elektron geçirgenliği miktarlarının arttığını belirlemişlerdir. Bazı çeşitler tuz stresine tolere edebilir iken bazıları tuz stresine hassasiyet gösterebilmektedir. Bir çalışmada [5] sekiz kavun çeşidine (*Cucumis melo* L.) ait kavun fidelerinde (4-5 gerçek yaprağa sahip) sekiz gün boyunca 100 mM NaCl uygulaması yapılmış, çalışmada SOD aktivitesinin dört tolerant çeşitten ikisinde arttığı (*Cucumis melo* L. cv. Galia C8, Galia F1) belirlenmiş; CAT aktivitesinin ise tüm çeşitlerde artarken dört tolerant çeşitte daha fazla arttığı belirlenmiş; bahsi geçen iki çeşidin (*Cucumis melo* L. cv. Galia C8, Galia F1) diğer çeşitlere göre daha yüksek olan antioksidant enzim aktivitesi ile oksidatif hasara daha iyi tolerans gösterdiği belirlenmiştir.

Melatonin (N-acetyl-5-methoxytryptamine) bitki büyüme ve gelişmesinde düzenleme, çeşitli streslere tepki ve bitki tuz toleransında görev almaktadır. Tuz stresi ve dış kaynaklı melatonin uygulaması sonucu içsel melatonin miktarı artmaktadır. Bunun sonucunda fotosentez iyileşmekte, hormonlar etkinleşmektedir [6]. Melatonin indol-3-asetik asit benzeri hormonlar olarak işlev görmektedir. Tuz stresi, kuraklık stresi, soğuk stresi, sıcak stresi, ağır metal stresi gibi stres koşullarında bitkileri koruyucu işlev göstermektedir. Bitkilerin strese karşı savaşımında reaktif oksijen türlerinin çeşitli yollarla temizlenmesinde rolleri bulunmaktadır. Örnek olarak antioksidant enzimlerin aktivitesini arttırabilmektedir [7]. Melatonin bitkilerde bitki büyüme düzenleyicisi ve biyostimülatördür. Melatonin tuz stresi gibi çevresel ve abiyotik streslerin olumsuz etkilerini azaltmaktadır. İçsel oksin ve melatonin seviyeleri melatonin uygulaması ile artmaktadır [8]. Melatonin bitkilerde ve hayvanlarda üretilebilen bir hormondur ve bitkiler tarafından strese maruz kaldıklarında üretilmektedir [9].

Liu vd. [10], kavun (*Cucumis melo* L. XinYinHui) tohumlarında ototoksisite ve tuzlu alkali kombine stres koşullarında melatoninin çimlenmeye etkisi ile ilgili çalışmalarında ototoksisite ve tuzlu alkali kombine stres uygulamasını 0,4 mM cinnamic acid (CA), 50 mM NaCl, 25 mM NaHCO₃ şeklinde oluşturmuşlardır. Çalışmalarında bahsi geçen solüsyonla oluşturdukları stres uygulamalarına farklı miktarlarda melatonin ekleyerek 4, 8, 12, 16, 20, 24 µM dozlarında melatonin uygulamaları oluşturmuşlardır; en iyi çimlenme gücü değerini 16

µM melatonin uygulamasından elde etmişler ve 16 µM melatonin uygulamasının antioksidant enzim aktivitesini arttırarak stres koşullarında ortaya çıkan yüksek seviyedeki reaktif oksijen türlerini azalttığını belirtmişlerdir. Castanares ve Bouzo [11] tarafından yapılan çalışmada 8 ds.m⁻¹ EC dozundaki NaCl uygulanan kavun (*Cucumis melo* L. 'Planter's Jumbo') bitkilerinde ana gövde uzunluğu, toplam kuru ağırlık parametreleri olumsuz etkilenmiştir. Tohumları ve bitkileri 8 ds.m⁻¹ EC dozundaki NaCl stresi ve farklı dozlarda (0, 10, 50, 100 µmol.L⁻¹) melatonin uygulamalarına tabi tuttukları çalışmalarında bahsi geçen parametreler açısından en yüksek değerleri 50 µmol.L⁻¹ melatonin dozundan elde etmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında tohumlar 14 ds.m⁻¹ EC dozundaki NaCl koşullarında farklı sürelerde (6 saat, 12 saat) farklı dozlarda (0, 10, 50, 100 µmol.L⁻¹) melatonin solüsyonuna tabi tutulmuştur. 14 ds.m⁻¹ EC dozundaki NaCl koşullarında melatonin uygulamasını 6 saat yaptıkları uygulamalarda, 10 ve 50 µmol.L⁻¹ melatonin dozları çimlenme gücü parametresi açısından benzer ve en iyi sonucu vermiştir. Gene 14 ds.m⁻¹ EC dozundaki NaCl koşullarında melatonin uygulamasını 12 saat yaptıkları uygulamalarda ise 10 µmol.L⁻¹ melatonin dozu çimlenme gücü parametresi açısından en iyi sonucu vermiştir. Çalışmada çimlenmede en iyi sonucu 10 ve 50 µmol.L⁻¹ melatonin dozlarının; fide büyümesinde en iyi sonucu 50 µmol.L⁻¹ melatonin dozunun verdiğini belirtmişlerdir.

Liu vd. [12] yaptıkları çalışmada hıyar (*Cucumis sativus* L. 'Xintai Mizhi') fidelerinde farklı dozlarda (0, 50, 100, 150, 200 µmol/L) melatonin uygulamaları (püskürtme yoluyla) yapmışlar ve bu uygulamadan iki hafta sonra fideleri 150 mmol/L NaCl içeren solüsyonda on beş gün tuz uygulamasına tabi tutmuşlardır. Çalışmaları sonucunda en yüksek askorbik asit, prolin, glutatyon-s-transferaz, glutatyon değerlerini 100 µmol/L melatonin uygulamasında belirlemişler; en yüksek süperoksit dismutaz değerini benzer istatistiksel gruplarda olmak üzere 100 ve 150 µmol/L melatonin uygulamalarında belirlemişler; en yüksek peroksidaz değerini benzer istatistiksel gruplarda olmak üzere 50 ve 100 µmol/L melatonin uygulamalarında belirlemişlerdir.

Hancı [13], çalışmasının melatonin uygulaması yaptığı kısmında; soğan (*Allium cepa* L. cv. Pan-88), pırasa (*Raphanus sativus* cv. Antep), siyah havuç (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *Atrorubens* Alef), turp (*Allium ampeloprasum* cv. Ala 34) tohumlarını, 24 saat boyunca 1.5, 3, 4.5 µM melatonin uygulamalarına tabi tutmuş ve tohumlara farklı dozlarda NaCl stresi (0, 150, 300, 400 mM) uygulamaları yapmıştır. Çalışmasında pırasa

tohumlarında 150 mM NaCl stresi koşullarında melatonin uygulamaları arasında maksimum çimlenme yüzdesi açısından istatistiksel farklılık olmadığını, çimlenme zamanı (gün) açısından 4,5 µM melatonin uygulamasının melatonin uygulamaları arasında en iyi uygulama olduğunu görmüştür. Turp tohumlarında aynı dozda (150 mM) NaCl stresi koşullarında melatonin uygulamaları arasında maksimum çimlenme yüzdesi değerlerinde istatistiksel farklılık olmadığını belirlemiş, çimlenme zamanı (gün) açısından en uygun değeri 3 µM melatonin uygulamasında elde etmiştir. Soğan tohumlarında aynı dozda (150 mM) NaCl uygulaması ile en iyi maksimum çimlenme yüzdesi değerlerini istatistiksel olarak aynı grupta olmak üzere 1,5 ve 4,5 µM melatonin uygulamalarından elde etmişken, çimlenme zamanı (gün) açısından en uygun değeri 3 µM melatonin uygulamasından elde etmiştir. Siyah havuç tohumlarında aynı dozda (150 mM) NaCl uygulaması ile maksimum çimlenme yüzdesi soğan tohumlarına benzer melatonin dozu uygulamalarında (1,5 ve 4,5 µM melatonin) elde edilmiş, çimlenme zamanı (gün) açısından istatistiksel farklılık elde edilmemiştir.

Awan vd. [14], soya fasulyesi (*Glycine max* L.) tohumlarında farklı dozlarda melatonin (12 saat 20, 50, 100, 200 µmol.L⁻¹ solüsyonlarda tohumları bekletme) ve stres (PEG %15 düzeyinde kuraklık, 150 mM düzeyinde tuzluluk (NaCl), 10°C düzeyinde soğuk, 30°C düzeyinde sıcaklık) uygulamaları yapmışlardır. Çalışmalarında tuz stresi koşullarında 20, 50, 100 µmol.L⁻¹ melatonin uygulamalarının çimlenme gücü ve radikula uzunluğunu arttırdığını gözlemişler ve bu dozlardaki melatonin uygulamalarının prolin miktarını arttırdığını belirtmişlerdir. Çalışmaları sonucunda 150 mM tuz stresi ile çimlenme gücü, radikula uzunluğu, taze ağırlık parametreleri azalmıştır. Tuzluluk stresi ile azalan çimlenme gücünün artışında en etkili melatonin dozunun 50 µmol.L⁻¹ olduğunu, radikula uzunluğu ve taze ağırlık parametrelerinde ise en etkili dozun 100 µmol.L⁻¹ melatonin dozu olduğunu gözlemişlerdir.

Yukarıda bahsi geçen çalışmalarda da görüldüğü üzere, kavun çeşitlerinin yanı sıra farklı bitki çeşitlerinde farklı NaCl stresi seviyelerinde farklı dozlarda melatonin uygulamaları ile melatonin hormonunun etki dozu daha iyi anlaşılmasına çalışılmaktadır. Çalışmanın amacı tüm uygulamalarda aynı dış şartların sağlanması ile farklı NaCl stresi ve melatonin uygulamaları yapılarak, Gönen Beyazı (*Cucumis melo* L. Gönen Beyazı) genotipinin tohumlarının tuz (NaCl) stresi sonucunda çimlenme ve erken fide döneminde uğradığı negatif

etkinin azaltılmasındaki en etkili melatonin dozunun belirlenmesidir.

MATERYAL VE METOT

Araştırmada 2022 yılında Manisa ili Kırkağaç bölgesinde yetiştirilen Gönen Beyazı kavun genotipinin (*Cucumis melo* L. cv. Gönen Beyazı) tohumları kullanılmıştır. 2022 yılında tam çiçeklenmeden 50 gün sonra hasat edilen meyvelerden ayrılan kavun tohumları herhangi bir kimyasal muamele yapılmadan doğal yöntemlerle kurutulmuştur. Tohumlar, yüzey sterilizasyonu amacı ile saf su ile yıkanmış ve bir elek yardımıyla tohum yüzeyinin mantarlardan dezenfekte edilmesi amacı ile %3'lük sodyum hipoklorit solüsyonuna 10 saniye süre ile batırılıp çıkarılmış ve tekrar saf suya 10 saniye batırılıp çıkarılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemede her tekerrürde 20 tohum kullanılmıştır.

Melatonin (Molekül ağırlığı: 232,28), MP Biomedicals'dan satın alınmıştır. Melatonin stok çözeltisi hazırlamak için uygun miktarda etanol içerisinde çözülmüş ve saf su ilave edilerek ihtiyaç duyulan konsantrasyonlar hazırlanmıştır.

Tohumlar, 12 saat boyunca melatonin hormonunun farklı dozlarında (0, 25, 50, 100 µM melatonin: saf su ve farklı melatonin dozları ile priming) priming uygulamalarına tabi tutulmuş ayrıca, NaCl stresinin tohumlarda neden olduğu stresin seviyesinin görülmesi amacı ile oluşturulan saf su ile sulanan kontrol uygulamasının (0 mM NaCl, 0 µM melatonin: saf su ile priming) yanı sıra farklı seviyelerde tuz (100, 150 mM NaCl) içeren solüsyonlarla sulanmıştır.

Priming uygulaması öncesinde tartılan tohumlar uygulama sonrası gölge ve hava alan bir ortamda priming uygulaması öncesi ağırlıklarına ulaşana kadar kurutulmuştur. Tohumlar, 40×40 cm boyutundaki filtre kağıtları arasına dizilerek farklı dozlarda NaCl içeren veya içermeyen saf su ile ilk gün filtre kağıtlarında kuru alan kalmayacak şekilde eşit miktarda ve 7. gün eşit miktarda sulanmıştır. Tohumlar, 14 gün boyunca plastik torbalar içerisinde karanlık koşullarda, 25°C sıcaklıkta tutulmuştur.

Çalışmada;

- Kontrol (0 mM NaCl+0 µM melatonin: saf su ile priming),
- 100 mM NaCl+0 µM melatonin: 100 mM NaCl stresi + saf su ile priming,
- 100 mM NaCl+25 µM melatonin ile priming,
- 100 mM NaCl+50 µM melatonin ile priming,
- 100 mM NaCl+100 µM melatonin ile priming,
- 150 mM NaCl+0 µM melatonin ile priming,

- 150 mM NaCl+25 µM melatonin ile priming,
- 150 mM NaCl+50 µM melatonin ile priming,
- 150 mM NaCl+100 µM melatonin ile priming uygulamaları yer almıştır.

Çalışmada yer alan analiz ve ölçümler:

•**Çimlenme Oranı (%)**: Kökçük çıkışı gerçekleşip köküğün 2 mm uzunluğa ulaştığı tohumlar çimlenmiş olarak belirtilmiştir. Tohum partilerinde her gün aynı saatte sayım yapılmıştır [15].

$$\text{Ortalama Çimlenme Süresi (gün)} = \frac{\sum \frac{n \times D}{\sum n}}$$

formülü kullanılarak belirlenmiştir [15].

n: D günde/saatte çimlenen tohum sayısı

D: Çimlenmenin başlamasından itibaren geçen gün sayısı

$\sum n$: Toplam çimlenen tohum sayısı

•**Hipokotil Uzunluğu (mm)**: Kotiledon yapraklardan radikula boğazına kadar olan uzunluğun 0.01 hassasiyetli bir kumpas yardımıyla ölçülmesi şeklinde belirlenmiştir.

•**Radikula Uzunluğu (mm)**: Radikula ucu kısmından radikula boğazı kısmına kadar olan uzunluğun 0.01 hassasiyetli kumpas yardımı ile ölçülmesi şeklinde belirlenmiştir.

•**Radikula Boğazı Kalınlığı (mm)**: Radikula boğazının kalınlığının 0.01 hassasiyetli kumpas yardımı ile ölçülmesi şeklinde belirlenmiştir.

•**Tohum Vigor İndeksi**: Tatar vd. [16] ve Hu vd. [17]'na göre yapılmıştır. Değer belirlenirken kökçük ve sapçık uzunluğu değerleri cm cinsine çevrilmiştir.

•**Hipokotil ve Radikula Toplam Ağırlığı (g)**: Hipokotil ve radikula toplam ağırlığının 0.01 hassasiyetli terazi ile ölçülmesi ile belirlenmiştir (Çimlenme sonrası tohum kabuğu asılı kalan tohumların tohum kabuğu ayrılmıştır).

Hipokotil uzunluğu, radikula uzunluğu, radikula boğazı kalınlığı, vigor indeksi, hipokotil ve radikula toplam ağırlığı parametreleri seçilen uniform 10 bitkide belirlenmiştir.

Denemede istatistiksel analizlerin yapılmasında SAS.9.1. bilgisayar paket programı kullanılmış varyans analizi yapılmış ve verilerin ortalamaları arasındaki farklılıkların karşılaştırılmasında LSD (P<0,05) testi kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada uygulanan NaCl stresi attıkça kontrol uygulamasına göre çimlenme gücü azalmış ve çimlenme süresi artmıştır (P<0.05). 100 mM ve 150 mM NaCl stresi ile azalan çimlenme gücünde en yüksek artış 25 µM melatonin uygulaması ile elde edilmiştir. 100 mM NaCl stresi ile artan çimlenme süresini azaltmada en etkili uygulamalar benzer oranlarda olmak üzere 25 µM ve 50 µM melatonin

uygulamaları olmuştur (P<0.05). 150 mM NaCl stresi ile artan çimlenme süresini azaltmada en etkili uygulamanın 50 µM melatonin uygulaması olduğu belirlenmiştir. Özellikle 25 µM melatonin uygulamasının NaCl stresinin çimlenme gücüne olumsuz etkilerini azaltmada etkili olduğu görülmüştür (Çizelge 1). Bir çalışmada [7] melatoninin reaktif oksijen türlerini temizleme, antioksidant enzimlerin aktivitesini artırma yolları ile tuz stresine koruyucu etki gösterdiği belirtilmiştir.

Yapılan bir çalışmada [10] tuz stresi uygulanan kavunda (*Cucumis melo* L. XinYinHui) farklı dozlarda melatonin (4, 8, 12, 16, 20, 24 µM) uygulaması sonucunda en iyi çimlenme gücü değeri 16 µM melatonin uygulaması ile elde edilmiştir. Başka bir çalışmada [11] kavunda (*Cucumis melo* L. cv. Planter's Jumbo) 14 ds.m⁻¹ EC dozundaki NaCl koşullarında 12 saat melatonin dozları (0, 10, 50, 100 µmol.L⁻¹) uygulanan priming uygulamaları sonucunda, 10 µmol.L⁻¹ melatonin dozu çimlenme gücü parametresi açısından en iyi sonucu vermiştir ayrıca, 100 µmol.L⁻¹ melatonin dozundaki çimlenme gücü değerini, 0 µmol.L⁻¹ melatonin dozundan daha düşük olarak belirlemişlerdir. Castaneres ve Bouzo [11] tarafından yapılan çalışmada çimlenme gücüne en iyi etkiyi uygulanan en düşük melatonin dozunun gösterdiği ayrıca, melatonin dozunun 100 µmol.L⁻¹'ye çıkması ile çimlenme gücünün olumsuz etkilendiği belirtilmiştir.

Çalışmamızda 100 mM, 150 mM tuz stresi uygulamalarındaki 25, 50 ve 100 µM melatonin uygulamaları arasında en düşük seviyedeki çimlenme gücü ve en uzun çimlenme süreleri en yüksek seviyedeki melatonin dozunda (100 µM) elde edilmiştir.

Çizelge 1. NaCl stresi ve melatonin uygulamalarının çimlenme gücü (%) ve çimlenme süresi (gün) parametrelerine etkileri

NaCl dozu (mM)	Melatonin dozu (µM) ve saf su uygulamaları	Çimlenme gücü (%)	Çimlenme süresi (gün)
0	Saf su	93.33 A	2.176 C
100	Saf su	78.33 EF	2.213 C
100	25	90 AB	1.796 F
100	50	88.33 BC	1.79 F
100	100	85 CD	1.943 E
150	Saf su	70 G	2.736 A
150	25	81.66 DE	2.123 CD
150	50	76.66 F	2.026 DE
150	100	75 F	2.49 B
LSD		4.6412	0.1446

*Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD).

NaCl dozunun artması ile birlikte hipokotil uzunluğu (mm), radikula uzunluğu (mm), kök boğazı genişliği (mm), radikula ve hipokotil toplam ağırlığı parametreleri kontrol uygulamasına göre gittikçe

azalmıştır ($P<0.05$). 100 mM NaCl uygulanan uygulamalar göz önüne alındığında, melatonin uygulamalarının hipokotil uzunluğu parametresine olumlu etkisi olduğu görülmüştür ($P<0.05$). 100 mM NaCl dozunda hipokotil uzunluğu parametresinde melatonin uygulamaları arasında farklılık görülmemiştir ($P<0.05$). 150 mM NaCl dozunda hipokotil uzunluğu parametresinde 25 μM ve 50 μM melatonin uygulamalarının en yüksek değerleri aldığı ve aralarında istatistiksel farklılık olmadığı görülmüştür ($P<0.05$) (Çizelge 2).

100 ve 150 mM NaCl uygulanan uygulamalar göz önüne alındığında, melatonin uygulamaları arasında sadece 25 μM melatonin uygulamasının radikula uzunluğu parametresine olumlu etkisinin olduğu görülmüştür ($P<0.05$). 150 mM NaCl dozunda radikula uzunluğu parametresine tüm melatonin uygulamaları olumlu etki yaparken, en yüksek değeri 25 μM melatonin uygulaması almıştır ($P<0.05$). 100 mM NaCl uygulanan uygulamalar göz önüne alındığında, tüm melatonin uygulamalarının radikula ve hipokotil toplam ağırlığına olumlu etkisi olurken düşük dozda (25, 50 μM) melatonin uygulamaları daha iyi sonuç vermiştir. 150 mM NaCl dozunda, radikula ve hipokotil toplam ağırlığı parametresine sadece 25 μM melatonin uygulaması olumlu etki etmiştir, diğer uygulamalar arasında istatistiksel farklılık görülmemiştir (Çizelge 2). Bir çalışmada [14] soya fasulyesinde (*Glycine max* L.) 150 mM NaCl ve farklı dozlarda melatonin (12 saat 20, 50, 100, 200 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ solüsyonlarda tohumları bekletme) uygulamaları sonucunda 20, 50, 100

$\mu\text{mol.L}^{-1}$ melatonin uygulamaları ile radikula uzunluğu artmış, en iyi radikula uzunluğu ve taze ağırlık değerleri 100 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ melatonin dozu ile elde edilmiştir.

Kök boğazı genişliği değerleri incelendiğinde; 100 mM NaCl uygulanan 0 ve 25 μM melatonin uygulamaları benzer ve kontrol uygulaması ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır, diğer melatonin uygulamaları ile kök boğazı genişliği azalmıştır ($P<0.05$). 150 mM NaCl dozunda kök boğazı genişliği parametresine en olumlu etki 100 μM melatonin uygulamasında görülürken, 0, 25 ve 50 μM melatonin uygulamaları ile kök boğazı genişliği benzer değerler almıştır ($P<0.05$) (Çizelge 2).

100 mM NaCl uygulanan uygulamalar göz önüne alındığında, tüm melatonin dozlarının vigor indeksi parametresine olumlu etkisi olduğu görülmüş, en uygun etki eden dozun 25 μM melatonin uygulaması olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$) (Çizelge 2). Aynı durum NaCl stresi etkisi ile vigor indeksinin daha da azaldığı 150 mM NaCl uygulanan uygulamalarda görülmüştür ($P<0.05$) (Çizelge 2). Bir çalışmada [12] hıyar fidelerinde (*Cucumis sativus* L.) farklı dozlarda (0, 50, 100, 150, 200 $\mu\text{mol/L}$) melatonin ve 150 mM NaCl uygulamaları yapılmış, tüm melatonin uygulamaları sonucunda askorbik asit, glutatyon-s-transferaz, glutatyon, süperoksit dismutaz değerleri istatistiksel olarak artmıştır. Bu durum melatonin uygulamalarının tuz stresinin olumsuz etkilerini azaltan antioksidanların miktarını olumlu düzeyde etkilediğine örnek teşkil edebilir.

Çizelge 2. NaCl stresi ve melatonin uygulamalarının hipokotil uzunluğu, radikula uzunluğu, radikula ve hipokotil toplam ağırlığı, kök boğazı genişliği, vigor indeksi parametrelerine etkileri

NaCl dozu (mM)	Melatonin dozu (μM) ve saf su uygulamaları	Hipokotil uzunluğu (mm)	Radikula uzunluğu (mm)	Radikula ve hipokotil toplam ağırlığı (g)	Kök boğazı genişliği (mm)	Vigor indeksi
0	Saf su	126.89 A	137.42 A	0.43 A	1.696 A	2467.2 A
100	Saf su	95.52 C	106.67 B	0.38 B	1.643 A	1587.5 D
100	25	109.54 B	135.09 A	0.42 A	1.676 A	2201.8 B
100	50	115.12 B	104.26 B	0.423 A	1.556 B	1938.3 C
100	100	110.85 B	106.13 B	0.4 AB	1.543 B	1845.2 C
150	Saf su	64.69 E	51.79 E	0.213 D	1.496 B	815.4 G
150	25	80.19 D	84.58 C	0.28 C	1.546 B	1345.3 E
150	50	78.82 D	80.17 C	0.24 D	1.536 B	1219.8 EF
150	100	71.79 DE	67.3 D	0.236 D	1.673 A	1043.3 F
LSD		8.5047	12.483	0.0289	0.0783	211.59

*Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD).

SONUÇ

Melatonin uygulamaları ile 100 mM NaCl koşullarındaki 50 ve 100 μM melatonin uygulamalarının, 100 mM NaCl koşullarındaki melatonin uygulanmayan uygulamaya göre radikula uzunluğunda bir farklılığa neden olmadığı, kök boğazı genişliğini ise olumsuz etkilediği görülmüştür ($P<0.05$). 150 mM NaCl koşullarındaki 50 ve 100 μM

melatonin uygulamalarının, 150 mM NaCl koşullarındaki melatonin uygulanmayan uygulamaya göre radikula ve hipokotil toplam ağırlığı parametresinde bir farklılığa neden olmadığı görülmüştür ($P<0.05$). Bunların dışında genel olarak melatonin uygulamalarının olumlu etki ($P<0.05$) yaptığı düşünüldüğünde tüm melatonin dozlarının NaCl stresinin olumsuz etkisini azalttığı söylenebilir. Uygulamalar incelendiğinde tüm NaCl stresi

koşullarında melatonin uygulamaları arasında istatistiksel açıdan ($P<0.05$) en uygun çimlenme gücü, radikula uzunluğu ve vigor indeksi değerleri 25 μM melatonin uygulaması sonucunda belirlenmiştir. Aynı zamanda 25 μM melatonin uygulaması 100 mM NaCl koşullarında çimlenme süresi, hipokotil uzunluğu, radikula ve hipokotil toplam ağırlığı değerlerine olumlu etki eden melatonin uygulamaları ile benzer istatistiksel grupta ($P<0.05$) yer almıştır. Aynı durum 150 mM NaCl stresi koşullarında hipokotil uzunluğu parametresi için geçerli olmuştur. Buradan en uygun dozun 25 μM melatonin uygulaması olduğu düşünülebilir. Çimlenme süresi parametresinde tüm NaCl stresi (100, 150 mM) koşullarında 25 ve 50 μM melatonin uygulamalarına kıyasla 100 μM melatonin uygulaması ile çimlenme süresinin uzadığı görülmüştür. Aynı olumsuz etki 150 mM NaCl stresi koşullarında hipokotil ve radikula uzunluğu parametreleri için geçerli olmuştur. Buradan 100 μM melatonin dozunun NaCl stresinin olumsuz özelliklerini azaltmakla birlikte melatonin dozları arasında en az etkili doz olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

1. Anonim, 2022. TÜİK. <https://data.tuik.gov.tr/bulten/index?p=bitkisel-uretim-istatistikleri-2022-45504>.
2. Anonim, 2020. <https://www.milliyet.com.tr/galeri/yogun-talep-var-adi-hirsiz-almaz-6317456/1>.
3. Machado, R.M.A., Serralheiro, R.P. 2017. Soil salinity: effect on vegetable crop growth. management practices to prevent and mitigate soil salinization. *Horticulturae* 3(30):1-13.
4. Yan, Z., Guo, S., Shu, S., Sun, J., Tezuka, T. 2011. Effects of proline on photosynthesis, root reactive oxygen species (ROS) metabolism in two melon cultivars (*Cucumis melo* L.) under NaCl stress. *African Journal of Biotechnology* 10(80):18381-18390.
5. Kusvuran, S., Ellialtıoglu, Yasar, F., Abak, K. 2007. Effects of salt stress on ion accumulation and activity of some antioxidant enzymes in melon (*Cucumis melo* L.). *Journal of Food, Agriculture & Environment* 5(2):351-354.
6. Zhan, H., Nie, X., Zhang, T., Li, S., Wang, X., Du, X., Tong, W., Song, W. 2019. Melatonin: a small molecule but important for salt stress tolerance in plants. *Int. J. Mol. Sci.* 20(709):1-18.
7. Fan, J., Xie, Y., Zhang, Z., Chen, L. 2018. Melatonin: a multifunctional factor in plants. *Int. J. Mol. Sci.* 19(1528):1-14.
8. Ayyaz, A., Shahzadi, A.K., Fatima, S., Yasin, G., Zafar, Z.U., Athar, H.U.R., Farooq, M.A. 2022. Uncovering the role of melatonin in plant stress tolerance. *Theor. Exp. Plant Physiol.* 34:335-346.
9. Agathokleous, E., Kitao, M., Calabrese, E.J. 2019. New insights into the role of melatonin in plants and animals. *Chemico-Biological Interactions.* 299:163-167.
10. Liu, Y., Li, Z., Zhong, C., Zhang, Y., Wang-Pruski, G., Zhang, Z., Wu, J. 2023. Alleviating effect of melatonin on melon seed germination under autotoxicity and saline-alkali combined stress. *Journal of Plant Growth Regulation* 42:2474-2485.
11. Castaneres, J.L., Bouzo, C.A. 2019. Effect of exogenous melatonin on seed germination and seedling growth in melon (*Cucumis melo* L.) under salt stress. *Horticultural Plant Journal* 5(2):79-87.
12. Liu, T., Xing, G., Chen, Z., Zhai, X., Wei, X., Wang, C., Li, T., Zheng, S. 2022. Effect of exogenous melatonin on salt stress in cucumber: alleviating effect and molecular basis. *Biotechnology & Biotechnological Equipment* 36(1):818-827.
13. Hancı, F. 2019. The effect of L-tryptophan and melatonin on seed germination of some cool season vegetable species under salinity stress. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi* 7(2019):1879-1891.
14. Awan, S.A., Khan, I., Wang, Q., Gao, J., Tan, X., Yang, F. 2023. Pre-treatment of melatonin enhances the seed germination responses and physiological mechanisms of soybean (*Glycine max* L.) under abiotic stresses. *Front. Plant Sci.* 14:1-17.
15. Ellis, R.H., Roberts, E.H. 1980. Towards a rational basis for testing seed quality. In: Hebblethwaite, P.D. (Ed.), *Seed Production*. Butterworths, London, pp:605-635.
16. Tatar, N., Öztürk, Y., Budaklı, Çarpıcı, E. 2018. NaCl ön uygulamalarının farklı tuz seviyelerinde çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.)'in çimlenme özellikleri üzerine etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 5(1):28-33.
17. Hu, J., Zhu, Z.Y., Song, W.J., Wang, J.C., Hu, W.M. 2005. Effects of sand priming on germination and field performance in direct-sown rice (*Oryza sativa* L.). *Seed Sci. Technol.* 33:243-248.