

Lütfullah BAŞLAK^{1a}

Özlem ÜZAL^{1b*}

Fikret YAŞAR^{1c}

¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat
Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

^{1a}ORCID: 0000-0002-0035-0719

^{1b}ORCID: 0000-0002-1538-820X

^{1b}ORCID: 0000-0001-6598-8580

*Sorumlu yazar:

ozlemuzal@yyu.edu.tr

DOI

<https://doi.org/10.46291/ISPECJASv.015iss2pp350-361>

Alınış (Received): 19/02/2021

Kabul Tarihi (Accepted): 25/03/2021

Anahtar Kelimeler

Cucumis sativus, hıyar, melatonin, tolerans, üşüme stresi

Keywords

Cucumis sativus, cucumber, chilling stress, tolerance, melatonin

Üşüme Stresi Altında Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Fidelerinin Bazı Morfolojik Karakterleri Üzerine Melatonin Uygulamalarının Etkisi

Özet

Beith F1 hıyar çeşidinin kullanıldığı araştırmada; üşümenin ve yaprakтан uygulanan melatoninin fidelerin bazı morfolojik karakterleri üzerine etkileri araştırılmaya çalışılmıştır. 3-4 gerçek yapraklı iken üşüme uygulanan fidelere 0, 1, 10, 20, 30 ve 40 µM melatonin içeren saf (distile) su bitkilerin yapraklarına püskürtülmüştür. Melatonin uygulamasından 1 tam gün sonra bitkilerin yarısı iklim dolabında 15 gün süre ile üşüme stresine maruz bırakılmış, diğer yarısı ise iklim odasında normal koşullarda (25/20 °C aydınlık/karanlık) tutulmuştur. Üşüme stresine maruz kalan bitkiler 15 gün süreyle 5±1 °C karanlık (12 saat) / 10±1 °C aydınlık (12 saat)'da inkubatörde tutulduktan sonra örnekler alınmıştır. Bitkilerin, bazı büyüme parametreleri ve yaprak renk değerleri ölçülmüştür. Bitki gelişim parametreleri değerlendirildiğinde, üşüme stresi uygulanan bitkilerden 30 ve 40 µM melatonin uygulanan bitkilerin bitki büyümesini sınırlandırdığı belirlenmiştir. Ayrıca hiç melatonin uygulanmamış bitkiler en yüksek skala değerine sahip olurken, buna karşılık yapılan melatonin uygulamalarının görsel hasarın azaltılmasında etkili olduğu ve en az görsel hasarın 40 µM melatonin uygulamasında olduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, melatonin uygulamalarının üşüme stresinin yol açtığı zararlı etkilerin azaltılmasında olumlu etki yapabilecek fizyolojik etkili bir yardımcı uygulama olabileceği düşünülmüştür.

The Effect of Melatonin Applications on Some Morphological Characters of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Seeds with and without Chilling Stress

Abstract

In the research using Beith F1 cucumber variety; In the research; The effects of chill and foliar applied melatonin on some morphological characteristics of seedlings were aimed to be investigated. Seedlings with 3-4 true leaves were chilled. For seedlings applied to the cold, distilled water containing 0, 1, 10, 20, 30 and 40 µM melatonin was sprayed onto the leaves of the plants. One full day after melatonin application, half of the plants were exposed to cold stress in the climate cabinet for 15 days, and the other half were kept in the climate room under normal conditions (25/20 °C light / dark). Samples were taken after the plants exposed to cold stress were kept in the incubator for 15 days at 5 ± 1 °C dark (for 12 hours) and 10 ± 1 °C light (for 12 hours). Some basic growth parameters of plants were measured and some biochemical analyzes were done. When the plant growth parameters were evaluated, it was determined that 30 and 40 µM melatonin treated plants limited the plant growth. In addition, plants with no melatonin applied had the highest scale value, whereas melatonin applications from the leaf were observed to be effective in reducing visual damage, and the least visual damage was observed in the application of 40 µM melatonin. As a result, it is thought that melatonin applications may be a physiologically effective adjuvant that can have a positive effect in reducing harmful effects caused by chilling stress.

GİRİŞ

Üşüme stresi, bitkilerin yeryüzündeki dağılımını belirleyen ve gelişimini etkileyerek verim kayıplarına neden olan önemli çevre faktörlerinden biridir. Üşüme stresi; stresin şiddetine ve süresine, strese maruz kalan bitkinin genotipine ve gelişme dönemine bağlı olarak büyüme ve gelişmeyi olumsuz etkileyebilmektedir. Açıkta ya da örtü altında yapılan hıyar yetiştiriciliğinde üşüme streslerinden dolayı ciddi ürün kayıpları yaşanmaktadır. Örtü altında turfanda hıyar yetiştiriciliğinde seralar ısıtmasız olduğundan ya da yetersiz ısıtıldığından dolayı özellikle kış aylarında sıcaklığın yetersiz olması dölleme problemlerinin yaşanmasının yanında, bitkilerde üşümeye neden olabilmektedir. Ayrıca, açıkta yapılan yetiştiriciliklerde özellikle yurdumuzun iç ve doğu bölgelerinde sıcaklık yetersiz olduğundan erken ilkbaharda fide dikim esnasında ve sonbahar verim döneminde bitkiler çabuk üşüdüğünden ciddi ürün kayıpları meydana gelmektedir. Bu dönemlerde meydana gelen ürün kayıplarını minimuma indirebilmek için bitkilerde üşümeye karşı toleransı geliştirecek uygulamalar araştırılarak çözüm bulunması gerekmektedir. Ancak, bu olumsuzlukları ortadan kaldırmanın en önemli ve en kesin yolu da üşümeye toleranslı bitki tür ve çeşitleri geliştirmek ve üşümenin olumsuz etkilerini giderici uygulamalar yapmaktır.

Hem biyotik hem de abiyotik stres faktörlerinin bitkilerde melatonin sentezini teşvik ettiği fikri bitkilerde melatoninin var olduğunun belirlenmesiyle ortaya atılmıştır. Abiyotik stres koşulları altında yaşayan bitkilerde melatonin içeriğinin normale göre daha fazla olması yeterli içsel melatonin üretmeyen bitkilerde dışarıdan yapılan uygulamalar yoluyla da stres faktörlerine karşı toleransın artırılacağı fikrini doğurmuştur. Melatonin uygulamalarının bitkinin abiyotik stres faktörlerinin olumsuz etkilerini iyileştirme yönünde etkisinin olduğuna dair bilgiler önceki araştırmalarda belirtilmiştir (Korkmaz ve ark., 2014; Korkmaz ve ark.,

2016; Liu ve ark., 2015; Xu ve ark., 2010; Li ve ark., 2012).

Bugün varlığı hemen hemen tüm canlı organizmalarda kanıtlanan melatonin molekülü (N-acetyl-5-methoxytryptamine), ilk olarak 1958 yılında sığır beyin üstü bezinden izole edilen bir indol amindir (Lerner ve ark., 1958). Melatonin yıllarca sadece hayvanlara özgü bir düzenleyici veya hormon olarak kabul edilmiştir (Reiter, 1991). Bu görüş, 1995 yılında iki araştırmacı grubunun birbirlerinden bağımsız olarak melatoninin bitkilerde özellikle tahıllarda, meyvelerde ve sebzelerde varlığını keşfetmeleriyle değişmiştir (Dubbels ve ark., 1995; Hattori ve ark., 1995). Daha sonra bu molekül hakkındaki araştırmalar artarak sürmüş ve melatoninin bakterilerde, alglerde, bazı yüksek bitki, omurgasız ve omurgalı birçok hayvan türlerinde de varlığı kanıtlanmıştır (Arnao, 2014; Posmyk ve Janas, 2009; Reiter ve ark., 2015).

Üşümenin bitkilerde verimi bu denli etkilemesi, bu stres koşullarına bitkilerin dayanımını etkileyen faktörlerin belirlenmesi için yeni çalışmaların yapılmasını da beraberinde getirmektedir. Mevcut veriler ve gözlemlere dayanarak, tarımsal üretimde melatoninin yadsınamaz bir öneminin olduğu görülmektedir. Bu bilgilerden hareketle Cucurbitaceae familyasına ait olan ve önemli ölçüde turfanda ve yazlık olarak yetiştirilen F1 hibrit hıyar çeşidinin soğuğa dayanım durumlarını belirlemek, üşümenin ve yapraktan uygulanan melatoninin fidelerin bazı morfolojik karakterleri üzerine etkilerini belirlemek amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada bitkisel materyal olarak, United Genetics firmasından temin edilen ve üretimde ticari olarak tercih edilen Beith F1 hibrit hıyar tohum çeşidi kullanılmıştır. Firma kataloğundan elde edilen bilgilere göre bu çeşit; erkenci hibrit sofralık hıyar çeşitidir. Meyve silindirik 16-17 cm uzunluğundadır. Meyve rengi koyu yeşil, meyve kalitesi yüksektir. Nakliyyeye ve

depolamaya dayanıklıdır. Güçlü bitki yapısına sahiptir (Anonim, 2020).

Bu çalışma, 2019 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bitki Fizyoloji Laboratuvarında, normal atmosferin sağlandığı split klimalı iklim odasında yapılmıştır. Yapılan her uygulama için üç tekerrür ve her tekerrürde yirmi bitki olacak şekilde kurulan denemede; hıyar tohumları, 3:1 oranında torf+perlit doldurulmuş viyol kaplarına (alt yüzeyleri fazla suyun süzülmesi için 0.5 cm çapında toplam 1 adet deliğe sahip) ekilip sulanmıştır. Torf+perlit iyice ıslandıktan ve sulama suyunun fazlası süzüldükten sonra viyoller, $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık %70 neme sahip iklim odasına yerleştirilerek, üzerleri nemli bez parçasıyla örtülüp kaplar düzenli olarak kontrol edilmiş ve yetiştirme harcı kurumayacak şekilde azar azar saf su ile sulanmaya devam edilmiştir.

Hıyar fideleri iki gerçek yaprağa sahip olduklarında 100 ppm (N'a göre) dozunda olacak şekilde NPK (20+20+20+İZ) gübresi uygulanmıştır. 3-4 gerçek yaprağa sahip olan fidelere üşüme uygulamaları yapılmıştır. Üşüme uygulanan fideler için 0, 1, 10, 20, 30 ve 40 μM melatonin içeren saf (distile) su bitkilerin yapraklarına püskürtülmüştür. Püskürtme suyuna 0.5 mL/L oranında Tween-20 ilave edilmiştir. Melatonin uygulaması iklim odasının gece (karanlık) zamanına denk gelecek şekilde yapılmıştır. Melatonin uygulamasından 1 tam gün sonra bitkilerin yarısı iklim dolabında 15 gün süre ile üşüme stresine maruz bırakılarak, diğer yarısı ise iklim odasında normal koşullarda (25°C gündüz/ 20°C gece) tutulmuştur. Streslen önce ve sonra bitkiler sulanmıştır. Üşüme stresine maruz kalan bitkiler 15 gün süreyle 12 saat boyunca $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ (karanlık) ve 12 saat boyunca da $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'ye (şiddeti: $225 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ayarlı inkibatörde tutulduktan sonra örnekler alınmıştır.

Fidelerin gelişim ölçümleri

Bitki yaş kök ağırlığı (g), gövde ağırlığı (g), yaprak ağırlığı (g), 0.1 g hassasiyetteki terazide tartılarak belirlenmiştir. Bitki boyu

cetvel ile ölçülüp cm olarak belirtilmiştir. Gövde çapı ise dijital kumpas ile ölçülmüştür. Hasat edilen bitkilerin yaprakları teker teker sayılarak adet olarak belirlenmiştir

1-5 Skalası ile değerlendirme

Bitkilerde morfolojik olarak ortaya çıkan zararlanmanın derecesini ortaya koyabilmek için bir skala oluşturulmuştur. Bunun için Korkmaz (2002)'ın belirttiği zararlanma derecesine göre bitkilere 1-5 arasında puan verilmiştir.

- 1:Bitkilerin üşüme stresinden hiç etkilenmemesi (kontrol bitkileri)
- 2:Yapraklarda lokal sararma ve kıvrılma ve %5 den daha az nekrotik lekelenmeler
- 3:Yapraklarda sararma ve % 25 oranında nekrotik lekelenmeler
- 4:Yapraklarda % 50-75 oranında nekrotik leke göstermesi (fakat bitkinin canlılığı sürdürmesi)
- 5:Yapraklarda % 90-100 oranında şiddetli nekrozlar bitkinin tümünde görülmesi, tümüyle ölmesi.

Yaprak renk değeri

Çalışmada bitkilerin dış yapraklarının üst yüzeyindeki farklı noktalardan, yaprak renginde meydana gelen değişimler Minolta CR-400 (Minolta Camera Co, LTD Ramsey, NJ) marka renk ölçer kromametre ile tespit edilmiştir (Batu ve ark., 1997). L* değeri; rengin parlaklığında meydana gelen değişimleri, a* değeri: yeşilden kırmızıya, b* değeri: maviden sarıya renk değişimini göstermektedir. b*'nin negatif değerleri mavi rengi, pozitif değerleri sarı rengi; a*'nın pozitif değerleri kırmızı rengi, negatif değerleri ise yeşil rengi göstermektedir. Rengin temel bileşenlerini belirleyen hue değeri ise aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Zorlugenç ve Fenercioğlu, 2012). $Hue = H = \arctan (b/a)$

İstatistiksel analizler

Çalışmanın sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesi için Statgraphics istatistik analiz paket programında varyans analizine tabi tutulmuştur. İstatistiksel olarak önemli bulunan deneme konuları %5 önem seviyesinde Duncan testi ile gruplandırılmıştır.

BULGULAR

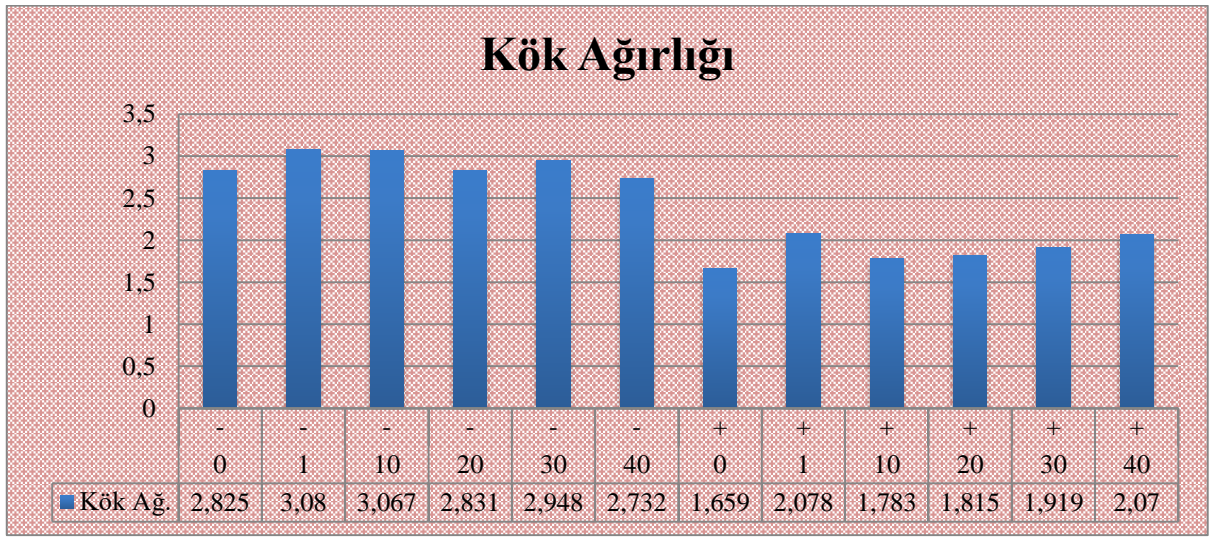
Farklı dozlarda yapraktan yapılan melatonin uygulamalarının optimum koşullar ve üşüme stresi altındaki hıyar fidelerinin gelişme parametreleri üzerine etkileri Çizelge 1' de verilmiştir.

Bitki örneklerindeki fiziksel ölçümler

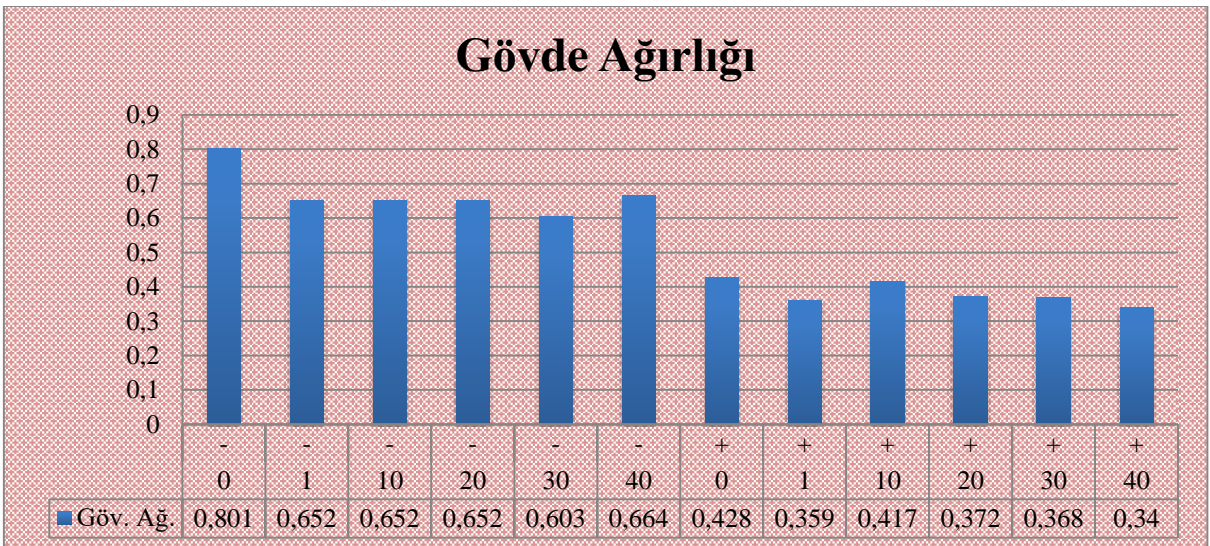
Bitki yaş kök ağırlığı

Üşüme stresi uygulanmayan kontrol bitkilerine artan dozlarda uygulanan melatonin fidelerin kök ağırlıklarında istatistiki bir farklılık yaratmamıştır. Yine

üşüme stresine maruz bırakılan fidelerde artan konsantrasyonlarda uygulanan melatoninin bitkilerin kök gelişimine önemli bir etkisi olmamıştır. Fakat optimal koşullar altında yetiştirilen fideler ile üşüme stresine maruz bırakılan fidelerin kök ağırlıkları karşılaştırıldığında istatistiki olarak önemli farklılıkların olduğu gözlenmiştir. Farklı dozlarda uygulanan melatoninin üşüme stresi altındaki bitkilerin kök gelişimi üzerine önemli bir etkisi olmamıştır (Çizelge 1, Şekil 1).



Şekil 1. Hıyar fidelerine yapılan melatonin uygulamalarının bitki kök ağırlığı üzerine etkileri



Şekil 2. Hıyar fidelerine yapılan melatonin uygulamalarının bitki gövde ağırlığı üzerine etkileri

Bitki gövde ağırlığı

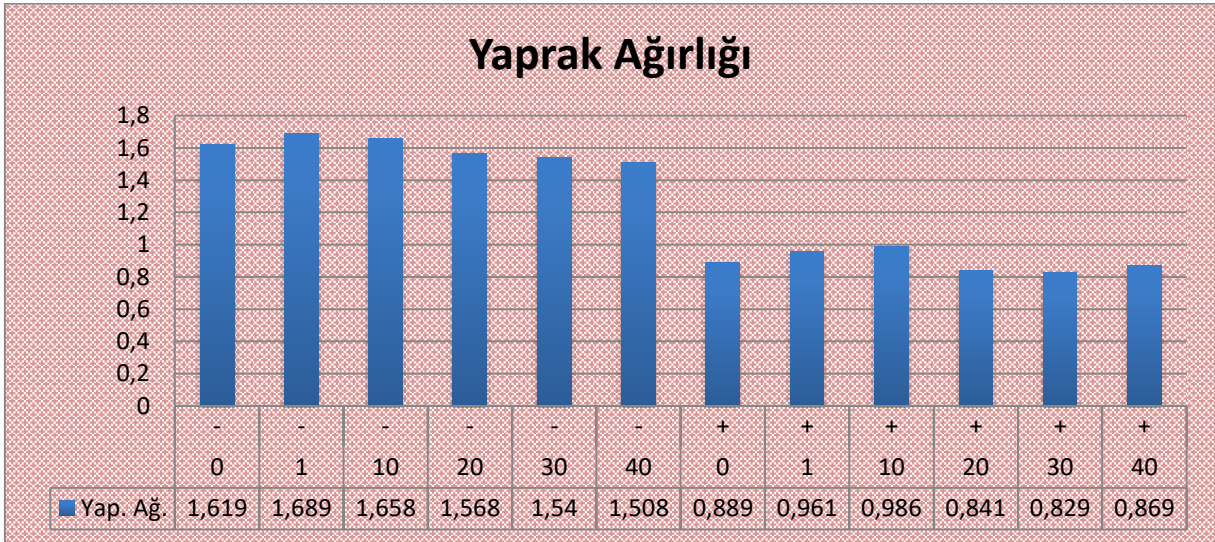
Üşüme stresi uygulanmayan kontrol bitkilerine artan dozlarda uygulanan

melatonin fidelerin gövde ağırlıklarında istatistiki bir farklılık yaratmamıştır. En yüksek gövde ağırlığı üşüme uygulanmayan

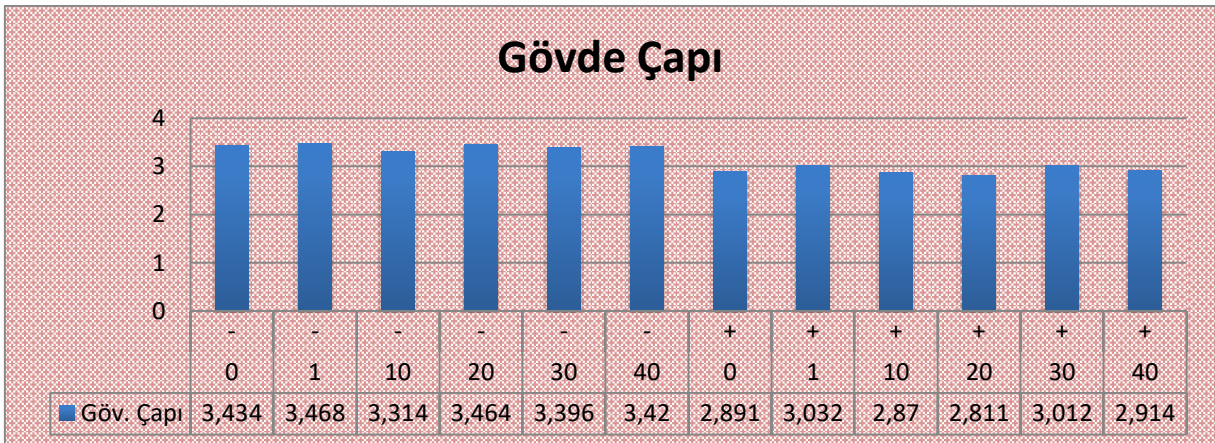
fidelerde ölçülmüştür. Yine üşüme stresine maruz bırakılan fidelerde artan konsantrasyonlarda uygulanan melatonin bitkilerin gövde gelişimine önemli bir etkisi olmadığı gibi en düşük gövde ağırlığı 30 μM ve 40 μM melatonin uygulaması yapılmış bitkilerde ölçülmüştür. Fakat optimal koşullar altında yetiştirilen fideler ile üşüme stresine maruz bırakılan fidelerin gövde ağırlıkları karşılaştırıldığında istatistiki olarak önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Farklı dozlarda uygulanan melatoninin üşüme stresi altındaki bitkilerin gövde gelişimi üzerine önemli bir etkisi olmamıştır (Çizelge 1, Şekil 2).

Bitki yaprak ağırlığı

Üşüme stresi uygulanmayan kontrol bitkilerine artan dozlarda uygulanan melatonin fidelerin yaprak ağırlıklarında istatistiki bir farklılık yaratmamıştır. En yüksek yaprak ağırlığı üşüme uygulanmayan fidelerde ölçülmüştür. Yine üşüme stresine maruz bırakılan fidelerde sırasıyla 30 μM ve 20 μM melatonin uygulaması yapılan bitkilerin en düşük yaprak ağırlığına sahip olduğu bunları da 40 μM melatonin uygulamasının takip ettiği belirlenmiştir. Fakat optimal koşullar altında yetiştirilen fideler ile üşüme stresine maruz bırakılan fidelerin yaprak ağırlıkları karşılaştırıldığında istatistiki olarak önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. (Çizelge 1, Şekil 3).



Şekil 3. Hıyar fidelerine yapılan melatonin uygulamalarının bitki yaprak ağırlığı üzerine etkileri



Şekil 4. Hıyar fidelerine yapılan melatonin uygulamalarının bitki gövde çapı üzerine etkileri

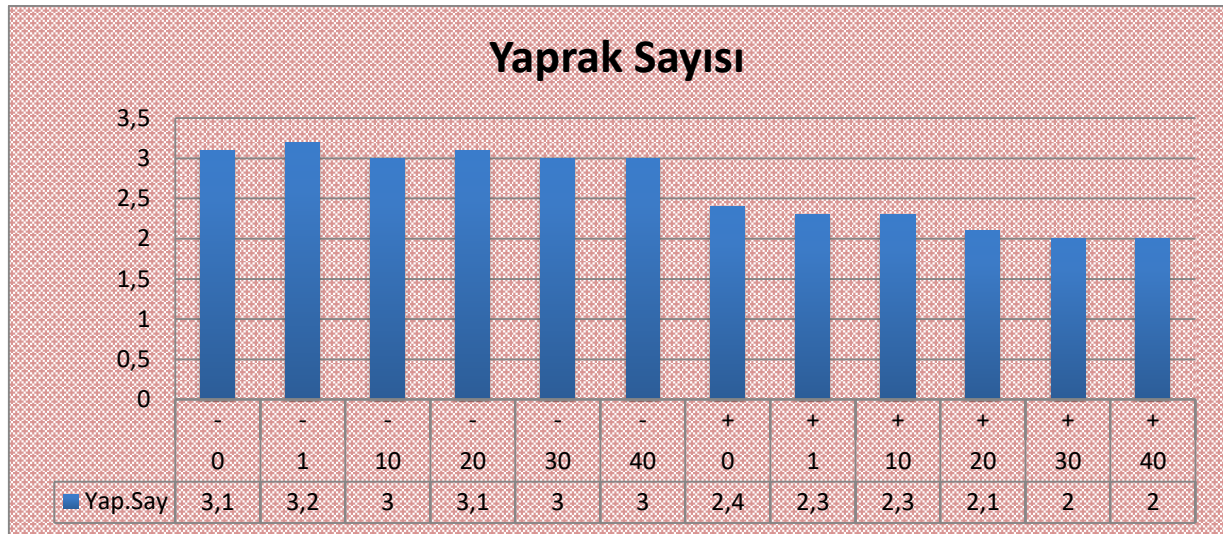
Bitki gövde çapı

Üşüme stresi uygulanmayan kontrol bitkilerine artan dozlarda uygulanan melatoninin fidelerin gövde çapına etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Yine üşüme stresine maruz bırakılan fidelerde artan konsantrasyonlarda uygulanan melatoninin bitkilerin gövde çapının gelişimine önemli bir etkisi olmamıştır. Ayrıca optimal koşullar altında yetiştirilen fideler ile üşüme stresine maruz bırakılan fidelerin gövde çapları karşılaştırıldığında farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Farklı dozlarda uygulanan melatoninin üşüme stresi altındaki bitkilerin gövde çapı üzerine önemli bir etkisi olmamıştır (Çizelge 1, Şekil 4).

Bitki yaprak sayısı

Üşüme stresi uygulanmayan kontrol bitkilerine artan dozlarda uygulanan

melatoninin fidelerin yaprak sayısında istatistiki bir farklılık yaratmamıştır. En fazla yaprak sayısı üşüme uygulanmayan fidelerde ölçülmüştür. Yine üşüme stresine maruz bırakılan fidelerde artan konsantrasyonlarda uygulanan melatoninin bu grup içindeki bitkilerin yaprak sayısına önemli bir etkisi olmamıştır. Üşüme stresine maruz bırakılan fidelerde 30 μ M ve 40 μ M melatonin uygulaması yapılan bitkilerin en düşük yaprak sayısına sahip olduğu belirlenmiştir. Optimal koşullar altında yetiştirilen fideler ile üşüme stresine maruz bırakılan fidelerin yaprak sayısı karşılaştırıldığında ise istatistiki olarak önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Farklı dozlarda uygulanan melatoninin üşüme stresi altındaki bitkilerin yaprak sayısı üzerine önemli bir etkisi olmamıştır (Çizelge 1, Şekil 5).



Şekil 5. Hıyar fidelerine yapılan melatonin uygulamalarının bitki yaprak sayısı üzerine etkileri

Çizelge 1. Farklı dozlarda uygulanan melatoninin optimal koşullar altında ve üşüme stresi altındaki hıyar fidelerinin gelişim parametreleri üzerine etkileri

Melatonin Uyg. (µM)	Üşüme Stresi	Kök Ağırlığı	Gövde Ağırlığı	Yaprak Ağırlığı	Gövde Boyu	Gövde Çapı	Yaprak Sayısı
0	-	2.825±0.577 A a	0.801±0.118 A a	1.619±0.118 A-C a-c	5.686±0.781 A a	3.434±0.419 A a	3.1±0.316 A a
1	-	3.080±0.307 A a	0.652±0.101 B b	1.689±0.159 A a	4.615±0.414 C cd	3.468±0.305 A a	3.2±0.421 A a
10	-	3.067±0.721 A a	0.655±0.065 B b	1.658±0.131 AB ab	4.900±0.520 BC bc	3.314±0.310 A a	3.0±0.0 A a
20	-	2.831±0.459 A a	0.652±0.063 B b	1.568±0.164 BD bc	4.619±0.501 C cd	3.464±0.316 A a	3.1±0.316 A a
30	-	2.948±0.429 A a	0.603±0.035 B b	1.540±0.074 CD cc	4.240±0.309 CD d	3.396±0.209 A a	3.0±0.0 A a
40	-	2.732±0.567 A a	0.664±0.058 B b	1.508±0.095 D cc	4.700±0.402 BC bc	3.420±0.383 A a	3.0±0.0 A a
P değeri		0.6003	0.0000	0.0183	0.0000	0.9136	0.3934
0	+	1.659±0.349 B b	0.428±0.073 C a	0.889±0.106 EF bc	5.082±0.292 B a	2.891±0.254 B a	2.4±0.516 B a
1	+	2.078±0.384 B a	0.359±0.044 CD ab	0.961±0.081 E ab	4.316±0.489 CD b	3.032±0.217 B a	2.3±0.483 BC ab
10	+	1.783±0.321 B ab	0.417±0.156 CD a	0.986±0.093 E a	4.385±0.403 CD b	2.870±0.255 B a	2.3±0.483 BC ab
20	+	1.815±0.395 B ab	0.372±0.058 CD ab	0.841±0.062 F b	4.109±0.488 DE b	2.811±0.257 B a	2.1±0.316 BC ab
30	+	1.919±0.253 B ab	0.368±0.037 CD ab	0.829±0.063 F b	3.708±0.460 EF c	3.012±0.263 B a	2.0±0.0 C b
40	+	2.070±0.487 B a	0.340±0.045 D b	0.869±0.084 EF a	3.631±0.397 F c	2.914±0.246 B a	2.0±0.0 C b
P değeri		0.0926	0.1227	0.0001	0.0000	0.3392	0.0750
TUİP değ. _(0.05)		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

-: Optimal koşullar (Üşüme stresi yok),+ Üşüme stresi uygulanmış. Aynı sütunda farklı büyük harf alan ortalamalar (tüm uygulamalar) arasındaki farklılık önemlidir ($p \leq 0.05$). Aynı sütunda farklı küçük harf alan ortalamalar (kontrol ve üşüme uygulanmış grup içi) arasındaki farklılık önemlidir ($p \leq 0.05$) Uyg: Uygulama, TUİP değ.: Tüm uygulamalar için P değeri

1-5. Skalası ile değerlendirme

Bitkilerde morfolojik olarak ortaya çıkan zararlanmanın derecesini ortaya koymak

amacıyla yapılan skala oluşturma yönteminde belirtildiği şekilde fidelere 1'den 5'e kadar puan verilmiştir.

Çizelge 2. Hıyar fidelerine yapılan melatonin uygulamalarının görsel hasar indeksi olan skala değerleri üzerine etkileri

Melatonin Uyg. (µM)	Üşüme Stresi	Skala Değeri*
0	-	1.0 g
1	-	1.0 g
10	-	1.0 g
20	-	1.0 g
30	-	1.0 g
40	-	1.0 g
0	+	3.25 a
1	+	3.16 b
10	+	2.97 c
20	+	2.95 d
30	+	2.83 e
40	+	2.75 f
P değ. _(0.05)		0.000

*Skala değeri, 1: etkilenmemiş, 2: hafif, 3: orta, 4: şiddetli, 5: ölü

Skala değerlerine bakıldığında üşüme stresinden en az etkilenen bitkilerin üşüme+40 uygulamasında olduğu görülmektedir. Bunu sırasıyla üşüme+30, üşüme+20, üşüme+10 uygulamaları izlemektedir. Morfolojik olarak en fazla zararlanma gören uygulama ise üşüme+0 uygulamasıdır (Çizelge 2).

Bitki yaprak renk analizi

Çalışmada farklı dozlarda kullanılan melatonin uygulamalarının üşüme stresi altındaki ve optimal koşullar altındaki hıyar fidelerinin yaprak renk değerleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. L* değeri Rengin parlaklığından ileri gelen değişimleri, a* değeri yeşilden kırmızıya (+ kırmızı, - yeşil), b* değeri ise sarıdan maviye (+sarı, - mavi) renk değişimini göstermektedir.

L, a, b renk değerlerindeki değişimler istatistiksel olarak önemsiz ($p < 0.05$) bulunmuştur. Croma, bir rengin aynı değerdeki renk tonu olmayan (siyah-beyaz arası) bir renkten ayırım derecesini belirleyen niteliğidir. Croma renk değeri

bakımından uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Yeşil renkli bitkilerde ölçülmüş olan Hue değerinin üzerine eklenen 180° ile bulunan sonucun x ekseninde 180° 'ye en yakın olan sonuç en koyu yeşil renkli bitkiyi ifade etmektedir. Çalışmada uygulamalar arasında Hue renk değeri bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Optimal koşullar altında uygulanan melatonin dozlarının kendi aralarındaki Hue renk değerleri arasındaki farklar önemsizdir. Aynı şekilde üşüme stresi uygulanan fidelerde melatonin dozlarının Hue renk değerinde bir farklılık oluşturmadığı görülmektedir. Fakat optimal koşullar altında yetiştirilen fideler ile üşüme stresine maruz bırakılan fidelerin Hue değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Kontrol grubu fidelerinin en yüksek Hue değerini aldığı yani koyu yeşil rengin daha yoğun olduğu görülmektedir.

Çizelge 3. Hıyar fidelerine yapılan melatonin uygulamalarının bitki yaprak renk değişimleri üzerine etkileri

Melatonin Uyg. (μ M)	Üşüme Stresi	L	A	b	Croma	Hue
0	-	40.286±1.193 A	-17.18±0.113 A	24.66±0.220 A	30.05±0.240 A	124.91±0.092 A
1	-	42.313±1.704 A	-17.33±0.378 A	26.30±2.598 A	31.54±2.345 A	123.69±1.907 A-C
10	-	41.593±0.179 A	-17.12±0.444 A	24.55±1.003 A	29.93±1.074 A	124.93±0.43 A
20	-	41.603±0.614 A	-17.596±0.545 A	25.62±1.643 A	31.09±1.441 A	124.59±0.878 A
30	-	42.323±1.706 A	-17.45±0.347 A	25.83±1.506 A	31.19±1.441 A	124.18±0.987 AB
40	-	42.1±1.777 A	-17.52±0.440 A	25.92±1.729 A	31.30±1.695 A	124.18±0.973 AB
0	+	40.18±0.607 A	-17.153±0.247 A	26.84±0.381 A	31.87±0.429 A	122.61±0.247 BC
1	+	41.2±1.773 A	-16.916±0.305 A	26.30±0.899 A	31.27±0.914 A	122.75±0.482 BC
10	+	42.04±1.014 A	-16.873±0.282 A	26.79±1.328 A	31.66±1.271 A	122.24±0.863 C
20	+	41.2±1.750 A	-16.84±0.827 A	26.97±2.168 A	31.8±2.27 A	122.037±0.825 C
30	+	41.866±0.342 A	-16.79±0.338 A	26.86±0.983 A	31.68±1.004 A	122.04±0.487 C
40	+	41.46±1.640 A	-16.97±0.328 A	26.50±1.682 A	31.41±1.65 A	122.523±1.028 BC
P değ.^(0.05)		0.5927	0.2674	0.5546	0.8502	0.0006

Aynı sütunda farklı büyük harf alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($p \leq 0.05$)

TARTIŞMA

Bitkiler aşırı soğuk, güneş ışığı, ağır metaller ve kimyasalların neden olduğu toprak kirliliği gibi olumsuz çevre koşullarında toksik çevresel stresörlerle başa çıkabilmek için melatonin üretimini teşvik etmektedir (Arnao ve Hernandez-Ruiz, 2009; Tal ve ark., 2011; Arnao ve Hernandez-Ruiz, 2013; Byeon ve ark., 2014). Bu bilgilerden yola çıkarak üşüme stresine karşı farklı dozlarda melatonin uyguladığımız bu çalışmada üşüme stresi uygulanmış bitkilerin kök ağırlıklarının dozlar arttıkça paralel bir şekilde arttığı belirlenmiştir. Tan ve ark. (2012) MEL'(melatonin)in kök sisteminin gelişmesini uyarması ile kök yenilenmesini desteklediğini belirtmiştir. Bazı çalışmalarda, melatonin tedavisi ile endojen indol-3-asetik asit (IAA) seviyeleri arasında bir ilişki kurulmuştur. Genel olarak melatonin uygulamasının, *Brassica juncea* (Chen ve ark., 2003) ve domates bitkilerinde (Wen ve ark., 2016), muamele edilmemiş bitkilerle karşılaştırıldığında endojen IAA'da hafif (1.4 ila 2.0 kat) bir artışa neden olduğu bildirilmiştir. Köklerdeki gelişimin bundan kaynaklandığı kanaati güçlenmiştir. Ayrıca farklı sürelerde (72 ve 120 saat) üşüme stresine (4 °C) bırakılmış *Arabidopsis* bitkilerine değişen konsantrasyonlarda (10-30 µM) MEL uygulaması yapılmış olup, uygulama yapılmayanlara göre taze ağırlık, kök uzunluğu ve sürgün yüksekliğinde artış görülmüştür (Bajwa ve ark., 2014).

Arnao ve Hernández-Ruiz (2018) melatoninin büyümeyi teşvik edici aktivitesinin, daha çok onun spesifik oksin benzeri rollerinden biri olduğuna değinmiştir. *Triticum*, *Hordeum*, *Avena*, *Oryza*, *Lupinus*, *Arabidopsis*, *Brassica*, *Helianthus*, *Prunus*, *Cucumis* ve *Punica*, aynı zamanda *Solanum lycopersicum*, *Glycine max* ve *Zea mays* bitkilerinde yapılan farklı birçok çalışmada, melatoninin toprak üstü bölümlerinde ve ayrıca köklerde de büyümeyi teşvik ettiği belirtilmiştir (Arnao ve Hernández-Ruiz, 2018). Yine melatonin, *Lupinus*, *Phalaris*,

Triticum, *Hordeum*, *Arabidopsis* ve *Cucumis*'in toprak üstü dokularındaki kontrol bitkilerine kıyasla büyümede 3-4 kat artış ve diğerlerinde daha az belirgin bir artışa neden olmuştur (Arnao ve Hernández-Ruiz, 2017). Daha yakın zamanlarda yapılan çalışmalarda, pirinç (Han ve ark., 2017), biber (Korkmaz ve ark., 2017), çok yıllık çim (Zhang ve ark., 2017), hıyar (Zhang ve ark., 2017), mercimek ve fasulyede (Aguilera ve ark., 2015) bitkilerinde melatoninin büyüme destekleyici aktivitesi tanımlanmıştır.

Bitki gelişim parametreleri dikkate alınarak genel bir değerlendirme yapıldığında üşüme stresi ve 30 ve 40 µM melatonin uygulanan bitkilerin metabolik aktiviteyi kontrol altında tutabilmek için bitki büyümesini sınırladığı hususu dikkati çekmektedir.

Üşüme stresine maruz kalmış hıyar fidelerin stresten etkilenme durumunu gösteren skala değerleri değerlendirildiğinde ise bitkilerde orta seviyede üşüme hasarı meydana geldiği tespit edilmiştir. Hiç melatonin uygulanmamış bitkiler en yüksek skala değerine sahip olmuşlar ve bu fidelerde yaprak kıvrılmaları, solgunluk, damarlar arası renk açılmaları ve nekrotik hasarın başladığı, buna karşılık yapraktan yapılan melatonin uygulamalarının görsel hasarın azaltılmasında etkili olduğu ve en az görsel hasarın 40 µM melatonin uygulamasında olduğu gözlemlenmiştir. Nitekim Korkmaz ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada üşüme stresine maruz kalmış biber bitkilerinde farklı dozlarda yapılan melatonin uygulamalarının görsel hasar indeksini düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Melatonin dozunun artmasına paralel olarak görsel hasarın azaldığını bildirmişlerdir.

Üşüme stresi öncesi ve optimal koşullar altındaki fidelere uygulanan melatonin dozları fidelerin L*, a, b ve croma renk değerindeki değişimleri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Optimal koşullar altında yetiştirilen fideler ile üşüme stresine maruz bırakılan fidelerin Hue değerleri bakımından ise farklılığın istatistiksel

olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Üşüme stresi uygulanan fidelerde melatonin dozlarının Hue renk değerinde bir farklılık oluşturmadığı görülmektedir. Kontrol grubu fidelerinin en yüksek Hue değerini aldığı yani koyu yeşil rengin daha yoğun olduğu görülmektedir. Solak (2016), kıvırcık salatalarda elde edilen hue değerlerini diğer çalışmalarla karşılaştırdığında, değerlerin değişkenliğinin iklim ve toprak faktörlerinden ileri geldiğine değinmiştir. Yaptığımız uygulamalarda ölçülen Hue değerlerinin; Solak (2016)'ın, değerlerinden düşük fakat Tuğa ve Üzal (2018)'nin yaptıkları çalışmadaki L*, a*, b* ve hue değerleri sonuçlarına yakın sonuçlar çıktığı görülmektedir.

SONUÇ

Kültür sebzelerinde düşük ışık ve düşük sıcaklık şartlarında maksimum ürünü alabilmek için üstün çeşit geliştirilmesinin yanında farklı uygulamalarla olumsuz şartlara karşı bitkinin savunma sistemlerinin geliştirilmesi çalışmalarının yapılması oldukça önemlidir. Bitki gelişim parametreleri değerlendirildiğinde, üşüme stresi uygulanan bitkilerden 30 ve 40 µM melatonin uygulanan bitkilerin bitki büyümesini sınırlandırdığı belirlenmiştir. Ayrıca hiç melatonin uygulanmamış bitkiler en yüksek skala değerine sahip olurken, buna karşılık yapılan melatonin uygulamalarının görsel hasarın azaltılmasında etkili olduğu ve en az görsel hasarın 40 µM melatonin uygulamasında olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma sonunda yapılan gözlemler ve elde edilen veriler doğrultusunda, tarımsal üretimde dışarıdan melatonin uygulamalarının özellikle domates, hıyar ve biber gibi örtü altında turfanda yetiştiriciliği yapılan soğuğa karşı duyarlı olan türlerde çok büyük önem arz ettiği ve bitkisel üretimi önemli ölçüde artırabileceği görülmüştür. Cucurbitacea familyasına ait olan ve ülkemizde önemli ölçüde turfanda ve yazlık olarak yetiştirilen hıyar bitkisine üşüme stresi öncesinde melatonin uygulamalarının özellikle kök

sisteminin gelişmesini uyarması ve kök yenilenmesini sağlamasına ve oksidatif strese karşı klorofil koruması sebebiyle bitkinin yaprak rengine olumlu etkisinin olduğu sonucuna varılmıştır. Melatonin uygulamalarının üşüme stresinin yol açtığı zararlı etkilerin azaltılmasında olumlu etki yapabilecek fizyolojik etkili bir yardımcı uygulama olabileceği düşünülmektedir.

AÇIKLAMA

Bu makale Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından desteklenen (Proje no: FYL-2019-7945) yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Destekleri için teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2020. <http://tarimsalistic.com/tr-TR/Sayfa/hiyar-yetistiriciligi>. (Erişim tarihi 12.05.2020).
- Arnao, M.B. 2014. Phytomelatonin: Discovery, Content, and Role in Plants. *Advances in Botany*, e815769. doi:10.1155/2014/815769.
- Arnao, M.B., Hernández-Ruiz, J. 2018. Melatonin in its relationship to plant hormones. *Ann. Bot.*, 121: 195–207.
- Arnao, M.B., Hernandez-Ruiz J. 2009. Protective Effect of melatonin Against Chlorophyll Degradation During the Senescence of Barley Leaves. *Journal of Pineal Research*, 46(1): 58-63.
- Arnao, M.B., Hernandez-Ruiz, J. 2013. Growth conditions determine different melatonin levels in *Lupinus albus* L. *Journal of Pineal Research*, 55: 149–155. 136.
- Arnao, M.B., Hernandez-Ruiz, J. 2017. Growth activity rooting capacity and tropism: three auxinic precepts fulfilled by melatonin. *Acta Physiol Plant* 39127.
- Aguilera, Y., Herrera, T., Liébana, R. 2015. Impact of melatonin enrichment during germination of legumes on bioactive compounds and antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63: 7967–7974.

- Bajwa, V.S., Shukla, M.R., Sherif, S.M., Murch, S.J., Saxena, P.K. 2014. Role of melatonin in alleviating cold stress in *Arabidopsis thaliana*. *Journal of Pineal Research*, 56: 238–245.
- Batu, A., Thompson, A.K., Ghafir, S.A.M., Rahman, N.A.A. 1997. Minolta ve hunter renk ölçüm aletleri ile domates, elma ve muzun renk değerlerinin karşılaştırılması, *Gıda*, 22(4): 301-307.
- Byeon, Y., Park, S., Yool, Lee, H., Kim, Y.K., Back, K. 2014. Elevated production of melatonin in transgenic rice seeds expressing rice tryptophan decarboxylase. *Journal Pineal Research*; 56: 275–282.
- Chen, G., Huo, Y., Tan, D.X., Liang, Z., Zhang, W., Zhang, Y. 2003. Melatonin in Chinese Medicinal Herbs., 73: 19–26.
- Dubbels, R., Reiter, R.J., Klenke, E., Goebel, A., Schnakenberg, E., Ehlers, C. 1995. Melatonin in edible plants identified by radioimmunoassay and by high performance liquid chromatography mass spectrometry. *Journal of Pineal Research*, 18: 28–31.
- Hattori, A., Migitaka, H., Masayaki, I., Itoh, M., Yamamoto, K., Ohtani-Kaneko, R., Hara, M., Suzuki, T., Reiter, R.J. 1995. Identification of melatonin in plant seed and its effects on plasma melatonin levels and binding to melatonin receptors in vertebrates. *International Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 35: 627–634.
- Han, Q.H., Huang, B., Ding, C.B. 2017. Effects of melatonin on anti-oxidative systems and Photosystem II in cold-stressed rice seedlings. *Frontiers in Plant Science*, 8: 785.
- Korkmaz, A., Değer, Ö., Cuci, Y. 2014. Profiling the melatonin content in organs of the pepper plant during different growth stages. *Scientia Horticulturae*, 172: 242–247.
- Korkmaz, A. 2002. Amelioration of chilling injuries in watermelon seedlings by abscisic acid. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 26: 17-20.
- Korkmaz, A., Demir, Ö., Kocaçınar, F., Yakup, 2016. Biber fidelerinde yapraktan yapılan melatonin uygulamalarıyla üşüme stresine karşı toleransın artırılması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 19(3): 348-354.
- Korkmaz, A., Karaca, A., Kocaçınar, F., Cuci, Y. 2017. The effect of seed treatment with melatonin on germination and emergence performance of pepper seeds under chilling stress. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 23(2): 167-176.
- Lerner, A.B., Case, J.D., Takahashi, Y. 1958. Isolation of melatonin, a pineal factor that lightness melanocytes. *Journal of American Chemical Society*, 80: 2587-2591.
- Li, C., Wang, P., Wei, 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: 298-306.
- Liu, J., Wang, W., Wang, L., Sun, Y. 2015. Exogenous melatonin improves seedling health index and drought tolerance in tomato. *Plant Growth Regulation*, 77: 317–326.
- Posmyk, M.M., Janas, K.M. 2009. Melatonin in plants. *Acta Physiologia Plantarum*, 31: 1–11.
- Reiter, R.J. 1991. Pineal melatonin: cell biology of its physiological interactions. *Endocrine Reviews*, 12: 151–181.
- Reiter, R.J., Tan, D.X., Zhou, Z., Cruz, M.H.C, Fuentes-Broto, L, Galano, A. 2015. Phytomelatonin: assisting plants to survive and thrive. *Molecules*, 20: 7396-7437.
- Solak, F.T. 2016. Çanakkale şartlarında tarla ve tünel altında kıvırcık salata (*Lactuca sativa* var. *crispa*) yetiştirme olanakları. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Tal, O., Haim, A., Harel, O., Gerchman, Y. 2011. Melatonin as an antioxidant and its semi-lunar rhythm in green macroalga *ulvasp*. *Journal of Experimental Botany*, 62: 1903–1910.

- Tan, D.X., Hardeland, R., Manchester, L.C., Korkmaz, A., Ma, S., Rosales-Corral, S., Reiter, R.J. 2012. Functional roles of melatonin in plants, and perspectives in nutritional and agricultural science. *Journal of Experimental Botany*, 63: 577-597.
- Tuğ̃a, H., Üzal, Ö. 2018. Bazı organik materyallerin kıvırcık yaprak salata (*Lactuca sativa* var. *Crispa*)'nın morfolojik özellikleri üzerine etkisinin araştırılması. II. International Scientific and Vocational Studies Congress (Bilmes 2018), Nevşehir, Turkey, pp.1177-1181.
- Xu, S.C., Li, Y.P., Hu, J., Guan, Y.J., Ma, W.G., Zheng, Y.Y., Zhu, S.J. 2010. Responses of antioxidant enzymes to chilling stress in tobacco seedlings. *Agricultural Sciences in China*, 9: 1594-1601.
- Wen, D., Gong, B., Sun, S. 2016. Promoting roles of melatonin in adventitious root development of *Solanum lycopersicum* L. by regulating auxin and nitric oxide signaling. *Frontiers in Plant Science*, 7: 718.
- Zhang, R., Sun, Y., Liu, Z., Jin, W., Sun, Y. 2017. Effects of melatonin on seedling growth, mineral nutrition, and nitrogen metabolism in cucumber under nitrate stress. *Journal of Pineal Research* 62: e12403.
- Zorlugenç, F.K., Fenercioğlu, H. 2012. Ozmotik dehidrasyon uygulamasının trabzon hurması meyvelerinin kuruma davranışı ve ürün kalitesi üzerine etkileri. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 28(5): 149-159.