

Araştırma Makalesi
Research Article**Melatonin'in Pasifik Beyaz Karidesi, *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931)'nin Kabuk Değişimi, Büyüme ve Et Kompozisyonu Üzerine Etkileri**Mehmet YILDIRIM¹, Mevlüt AKTAŞ^{2*}¹Veteriner Sınır Kontrol Noktası Müdürlüğü, İskenderun Limanı 31200 İskenderun, Hatay, Türkiye.²İskenderun Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü 31200 İskenderun, Hatay, Türkiye.

*Sorumlu yazar tel: +90 326 614 16 93

Geliş Tarihi: 26.04.2016

E-posta: mevlut.aktas@iste.edu.tr

Kabul Tarihi: 06.05.2016

Öz

Bu çalışmada 0, 1, 3 ve 5 mg/kg düzeyinde yemlere ilave edilen melatonin'in *L. vannamei* juvenillerinin büyüme, yaşama, yem değerlendirme, kabuk değiştirme ve vücut madde bileşenleri üzerine etkisi araştırılmıştır. 1 m çapa ve 1,2 m yüksekliğe sahip tanklara 1,36±0,11 g ortalama ağırlığa sahip *L. vannamei* yavrularından 25 adet stoklanmış ve deneme 3 tekrerrürlü olacak şekilde kurgulanmıştır. 120 gün süren araştırma sonunda yaşama oranının % 59-60 arasında değiştiği belirlenmiştir. 1 mg/kg düzeyinde melatonin katkılı yemlerle beslenen karideslerin ortalama canlı ağırlık kazancı, dönemsel canlı ağırlık kazancı, günlük canlı ağırlık kazancı kontrol grubu ile benzer bulunurken (P>0,05), kabuk değiştirme sayıları ve yem değerlendirme oranları ise daha iyi bulunmuştur (P<0,05). Özellikle yüksek düzeyde melatonin katkılı gruplarda yağ oranı daha düşük bulunmuştur (P<0,05). Sonuç olarak; yemlere 1 mg/kg düzeyinde melatonin ilavesinin kabuk değişimini uyardığı, ancak büyümenin uyarılması konusunda net bir sonuç ortaya çıkmadığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hormon, karides, kabuk değişimi, yetiştiricilik, et kompozisyonu.**Abstract****The Effects of Melatonin on Molting, Growth and Body Composition of Pacific White Shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931)**

The effects of melatonin added in diet as 0, 1, 3 and 5 mg/kg on molting, growth and body composition were investigated. 25 individual juvenile *L. vannamei* with an average weight of 1,36 g were stocked into the 1 ton capacity fiberglass tanks which have 1m diameter and 1.20 m height. Experiment were designed as three replicated. Survival rate changed between 59 and 60% (P>0.05) in the groups at the end of the study that lasted for 120 days. Daily weight gain, average weight gain, specific growth rate of the control group was similar with the 1 mg/kg melatonin groups. Number of molting and food conservation rate of 1 mg/kg melatonin were better than the other groups (P<0.05). Lipid level decreased as melatonin rate increased in the diet (P<0.05). As a result; it was found that 1 mg/kg melatonin addition to the shrimp diet induced molting. On the other hand, the effects of melatonin on growth were unclear.

Keywords: Hormone, shrimp, moulting, culture, meat composition.**Giriş**

Hormonlar endokrin (iç salgı) bezler tarafından salgılanıp, kan dolaşımı ile belirli organlara taşınarak çeşitli tepkimelerin

denetiminde görev alan kimyasal habercilerdir. Bunlar, hücre zarının geçirgenliğine etki ederek bir tür taşıyıcılık ve enzimleri uyarıcı

etki yaparlar (Baysal, 2002).

Krustaselerde büyümenin en önemli göstergelerinden birisi kabuk değişimidir. Kabuk değişimi peptitler, ecdysteroidler ve terpenoid hormonların dolaşımı ile düzenlenmektedir. Gözsaplarında bulunan X-organ ve sinüs bezi kompleksi ile Y-organ kabuk değişimini ve gonad gelişimini düzenleyen birçok peptit hormonun üretildiği yerlerdir. Melatoninin krustaselerde üreme ve glukoz devamlılığının sürdürülmesi üzerine fizyolojik etkileri hakkında çok sayıda çalışma (Fingerman, 1997; Tilden vd., 2001; Reddy ve Pushpalatha, 2007; Tinikul vd., 2008) olmasına rağmen, kabuk değişimi ve büyüme üzerine etkileri ile ilgili çalışmalar sınırlıdır. Sainath ve Reddy (2010), tatlı su yengeci *Oziotelphusa senex senex* ile yaptıkları çalışmalarında; melatonin ve serotonin enjeksiyonunun etkilerini araştırmışlar, melatonin hormonunun krustaselerde kabuk değişimini uyardığı ve dolayısıyla krustaselerde büyümenin bu hormon ile direkt bağlantılı olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Pasifik beyaz karidesi, *L. vannamei* dünya genelinde yetiştiriciliği yapılan en önemli karides türlerinden birisidir. Günümüzde 30 ülkeden daha fazla yerde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Toplam karides yetiştiriciliğinin % 72'sine yakın bir kısmını bu türün yetiştiriciliği oluşturmaktadır (FAO, 2014).

Bu çalışmada, birçok balık ve krustase türünde yem alımı, büyüme, üreme, gece-gündüz ritmi ve davranış üzerine etkileri yoğun olarak araştırılmış olan, melatonin hormonunun Pasifik beyaz karidesi, *L. vannamei*'de kabuk değişimi, büyüme ve et kompozisyonu üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Metot

Bu çalışma İskenderun Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakül-

tesi'nin İskenderun yerleşkesinde bulunan Deniz ve Tatlısu Araştırma Birimi'nde yürütülmüştür. Araştırma 18 Kasım 2012 tarihinde başlamış ve 30 Mart 2013 tarihinde bitirilmiştir. Araştırmada denizden pompa yardımı ile alınan, birimdeki 16 ton kapasiteli depo tankında dinlendirilen, sırasıyla kum filtresi, 20, 10, 5 ve 1µm göz açıklığına sahip kartuş filtrelerden geçirilerek, tüm tanklara dağıtılan, %38±1 tuzluluğa sahip deniz suyu kullanılmıştır.

Tanklar 24 saat süre ile merkezi sistemle çalışan ve kuru hava üfleyen pompa ile havalandırılmıştır. Tanklarda günlük su hacminin %100'ü (0,75 L/dakika) değişecek şekilde akış sağlanmıştır. Deniz suyunun tuzluluk, oksijen içeriği ve sıcaklığının ölçülmesinde arazi tipi YSI marka salinometre ve oksijenmetre, tanklarda su sıcaklığının uygun düzeyde tutulmasında 150 watt'lık termostatlı akvaryum ısıtıcıları ve karideslerin yakalanmasında 2 mm göz açıklığına sahip kepeçler kullanılmıştır.

Araştırmada kullanılan karidesler Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi'nden temin edilmiş ve deneme başlamadan evvel 1 hafta süre ile yeni ortamlarına alıştırmışlardır. Yem olarak ortalama 100 -1000 µm büyüklüğünde ve %54 protein içeriğine sahip yem (Inve Aquaculture Nutrition) kullanılmıştır. Melatonin olarak %98'lik toz N-Acetyl-5-methoxytryptamine ($C_{13}H_{16}N_2O_2$, Sigma, -Aldrich, Switserland) kullanılmıştır.

Ortalama ağırlığı $1,36\pm 0,11$ g olan karideslerden 12 adet tanka 25 adet stoklanmış, üç tekerrürlü 4 grup; (Kontrol, 1mg/kg (melatonin/yem), 3 mg/kg ve 5 mg/kg) oluşturulmuştur. Karideslerin dışarıya atmasını engellemek, oluşabilecek stresi ve ışık girişini azaltmak amacıyla üzerleri poliüretan kapaklar ile örtülmüştür. Örneklemelerde ağırlıkların ölçülmesi esnasında karideslerin üzerinde bulunan fazla suyun alınmasında havlu peçete, ağırlık ölçülmesinde (SBA 53, Max.100 g, d=0.001 gram) hassas teraziden

faydalanılmıştır. Yemlerin saklanması buz-dolabı, örneklerin saklanması -80°C özellikli soğutucudan yararlanılmıştır.

Yemlerin Hazırlanması: Yeteri miktarda tartılan yem üzerine distile su ilave edilerek macun veya hamur kıvamına getirilmiştir. Elde edilen macun kıvamındaki yem materyali 1mm çaplı kıyma makinasından geçirilerek pelet haline getirilmiştir. Bu yem kontrol grubu karideslerinin yemi olup, herhangi bir katkı maddesi içermemektedir. 1 mg, 3 mg ve 5 mg/kg melatonin grupları (melatonin hormonu katkılı) için yem ve hormon ayrı ayrı tartılmıştır. Tartımı yapılan hormon üzerine etil alkol ilave edilerek hormonun çözünmesi sağlanmış, 1, 3 ve 5 mg/kg yem dozajı ayarlandıktan sonra, her grup için özel olarak tartılmış olan yem üzerine ilave edilmiştir. Yeme yeteri kadar distile su ilavesi ile hamur kıvamına getirilerek kıyma makinasından geçirilmiştir. Elde edilen pelet yemler 35-40°C sıcaklığa sahip kapalı ortamda kurutulduktan sonra +4°C de muhafaza edilmiştir. Melatonin'in ışığa maruz kalarak özelliğini kaybetmemesi için yemler haftalık olarak hazırlanmış ve buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Yemleme günde 3 öğün olacak şekilde sabah 08⁰⁰, 15⁰⁰ ve 19⁰⁰da yapılmıştır. Yemin büyük çoğunluğu saat 19⁰⁰ da olacak şekilde tanklara verilmiştir. Yem miktarı biyomasa göre ayarlanmıştır. Yemleme oranı deneme başlangıcında vücut ağırlığının %12'si olacak şekilde başlatılmış ve deneme sonuna kadar %4'e düşürülmüştür (Villalon, 1991). Deneme süresince tüm tanklarda 2 gün aralıklarla sifonlama yapılarak yem kalıntıları, dışkı atıkları uzaklaştırılmış, kabuklar tek tek sayılmıştır.

Denemenin başlangıcında ve sonunda karides etlerindeki temel besin maddelerinin

belirlenmesi amacıyla her tanktan tesadüf olarak 5 adet örnek alınmıştır. Tüm vücut madde bileşenleri AOAC (1997)'ye göre analiz edilmiş, nem 24 saat 105°C de fırında kurularak, ham protein Kjeldahl metodu, toplam lipid konsantrasyonu ise Bligh ve Dyer (1959)'e göre yapılmıştır. Büyüme parametreleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (Lee vd., 2004).

Büyüme Parametrelerinin Hesaplanması

Canlı Ağırlık Kazancı: CAK (g) = Canlı ağırlık son - Canlı ağırlık başlangıç (CA_s-CA_b)

Spesifik Büyüme Oranı % SBO=100 x (ln CA_s-lnCA_b)/t

CA_s: Son ağırlık ortalaması, CA_b: Başlangıç canlı ağırlık ortalaması, ln: e tabanına göre logaritma, t: zaman

Ortalama Kabuk Değişimi Sayısı: Tanklardan toplanan kabuk sayılarının toplamı alınarak, grupların ortalama kabuk değişim sayıları hesaplanmıştır.

Yaşama Oranı YO=(Ns/Nb) x100; Deneme sonundaki karides sayısının başlangıçtaki karides sayısına oranı (N: karides sayısı)

Yem Değerlendirme Oranı (YDO)= Verilen Yem Miktarı (g) / Ağırlık Kazancı (g)

İstatistiksel hesaplamalar

Bu araştırmada; denemeler sonunda elde edilen veriler normalite ve homojenlikleri kontrol edildikten sonra SPSS paket programı, Oneway ANOVA (SPSS 9,05 for Windows) kullanılarak analiz edilmiştir. Önemli farklılıkların olduğu durumlarda ortalamalar Duncan (n sayıları eşit olduğu durumda) ya da Scheffe's (n sayıları eşit olmadığı durumda) çoklu karşılaştırma testleri ile karşılaştırılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar 0.05 önem düzeyinde test edilmiştir.

Tablo 1. Farklı dozajlarda melatonin hormonu ilaveli yemlerle beslenen *L. vannamei* juvenillerinin 120 günlük yetiştiricilik sonunda göstermiş oldukları büyüme performansları ve kabuk değişirme sayıları

Büyüme Parametreleri	Gruplar			
	Kontrol	1 mg/kg	3mg /kg	5 mg/kg
B.A.	1,43±0,11 ^a	1,43±0,11 ^a	1,39±0,10 ^a	1,41±0,09 ^a
C.A.O	10,18±1,85 ^a	10,07±0,82 ^a	8,13±1,99 ^b	6,07±0,81 ^c
C.A.K.	8,75±0,53 ^a	8,64±0,69 ^a	6,73±0,56 ^b	4,66±0,05 ^c
G.C.A.K.	0,077±0,07 ^a	0,072±0,058 ^a	0,056±0,046 ^b	0,038±0,005 ^c
Y.O.	60±00 ^a	60±4,00 ^a	60±8,00 ^a	56±00 ^a
Y.D.O.	1,64 ± 0,01 ^a	1,63±0,09 ^a	1,47±0,08 ^b	1,22±0,04 ^c
K.D.S	204	252	180	164

*Satırlarda üstel olarak verilen farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade etmektedir. Her değer ortalama ağırlık (g) ± standart sapmayı göstermektedir. B.A: Başlangıç Ağırlığı, CAO: Canlı Ağırlık Ortalaması, C.A.K: Canlı Ağırlık Kazancı, G.C.A.K: Günlük Canlı Ağırlık Kazancı, Y.O: Yaşama Oranı, Y.D.O: Yem Değerlendirme Oranı, K.D.S: Kabuk Değişim Sayısı

Bulgular

Araştırma süresince tüm deneme grupları tanklarında günlük olarak ölçümü alınan su sıcaklığı ortalaması 22±2 °C'dir. Kullanılan deniz suyu tuzluluğu deneme sürecinde %38±1 olarak ölçülmüştür. Deneme süresince oksijen değerleri ise minimum 5,50 maksimum 6,5 mg/L arasında değişim göstermiştir. Su parametrelerinin araştırma grupları arasında farklılık göstermediği belirlenmiştir (P>0,05).

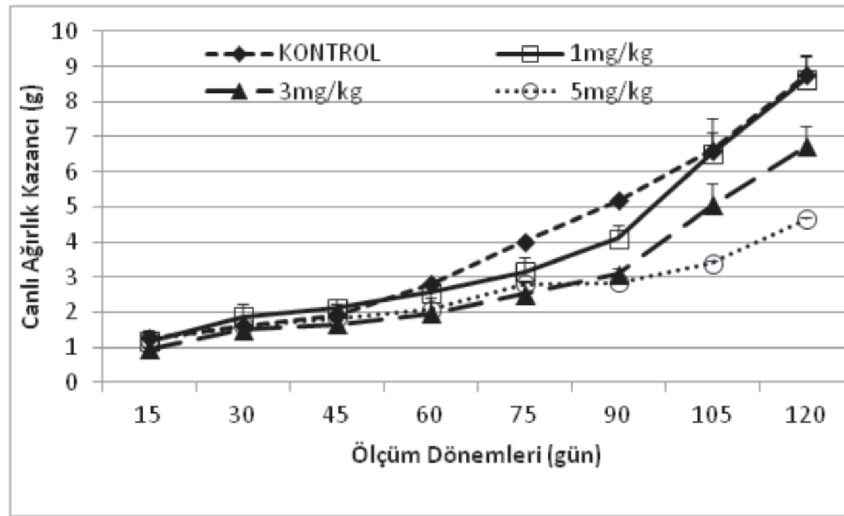
Araştırma gruplarından ölçüm değerlerine göre 120 gün sonunda elde edilen Canlı Ağırlık Ortalamaları (CAO), Canlı Ağırlık Kazançları (CAK), Günlük Canlı Ağırlık Kazançları (GCAK), Yem Değerlendirme oranı, Spesifik Büyüme Oranları, Toplam Kabuk Değişimi ve Yaşama Oranları Tablo 1'de verilmiştir.

Melatonin hormonunun büyüme parametreleri üzerine etkisi net olarak bulunamamıştır. Kontrol grubu karideslerinin büyüme

parametreleri ile ilgili tüm değerleri daha iyi bulunmuş ve melatonin hormonunun artan dozajına bağlı olarak büyüme parametreleri negatif bir seyir izlemiştir. Final ölçümüne göre kontrol ve 1 mg/kg grubu CAK sonuçları sırasıyla 8,75±0,53 g ve 8,64±0,69 g olarak gerçekleşmiştir. Her iki grup arasında istatistiki olarak fark anlamlı bulunmamıştır (P>0,05).

Diğer yandan kontrol ve 1 mg/kg grubu, 3 mg/kg ve 5 mg/kg melatonin ilaveli yemlerle beslenen gruplardan istatistiki olarak farklı bulunmuştur (P<0,05). Diğer büyüme parametreleri de benzer bir durum sergilemişlerdir (Tablo 1, Şekil 1).

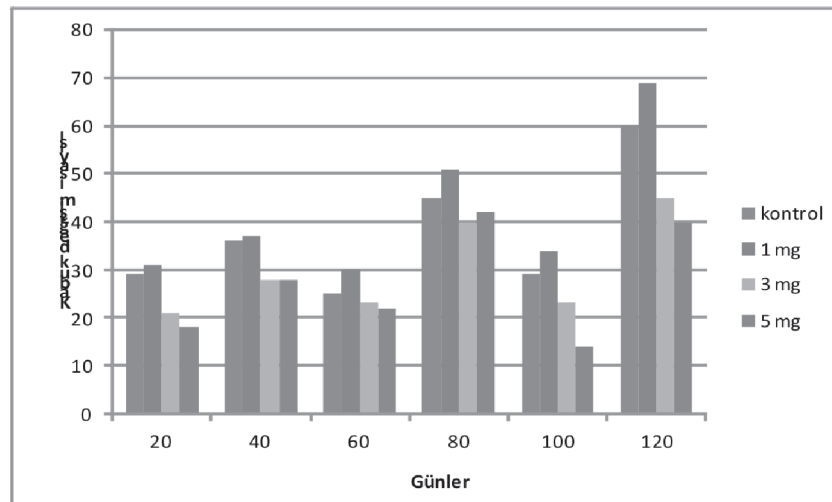
Tüm vücut madde bileşenleri ham protein, ham kül ve kuru madde yönünden değerlendirildiğinde gruplar arasında istatistiki anlamda farklılık bulunmamıştır (Tablo 2, P>0,05). Tüm vücut madde bileşenlerinden ham yağ oranı gruplar arasında istatistiki anlamda farklılık göstermiştir (P<0,05).



Şekil 1. Farklı düzeylerde melatonin içeren yemlerle beslenen *L. vannamei* juvenillerinin ölçüm dönemlerine göre ortalama canlı ağırlık kazançları.

Tablo 2. Farklı düzeylerde melatonin içeren yemlerle beslenen *L. vannamei* juvenillerinin vücut besin madde bileşenleri

%	Gruplar				
	Başlangıç	Kontrol	1 mg/kg	3 mg/kg	5 mg/kg
Ham Protein	20,24±0,36 ^a	21,03±1,04 ^a	20,13±0,44 ^a	20,50±0,49 ^a	20,65±0,34 ^a
Ham Yağ	1,54±0,025 ^a	1,52±0,11 ^a	1,51±0,045 ^a	1,37±0,05 ^b	1,27±0,032 ^b
Ham Kül	1,65±0,095 ^a	1,70±0,068 ^a	1,73±0,095 ^a	1,69±0,04 ^a	1,64±0,051 ^a
Kuru Madde	23,79±0,3 ^a	23,78±0,21 ^a	23,58±0,38 ^a	23,33±0,2 ^a	23,84±0,25 ^a



Şekil 2. Farklı düzeylerde melatonin destekli yemlerle beslenen karideslerde dönemsel kabuk değişim sayıları.

Dönemsel ve toplam kabuk değiştirme sayıları sonuçlarına göre (Şekil 2); en fazla kabuk değiştiren grup 1 mg/kg melatonin destekli yemlerle beslenen grup olup, araştırma süresince 252 adet kabuk değiştirmişlerdir. Bu grubu sırasıyla kontrol grubu 230 adet, 3 mg/kg grubu 182 adet ve 5mg/kg melatonin dozajı 164 adet kabuk değişimi ile izlemişlerdir.

Toplam kabuk değişim sayıları bireysel olarak değerlendirildiğinde; araştırma boyunca 1 mg/kg melatonin destekli yemle beslenen karideslerin ortalama 10,08 adet kabuk değiştirdikleri, kontrol grubunda 9,2 defa; 3 mg/kg melatonin takviyesinde 7,28 defa ve 5 mg/kg melatonin ilaveli yemle beslenenlerde 6,56 kez kabuk değiştirdikleri belirlenmiştir.

Tartışma

Bu araştırma melatoninin *L. vannamei*'nin büyüme, gelişme, kabuk değişimi üzerine etkilerinin araştırıldığı ilk çalışmadır. Yemlere ilave edilerek verilen melatonin hormonunun büyüme ve gelişme üzerine etkisi net görülmüştür. Tablo 1'de görüldüğü gibi yetiştiricilik sonunda büyüme parametreleri, yem değerlendirme oranı, kabuk değişimi gibi tüm parametrelerde en iyi performans kontrol ve 1mg/kg grubuna ait karideslerde görülmüştür. Uygulama yapılan 3 ve 5 mg/kg dozajları ise büyüme parametreleri üzerine istatistiki olarak kontrol ve 1 mg/kg melatonin grubundan da olumsuz sonuçlar üretmiştir. Bu durum aşırı dozda melatonin kullanımının zararlı etkileri olarak ortaya çıkmış olabilir. Etkili dozajın mevcut çalışmamızda 0-1 mg/kg arasında olabileceği görülmektedir.

Singh vd. (2012) tilapyalarda 25µg/L dozajında yetiştirme suyuna sürekli 3 hafta melatonin ilavesinin, altın balıklarda 10 µg/g dozajının (Lopez vd., 2006; De Pedro vd., 2008) somatik ve gonadal büyümeyi engellediğini bildirmişlerdir. Bu durum mevcut çalış-

mamızda yüksek dozlarda büyüme parametrelerinin kontrol grubundan kötü olmasının nedenini açıklayabilir.

Literatürde dekapod krustaselerde biyojenik aminlerin varlığını bildiren oldukça çok sayıda çalışma vardır (Fingerman, 1997). Ancak; bu çalışmaların çok az bir kısmı bu tür hormonların fizyolojik rolleri konusu üzerine odaklanmıştır. Yapılan araştırmalar melatoninin beyin-hipofiz ve gonadlar ekseninde etkiye sahip olarak üremede, somatofik olarak ise iştah, besin alımı, büyüme ve davranış gibi fonksiyonlarda etkileri belirlenmiştir (Fingerman, 1997; Tilden vd., 2001; Reddy ve Pushpalatha, 2007; Tinikul vd., 2008; Sainath ve Reddy, 2010; Lombardo vd., 2012).

Kullanılan dozajların belirlenmesinde Sainath ve Reddy (2010)'nin yengeçlerde, Singh vd. (2012)'nin tilapyalarda uyguladıkları dozaj dikkate alınmıştır. Literatürde üreme çalışmalarında kullanılan dozaj 25 µg/100 g aralığındadır (Maitra vd., 2005). Mevcut araştırma sonucuna göre 0 ve 1 mg/kg düzeyinde melatonin katkılı yemler 3 ve 5 mg/kg düzeyinde melatonin katkılı yemlerden daha iyi bulunmuştur. Bu anlamda etkin olabilecek dozun 0-1 mg/kg yem olduğunu söylemek mümkün gözükmemektedir. 1mg/kg melatonin dozajına sahip yemlerle beslenen karideslerde kabuk değiştirme sıklığının arttığını da görebiliriz. Toplam 252 kabuk değiştiren 1 mg/kg grubu karidesleri kontrol grubu ile en iyi büyüme parametrelerine sahip grup olmuştur. Sainath ve Reddy (2010) *O. senex senex* adlı yengeçte melatonin enjeksiyonunun kabuk değişimini doğrudan etkilediğini bildirmiştir. Mevcut çalışmamız da bu durumun karideslerde de geçerli olduğunu göstermekte ve yetiştiricilik süresince Melatonin destekli yemlerle beslenen karideslerin hemolenfi içerisinde kabuk değişimini engelleyen hormonun (MIH, molt inhibiting hormone) seviyesinin azaldığını göstermektedir.

Melatonin hormonunun özellikle 1mg / kg dozajında kabuk değişimini tetiklediği görülürken aynı etkinin büyüme parametreleri üzerinde görülmediği belirlenmiştir. Bunun nedenleri arasında yem kalitesinin düşük olması, denemelerin yürütüldüğü dönemdeki düşük su sıcaklığı veya melatoninin kabuk değişim sıklığını arttırması neticesinde yeni kabuk oluşumu için karideslerin çok fazla enerji harcaması sayılabilir.

Bu çalışmada farklı düzeylerde melatonin katkılı yemlerin vücut besin madde bileşenleri üzerine istatistiki anlamda etkisi görülmemiştir.

Vücut besin madde bileşenlerinden yağ analizi sonuçlarına göre yüksek düzeyde melatonin gruplarında yağ oranı düşük çıkmıştır ($P<0,05$). Somatik ve gonadal büyüme üzerine melatoninin uyarıcı veya engelleyici etkilerinin mevsimlere, günün saatlerine, türe, türün cinsel olgunluk durumuna göre değişiklik gösterebileceği bildirilmektedir (Sokolowaska vd., 2004). Karanlık hormonu olarak adlandırılan Melatoninin etkisini anlaşılabilmesi için gelecekte yapılacak çalışmalarda yemleme planının günün tüm saatleri göz önüne alınarak gece de yapılması önerilebilir.

Balıklarda ve diğer bazı canlılarda mevsimsel ve fotoperiyodik olarak beyin-hipofiz-gonad ekseninde üremenin kontrol edilmesinde; somatik olarak ise mevcut çalışmamızda da gösterildiği gibi iştah, açlık, besin alımı, davranış üzerine etkisi gözükmektedir. Bu çalışmada melatonin konsantrasyonunun artması ortalama ağırlık kazancını olumsuz etkilemiştir. Kullanılan en düşük dozaj olan 1mg/kg grubu karidesleri ise özellikle deneme süresinin sonuna doğru daha hızlı bir gelişim göstermiş ve kontrol grubu karideslerini ağırlıkça yakalamıştır. Bu sonuçlar dikkate alınarak gelecekte melatonin ile

yapılacak çalışmalarda spesifik olarak türlere özgü dozajların araştırılması, kanibalizm, yem tüketimi, territorial davranış üzerine etkileri ve uygulama yolları üzerinde durulması gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Komisyonu tarafından desteklenmiştir (Proje no:1204DO103). Çalışmanın yürütülmesinde emekleri geçen Prof. Dr. M. Ayçe Genç ve Doç. Dr. Yasemin Bircan Yıldırım'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- AOAC, 1997. Official Methods of Analysis. 20th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Baysal, A. 2002. Beslenme, 9. Baskı, Hatiboğlu Yayınevi, Ankara, 2002.
- Bligh, E. G. ve Dyer, W. J. 1959. A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification, Can. J. Biochem. Physiol. 37, 911-917.
- FAO, 2014. Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service. Food and Agriculture Organization, Roma.
- De Pedro, N., Martinez-Alvarez, R. ve Delgado, M. J. 2008. Melatonin reduces body weight in goldfish (*Carassius auratus*): effects on metabolic resources and some feeding regulators. J. Pineal Res. 45:32-39.
- Fingerman, M. 1997. Biogenic amines in crustaceans: identification, localization, and roles. J. Crust. Biol. 14, 413-437.
- Lee, K. J., Dabrowski, J. R., Gomez, C., Guz, L. ve Vilchez, C. 2004. Supplementation of maca (*Lepidium meyenii*) tuber meal in diets improves growth rate and survival of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) alevins and juveniles. Aquaculture Research. 35(3), 215-223.
- Lombardo, M. V., Ashwin, E., Auyeung, B., Chakrabarti, B., Taylor, K., Hackett, G., Bullmore, E. T. ve Baron-Cohen, S. 2012. Fetal testosterone influences sexually dimorphic gray matter in the human brain. J. Neurosci 32:674-680.

- Lopez, L. F., J. A. Olmeda, F. J. Madrid ve Sanchez-Vazquez. 2006. Melatonin effects on food intake and activity rhythms in two fish species with different activity patterns: Diurnal (goldfish) and nocturnal (tench). *Comp. Biochem. Physiol.* 144:180-187.
- Maitra, S. K., Chatteraj A. ve Bhattacharyya, S. 2005. Implication of melatonin in oocyte maturation in Indian major carp *Catla catla*. *Fish Physiol. Biochem.* 31:201-207.
- Tilden, A. R., Alt, J., Brummer, K., Groth, R., Herwig, K., Wilson, A. ve Wilson, S. 2001. Influence of photoperiod on Nacetyltransferase activity and melatonin in the fiddler crab *Uca pugilator*. *Gen. Comp. Endocrinol.* 122:233-237.
- Reddy, P. S. ve Pushpalatha, T. 2007. Effect of serotonin on hemolymph glucose regulation in the fresh water edible crab *Oziotelphusa senex senex* *Aquaculture*, Vol. 266, (1-4): 274-278
- Tinikul, Y., Mercier, A. J., Soonklang, N. ve Sobhon, P. 2008. Changes in the levels of serotonin and dopamine in the central nervous system and ovary, and their possible roles in the ovarian development in the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *General and Comparative Endocrinology*, 158:250-258.
- Sainath, S. B., ve Reddy, P. S., 2010, Evidence for the involvement of selected biogenic amines (serotonin and melatonin) in the regulation of molting of the edible crab, *Oziotelphusa senex senex* *Fabricius Aquaculture*, 302(3-4): 261-264.
- Singh, R. Singh, A. K. ve Tripathi, M. 2012. Melatonin induced changes in specific growth rate, gonadal maturity, lipid and protein production in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758). *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 25(1): 37-43.
- Sokołowska, E., Kalamarz, H. ve Kulczykowska, X. 2004. Seasonal changes in brain melatonin concentration in the three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus*): towards an endocrine calendar. *Comp. Biochem. Physiol. Part A: Mol. Integr. Physiol.* 13:365-369.
- Villalon, J. R. 1991. Practical manual for semi-intensive commercial production of marine shrimp. TAMU-SG-91501. TAMU Sea Grant College Program, College Station, Texas, 104 pp.