



Farklı Periyotlarda 17- α -Metilttestosteron ile Beslemenin Tilapya Balıklarının (*Oreochromis niloticus* L.) Cinsiyet Dönüşümü Üzerine Etkileri*

H. Betül SEZGİ¹

Süleyman BEKCAN²

Geliş Tarihi: 18.01.2008

Kabul Tarihi: 10.06.2008

Öz: Bu araştırmada, yeme katılan 17- α -metilttestosteron (MT) hormonu, tilapya yavrularına farklı zamanlarda verilerek meydana gelecek cinsiyet dönüşümünün tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, besin keseleri çekilmiş yavrulardan, biri kontrol olmak üzere iki tekerrürlü 5 deneme grubu oluşturulmuş ve besin kesesinin çekilmesini takiben 1., 5., 10. ve 20. günlerde 28 °C su sıcaklığında 60 mg/kg MT ilave edilmiş yem ile 28 gün boyunca beslenmiştir. Bu dönem sonunda bütün gruplarda kontrol yemi ile beslemeye geçilmiştir. Kontrol grubunda cinsiyet oranı %55 erkek %45 dişi olarak gerçekleşmiştir. En yüksek cinsiyet dönüşüm oranı %100 ile ilk yem almaya başladığı dönemde hormonlu yem ile beslenen 2. grupta saptanmıştır. 3., 4. ve 5. gruplarda ise cinsiyetin sırasıyla %90, %95 ve %90 erkek; %10, %5 ve %10 oranında interseks olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, tilapyalarda, hormonun cinsiyet dönüşümü üzerine olan etkisinin, balık yaşında ve büyüklüğündeki artışa paralel olarak azaldığı kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: 17- α -metilttestesteron, tilapya, *Oreochromis niloticus*, cinsiyet dönüşümü

Effect of Feeding with 17- α -Methyltestosterone in Different Periods on Sex Reversal of Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.)

Abstract: The purpose of this research is to determine the sex reversal of the Nile tilapia fries fed in separate times with dietary including 17- α -methyltestosterone (MT) hormone. The experiment was conducted in five groups and two replicate at 28 °C. The fries were fed with diet containing 60mg/kg MT for 28 days from 1, 5, 10 and 20 days after yolksac absorption. At the end of this period, all groups were started to feed with control diet. The resulting sex ratio in the control group is 55% male and 45% of female. Maximum ratio of sex reversal with value of 100% was observed in the 2nd group fed with diet including MT from first day after yolksac absorption. In 3rd, 4th and 5th groups; the sex ratios were determined as 90%, 95% and 90% male; 10%, 5% and 10% intersex respectively. These results indicate that the effect of the hormone on the sex reversal is, parallelly decreasing with age and weight of the tilapias fed with diet including hormone.

Key Words: 17- α -methyltestosterone, tilapia, *Oreochromis niloticus*, sex reversal

Giriş

Hızla artan dünya nüfusu ve teknolojik gelişmelerdeki artışa paralel olarak su ürünleri yetiştiriciliğinde verimi artırmaya yönelik çalışmalar son yıllarda oldukça önem kazanmıştır. Bu yönde yapılan biyoteknolojik çalışmalar büyük potansiyele sahiptir. Elde edilecek başarı, bu konuda yapılacak daha fazla sayıda ve detaylı çalışmalar ile artacaktır.

Birçok ülkede yetiştiriciliği yaygınlaşan tilapya balıkları, etlerinin lezzetli ve ekonomik değerinin yüksek oluşu ile tanınmaktadır. Tilapya balıkları, düşük

su sıcaklığına olan duyarlılıkları dışında, kötü çevre şartlarına karşı dayanıklı olmaları ve üremelerinin kolay oluşu, tuzlu ve acı sulara uyum sağlama kabiliyetlerinin yüksek olması, bitkisel ve hayvansal besin kaynaklarından yararlanıp çok hızlı büyümelerinden dolayı tropikal ve subtropikal bölgelerde yetiştiriciliği en fazla yapılan balıklardandır (Donaldson 1979, Tekelioğlu ve ark. 1991). Tilapyanın dünyada 75 ülkede yetiştiriciliği yapılmakta ve bunlardan *Oreochromis niloticus* türü ilk sırayı almaktadır (Urch 1996).

* Yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır.

¹ Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Çanakkale Tarım İl Md.

² Ankara Üniv. Ziraat Fak. Su Ürünleri Bölümü-Ankara

Tilapya pek çok özellikleriyle ticari üretim için uygun olmakla birlikte, karışık cinsiyet yetiştiriciliğinde aşırı üreme bireysel büyümeyi engellemektedir (Owusu ve Nijhar 1981).

Son yıllarda balıkların steroid hormonlarla beslenmesi, birçok araştırmacının ilgi odağı olmuştur. Bu hormonlardan androjenler erkek cinsiyet hormonunu (testosteron), östrojenler ise dişi cinsiyet hormonlarını (oesradial, oestrone, oestriol) içermekte ve hayvanlarda cinsiyet oluşumunu etkilemektedir. Hatta gonadal farklılaşmadan önce verildiği zaman cinsiyeti tamamen değiştirebilmektedir (Bekcan 1998).

Bu çalışmada, tilapya balıklarının bir androjen olan α (MT) hormonuyla, ilk yem almaya başladığı periyot dışında da beslenmesinin, cinsiyet dönüşümüne etkileri araştırılarak, doğrudan cinsiyeti dönüştürme metotlarının yanı sıra, dolaylı cinsiyet değiştirme metotlarına da katkı sağlanması ve pratikte kullanıma uygun değerlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Deneme, A.Ü. Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümünde, suyun devamlı havalandırıldığı, sıcaklığın otomatik ayarlandığı ve suyun biyolojik filtre edildiği 150 litrelik konik fiberglas tankların bulunduğu kapalı dolaşimli sistemde yürütülmüştür. Tilapya anaçlarından elde edilen besin keseli larvalar, besin kesesi çekildikten ve yeni yem almaya başladıktan sonra denemede kullanılmıştır (Şekil 1). Denemede, bütün gruplar için yaklaşık besin madde miktarları Çizelge 1'de verilen temel yem (ticari alabalık başlangıç yemi) ve kontrol grubu dışında MT kullanılmıştır. Hormonlu yemlerin hazırlanması; oda sıcaklığında karartılmış desikatörde muhafaza edilen MT'den 600 mg tartılarak, 600 ml %95'lik ethanol ile çözülmüştür. Stok çözeltisinin 1 ml'sinde 1 mg MT yer almaktadır. (Varadaraj ve Pandian 1991). Stok MT çözeltisinden 60 ml (Hiott ve Phelps 1992) alınıp 250 ml %95'lik ethanolde seyreltikten sonra kontrol yeminin her kilogramına homojen şekilde püskürtülmüş, yemler kuru havada 24 saat tutularak ethanol buharlaştırılmış ve -12 C°de muhafaza edilmiştir (Killian ve Kohler 1991, Goudie ve ark. 1986, McGeachin ve ark. 1987, Phelps ve ark. 1992, Berger ve Rothbard 1987, Tekelioğlu ve ark.1991). Tilapya larva döneminde günde 4-5 öğün, yavru ve ergin dönemde ise günde 3 öğün doyuncaya kadar yemlenmişlerdir. Balıkların yemlenmesi balıkların yem tüketimleri dikkate alınarak yapılmıştır.

Denemeler, biri kontrol olmak üzere toplam beş grup halinde, iki tekerrürlü tesadüf parselleri deneme planına uygun olarak yürütülmüştür (Çizelge 2). Hormonlu yemle besleme süresi 28 gün olup, besleme

başlangıcı her deneme grubunda farklıdır. 2. deneme grubu balıklar hormonlu yemle, 3., 4. ve 5. deneme gruplarındaki balıklar, hormonlu yemle besleme periyoduna kadar geçen süre içerisinde kontrol grubu yemi ile, 28 günlük hormonla besleme periyodu sonunda ise bütün gruplar tekrar kontrol yemi ile beslenmiştir. Deneme gruplarındaki yavru balıklar kapalı dolaşimli sistemde hormonlu yemle beslemenin sürdüğü dönem boyunca birbirlerinden etkilenmemeleri için sıcaklığı 28 C°'ye ayarlanmış, 10 adet 150 lt'lik konik tank içine konulan ve havalandırması yapılan 25x25x25 cm boyutlarında cam akvaryumlarda tutulmuşlardır. Bütün deneme gruplarında hormonlu yem ile beslemenin sona erdiği toplam 48 günün sonunda, yavrular akvaryumlardan çıkarılarak buldukları konik tanklara yerleştirilmişlerdir.

Deneme balıklarının ölçüm ve tartımında örnekleme metodu kullanılmıştır. Biometrik ölçümlerde, 1 mm hassasiyetli ölçüm tahtası, balık ağırlığı ölçümlerinde 0,01 g; hormon, gonad ve karaciğer tartımlarında 0,0001 g hassasiyetli elektronik terazi kullanılmıştır. Hormonlu yemle beslenen balıklarda cinsiyet dönüşüm oranları, cinsiyet ürünlerinin şekillendiği dönemde her deneme grubundan 20 balık rastgele seçilerek kesilmiş ve gonadların gözle incelenmesi yoluyla belirlenmiştir. Deneme sonunda gonadosomatik indeks (GSI) ve hepatosomatik indeks (HSI) aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır. [GSI= Gonad ağırlığı (g)/balık ağırlığı (g) x 100; HSI= Karaciğer ağırlığı (g)/ balık ağırlığı (g) x 100] (Halver 1989, Hephher 1990). Verilerin değerlendirilmesinde varyans analizi (ANOVA), grup ortalamalarının karşılaştırılmasında Duncan Testi (MSTAT paket programı) kullanılmış, önem seviyesi (P=0,05) seçilmiş ve hesaplamada Minitap paket programından yararlanılmıştır.



Şekil .1 Kapalı dolaşım sistemi ve *O. niloticus* larvaları

Çizelge 1. Denemede kullanılan temel yemin yaklaşık besin madde içeriği

Besin maddeleri	İçerik
Protein (%)	48
Yağ (%)	18
A Vitamini (IU / kg)	15000
D3 Vitamini (IU / kg)	3000
E Vitamini (mg / kg)	255
C Vitamini (mg / kg)	300

Çizelge 2. Deneme planı

Gruplar	Tekerrür sayısı	Balık sayısı (adet)	Yemleme süresi	Verilen yem
Kontrol (1)	2	30	28 Gün	Alabalık başlangıç yemi
2	2	30	28 Gün	Alabalık başlangıç yemi+60 mg / kg MT
3	2	30	5 Gün 28 Gün	Alabalık başlangıç yemi Alabalık başlangıç yemi+60 mg / kg MT
4	2	30	10 Gün 28 Gün	Alabalık başlangıç yemi Alabalık başlangıç yemi+60 mg / kg MT
5	2	30	20 Gün 28 Gün	Alabalık başlangıç yemi Alabalık başlangıç yemi+60 mg / kg MT

MT: Metiltestosteron [28 gün, 60 mg /kg MT ile besleme (Hiott ve Phelps 1992).]

Bulgular

Cinsiyet oranları; kontrol grubundaki balıkların %45'i dişi, %55'i erkek cinsiyete sahip oldukları tespit edilmiştir. Yem almaya yeni başladığı dönemde itibaren hormonla beslenen 2. grubun % 100 erkek cinsiyete sahip olduğu ve yem almaya başladıktan belirli bir süre sonra hormonla beslenen 3, 4, ve 5. gruplarda cinsiyetin sırasıyla % 90, % 95 ve %90 erkek olarak gerçekleştiği, % 10, %5 ve %10'nun interseks olduğu, hormonla beslenen bütün gruplarda dişi bireyin olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 3).

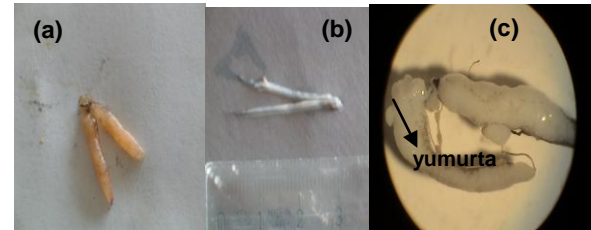
Gonadosomatik indeks, hepatosomatik indeks değerleri; deneme grubundaki balıklar ortalama $10,630 \pm 0,217$ cm boy ve $18,717 \pm 1,375$ g ağırlığa geldiklerinde her gruptan tesadüfi olarak 20 balık alınarak GSI ve HSI değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 4). Kontrol grubundaki balıkların olgunlaştığı, dişi balıkların GSI değerlerinin $0,421 \pm 0,165$, erkek balıkların ise $0,063 \pm 0,009$ belirlenmiştir. Dişi ve erkeklerin GSI değerleri arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli olduğu ($P < 0,05$), kontrol grubu erkeklerin GSI değerleri ile diğer grupların GSI değerleri arasında farkın istatistiki açıdan önemli olmadığı ($P > 0,05$) tespit edilmiştir.

Karışık cinsiyete sahip kontrol grubunda belirlenen GSI değerleri, hormonla beslenen gruplarda belirlenen GSI değerlerinden yüksek ve istatistiki olarak farklılığın önemli olduğu ($P < 0,05$), ancak hormonla beslenen grupların benzer ve farklılığın istatistiki olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P > 0,05$) (Çizelge 4 ve Şekil 2).

Deneme sonunda yapılan hesaplamalarda, dişi balıkların HSI değerleri $0,969 \pm 0,138$ erkek balıkların ki ise $1,115 \pm 0,0961$ olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubu ile yem almaya başladığı dönemde hormonla beslenen 2. grupta belirlenen HSI değerleri arasında istatistiki olarak farkın önemli olmadığı ($P > 0,05$), Kontrol grubu ve 2. grup ile 3, 4 ve 5. gruplar arasında farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0,05$). 3, 4 ve 5. gruplar arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır ($P > 0,05$) (Çizelge 4).

Çizelge 3. Deneme gruplarının cinsiyet oranları (%)

	Kontrol (1)	2	3	4	5
Erkek	55	100	90	95	90
Dişi	45	-	-	-	-
Interseks	-	-	10	5	10



Şekil 2. Kesilmiş bir balıktan elde edilen (a) ovaryum, (b) testis, (c) interseks

Çizelge 4. Deneme gruplarının ortalama GSI ve HSI değerleri

	Kontrol (1)	2	3	4	5
Toplam boy (cm)	10,290 \pm 0,146	10,642 \pm 0,189	10,160 \pm 0,168	10,655 \pm 0,194	11,405 \pm 0,218
Balık ağı. (g)	17,580 \pm 0,783	19,074 \pm 1,200	15,176 \pm 0,848	18,106 \pm 1,080	23,649 \pm 1,480
Gonad ağı. (g)	0,059 \pm 0,028	0,017 \pm 0,004	0,013 \pm 0,002	0,012 \pm 0,001	0,016 \pm 0,002
Karaciğer ağı. (g)	0,176 \pm 0,014	0,198 \pm 0,014	0,185 \pm 0,012	0,227 \pm 0,017	0,295 \pm 0,019
GSI	0,282 \pm 0,108 a	0,083 \pm 0,014 b	0,078 \pm 0,014 b	0,068 \pm 0,003 b	0,065 \pm 0,005 b
Dişi (GSI)	0,421 \pm 0,165	-	-	-	-
Erkek (GSI)	0,063 \pm 0,009 a	0,083 \pm 0,014 a	0,078 \pm 0,014 a	0,068 \pm 0,003 a	0,065 \pm 0,005 a
HSI	1,048 \pm 0,081 b	1,038 \pm 0,029 b	1,218 \pm 0,036 a	1,252 \pm 0,039 a	1,248 \pm 0,030 a
Dişi (HSI)	0,969 \pm 0,138	-	-	-	-
Erkek (HSI)	1,115 \pm 0,096 bc	1,038 \pm 0,029 c	1,218 \pm 0,036 ab	1,252 \pm 0,039 a	1,248 \pm 0,030 a

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, tilapya balıklarının MT içeren yem ile ilk yem almaya başladığı periyot dışında da beslenmesinin, cinsiyet dönüşümüne etkileri belirlenmiş ve sonuçlar, ilgili çalışmalarla tartışılarak değerlendirilmiştir.

Deneme gruplarının cinsiyet oranları karşılaştırıldığında kontrol grubu %55 erkek %45 dişi; diğer gruplar sırasıyla (2. grup) %100 erkek; (3. grup) %90 erkek %10 interseks; (4. grup) %95 erkek, %5 interseks; (5. grup) %90 erkek, %10 interseks şeklinde gerçekleşmiştir. Guerrero (1987), Macintosh ve ark. (1988), Pompa ve Green (1990), Phelps ve ark. (1992) tarafından yapılan çalışmalarda, MT'nin yeme ilavesiyle *O. niloticus* dişilerinde toplam stoğun %92-100'nün fenotipik olarak erkek olduğu tespit edilmiştir.

Nakamura ve Iwahashi (1982), tilapya yavrularını 50-100 mg MT/kg yem ile 30 gün süreyle beslemiş, hormon uygulanan gruplarda bireylerin tamamının erkek olduğunu bildirmiştir. Tayamen ve Shelton (1978), etilttestosteron ve MT'nin *O. niloticus* türünde %100 erkek birey elde edebilecek ölçüde etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Guerrero (1979) 30 mg MT/kg yem dozunun 4 haftalık uygulamasında fenotipik erkek birey oranının %95-98 olduğunu belirtmiştir. Bu araştırmacıların elde ettikleri sonuçlar, çalışmamızda tilapya yavrularının ilk yem almaya başladığı dönemde 60 mg MT/kg yem ile beslemede elde ettiğimiz sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Ayrıca 60 mg MT/kg yemin cinsiyet dönüşümünde etkili olduğu kanaatine varılmıştır.

Fitzpatrick ve ark. (1995) yaptıkları farklı bir çalışmada, 60 mg MT/kg yem, besin almaya yeni başlamış tilapya yavrularına 28-30 C° sıcaklıkta 28 gün boyunca verilmiş ve %97 oranında erkekleşme sağlanmıştır. Kullanılan hormon düzeyi ve süresinin aynı olduğu bu çalışmayla, yapmış olduğumuz çalışma karşılaştırıldığında 2. grupta belirlediğimiz erkekleşme oranı % 100 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar bu araştırmacıların bildirmiş olduğu sonuçlar ile örtüşmektedir.

Yapılan araştırma sonuçları dikkate alındığında, hormon miktarı ve uygulama süresinde meydana gelebilecek ufak farklılıkların, sonucu çok fazla etkilemediği ve MT uygulaması ile başarılı bir cinsiyet dönüşümünün sağlanabileceği görülmektedir.

Bu çalışmaların dışında Çelik (2002) yaptığı bir denemede, yem almaya yeni başlamış *O. niloticus* yavrularını 60 mg MT ilave edilmiş yem ile 29 gün boyunca düzenli bir şekilde beslemiş ve sonuçta %57,1 oranında erkek birey elde edilmiştir.

Nakamura ve ark. (1982) tarafından *O. niloticus* yavruları 60-120 mg 17- α -etilttestosteron/kg yem ile 28 gün boyunca beslenmiştir. Sonuçta %97,3-%99,7 oranında erkek birey elde edilmiştir.

Guerrero (1975), *O. aureus* yavrularını 3 hafta süreyle 60 mg/kg etilttestosteron (ET) içeren yem ile beslemiştir. % 85 erkek oranındaki başarıyla birlikte, testislerde dejenerasyon olduğunu bildirmiştir. Aynı araştırmacı 30 mg/kg MT kullanarak *O. mossambicus* yavrularında yaptığı başka bir araştırmada 14, 21, 28 ve 35 gün boyunca hormon uygulaması sonucunda %69, %93, %98 ve %100 oranında erkek birey elde edildiğini belirlemiştir (Guerrero 1979).

Shelton ve ark. (1981), (21 C° ve 30 C°) 60 mg ET içeren yem ile 21 ve 28 gün boyunca *O. aureus* yavrularını beslemiştir. Tümüyle erkek bireyleri 21 C° sıcaklıkta elde etmiştir. Aynı süre içerisinde 30 C°de tutulan grupta ise birkaç adet dişi bireyin olduğunu bildirmiştir.

Yukarıda belirtilen araştırmalarda görüldüğü ve Nagy ve ark. (1981)'nin belirttiği gibi cinsiyet dönüşüm çalışmalarında sonucu etkileyen birçok faktör vardır. Cinsiyet dönüşümünün başarısı; yeme karıştırılan hormonun yapısı, hormonun uygulanma biçimi, dozu, uygulama süresi, uygulama zamanı, uygulama sıcaklığı, yem, balığın türü, balığın yaşı ve büyüklüğü ile ilişkilidir. Dolayısıyla yanlış bir seçimin ve uygulamanın sonuçları etkilemesi mümkündür. Bu nedenle çalışmamızdaki sonuçlar ile bazı araştırma sonuçları arasındaki farklılıkların olması da doğaldır.

Balıkların ilk yem almaya başladığı periyod dışında hormonlu yem ile beslenmesinin, cinsiyet dönüşümüne etkileri konusunda çok az kaynağa rastlanmıştır. Bunlardan biri, Piferrer ve Donaldson (1989) tarafından Coho salmonlarında (*Oncorhynchus kisutch*) 17- β -estradiol hormonunun etkilerinin belirlenmesine ilişkindir. Yaptıkları çalışmada, Coho salmon yumurtalarını açılmadan 15, 8 ve 1 gün önce ve yumurtadan çıktıktan 6, 13, 20, 27, 34, 41 ve 48 gün sonra 400 μ g/l, 17- β -estradiol çözeltisinde, 2 saat süreyle tutmuşlardır. Yumurtaların açılmasına 1 gün kala hormon muamelesi gören grupta cinsiyet dönüşüm oranının %84 ile en yüksek değerde olduğu saptanmıştır. Bunu %82,5 ile açılmadan 8 gün önce muamele gören grup takip etmiştir.

Bir başka çalışmada, fenotipik erkek oranını, başlangıçtaki ağırlığın, yaştan daha fazla etkileyen önemli bir faktör olduğu belirtilmektedir. Yavrular 18 mm'den daha küçükken hormon uygulama süresinin erkek yüzdesi ile önemli ölçüde ilişkili olduğu belirtilmiştir (Macintosh ve Little 1995).

Tekelioğlu ve ark. (1991) ortalama ağırlıkları 8,13 g ve ortalama boyları 8,04 cm olan tilapya yavrularına, farklı konsantrasyonlardaki (0, 5, 30, 45, 60 mg/kg) MT'i yeme katmak suretiyle uygulamış, 30 gün süren deneme sonunda erkek birey oranlarını sırasıyla %57, %63, %56, %55 ve %62 olarak bulmuşlardır. Sonuçta MT'nin beklenen etkiyi göstermediğini bildirmiştir.

Chen (1977), 9-11 mm boyundaki *O. mossambicus* yavrularını 2, 3, ve 4 haftalık sürelerle 30 mg MT/kg yem ile beslediğini, en yüksek erkek birey yüzdesini %95 ile 4 haftalık uygulama sonucunda elde ettiğini bildirmiştir.

Hiott ve Phelps (1992) ise *O. niloticus* yavrularında 60 mg/kg MT kullanarak 28 gün boyunca sürdürdükleri çalışmalarında 4 boy sınıfı (≤ 11 mm, 12-13 mm, 14-16 mm, >16 mm) ve iki yaş grubu (1. gün, 10. gün) oluşturmuşlardır. En yüksek cinsiyet dönüşümünün %95,7 ile en küçük boy grubundaki (≤ 11 mm) yavrularda görüldüğünü bildirmişlerdir. Bu oran diğer yaş gruplarında giderek azalmıştır. Ayrıca bütün boy sınıfları dikkate alındığı zaman yaştaki 10 günlük bir farkın uygulamanın başarısını etkilemediğini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda da yavru balıkların ilk yem aldığı dönemden sonra hormonlu yem ile beslendiği ikinci grupta ve ilk yem aldığı dönemden 5, 10 ve 20 gün sonra hormonlu yem ile beslendiği, 3., 4. ve 5. gruplarda erkekleşme oranının sırasıyla %100, %90, %95 ve %90 oranında gerçekleşmesi, cinsiyet dönüşümünde balığın yaşı ve büyüklüğünün önemli bir faktör olduğunu göstermektedir. İlk yem almaya başladıktan 5, 10 ve 20 gün sonra hormonlu yem ile beslediğimiz tilapya yavrularında %10, %5 ve %10 oranında interseks bireye rastlanmıştır. Bu da belirli bir yaştan ve büyüklükten sonra hormonun etkisinin azaldığını göstermektedir. Hiott ve Phelps (1992) tarafından bütün boy sınıfları dikkate alındığı zaman, yaştaki 10 günlük bir farkın muamelelenin başarısını etkilemediği belirtilmekle birlikte, çalışmamızda her ne kadar hormonla beslenen gruplarda dişi bireye rastlanmasa da, hormonun etkisinin balıkların o dönemdeki beslenme durumu ve çevre şartlarındaki uygunlukla ilişkili olduğu, ağırlık ile boy artışını etkileyeceği ve bunun da gonadların şekillenmesinde etkili olacağı düşünülmektedir. Ayrıca *O. niloticus* yavrularında besin kesesinin çekilmesinden 16-20 gün sonra cinsiyet farklılaşması meydana geldiği belirtilmektedir (Macintosh 1985). Cinsiyet farklılaşması başladıktan sonra hormonların etkisinin azaldığı ve yapılan çalışmalarda sonuçlar değerlendirildiğinde, hormon miktarına ve uygulama süresine bağlı olmaksızın balıklar belirli bir yaş ve ağırlığa ulaştıklarında uygulanan hormonun cinsiyet dönüşümü üzerine olan etkisinin azaldığı söylenebilir.

Çalışmamızda yapılan hesaplamalarda gonadosomatik indeks (GSI) değerleri 1. (Kontrol) grupta karışık cinsiyet (dişi+erkek) bulunması nedeniyle bütün gruplardan yüksek bulunmuştur. Fakat hormonla beslenen gruplarda 2. gruptan 5. gruba kadar GSI değerlerinde istatistiki fark olmamakla birlikte bir azalma tespit edilmiştir. Ahmad ve ark. (2005) yaptığı bir çalışmada, dişi ve erkek tilapyalarda GSI değerinin yüksek MT dozlarında (10; 20 ve 40 mg/kg yem) önemli ölçüde azaldığı, düşük MT dozlarında (0,5; 1,0; 2,5 ve 5,0 mg/kg yem) ise önemli

bir değişme göstermediği belirlenmiştir. Bir başka çalışmada Schultz ve ark. (2003), cinsi olgunluğa ulaşmış gökkuşağı alabalığı erkeklerinde (*Oncorhynchus mykiss*) kısa süreli 17- α -etininöstradiol'a (EE₂) maruz kalma sonucu verimlilikte meydana gelecek azalmayı araştırmışlardır. Bu çalışmada GSI değerinde 10 ng/L EE₂ uygulanan grupta kontrol grubuna göre azalma olduğunu belirlemişlerdir. 1000 ng/L EE₂'de ise üç kat azalma meydana geldiği saptanmıştır. Yukarıdaki araştırmalar, çalışmamızda hormonla beslenen gruplardaki (2, 3, 4 ve 5. grup) GSI değerlerindeki azalmayı destekler niteliktedir. Özellikle yaş ilerlemesine bağlı olarak hormonla beslenen bireylerde GSI değerlerinde düşüş olması, hormonun etkisinin cinsiyet dönüşümünden vücut gelişimine doğru kayması, ayrıca hormonun sürekli dışardan verilmesiyle balıkların hormonu üreten organlarının tembelleşerek küçük kalması tezini kuvvetlendirdiği düşünülmektedir.

Araştırmamızda yapılan hesaplamalarda hepatosomatik indeks (HSI) değerleri benzer olan 1. (Kontrol) ve 2. grup ile kendi aralarında istatistiksel olarak fark bulunmayan 3., 4. ve 5. gruplar arasında fark bulunmuş ve HSI değerleri 1. ve 2. grupta daha düşük gerçekleşmiştir. Woo, ve ark. (1993), kırmızı mercanlarda (*Chrysophrys major*), 17- β -estradiol içeren yem ile beslemenin HSI değerini artırdığını bildirmişlerdir. Diğer bir çalışmada, Pifferer ve ark. (1986) bir steroid olan MT'yi, levrek balıklarına yemle vermişler ve hormon uygulamasının HSI değerini düşürdüğünü bildirmişlerdir. Güzel (2002) estradiol uygulamasıyla HSI değerlerindeki düşüşü, karaciğerde depo edilen bir kısım besin maddesinin depolanmasının engellenmesi veya patolojik bir etkiyle karaciğer hücrelerini dejenere ederek hücre gelişmesini engellemesi şeklinde yorumlamıştır. Ayrıca Guerrero (1975), MT ve etilttestosteron kullanarak yaptığı çalışmada bu hormonların testis dejenerasyonuna sebep olduğunu saptamıştır. Çalışmalarda iki farklı hormon ve balıkta, iki farklı sonuç elde edilmiştir. Çalışmamızda 3., 4. ve 5. gruplarda elde ettiğimiz sonuçlar Woo ve ark. (1993)'nin tespit ettiği sonuçlarla benzerlik gösterirken, 1. ve 2. gruplarda elde edilen sonuçlar, Pifferer ve ark. (1986) sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Çalışmamızda da elde ettiğimiz sonuçlar ve bazı bilimsel sonuçlar dikkate alındığında HSI değerlerindeki farklılığın, balıklar belirli bir yaş ve ağırlığa ulaştıktan veya cinsiyet farklılaşması başladıktan sonra uygulanan hormonun etkisinin cinsiyet dönüşümünden vücut gelişimine doğru kaymasından ileri gelebileceği düşünülmektedir. Dolayısıyla bu dönemlerde hormon uygulamasının 3., 4. ve 5. gruplarda HSI değerlerinde önemli ölçüde artışa neden olduğu, 2. grupta ise hormonun cinsiyet

dönüşümünde etkili olduğu, bu nedenle HSI değerinin düşük olduğu görülmektedir.

Yapılan bir başka çalışmada da, Richman ve ark. (1995), iki farklı tilapya türünde (*O. aureus*, *O. mossambicus*) MT'nin büyüme ve cinsiyet dönüşümü üzerine olan etkisini araştırmışlardır. 0, 1, 10, 25 mg MT/kg yem oranında farklı hormon dozları kullanmışlardır. Yapılan deneme sonundaki incelemede cinsiyet dönüşüm oranını, her bir grupta yaklaşık 1:1 olarak belirlemişlerdir. Ancak HSI değeri ve karaciğer ağırlığı, artan hormon dozlarına bağlı olarak artış göstermiştir. Bu sonuçlar kullanılan hormon miktarlarının başarılı bir cinsiyet dönüşümü için düşük olduğunu ancak kullanılan hormonun vücut gelişimine yardımcı olduğunu ve karaciğerde yağlanmaya neden olabileceğini belirtmektedir. Bir başka çalışmada Ahmad ve ark. (2005), büyümeyi destekleyici olarak kullanılan MT'nin farklı dozlarını (0,5; 1,0; 2,5 ve 5,0; 10; 20; 40 mg/kg yem) *O. niloticus*'da uygulamışlardır. Yapılan incelemede elde edilen sonuçlar düşük dozların (0,5; 1,0; 2,5; 5 mg/kg yem) büyüme için etkisiz olduğunu göstermektedir. Diğer dozların ağırlık artışı açısından etkili olduğu saptanmıştır. HSI değerinde düşük dozlarda (0,5; 1,0; 2,5; 5 mg/kg yem) önemli bir değişiklik göstermezken, yüksek dozlarda (5,0; 10; 20; 40 mg/kg yem) az miktarda bir artış olduğu belirlenmiştir. Demska-Zakes ve ark. (1999), yoğun kültür koşulları altında yetiştirilen sudak (*Stizostedion lucioperca* L.) balıklarında cinsiyet dönüşümü için 11- β -hydroxyandrostenedione'nin farklı dozlarını (0, 30, 60, 90 mg/kg) yeme katmak suretiyle kullanmışlardır. 21 gün süren muamele sonunda 60 mg/kg hormon ile beslenen grupta erkek birey oranı %93 olarak tespit edilmiş, geriye kalan bireylerin (%7) interseks olduğu gözlenmiştir. Muamele edilen gruplarda karaciğerde morfolojik değişiklikler olduğu saptanmıştır. Schultz ve ark. (2003), cinsi olgunluğa ulaşmış gökkuşağı alabalığı erkeklerinde (*Oncorhynchus mykiss*) kısa süreli 17- α -etininöstradiol'a (EE₂) maruz kalma sonucu verimlilikte meydana gelecek azalmayı araştırmışlardır. Bu amaçla 62 gün boyunca belirli sıcaklıklarda balıklar 10, 100 ve 1000 ng/L EE₂ ile muamele edilmiştir. 1000 ng/L EE₂ ile muamelenin 57. gününde grupların tamamında ölüm görülmüştür. Deneme sonunda karaciğer ve testis ağırlıklarının 100 ng/L EE₂ uygulanan gruplarda oldukça farklı olduğu saptanmıştır. HSI değeri, kontrol ve 10 ng/L EE₂ uygulanan gruplara kıyasla yaklaşık olarak üç kat artmıştır. Bu araştırmalar, çalışmamızda hormon miktarının yüksek olmasına karşın yaştaki ilerlemeye bağlı olarak hormonun cinsiyet dönüşümü üzerine etkisinin azaldığı ve HSI değerindeki artışın karaciğer yağlanmasından kaynaklanabileceği düşüncesini desteklemektedir.

Sonuç olarak, Steroidlerin tipleri, uygulama şekli ve miktarları yanında, balıkların büyüme, üreme ve yaşama oranları üzerine etkileri sürekli araştırma konusu olmuştur. Aslında uygulamaların hepsi, cinsiyeti dönüştürme işlemi de dahil balıklarda daha fazla büyümeyi sağlamak üzerinedir. Bu nedenle bu konuda yapılmış çalışmaların sayısı da bu konuyu tartışma açısından yeterli değildir. Hormon uygulamaları, hem cinsiyet kontrolü hem de bazı balık türlerinde büyümede, yem dönüşüm oranında, davranışta, hastalıklara karşı hassasiyette, vücut ve et renginde bazı olumsuzlukların önlenmesinde de kullanılmaktadır. Bununla birlikte doğrudan hormon uygulamalarında cinsiyet kontrolü %100 sağlanamamaktadır. Fakat dolaylı hormon uygulama yöntemleri ile tümüyle dişi ve erkek popülasyonlar üretilebilmektedir. Bu bağlamda, çalışmamızın, yukarıda belirtilen uygulamalara fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Tilapya balıklarının MT ile ilk yem almaya başladığı periyod dışında da beslenmesinin, cinsiyet dönüşümüne etkileri bu çalışmada araştırılmış ve hormonun cinsiyet dönüşümü üzerine olan etkisinin, balık yaşındaki ve büyüklüğündeki artışa paralel olarak azaldığı kanaatine varılmıştır.

Kaynaklar

- Ahmad M. H., M. Abdel-Tawwab, A. M. E. Shalaby and Y. A. E. Khattab. 2005. Effects of 17- α -ethyldihidrottestosterone in Hormone-Treated Feed Used as Growth Promoter on Growth Performance, Feed Utilization, Whole-Body Composition and Physiological Profile of Nile Tilapia Fingerlings, *Oreochromis niloticus* (L.), (<http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/ISTA7/Papers.htm>). Erişim tarihi: 22.05.2006.
- Bekcan, S. 1998. Değişik Miktarlarda 17- α -Metilttestesteron ve L- Askorbil- 2- Polifosfat (Vitamin C) ile Beslemenin Tilapya (*O. Niloticus*) Balığının Büyüme Parametrelerine Etkileri. Doktora Tezi (Basılmamış). Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Berger, A. and S. Rothbard. 1987. Androgen Induced Sex-Reversal of Red Tilapia Fry Stocked in Cages Within Ponds. *Bamidgeh* 39: 49-57.
- Chen, T. P. 1977. Monosex Tilapia Culture International Fish Farming (4) 4:15-16.
- Çelik, İ. 2002. 17- α -Metilttestesteron'un Nil Tilapyaalarında (*Oreochromis niloticus*, L, 1758) Gelişim ve Cinsiyet Dönüşümü Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış). Ege Üniversitesi, Bornova, İzmir.
- Demski-Zakes, K. and Z. Zakes. 1999. The effect of 11- β -hydroxyandrostenedione on pikeperch *Stizostedion lucioperca* (L.). *Aquaculture Research*, 30 (10):731.
- Donaldson, E. M. 1979. *Fish Physiology* 8: 456-597.
- Fitzpatrick, M., C. B. Schreck and W. L. Gale. 1995. Masculinization of Tilapia Through Immersion in 17- α -Methyltestosterone or 17- α -Methyldihidrottestosterone, Interim Work Plan, Africa Study 2, Oregon Cooperative Fishery Research Unit, Oregon State University, Corvallis, USA. pp. 34-35, 39-40.
- Goudie, C. A., W.L. Shelton and N. C. Parker. 1986. Tissue Distribution and Elimination of Radiolabelled Methyltestosterone Fed to Adult Blue Tilapia. *Aquaculture* 58: 227-240.
- Guerrero, R. D. 1975. Use of Androjens for the Production of All-Male *Tilapia aurea*. *Trans America Fish. Soc.* 104 (2):342-347.
- Guerrero, R. D. 1979. Culture of Male *T. mossambicus* Produced Through Artificial Sex Reversal, *Advances in Aquaculture*, FAO, pp: 166-168.
- Guerrero, R. D. 1987. Tilapia Farming in the Philippines. Technology and Livelihood Resource Center, Manila. In Bromage, N.R. and Robert, R.J.(eds.) *Broodstock Management and Egg and Larval Quality*, Chapter 12. Blackwell Scientific Ltd., Cambridge, Massachusetts, USA. pp: 277-320
- Güzel, Ş. 2002. Estradiol Valerat'ın Gökkuşluğu Alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Cinsiyet Değişimi ve Büyüme Özellikleri Üzerine Etkisi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Bornova-İZMİR.
- Halver, J. E. 1989. *Fish Nutrition*. Academic Press New York London. 785 p.
- Hepher, B. 1990. *Nutrition of Pond Fishes*. Cambridge University Press Cambridge New York, 386 p.
- Hiott, A. E. and R. P Phelps. 1992. Effects of initial Age and Size on Sex Reversal of *Oreochromis niloticus* Fry Using Methyltestosterone. *Aquaculture* 112: 301 – 308.
- Killian, H. S. and C. C. Kohler. 1991. Influence of 17- α -Methyltestosterone on Red Tilapia Under Two Termal Regimes, *Journal of the World Aquaculture Society* 22 (2): 83-94.
- McGeachin, R. B., E. H. Robinson and W. H. Neill. 1987. Effect of Feeding High Levels of Androgens on the Sex Ratio of *Oreochromis aureus*. *Aquaculture* 61: 317-321.
- Machintosh, D. J. 1985. Tilapia Culture. Hatchery Methods for *O. mossambicus* and *O. niloticus*, with Special Reference to All Male Fry Production. In Bromage N. R. and Robert R. J.(eds.) *Broodstock Management and Egg and Larval Quality*, Chapter 12. Blackwell Scientific Ltd., Cambridge, Massachusetts, USA. pp: 277-320
- Machintosh, D. J., T. B. Singh, D. C. Little and P. Edwards. 1988. Growth and Sexual Development of 17- α -Methyltestosterone and Progesterone Treated Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Reared in Earthen Ponds. In Bromage N.R. and Robert R.J.(eds.) *Broodstock Management and Egg and Larval Quality*, Chapter 12. Blackwell Scientific Ltd., Cambridge, Massachusetts, USA. pp: 277-320

- Machintosh, D. J. and D. C. Little. 1995. Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). In Bromage N. R. and Robert R. J. (eds.) Broodstock Management and Egg and Larval Quality, Chapter 12. Blackwell Scientific Ltd., Cambridge, Massachusetts, USA. pp: 277-320.
- Nagy, A., M. Bercsenyi and V. Csanyi. 1981. Sex Reversal in Carp (*Cyprinus carpio*) by Oral Administration of Methyltestosterone. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38: 725-728.
- Nakamura, M. and M. Iwashashi. 1982. Studies on the Practical Masculinization in *Tilapia nilotica* by the Oral Administration of Androgen. Bull. of Jap. Soc. of Sci. Fish. 48 (6): 763-769.
- Owusu, M. F. and B. Nijhar. 1981. Induced Sex Reversal in Tilapia Nilotica (Cichlidae) with Methyltestosterone. Hydrobiologia 78: 157-160.
- Phelps, R. P., W. Cole and T. Katz. 1992. Effect of Fluoxymesterone on Sex Ratio and Growth of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). In Bromage N. R. and Roberts R. J. (eds.) Broodstock Management and Egg and Larval Quality, Chapter 12. Blackwell Scientific Ltd., Cambridge, Massachusetts, USA. pp: 277-320
- Piferrer, F., M. Carrillo and S. Zanuy. 1986. Effects of Injection of 17- α -Methyldihydrotestosterone on the External Features and Growth of Juvenile Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L.). Inv. Pesq. 50 (2): 213-225.
- Piferrer, F. and E. M. Donaldson. 1989. Gonadal differentiation in Coho salmon *Oncorhynchus kisutch*, after a single treatment with androgen or estrogen at different stages during ontogenesis Aquaculture 77: 251-262 .
- Pompa, T. J. and B. W. Gren. 1990. Aquaculture Production Manval-Sex Reversal of Tilapia in Earthen Ponds. In Bromage N. R. and Roberts R. J. (eds.) Broodstock Management and Egg and Larval Quality, Chapter 12. Blackwell Scientific Ltd., Cambridge, Massachusetts, USA. pp: 277-320.
- Richman III, N. H. and E. G. Grau. 1995. Effect of 17- α -Methyltestosterone on the Growth of Two Tilapia Species, *Oreochromis aureus* and *Oreochromis mossambicus*, in Fresh water. Hawaii Institute of Marine Biology University of Hawaii at Manoa Kaneohe, Hawaii, U.S.A. pp: 21-22
- Schultz, I. R., A. Skillmann, J. Nicolas, D. R. Cyr and J. J. Nagler. 2003. Short-Term Exposure to 17- α -ethynylestrodol Decreases the Fertility of Sexually Maturing Male Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). Erişim Tarihi : 22. 05. 2006., <http://entc.allenpress.com/entconline/?request>.
- Shelton, W. L., D. R. Guerrero and J. L. Macias. 1981. Factors Affecting Androgen Sex Reversal of *Tilapia aurea*. Aquaculture 25: 59-65.
- Tayamen, M. M. and W. L. Shelton. 1978. Inducement of sex reversal in *Sarotheredon niloticus*. Aquaculture 14: 349-353.
- Tekelioğlu, N., E. Sarihan, A. Polat, ve O. Işık. 1991. Tilapuların (*Tilapia zilli*) Çukurova Koşullarında Sera İçerisinde Kışlatılmaları ve Cinsiyetlerinin Hormonlu Yemlerle Değiştirilmesi. Ege Üni. Su Ür. Fak. Eğitiminin 10. Yılında Su Ürünleri Sempozyumu (12-14 Kasım), İzmir, 534-541 s.
- Urch, M. 1996. Spotlight turns on Tilapia: the fish of the 21st Century. Seafood International june p: 25-27.
- Woo, N. Y. S., A. S. B. Chung and T. B. Ng. 1993. Influence of oral administration of estradiol-17-beta and testosterone on growth, digestion, food conversion and metabolism in the under yearling red sea bream, (*Chrysophrys major*). Fish Physiol. Biochem. 10 (5): 377-387.
- Varadaraj, K. and T. J. Pandian. 1991. Effect of Solubilizing 17- α -Ethynyltestosterone in Three Solvents on Sex Reversal on Mozambique Tilapia. The Progressive Fish-Culturist 53 (2): 67-71.

İletişim Adresi:

Yrd.Doç.Dr.Süleyman BEKCAN
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Su Ürünleri Bölümü-Ankara
Tel: 0-312-596 16 45
E-posta:bekcan@agri.ankara.edu.tr