



The Effect of Different Ground Materials on the Survival Rate of *Tubifex tubifex* (Müller, 1774) under Light/Dark Photoperiod Conditions and Mineral Matter Composition

Pınar Çelik¹ 

¹ Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Marine Sciences and Technology, Department of Aquaculture, Çanakkale, Turkey

✉ Corresponding Author: pinarakaslan@yahoo.com

Please cite this paper as follows:

Çelik, P. (2020). The Effect of Different Ground Materials on the Survival Rate of *Tubifex tubifex* (Müller, 1774) under Light/Dark Photoperiod Conditions and Mineral Matter Composition. *Acta Natura et Scientia*, 1 (1): 24-35.

ARTICLE INFO



Received: 19.08.2020

Accepted: 13.10.2020

Keywords

Tubifex tubifex

Aquaculture

Ground material

Mineral composition

ABSTRACT

In this study, two experimental studies were conducted with *Tubifex tubifex*, which was adapted to laboratory conditions after being collected from nature. In the first experiment, the effect of some ground materials that can be used in controlled breeding conditions on the survival rates of *T. tubifex* was investigated. For this purpose, 7 different ground materials (trout mud, grain, vegetables, fish offal, cow liver, cow dung, and sand) were used. Initially, 20 *T. tubifex* were stocked for each repetition of the experimental groups consisting of these materials. At the end of the 45-day experiment, the number of alive individuals in the groups was compared. At the end of the experiment, alive individuals were observed in 3 groups including trout mud, cow dung, and sand. In the second experiment, the mineral substance compositions of living *T. tubifex* samples collected from nature were compared with the mineral substance compositions of alive individuals kept at different water temperatures (14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28°C) for 90 days. In terms of magnesium, potassium, iron, copper, and zinc, statistically differences were found between the values measured at the beginning and at the end of the experiment. At the beginning of the experiment, while magnesium values tended to decrease in some groups, it increased in other groups. At the end of the experiment, it was determined that the potassium level was lower in all groups. At the end of the experiment, it was observed that the iron, copper, and zinc values were much higher than the values at the beginning of the experiment.

Aydınlık/Karanlık Fotoperiyot Şartlarında Farklı Zemin Materyallerinin *Tubifex tubifex* (Müller, 1774)'in Hayatta Kalma Oranına Etkisi ve Mineral Madde Kompozisyonu

ÖZET

Bu çalışmada doğadan toplandıktan sonra laboratuvar şartlarına adapte edilen *Tubifex tubifex* ile iki deneme yapılmıştır. Birinci denemede, kontrollü yetiştiricilik şartlarında kullanılabilir bazı zemin materyallerinin *T. tubifex*'in hayatta kalma oranlarına etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla 7 farklı (alabalık çamuru, tahıl, sebze, balık sakatları, inek ciğeri, inek gübresi ve kum) zemin materyali kullanılmıştır. Bu materyallerden oluşan deneme gruplarının her bir tekerrürüne başlangıçta 20'şer adet *T. tubifex* stoklanmıştır. Kırk beş günlük deneme sonunda gruplardaki canlı sayıları karşılaştırılmıştır. Deneme sonunda 3 grupta (alabalık çamuru, inek gübresi ve kum) canlı bireyler gözlenmiştir. İkinci denemede doğadan toplanan canlı *T. tubifex* örneklerinin mineral madde kompozisyonları ile farklı su sıcaklıklarında (14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28°C) 90 gün tutulan canlıların mineral madde kompozisyonları karşılaştırılmıştır. Magnezyum, potasyum, demir, bakır ve çinko bakımından deneme başlangıcı ve deneme sonunda ölçülen değerler arasında istatistiksel açıdan farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Deneme başlangıcında magnezyum değerleri bazı gruplarda düşüş eğilimi gösterirken bazı gruplarda ise artmıştır. Deneme sonunda potasyum seviyesinin tüm gruplarda daha düşük değerlerde olduğu belirlenmiştir. Demir, bakır ve çinko değerlerinin ise deneme sonunda deneme başlangıcındaki değerlere göre çok daha yüksek seviyelerde çıktığı gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Tubifex tubifex*, Yetiştiricilik, Zemin materyali, Mineral kompozisyonu.

GİRİŞ

Tubifex tubifex, dünya çapında dağılım gösteren ve tatlı su ekosisteminde bol bulunan bentik organizmalardandır (Brinkhurst, 1971; Lazim & Learner, 1986; Koşal Şahin & Yıldız, 2011). Verimli/verimsiz her türlü su ortamında, organik maddece zengin akarsularda ve lağım suyu, mezbahane ve sığır işletme atıklarının döküldüğü kirlı dere yataklarında bol miktarda bulunmaktadır (Brinkhurst & Jamieson, 1971; Chekanovskaya, 1981; Lazim & Learner, 1986; Timur vd., 1993). Bu türlerin kozmopolitan bir dağılım göstermesine ve organik olarak kirlı ekosistemlerde işlevsel öneme sahip olmasına rağmen, ne yazık ki bu türlerin yetiştiriciliğiyle ilgili

yapılmış sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır (Lazim & Learner, 1986).

T. tubifex içermiş olduğu ω -3 ve ω -6 serisi yağ asitleri, esansiyel aminoasit ve karotenoid pigmentlerinden dolayı özellikle tatlı su akvaryum balıklarının beslenmesinde kullanılan en önemli canlı yem türlerinden biridir (Yanar vd., 2003). Zengin besin madde kompozisyonunun yanında ince ve uzun vücut formları, kolay yenilmesi, kolay sindirilmesi, büyümeye ve üremeye olan pozitif katkısından dolayı *T. tubifex*'e olan talep giderek artmaktadır. Ayrıca *T. tubifex*'in üreme döngüsünün kısa olması da kültüre alınması açısından önemlidir (Kaster, 1980).

Mineraller, balıklar için gerekli olan bir grup inorganik besin maddeleridir (Bilgüven, 2002). Balıklar ihtiyaç duydukları mineral maddenin iz miktarda da olsa bir kısmını içinde buldukları su ortamından alabilse de, asıl mineral ihtiyaçlarını tükettikleri yemlerden almaktadırlar (Antony Jesu Prabhu, 2015). Tükettikleri yemlerdeki mineral miktarı balığın vücudundaki mineral dengesini doğrudan etkileyebilir (Antony Jesu Prabhu, 2015). Bundan dolayı balık yemi olarak kullanılan *T. tubifex*'in mineral kompozisyonunun belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bilinen 90 civarındaki inorganik elementin 29 tanesinin balıklar için gerekli olduğu düşünülmektedir (Lall & Milley, 2008). Bu nedenlerden dolayı akvaryum balıklarını beslemede canlı yem olarak kullanılan *T. tubifex*'lerin vücutlarındaki mineral miktarları tespit edilmesi besleme çalışmaları açısından büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada doğadan toplanıp kontrollü laboratuvar şartlarında tutulan *T. tubifex*'in yetiştiriciliğinin yapılmasına katkı sağlayabilmek açısından denemeler yapılmıştır. Farklı zemin ortamlarında tutulan *T. tubifex*'lerin aydınlık ve karanlık ışık uygulamalarında hayatta kalma ve üreyebilme kapasiteleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Bunun yanı sıra akvaryum balıkları için değerli bir canlı yem türü olmasından dolayı *T. tubifex*'in bünyesindeki mineral madde kompozisyonunun belirlenmesi de önemlidir. Bu amaçla bu çalışmada zemin materyallerinin hayatta kalmaya etkisinin yanı sıra mineral madde kompozisyonlarının da tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla doğadan toplanan

T. tubifex'lerin kontrollü kültür ortamında mineral madde içeriklerinin değişimleri araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Farklı Zemin Materyallerinin Hayatta Kalmaya Etkisi

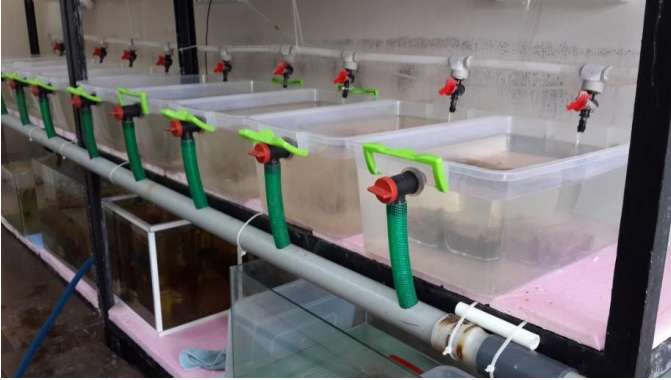
Bu çalışmada *T. tubifex*'in kontrollü şartlarda yetiştiriciliğinin yapılması durumunda kullanılacak bazı zemin materyallerin *T. tubifex*'in hayatta kalması üzerine etkisi test edilmiştir. Bu materyallerin seçiminde daha önceki çalışmalardan yararlanılarak 7 farklı materyal zemin olarak kullanılmıştır. Bunlar;

- *Alabalık havuzlarından alınan çamur*; bu materyal beton havuzlarda alabalık yetiştiriciliği yapan faal bir ticari alabalık çiftliğinin çıkış suyu civarındaki havuzda biriken çamur formundaki zemin materyalidir.
- *Tahıl (Arpa+Buğday)*; bu materyal organik olması ve daha önce yapılan çalışmalarda kullanıldığı için denemelerde tercih edilmiştir. Arpa:buğday oranı 1:1 olacak şekilde planlanmıştır.
- *Sebze (Marul+Muz)*; marketten alınan marul ve muzlar küçük parçalara ayrılarak deneme kabını dolduracak şekilde konulmuştur.
- *Balık atıkları*; bu materyal balık halindeki balıkların sattıkları balıkların içini temizledikten sonra balık atıklarını atıkları kovadan rastgele olarak alınmıştır.
- *Dana ciğeri*; kasaptan satın alınarak temin edilmiştir.

- İnek gübresi; kurutulmuş inek gübresi kullanılmıştır.
- Sadece kum; kuartz kum kullanılmıştır.



Şekil 1. Her birine 20'şer adet *T. tubifex* stoklanan tekerrür grupları.



Şekil 2. Farklı zemin materyallerinin kullanıldığı denemenin yapıldığı sürekli su akışının olduğu kapalı devre deneme sistemi.

Bu materyaller zemin olarak kullanılsa da aynı zamanda *T. tubifex* için besin olarak da kullanılabilme potansiyeline sahiptir. Bu deneme 20°C sabit su sıcaklığında haftada iki defa pul yem ile yemleme yapılacak şekilde tasarlanmıştır. Her bir grup 3 tekerrürden oluşturulmuş, her bir tekerrür kabına 20'şer adet *T. tubifex* stoklanmıştır. Deneme boyunca takip edilen ortalama su parametreleri şu şekilde

ölçülmüştür: Sıcaklık; $19,74 \pm 0,22^\circ\text{C}$, çözünmüş oksijen; $8,36 \pm 0,41 \text{ mgL}^{-1}$, pH; $7,39 \pm 0,10$, iletkenlik; $688,33 \pm 40,72 \mu\text{s}$, $\text{NO}_2 < 0,027 \text{ mgL}^{-1}$, $\text{NO}_3 < 8,347 \text{ mgL}^{-1}$, $\text{NH}_4 < 0,285 \text{ mgL}^{-1}$.



Şekil 3. İki farklı fotoperiyot uygulaması kullanılan deneme sisteminin genel görüntüsü (üstteki sistemde 24 saat karanlık, alttaki sistemde 12 saat aydınlık/12 saat karanlık fotoperiyot uygulanmıştır).

Kurtların farklı besin ortamındaki üreme ve yaşama performanslarını gözleyebilmek için, deneme başı canlı sayısı (her bir tekerrüre 20 adet kurt) (Şekil 1) ile deneme sonu canlı sayısı arasındaki fark hesaplanmıştır. Bu deneme 45 gün sürmüştür. Her bir tekerrür grubuna haftada 2 defa 0,25'er gr pul yem (Tetramin Pul Yem) verilmiştir. Deneme sonuna kadar su değişimi

yapılmamıştır. Ancak sistemden buharlaşma, taşma, damlama vb. gibi çeşitli yollarla azalan su miktarı sürekli kontrol edilerek başlangıç seviyesindeki miktara tamamlanmıştır.

Bu aşamada 7 farklı besin ortamının araştırılmasının (Şekil 2) yanı sıra, aynı besin ortamlarının 24 saat karanlıkta tutulan kurtlar üzerindeki etkisi de test edilmiştir (Şekil 3). Böylelikle, zamanlı olarak hem besin ortamının etkisi hem de ışık periyodunun etkisinin tespit edilmesi hedeflenmiştir. İlk sistemde (Şekil 1, Şekil 2) 12 saat aydınlık/12 saat karanlık ışık periyodu uygulanırken, diğer sistemde tankların etrafı tamamen kapatılarak 24 saat karanlık fotoperiyot uygulanmıştır. Bu şekilde deneme sonunda elde edilen bulgular karşılaştırılmıştır. Bu iki sistemde fotoperiyot dışındaki diğer tüm koşullar eşit tutulmuştur.

Mineral Madde Kompozisyonunun Belirlenmesi

Çalışmada kullanılan *T. tubifex*, Eskişehir il sınırlarındaki Porsuk Çayı'ndan *T. tubifex* toplayan profesyonel bir toplayıcıdan temin edilmiştir. Soğuk zincir şartlarını muhafaza ederek transfer edilen *T. tubifex* laboratuvardaki kültür ortamlarına stoklanmıştır. Stoklanmadan önce doğadan getirilen canlıların mineral madde kompozisyonunu belirlemek amacıyla deneme başlangıcında örnekler alınmıştır. Laboratuvara getirilen canlıların yeni ortamlarına adapte olmaları beklenmiştir. Daha sonra sekiz farklı su sıcaklığında (14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28°C) 90 gün tutulan *T. tubifex*'lerin deneme sonu mineral madde kompozisyonları İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon

Spektrokopisi (ICP-OES) ile ölçülmüştür. Denemede her bir grup için 100'er litrelik cam akvaryumlar kullanılmıştır. Her bir gruba 150'şer gram (canlı yaş ağırlık) *T. tubifex* stoklanmıştır. Çalışma sonunda deneme başı ve deneme sonu mineral madde miktarları karşılaştırılmıştır.

Mineral içeriklerin belirlenebilmesi için öncelikle örnekler çözündürülmüştür. Bunun için Aydın (2008)'a göre HNO₃ asit ile mikrodalga ile yakma kullanılmıştır. Belirli miktarlarda tartımı alınmış örnekler asit karışımı mikrodalga ile yakılarak çözünürleştirilmiştir. Daha sonra örnekler soğumaya bırakılmış ve saf su ile süzme işlemleri ile ICP-OES için hazır hale getirilmiştir. Element içerikleri, ICP-OES cihazı kullanılarak analiz edilmiştir.

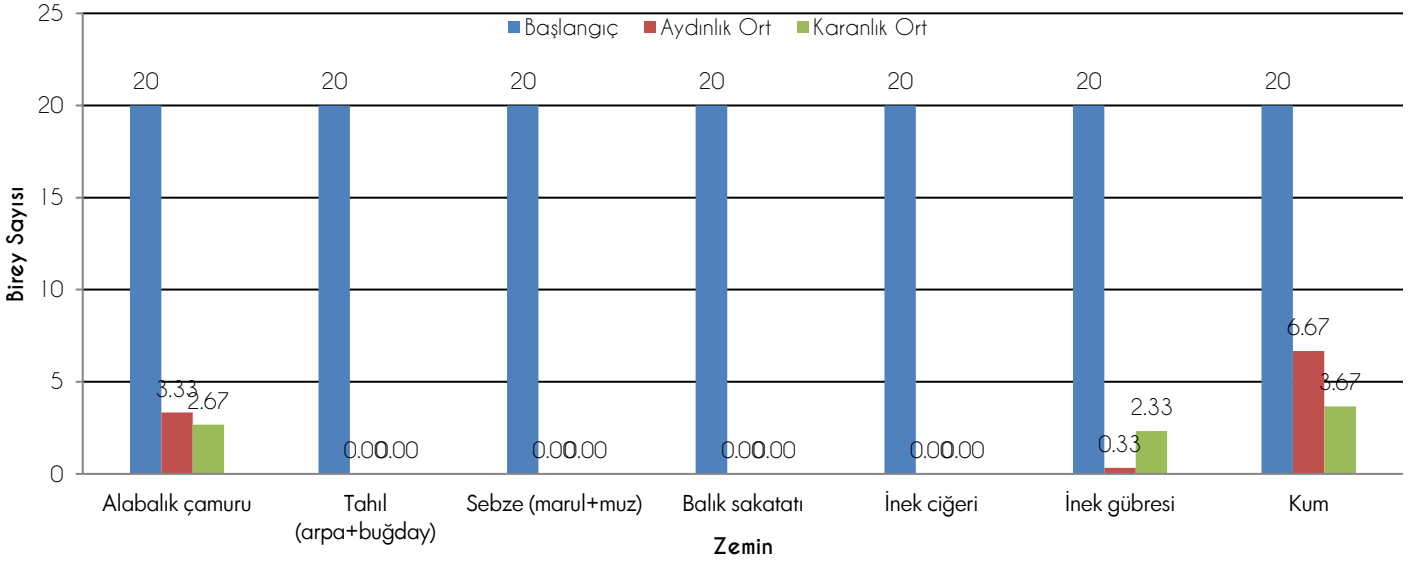
BULGULAR

Farklı Zeminlerin Hayatta Kalmaya Etkisi

Bu aşamada 7 farklı besin ortamı zemin materyali olarak kullanılmıştır. Sadece bu materyallerden oluşan zemin gruplarının her bir tekerrürüne başlangıçta 20'şer adet *T. tubifex* stoklanmıştır. Bu gruplar haftalık 2 defa (0,25 gr pul yem × 2 kez) yemlenmişlerdir. 45 gün sonunda gruplardaki canlı sayılarındaki değişim Tablo 1 ve Şekil 4'te gösterilmiştir.

Tablo 1'de gösterildiği gibi zemin materyallerinin neredeyse tamamında canlı sayısı sıfıra inmiştir. Deneme sonunda sadece 3 grupta canlıya rastlanabilmiştir (Şekil 4). Bu durumun bu materyallerdeki zamanla oluşan çürümeden kaynaklandığı gözlenmiştir. Çürüyen ortam canlılar için yaşanamaz hale gelmiştir. Bazı materyallerin üzeri sümüksü bir

Farklı Zemin Ortamlarında Yaşama Oranları (Adet)



Şekil 4. Aydınlik ve karanlık fotoperiyot uygulanmış ve 7 farklı zeminde 45 gün tutulan *T. tubifex*'lerin deneme sonundaki canlı sayıları (adet).

Tablo 1. Farklı zemin ortamına stoklanan ve karanlık ve aydınlık fotoperiyot dönemlerinde 45 gün tutulan *T. tubifex*'lerin gruplardaki deneme başı ve deneme sonu canlı sayısındaki değişim (Her bir grup için 3 tekrür yapılmıştır).

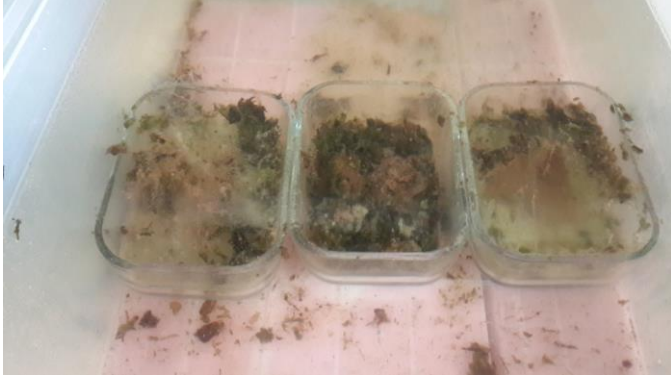
Zemin Materyali	12 Saat Aydınlik / 12 Saat Karanlık				24 Saat Karanlık			
	Başlangıç Canlı Sayısı	Deneme Sonu Ort. Canlı Sayısı	Deneme Sonu Min. Canlı Sayısı	Deneme Sonu Maks. Canlı Sayısı	Başlangıç Canlı Sayısı	Deneme Sonu Ort. Canlı Sayısı	Deneme Sonu Min. Canlı Sayısı	Deneme Sonu Maks. Canlı Sayısı
Alabalık çamuru	20	3.33	0	6	20	2.67	0	4
Tahıl (arpa+buğday)	20	0	0	0	20	0	0	0
Sebze (marul+muz)	20	0	0	0	20	0	0	0
Balık sakatları	20	0	0	0	20	0	0	0
İnek ciğeri	20	0	0	0	20	0	0	0
İnek gübresi	20	0.33	0	1	20	2.33	2	3
Kum	20	6.67	4	9	20	3.67	2	5

katmanla kaplanmıştır (Şekil 5). Bundan dolayı bu materyallerin yoğun bir şekilde olduğu ortamlarda *T. tubifex*'in yaşama şansının çok düşük olduğu sonucuna varılmıştır.

T. tubifex' in doğal yaşam alanlarının mezbaha atık suları, kanalizasyon suları, sanayi

atıklarının yoğun olduğu kirlilik oranı yüksek sular olduğu bilinmektedir. Bundan dolayı *T. tubifex* yetiştiriciliğinin yapılacağı suyun kalitesinin çok iyi olması beklenmemektedir. Diğer yandan daha önce *T. tubifex* yetiştirme denemesi yapılan çalışmalarda da benzer zemin materyalleri kullanılmıştır. Ancak bu denemede

materyallerde meydana gelen çürümeden dolayı *T. tubifex*'lerin hayatta kalma oranları oldukça düşük çıkmıştır. Bazı gruplarda ise canlıların tamamı ölmüştür.



Şekil 5. Zamanla çürüyen ortamın görüntüsü (Üzerinde sümüksü/mantarimsi bir oluşum dikkat çekmektedir).

Mineral Madde Kompozisyonunun Belirlenmesi

T. tubifex'lerin mineral madde kompozisyonlarının belirlenmesi için öncelikle doğadan toplanan *T. tubifex*'lerin mineral madde içerikleri ölçülmüştür. Daha sonra *T. tubifex*'ler laboratuvarındaki 8 farklı su sıcaklığında (14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28°C)

akvaryumlara stoklanışlardır. Her bir tekerrüre başlangıçta 150'şer gr canlı *T. tubifex* stoklanmıştır. *T. tubifex*'ler 90 gün boyunca bu sıcaklıklarda tutulmuşlar ve bu süre boyunca akvaryumlara günlük akvaryum yemi eklenmiştir. Deneme sonunda yeniden mineral madde kompozisyonları ölçülmüştür. Deneme sonunda elde edilen mineral madde içerikleri Tablo 2'de özetlenmiştir.

Ölçüm yapılan 5 mineral madde içinde ilk alınan örneğe göre deneme sonunda miktar olarak artış gösterenler Tablo 2'de gösterilmiştir. Buna göre Magnezyum sadece 28°C'de artış göstermiştir. Demir, bakır ve çinko değerlerinde tüm deneme gruplarında ilk örneğe göre artış gözlemlenmiştir. Potasyumda ise tüm gruplarda ilk örneğe göre azalma tespit edilmiştir. Magnezyum değerleri açısından bakıldığında doğadan toplanan canlılar ile 90 gün boyunca laboratuvar ortamında tutulan canlıların değerleri açısından önemli farklılıklar olmadığı söylenebilir. Ancak aynı durum potasyum ve demir için geçerli değildir.

Tablo 2. Farklı su sıcaklıklarında tutulan *T. tubifex*'lerin vücutlarındaki mineral madde seviyeleri.

Sıcaklık (°C)	Mineral Madde (ppm)				
	Mg	K	Fe	Cu	Zn
Başlangıç	301,60	6709,50	894,60	0,029	114,20
14°C	248,60	4388,10	2239,70	0,081	578,90
16°C	268,80	5147,50	2013,90	0,162	566,00
18°C	254,80	2818,70	3836,20	0,207	545,90
20°C	341,80	3874,70	3885,90	0,173	480,70
22°C	272,90	4499,20	3630,60	0,110	442,20
24°C	276,50	3680,40	4188,00	0,122	459,00
26°C	254,40	4188,10	3320,10	0,110	494,70
28°C	305,40	4467,60	4562,40	0,119	664,10

Çünkü doğadan toplanan örneklerde potasyum oranının daha yüksek olduğu görülmektedir. Diğer yandan doğadan toplanan *T. tubifex*'lerin demir oranları laboratuvarında koşullarında tutulan bireylerden 3-4 kat daha az çıkmıştır. Benzer sonuç bakır ve çinko için de söylenebilir. Özetle doğadan toplanan *T. tubifex*'ler bir süre kontrollü yetiştiricilik şartlarında tutulurlarsa bünyelerindeki mineral madde içeriklerinde değişimler olmaktadır. Ancak bu değişimlerin hangi şartlarda ne oranda olacağı doğrudan ortam şartları, zemin, su sıcaklığı ve besleme gibi pek çok şarta bağlı olarak değişim gösterebilir.

TARTIŞMA

T. tubifex akvaryum balıklarının beslenmesinde kullanılan çok değerli bir canlı yem türüdür. Sektörde kullanılan *T. tubifex*'lerin hemen hemen tamamı doğadan yakalanıp pazara sunulmaktadır. *T. tubifex*'ler daha çok organik ve inorganik yükleri çok fazla olan aşırı kirli sulardan toplanmaktadır. Bundan dolayı da bu canlı ile beslenen balık türleri yüksek seviyede hastalık riski taşımaktadır. Sadece bu nedenden dolayı pek çok balık üreticisi besin değeri yüksek olmasına rağmen bu canlıları kullanmak istememektedir. Diğer taraftan *T. tubifex*'lerin gerek balıkların büyüme performansını arttırmada gerekse üreme performanslarını arttırmada çok verimli bir canlı yemdir. *T. tubifex*'in kontrollü şartlarda yetiştirilmeleri, taşıdıkları bu risklerin azalmasını veya yok olmasını sağlayabilir. Bunun için bu canlıların insan eli altında üretilip yetiştirilmesi çok önemlidir. Bu canlı türünün yetiştirilebilmesi

için uygun şartların belirlenmesi de bu çalışmadaki gibi çok sayıda deneme yapılmasını gerektirmektedir.

Oplinger vd. (2011), *T. tubifex* yetiştiriciliği konusunda yaptıkları dört aşamalı bir çalışmada, farklı besin, rasyon, sıcaklık ve stok yoğunluğu değerlerinin *T. tubifex*'in üreme, yavru verimi ve ergin bireylerinin yaşama oranları üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Denemenin birinci aşaması neticesinde sığır gübresi ile beslenen gruptaki bireylere ait yaşama oranı, yavru verimi ve büyüme performanslarının düşük olduğunu, ticari balık yemi veya *Spirulina* katkılı yem ile beslenen gruplarda ise bu değerlerin en yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Farklı rasyonların etkilerini görmek üzere yapılan ikinci denemede, canlı ağırlığın %0, %2,5, %5 ve %10'u oranlarında ticari yem ile beslenen bireylerin büyüme ve yavru verimlerini incelemişler, en iyi değerlerin %5 ile %10 rasyonlarında gözlendiğini belirtmişlerdir. Sıcaklığın *T. tubifex* üzerindeki etkilerini belirlemek üzere yapılan diğer aşamada, en iyi büyüme ve yaşama oranlarının 12-27°C aralığında gerçekleştiğini, 21°C'nin altındaki sıcaklıklarda ise yavru veriminin olumsuz etkilendiğini kaydetmişlerdir. Denemenin sonaşmasında ise yedi farklı stok yoğunluğunun *T. tubifex* üzerindeki etkilerini araştırmışlar, sonuçta en düşük stok yoğunluğu değerinin uygulandığı gruplarda, diğer gruplara göre daha yüksek yavru verimi ve biyomas artışı gözlendiği tespit edilmiştir.

Begum vd. (2014), farklı kültür ortamları kullanılarak *T. tubifex*'in yetiştiriciliğinde en

uygun kültür tekniğinin bulunması amacıyla yaptıkları çalışmada; 145 gün boyunca devam eden deneyde kültür ortamı olarak inek gübresi, taze balık ve bitkiler olmak üzere 3 farklı kültür ortamı kullanmıştır. Her ortama deney boyunca haftalık olarak 250 mg/cm² oranında yem verilmiştir. Çalışma sonunda 3 kültür ortamı arasında, taze balık sisteminde her ne kadar dikkate değer bir kurt üremesi gözlemlense de kurtların en iyi gelişip büyüdüğü kültür ortamının inek gübresi olduğu bulunmuş, bitki ortamında ise önemli bir kurt üremesi gözlemlenmemiştir. 3 kültür ortamından elde edilen miktarlar inek gübresinde 8,192 gr/g, taze balıkta 4,14 mg/g ve bitki ortamında 2,43 mg/g olarak bulunmuştur. Sonuç olarak yapılan çalışmada kurtların en iyi büyüüp geliştiği inek gübresi ortamının daha uygulanabilir, daha kolay ve daha ekonomik olduğu görülmüştür.

Pasteris vd. (1996), yaptıkları çalışmada, sucül Oligochaeta'lerden *T. tubifex*'in popülasyon yapısı ile besin mevcudiyeti arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla farklı besin seviyelerinde selüloz substrat kullanımının *T. tubifex*'in kohort ve kısa zamanlı kültürleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada kısa zamanlı deneylerde, *T. tubifex*'in yumurta üretimi ve büyümesi üzerinde selüloz substrat kullanılabileceği görülmüş fakat kohort kültürlerde aynı sürede yeni yavruların selüloz substrat üzerinde henüz büyümediği görülmüştür.

Paoletti (1989), *T. tubifex*'in '*tubifex*' ve '*blanchardi*' formlarının yetiştiriciliğinde farklı sıcaklık değerlerinin etkilerini incelemek üzere bir

deneme gerçekleştirmiştir. Deneme sonucunda '*blanchardi*' formlarının düşük sıcaklık değerlerini daha az tolere edebildiğini, daha geç eşeyssel olgunluğa ulaşıp, daha düşük yumurta verimi gösterdiğini belirtmiş; ayrıca '*blanchardi*' formlarının gelişimlerini sürdürebilecekleri minimum sıcaklık değerinin 8°C olduğunu, '*tubifex*' formları için ise bu değer 0°C olduğunu kaydetmiştir.

Hossain vd. (2011), Tubificid türlerinin yetiştiriciliğinde soya küspesi ve hardal küspesinin etkilerini incelemiştir. Deneme sonucunda %30 soya küspesi, %20 hardal küspesi, %20 buğday kepeği, %20 sığır gübresi ve %10 kum içeren zemin materyalinde en iyi yavru veriminin gerçekleştiğini tespit etmişlerdir.

Finogenova & Lobasheva (1987), *T. tubifex*'in büyümesine etki eden faktörlerin belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada, zeminde organik maddenin bolluğu başta olmak üzere çeşitli faktörlerin büyüme üzerinde etkili olduğunu tespit etmiştir. Ebrahimi vd. (2009), *Tubifex* kurtlarının yetiştiriciliğinde biyomas artışı üzerinde zemin materyalinin etkisinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada inek gübresi ve marul materyallerinin *Tubifex tubifex*'in biyomas artışı üzerine etkisi karşılaştırılmıştır. Aston (1968), bir Tubificid türü olan *Branchura sowerbyi*'nin fekondite, büyüme ve hayat döngüsü üzerine sıcaklığın etkisini araştırmıştır. Laboratuvar şartlarında yapılan çalışmada, olgun kurtlarda kurt salınımı ve cinsel olarak olgun olmayan kurtlarda büyüme için uygun sıcaklığın 25°C civarı olduğu bulunmuştur. Cinsel olarak olgun olmayan

kurtlarda büyüme için uygun sıcaklık her ne kadar düşük olsa da (10-15°C), 20-25°C'de olgun olmayan kurtların büyütülmesi sonucunda daha yüksek oranda kokon üretimi olabileceği sonucuna varılmıştır.

Marian vd. (1989), *T. tubifex* yetiştiriciliğinde önceki yetiştiricilik çalışmalarından daha az maliyetli yeni bir yetiştiricilik sistemi denemişlerdir. Çalışma, 36 akvaryumdan oluşan kapalı devre sistemde gerçekleştirilmiş ve zemin materyali olarak inek gübresi kullanılmıştır. Çalışma sonunda sistemin üretkenlik kapasitesi 1 kg kurt/25 kg inek gübresi olarak bulunmuştur.

Ahamed & Mollah (1992), yaptıkları çalışmada Tubificid türlerinin yetiştiriciliğinde, kültür ortamına farklı seviyelerde eklenen buğday kepeği ve hardal yağı lapasının etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, Tubificid türleri %35 buğday kepeği, %20 hardal yağı lapası, %25 inek gübresi ve %20 ince kum içeren kültür ortamında 60 günde 419,4 mg/cm² oranında bir üretim göstermişlerdir. Çalışmada ayrıca yeni kurt yavrularının deney başlangıcından 20 gün sonra görüldüğü ve 1,0 gr kurt üretimi için 2,85 gr ham zemin materyali gerektiği de rapor edilmiştir.

Ünal (2003), yaptığı denemede farklı besi ortamlarının ve su debisinin *T. tubifex*'in biyomas artışı üzerine etkisini araştırmıştır. Çalışmada %75 sığır gübresi ve %25 kum içeren ortama (kontrol grubu), %3 oranında çığit küspesi ve kan unu ilavesinin *T. tubifex*'in biyomas artışı üzerine etkisi olmamış ($P>0,0\pm 5$), ancak soya küspesi ilavesinin *T. tubifex*'in biyomas artışı üzerine etkili olduğu bulunmuştur.

Yanar vd. (2003), *T. tubifex*'in besin kompozisyonunun belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada *T. tubifex*'in oransal dağılımı olarak ham protein %11,02±0,58, lipit %2,14±0,06, kül %1,83±0,16 ve kuru madde %18,78±0,83 değerleri bulunduğunu belirtmiştir. Toplam yağ asidi miktarı 7,28 mg/100mg kuru ağırlık olup bunun %18'ini ω-3 (C18:3n3 ve C20:5n3) ve %22'sini ω-6 (C18:2n6c ve C20:4n6) serisi yağ asitlerinin oluşturduğu belirlenmiştir. Esansiyel aminoasitlerinden en fazla bulunanı (amino asit g/100 g protein) lizin (6,54±0,12) ve lösin (6,52±0,13) olup bunu sırasıyla arjinin (5,39±0,04), valin (4,92±0,09), treonin (4,81±0,09), fenilalanin (4,36±0,09), isolösin (4,31±0,08), tiyrosin (2,74±0,07), histidin (2,67±0,03) ve metionin (1,82±0,04) izlemiş ve toplam karotenoid miktarı ise 15,02±0,80 mg/kg olarak tespit edilmiştir. ±

SONUÇ

Literatürdeki çalışmalar göz önüne alındığında *T. tubifex* türünün kültürü ile ilgili yapılan çalışmaların sınırlı olduğu gözlenmektedir. Bundan dolayı da bu türün yetiştiriciliğine yönelik çalışmaların önemi artmaktadır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda daha detaylı araştırmalara gerek duyulduğu ortaya çıkmıştır. Bu çalışmadan elde edilen bulguların ileride bu konuda yapılacak bilimsel çalışmalara kaynak teşkil edeceği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma 213O033 nolu TÜBİTAK projesi ve ÇOMÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon

Birimi (BAP) tarafından FHD-2018-1436 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

ETİK STANDARTLARA UYGUNLUK

Çıkar Çatışması

Yazar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

Etik Onay

Yazar bu tür bir çalışma için resmi etik kurul onayının gerekli olmadığını bildirmektedir.

KAYNAKLAR

- Ahamed, M. T., & Mollah, M. F. A. (1992). Effects of various levels of wheat bran and mustard oil cake in the culture media on tubificid production. *Aquaculture*, 107(1), 107-113.
- Antony Jesu Prabhu, P. (2015). *Minerals in fish: does the source matter?* [PhD Thesis. Wageningen University, The Netherlands]. 267p.
- Aston Finogenova, N. P., & Lobasheva, T. M. (1987). Growth of *Tubifex tubifex* Müller (Oligochaeta, Tubificidae) under various trophic conditions. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, 72(6), 709-726.
- Aston, R. J. (1968). The effect of temperature on the life cycle, growth and fecundity of *Branchiura sowerbyi* (Oligochaeta: Tubificidae). *Journal of Zoology*, 154(1), 29-40.
- Aydin, I. (2008). Comparison of dry, wet and microwave digestion procedures for the determination of chemical elements in wool samples in Turkey using ICP-OES technique. *Microchemical Journal*, 90(1), 82-87. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2008.03.011>
- Begum, M., Noor, P., Ahmed, K. N., Sultana, N., Hasan, M. R., & Mohanta, L. C. (2014). Development of a culture techniques for Tubificid worm, under laboratory conditions. *Bangladesh Journal of Zoology*, 42(1), 117-122.
- Bilgüven, M. (2002). *Yemler Bilgisi, Yem Teknolojisi ve Balık Besleme*. Akademisyen Yayınları.
- Brinkhurst, R. O. (1971). Guide for the Identification of British aquatic Oligochaeta. Freshwater Biological Association Scientific Publication, No: 22, Toronto. 55.
- Brinkhurst, R. O., & Jamieson, B. G. M. (1971). *Aquatic Oligochaeta of the world*. Oliver and Boyd.
- Chekanovskaya, O. V. (1981). *Aquatic oligochaeta of the USSR*. Amerind Publishing Company.
- Hossain, A., Hasan, M., & Mollah, M. F. A. (2011). Effects of soybean meal and mustard oil cake on the production of live fish food Tubificid worms in Bangladesh. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 3, 183-189.
- Kaster, J. L. (1980). The reproductive biology of *Tubifex tubifex* Müller (Annelidae: Tubificidae). *American Midland Naturalist*, 104, 364-366.
- Koşal Şahin S., & Yıldız S. (2011). Species distribution of oligochaetes related to environmental parameters in Lake Sapanca (Marmara Region, Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11 (3), 359-366. https://doi.org/10.4194/1303-2712-v11_3_04
- Lall, S. P., & Milley, J. E. (2008). Trace mineral requirements of fish and crustaceans (pp. 203-214). In P. Schlegel, S. Durosoy, A. W. Jongbloed (Eds.), *Trace elements in animal production systems*. Wageningen Academic Publishers.
- Lazim, M. N., & Learner, M. A. (1986). The life-cycle and productivity of *Tubifex tubifex* (Oligochaeta; Tibificidae) in the Moat-Feeder Stream, Cardiff, South Wales. *Ecography*, 9(3), 185-192.
- Marian, M. P., Chandran, S., & Pandian, T. J. (1989). A rack culture system for *Tubifex tubifex*. *Aquacultural Engineering*, 8(5), 329-337.
- Oplinger, R. W., Bartley, M., & Wagner, E. J. (2011). Culture of *Tubifex tubifex*: Effect of feed type, ration, temperature, and density on juvenile recruitment, production, and adult survival. *North American Journal of Aquaculture*, 73, 68-75.
- Paoletti, A. (1989). Cohort cultures of *Tubifex tubifex* forms. *Hydrobiologia*, 180, 143-150.

- Pasteris, A., Bonomi, G., & Bonacina, C. (1996). Age, stage and size structure as population state variables for *Tubifex tubifex* (Oligochaeta, Tubificidae). *Hydrobiologia*, 334 (1-3), 125-132.
- Timur, G., Timur, M., Turna, I., Kubilay, A., & İkiz, R. (1993). Tubificid culture, *Turkish Journal of Zoology*, 20, 99-101.
- Ünal, H. (2003). *Tubifeks (Tubifex tubifex) yetiştiriciliğinde farklı besi ortamlarının etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana].
- Yanar, M., Yanar, Y., & Genç, M. A. (2003). *Tubifex tubifex* Müller, 1774 (Annelidae)'in Besin Kompozisyonu. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 20(1-2), 103-110.