

Yüzer ağ kafeslerde kullanılan polietilen dikmelerin rotasyon ve enjeksiyon yöntemleri ile üretimlerinin karşılaştırılması

A comparison of rotation and injection production methods for polyethylene brackets of floating net cages

Özgür Altan^{1*}  • Güner Galipoğlu² 

¹ Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 35100 Bornova, İzmir, Türkiye

² Akvaplast Plastik ve Denizcilik Ltd. Şti., Pancar Organize Sanayi Bölgesi, 5.Cadde, No:3, 35865, Pancar, Torbalı, İzmir, Türkiye

* Corresponding author: ozgur.altan@ege.edu.tr

Received date: 09.06.2017

Accepted date: 30.10.2017

How to cite this paper:

Altan, Ö. & Galipoğlu, G. (2018). A comparison of rotation and injection production methods for polyethylene brackets of floating net cages. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(1): 27-30. doi:10.12714/egejfas.2018.35.1.05

Öz: Deniz ve iç sulardaki baraj göllerindeki balık yetiştiriciliği çalışmalarında kullanılan yüzer ağ kafes sistemlerinin en önemli bileşenlerinden bir tanesini dikmeler oluşturmaktadır. Dikme üretiminde geçmişten günümüze kullanılan en yaygın yöntem rotasyon sistem iken son yıllarda plastik işleme teknolojilerinin gelişmeye başlaması ile birlikte, pek çok alanda olduğu gibi dikme üretiminde de enjeksiyon yönteminin kullanılması gündeme gelmiştir. Bu çalışmada ticari bir kafes üretim tesisinde iki üretim metodunun iş gücü, kullanılan hammadde özellikleri ve birim zamandaki üretim kapasitesi ile enerji tüketimi ve üretim maliyetleri açısından karşılaştırılması yapılmıştır. Elde edilen sonuçlarda, enjeksiyon yöntem ile üretimin seçilmesi durumunda iş gücünün yarı yarıya azaltılabileceği, rotasyon sistemde kullanılan toz yapıdaki düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) malzeme yerine granül formdaki hammaddenin de seçilebileceği, bir saatlik zaman diliminde enjeksiyon yöntemle %50 oranında daha fazla sayıda dikme üretilebileceği görülmüştür. Bununla birlikte her iki yöntemin kullanımı sırasında harcanan enerji miktarı göz önünde bulundurulduğunda enjeksiyon sistem ile üretimin %80 oranında enerji tasarrufu sağlayabileceği görülmüş, üretim maliyetlerinin de %9.2 oranında azaltılabileceği hesaplanmıştır.

Anahtar kelimeler: Ağ kafes, dikme, rotasyon, enjeksiyon

Abstract: One of the important components of net cages that have been used for aquaculture activities in marine and freshwater environment, are brackets. Rotation system have been used to produce brackets for a long time; but as plastic process technology has just well developed, using of injection method has become more popular. This study presents a comparison between both production methods on ingredient utilization, production capacity per hour, energy consumption and production costs in commercial production conditions. According to the results, obtained injection method can reduce the number of employee up to fifty percent, instead of using powder LDPE material as an ingredient in the rotation method, injection method can use granule form of LDPE, the number of brackets were produced in a hour can be increased up to 50%. In terms of energy consumption, the injection method can provide up to 80% profit and finally producing brackets with injection method reduce the production costs 9.2%

Keywords: Net cage, bracket, rotation, injection

GİRİŞ

Yüzer ağ kafesler, yetiştiriciliği yapılan sucul canlılar için belki de doğadaki yaşam ortamlarına en yakın özellikleri sunabilen yetiştiricilik ortamlarından bir tanesidir. Tatlı su balıklarının yetiştiriciliğinde baraj gölü ve göletlerde, deniz balıklarının yetiştiriciliğinde kıyı ve kıyı ötesi alanlarda kullanılan ağ kafeslerin geçmişi yüzyıllar öncesine kadar uzanmaktadır (Coche, 1978; Beveridge, 1987; Huguenin, 1997). Dünyanın su ürünleri yetiştiriciliği uygulamalarında önde gelen ülkelerinin özellikle deniz balıklarının yavru aşamadan itibaren yetiştiriciliğine ait faaliyetler incelendiğinde, kıyı sularında gözlenen hızlı kirlilik, turizm yatırımları gibi öncü nedenlere bağlı olarak, bu çalışmaların açık deniz ortamlarına

yerleştirilen ağ kafeslerde sürdürüldüğü görülmektedir. Açık deniz yetiştiriciliği kıyısız alanlardaki yetiştiricilik modelleri ile kıyaslandığında, açık denizde sürdürülen yetiştiricilik çalışmalarının daha kuvvetli akıntı, dalga boyu ve rüzgar şiddetine maruz kaldığı görülmektedir. Bu zorlu fiziksel koşullar nedeniyle kullanılan ağ kafes materyalinin de aynı oranda sağlam ve dayanıklı olmasını gerekmektedir (Loland, 1991; DeCew vd., 2005; Suhey vd., 2005).

Ağ kafes yapısının dayanıklılığı üzerinde önemli rolü olan en önemli parça dikmedir. Günümüzde ağ kafes dikmelerinin imalatında rotasyon ve enjeksiyon olmak üzere iki yöntem

kullanılmaktadır. Rotasyon sistem ağ kafes endüstrisinde yıllardan beri kullanılan bir yöntem olmasına rağmen enjeksiyon sistem daha yeni bir dikme üretim modeli olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada, rotasyon ve enjeksiyon sistemle imal edilen ağ kafes dikmelerinin işçilik, hammadde tüketimi, kullanılan sistemlerin enerji tüketimi ve birim üretim maliyetlerine ilişkin bilgiler ticari bir üretim ortamında yapılan kıyaslamalar ışığında sunulmaktadır.

MATERYAL VE METOT

Denemelerde kullanılan rotasyon sistemi ve üretim metodu

Bu çalışma İzmir ili Torbalı ilçesinde ağ kafes üretimi yapan özel bir fabrikada sürdürülmüştür. Rotasyon sistemle üretim yapmak için bir dikme kalıbı ile rotasyon fırını kullanılmıştır (Şekil 1a ve 1b).



Şekil 1a. Rotasyon sistem dikme kalıpları (orijinal)
Figure 1a. Rotation system stitch patterns (original)



Şekil 1b. Rotasyon sistemde kullanılan fırın (orijinal)
Figure 1b. Furnace used in rotation system (original)

Rotasyon sistem ile üretim yapmak için özel bir plastik firmasından Rotomoulding marka düşük yoğunluklu ve siyah granül yapıdaki polietilen hammadde (LDPE) temin edilmiştir. Hammadde öğütülerek toz hale getirilmiş, şekil 1a'da gösterilen

kalıplara dökülmüş ve kalıp kapakları kapatılmıştır. Dörtlü kalıp ile farklı yönlerde dönerken çalışan sistem, 450 °C sıcaklığa ayarlanmış fırına konulmuş ve 90 dakika süre ile bu sıcaklığa ve rotasyon hareketine maruz bırakılmıştır. Tamamen kalıbın şeklini alan ürün fırından çıkarılmış ve oda sıcaklığında 30 dakika süre ile soğumaya bırakılmıştır. Belirtilen bu yöntemle dört işçi kullanılarak toplam 100 adet kafes dikmesi üretilmiştir.

Denemelerde kullanılan enjeksiyon sistemi ve üretim metodu

Enjeksiyon sistemle üretim yapabilmek için ilgili fabrikanın araştırma ve geliştirme biriminde üretilen enjeksiyon makinesinden yararlanılmıştır (Şekil 2a ve 2b). Bu makine ekstruder, kelepçe, piston, hidrolik ünite, soğutucu ve kumanda panelinden meydana gelmektedir.



Şekil 2a. Enjeksiyon sistemde kullanılan ekstruder (orijinal)
Figure 2a. Extruder used in injection system (original)



Şekil 2b. Enjeksiyon sistemin hidrolik ünitesi
Figure 2b. Hydraulic unit of the injection system

Enjeksiyon sistemle üretim yapabilmek için, rotasyon sistemde belirtildiği gibi, Rotomoulding marka siyah granül LDPE temin edilmiştir. Rotasyon sistemden farklı olarak enjeksiyon sistemde granül hammadde herhangi bir öğütme işlemine gerek kalmaksızın sistemin ekstruder birimine konulmuş, hidrolik ünite yardımı ile kalıp içerisine hammadde

basılmıştır. Enjeksiyon yöntemde iki işçiden yararlanılarak 100 adet kafes dikmesi imal edilmiştir.

BULGULAR

Rotasyon ve enjeksiyon yöntemle imal edilen kafes dikmelerine ilişkin kıyaslama Tablo 1'de ve Şekil 3'te sunulmaktadır.

Tablo 1. Rotasyon ve enjeksiyon yöntemle üretilen dikmelerin kıyaslanması

Table 1. Comparison of rotations and syringes produced by injection method

Kıyaslama Kriteri	Rotasyon Yöntem	Enjeksiyon Yöntem
Üretimde çalışan personel sayısı	4	2
Hammadde yapısı	LDPE, toz	LDPE, granül
Harcanan hammadde (kg/dikme)	17 kg	17 kg
Bir saatte üretilen dikme sayısı	2	4
Enerji tüketimi (kw/saat)	400	80
Üretim maliyeti (Avro/dikme)	76	70



Şekil 3. Rotasyon sistemle (solda) ve enjeksiyon sistemle (sağda) üretilen kafes dikmeleri

Figure 3. Cage trims produced by rotation system (left) and injection system (right)

Elde edilen sonuçlar rotasyon sistemle yapılan üretimin daha fazla işçilik gerektirdiğini, enjeksiyon sistemin ise işçilik giderlerini yarı yarıya düşürebileceğini göstermiştir. Rotasyon sistemde satın alınan hammaddenin işlenebilmesi için bir öğütücü yardımı ile toz formuna getirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada imalatı yapılan ve geliştirilen enjeksiyon sistem ise hammaddenin doğrudan granül formunda kullanarak hammaddenin toz haline getirilmesine gerek kalmadan üretim yapabilmektedir. Bu sistem aynı zamanda orijinal hammadde ile benzer özelliklere sahip granül yapıdaki geri dönüşüm artığı ürünleri de kullanabilmektedir.

Her iki üretim sisteminde kullanılan hammadde miktarının aynı oranda ve bir dikme üretimi için 17 kg olduğu görülmüştür. Buna karşılık birim zamanda enjeksiyon yöntemle üretilen dikme sayısı rotasyon sistemle üretilenin iki katına ulaşmıştır. Enerji tüketimi değerleri incelendiğinde ise enjeksiyon sistem ile üretim yapılması durumunda %80 oranında tasarruf sağlanabileceği görülmüştür. Üretim maliyetleri hesaplandığında ise enjeksiyon yöntemle üretilen kafes dikmelerinin rotasyon sistemle üretilenlere oranla %9.2 daha düşük maliyet ortaya koyduğu sonucuna varılmıştır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada günümüzde ağ kafes dikmelerinin üretiminde kullanılan iki yöntem olan rotasyon ve enjeksiyon sisteme dair kıyaslamalar yapılmıştır. Rotasyon sistem dünyada yaygın olarak bilinen bir sistem olmakla birlikte, enjeksiyon sistem genel anlamda sağlayabildiği daha fazla teknolojik gelişme sayesinde son yıllarda daha fazla kullanım alanı bulmaya başlamıştır (Lader ve Enerhaug, 2005).

Fredrikson vd. (2003), enjeksiyon sistemle üretilen kafes dikmelerinin rotasyon sistemle kıyaslandığında dayanımının daha yüksek olduğunu belirtmektedir. Bunun en önemli nedeni olarak da rotasyon sistemde kalıp boşluklarının tamamen hammadde ile doldurulamaması, buna karşılık enjeksiyon sistemde hammaddenin hidrolik sistem kullanılarak basılması nedeniyle kalıp içerisinde hiçbir boşluğun kalmaması gösterilmektedir. Bir ağ kafes sisteminde olası fiziksel darbelerde ilk kırılan parçanın kafes dikmeleri olduğu düşünülürse enjeksiyon sistemin başarısı ortaya çıkmış olacaktır.

Tsukrow vd. (2003), kafes dikmelerinin üretiminde enjeksiyon yöntemin tercih edilmesi durumunda ve bu sistemin sağladığı yüksek basınç sayesinde atık LDPE ürünlerin de bir hammadde olarak kullanılabilmesini, bu sayede bir geri dönüşüm imkanı sağlanabileceğini bildirmektedir. Gerçekten de enjeksiyon yöntem hem kullanılacak hammaddenin öğütülmesine gerek duymaması hem de doğada en uzun sürede yok olabilen polietilen bazlı ürünlerin yeniden kullanımına izin vermesi nedeniyle daha çevreci bir üretim metodu olarak da adlandırılabilir. Elde edilen sonuçlardan da görüleceği üzere enjeksiyon yöntemde kullanılan üretim modeli daha az enerji gerektirmektedir. Akdeniz coğrafyası ve özellikle de Türkiye'deki enerji maliyetlerinin ne derece yüksek olduğu göz önünde bulundurulursa bu sistemin verimliliği bir kez daha vurgulanmış olacaktır. Son olarak da denizlerde ağ kafeste üretilen çipura ve levrekler için bir fizibilite vermek yararlı olabilir. Yılda 1000 tonluk çipura-levrek üretimi için bir yatırımcının 30 metre çapında 20 adet ağ kafese sahip olması gerekmektedir. Bu çaptaki bir kafes için 44 adet dikme kullanılması gerekmektedir. Bu durumda kurulacak ağ kafes sistemindeki dikme sayısı 880 adet olacak, bu dikmelerin enjeksiyon sistemle imal edilmesi durumunda dikme üreticisine toplam 61.600 Avro, rotasyon sistemle üretilmesi durumunda ise toplam 66.880 Avro ödenmesi gerekecektir. Bu hesaplama

ışığında bir yatırımcının sadece kafes dikmelerine ödeyeceği ücret enjeksiyon yöntemde yaklaşık %10 daha ucuz olacaktır.

Sonuç olarak; enjeksiyon yöntem kullanılarak imal edilen dikmelerin ağ kafes sistemlerinde daha yaygın olarak kullanılmaya başlanması, işçilik ve enerji tüketim maliyetlerini azaltacak, birim zamanda üretilen parça sayısını arttıracak bir üretim modeli olarak gösterilebilir. Bununla birlikte, enjeksiyon sistemle üretim, rotasyon sistemle kıyaslandığında artık ve granül yapıdaki plastik maddeleri de hammadde olarak kullanabildiğinden çevreye saygılı bir üretim modeli olarak da adlandırılabilir. Bu çalışmada ağ kafes dikmelerinin imalat aşamasındaki kıyaslamalarına yer verilmiştir; gelecekte

sürdürülecek olan çalışmalarda ise her iki yöntemle üretilen dikmelerin ticari üretim ortamlarındaki dayanıklılığının ve su ortamındaki kırılma indekslerinin belirlenmesinin, son kullanıcılara daha net ve daha kesin bilgiler sunacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK Ulusal Sanayi, Teknoloji ve Yenilik Programı tarafından 7080941 no'lu "Ağ Kafes Dikme Üretimi için Enjeksiyon Makinesi Geliştirilmesi" adlı proje kapsamında desteklenmiştir. Katkılarından ötürü çalışmanın sürdürüldüğü Akvaplast Plastik ve Denizcilik San. ve Tic. Ltd. Şti.'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Beveridge, M.C.M. (1987). Cage Aquaculture. Fishing News Books Ltd., Farnham, Surrey. 352 pp. UK.
- Coche, A.G. (1978). Revue des Pratiques d'Elevage de Poisson en Cage dans les Eaux Continentales. *Aquaculture*, 13(2): 157-189. doi: [10.1016/0044-8486\(78\)90109-6](https://doi.org/10.1016/0044-8486(78)90109-6)
- DeCew, J., Fredriksson, D.W., Bougrov, L., Swift, M.R., Eroshkin, O., & Celikkol, B. (2005). Numerical and physical modeling of a modified gravity type cage and mooring system. *Journal of Oceanic Engineering and Science*, 30(1): 47-58. doi: [10.1109/JOE.2004.841400](https://doi.org/10.1109/JOE.2004.841400)
- Fredriksson, D.W., Swift, M.R., Irish, J.D., Tsukrov, I., & Celikkol, B. (2003). Fish cage and mooring system dynamics using physical and numerical models with field measurements. *Aquaculture Engineering*, 27: 117-146. doi: [10.1016/S0144-8609\(02\)00043-2](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(02)00043-2)
- Huguenin, J.E. (1997). The design, operations and economics of cage culture systems. *Aquacultural Engineering*, 16: 167-203. doi: [10.1016/S0144-8609\(96\)01018-7](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(96)01018-7)
- Lader, P.F., & Enerhaug, B. (2005). Experimental investigation of forces and geometry of a net cage in uniform flow. *Journal of Oceanic Engineering and Science*, 30(1): 79-84. doi: [10.1109/JOE.2004.841390](https://doi.org/10.1109/JOE.2004.841390)
- Loland, G. (1991). Current forces on and flow through fish farms. In: Division of Marine Hydrodynamics, Norwegian Institute of Technology, Trondheim, Norway.
- Suhey, J.D., Kim, N.H., & Niezrecki, C. (2005). Numerical modeling and design of inflatable structures—application to open-ocean-aquaculture cages. *Aquaculture Engineering*, 33: 285-303. doi: [10.1016/j.aquaeng.2005.03.001](https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.03.001)
- Tsukrov, I., Eroshkin, O., Fredriksson, D., Swift, M.R., & Celikkol, B. (2003). Finite element modeling of net panels using a consistent net element. *Journal of Ocean Engineering and Science*, 30: 251-270. doi: [10.1016/S0029-8018\(02\)00021-5](https://doi.org/10.1016/S0029-8018(02)00021-5)