



ISSN:1306-3111
e-Journal of New World Sciences Academy
2012, Volume: 7, Number: 3, Article Number: 5A0072

NWSA-ECOLOGICAL LIFE SCIENCES

Received: June 2012

Accepted: July 2012

Series : 5A

ISSN : 1308-7258

© 2010 www.newwsa.com

Ferhat Demiroglu¹

Fahrettin Yüksel²

Elazığ Su Ürün.Arş.İst.Müd.¹

Tunceli University²

ferhatdemiroglu@hotmail.com

fyuksel23@hotmail.com

Elazığ-Turkey

BALIK STOKLARININ TAHMİNİNDE KULLANILAN MARKALAMA YÖNTEMLERİ

ÖZET

Markalama, uzun yıllardan beri populasyon büyüklüğünün tahmininde, yaşama oranlarının belirlenmesinde, populasyon parametrelerinin ölçümünde, birim stok, faydalanma oranı, hareket ve göçün tespitinde, büyüme ve yaş tespitinde, davranış çalışmalarında ve bireysel tanımlama ile balıkların fizyolojik parametrelerinin ölçülmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Populasyon tahmin metotları arasında öncelikli ve en basit olanı markalama verileri ile yapılanlardır. Bu derlemenin amacı, balık populasyonlarının tahmininde kullanılan markalama-yeniden yakalama metotlarını anlatmak ve en ilkelden en moderne kadar geniş bir yelpazedeki markalama materyallerini tanıtmaktır.

Anahtar Kelimeler: Populasyon Tahminleri, Markalama, Etiketleme, Markalama-Tekrar Yakalama, Balıkçılık

MARKING METHODS FOR ESTIMATING FISH STOCKS

ABSTRACT

Marking are used extensively for many years to estimate population size, determine the survival rates, measure the parameters of population, determine of the unit in stock, utilization rate movement and migration, determine of growth and age, measure of physiological parameters with the individual identification o fish and in behavioral studies. Priority and one of the simplest methods of estimation of population is the methods for mark-recapture with the data. The purpose of this review, describe mark-recapture methods used to estimate fish populations and introduce a wide range of marking materials from the primitive to the most modern.

Keywords: Population Estimates, Marking, Tagging, Mark-Recapture, Fisheries

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Markalama, balıkçılık biyolojisi ve populasyon çalışmalarında yaygın olarak kullanılan bir metottur. Gulland [1], prensipte bu işlemin stok tespitinde en iyi sonuç veren yöntem olabileceğini belirtmiştir [2].

Balıkları markalamak kolay bir işlemdir ve markalanmış balık tekrar yakalandığında populasyonu bireysel ve grup olarak tanımlanabilir yapmaktadır [3].

Markalama ve etiketleme, uzun yıllardan beri populasyon büyüklüğünün tahmininde, yaşama oranlarının belirlenmesinde, populasyon parametrelerinin ölçümünde, birim stok, faydalanma oranı, hareket ve göçün tespitinde, büyüme ve yaş tespitinde, davranış çalışmalarında ve bireysel tanımlama ile balıkların fizyolojik parametrelerinin ölçülmesinde kullanılmaktadır [1, 4 ve 5].

Markalama denemelerinin başarısı, balıkçı veya diğer avcılarının markalanmış balığın nerede ve nasıl yakalandığıyla ilgili bilgi verme istekliliğine de bağlıdır. Şayet veri, büyüme parametrelerinde de kullanılacaksa, yakalanmış balığın boyutu da rapor edilmelidir. Markalanmış balığın populasyonun iyi bir temsilcisi olduğu varsayılır ve böylece temel parametreler, markalanmamış bölümlerle aynı kabul edilir [6].

Etiketleme ya da markalama tekniğinin seçimi markalanacak türe, markalanacak balık sayısına ve çalışmanın amacına göre değişmektedir. Bireysel tanımlama gereken çalışmalarda marka ya da etiketin tanımlamaya yardımcı öğeler içermesi gerekirken (numara, harf, vb.), grup tanımlama çalışmalarında buna gerek bulunmamaktadır [7].

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Markalama, uzun yıllardan beri populasyon büyüklüğünün tahmininde, yaşama oranlarının belirlenmesinde, populasyon parametrelerinin ölçümünde, birim stok, faydalanma oranı, hareket ve göçün tespitinde, büyüme ve yaş tespitinde, davranış çalışmalarında ve bireysel tanımlama ile balıkların fizyolojik parametrelerinin ölçülmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Populasyon tahmin metotları arasında öncelikli ve en basit olanı markalama verileri ile yapılanlardır. Bu derlemenin amacı, balık populasyonlarının tahmininde kullanılan markalama-yeniden yakalama metotlarını anlatmak ve en ilkinden en moderne kadar geniş bir yelpazedeki markalama materyallerini tanıtmaktır.

3. BALIKÇILIK BİYOLOJİSİNDE MARKALAMA TEKNİĞİNİN AMAÇLARI VE İLKELERİ (THE OBJECTIVES AND PRINCIPLES OF MARKING TECHNIQUE FISHERY BIOLOGY)

Laird ve Stott [8], Jones [9] ve Kolding'e [3] göre markalama çalışmaları aşağıdaki amaçlar doğrultusunda yapılabilir [2].

3.1. Hareketlerin Araştırılması (Investigation of Movements)

Balık göç ve hareketlerinin araştırılması, markalama çalışmalarının en yaygın amaçlarından biridir. Bu çalışmalarda hedef, bir veya daha fazla sayıda markalanmış balığın bilinen bir noktadan (veya noktalardan) salıverilmesi ve sonradan yakalanmış olan bu balıkların dağılımından, hareketleri hakkında bir şeyler öğrenmektir.

3.2. Farklı Stoklar Arasındaki Karışımın Araştırılması (Investigation of the Mixture of Different Stocks)

Belirgin bir stok veya populasyonun içerisinde, dağılımı bilinen türlerin araştırılmasıdır. Markalama çalışmaları bağımsız olan veya olmayan böyle lokal grupların araştırılmasını kolaylaştırır.

3.3. Ölüm Oranlarının Tahmini (Estimate of Death Rates)

Markalanmış bireylerin bir grubunun ölüm oranı hesaplanabilir. Bu, zamanla azalmış markalı bireylerin elde edilme oranından tahmin edilebilmektedir.

3.4. Büyüme Oranlarının Tahmini (Estimate of Growth Rates)

Markalanmış bireylerin büyüme oranlarının araştırılması, serbest bırakma zamanından yeniden yakalama zamanına kadar, bir bireyin vücut büyüklüğündeki değişimden elde edilebilmektedir.

3.5. Yaş Tahmini (Estimation of Age)

Birçok türde, iskelet veya diğer sert kısımların büyümesi ile oluşan halkalar yaş tayininde kullanılabilir. Bazı markalama araştırmalarında, markalı bir balığın serbest bırakılıp yeniden yakalanması arasındaki süre ile bilinen bir periyot boyunca oluşan halkaların sayısını saptamak amaçlanmaktadır.

3.6. Fizyolojik Parametrelerin Telemetrisi (Telemetry of Physiological Parameters)

Özel etiketler, bir balığın kalp atışının oranı gibi bazı fizyolojik parametreler hakkında bilgi elde etmek amacıyla kullanılabilir. Bu etiketler genellikle kapalı su alanlarında veya akvaryum koşulları altında kullanılır.

3.7. Davranış Araştırması (Behaviour Research):

Bir hayvanın davranışı hakkında daha çok bilgi, markalama çalışmaları ile elde edilebilmektedir. Bu amaç için, bireyler grup olarak markalanabilir veya alternatif olarak bir bireyin hareketleri bir sonik etiket ve çeşitli kayıtlarla araştırılabilir.

3.8. Markalama Çalışmalarında Genel Kurallar (General Rules in the Marking Studies)

Schneider [10], markalama çalışmalarına ait genel kuralları şu şekilde ifade etmektedir;

- Hedef türler arasında, örnekler rastgele toplanmalıdır.
 - Yakalama aletleri, göldeki balık yakalama ihtimalinin olduğu tüm yerlerde rastgele ve sistematik olarak yer değiştirmelidir.
 - Bilgiler türlere ve boy guruplarına göre sınıflandırılmalıdır.
 - Markalı ve markasız balıkların daha iyi karışmasını sağlamak için yakalanan örnekler av aracından mümkün olduğunca uzağa salınmalıdır.
 - Markalanan balıkların popülasyona karışması için belirli bir süre beklenmelidir.
 - Balıklar farklı rastgele örnekleme metotlarıyla yakalanmalıdır.
 - Türler ve boy gurupları arasındaki markalı ve markasız balıkların oranları kaydedilmelidir.
 - Herhangi bir nedenden dolayı ölen markalı balıklar günlük kayıtlarda belirtilmelidir. Önemli sayıdaki kayıplar stok tahmininin hatalı yapılmasına sebep olabilmektedir.
 - Popülasyon büyüklüğünün tahmini, uygun formül kullanılarak her bir tür ve büyüklük kombinasyonlarına göre ayrı ayrı hesaplanmalıdır.
- Markalama ve tekrar yakalama yöntemleriyle stok tahminleri;
- Markalı ve markasız balıkların ölüm oranlarının aynı olduğu,
 - Markalı ve markasız balıkların avlanabilirliğinin aynı olduğu,
 - Markalı ve markasız balıkların popülasyonda tesadüfî olarak karıştıkları,

- Markaların kaybolmadığı ve markalı bireylerin tamamının tanındığı, varsayımlarına dayanır [11, 12, 13 ve 14].

4. BALIK STOKLARININ TAHMİNİNDE KULLANILAN MARKALAMA VE YENİDEN YAKALAMA YÖNTEMLERİ (MARKING AND RE-CAPTURE METHODS FOR ESTIMATING FISH STOCKS)

4.1. Peterson Yöntemi (Peterson Method)

Populasyon tahmin metotları arasında öncelikli ve en basit olanı markalama verileri ile yapılanlardır. Bilinmeyen büyüklükteki bir populasyondan (N) yakalanıp, markalanarak populasyona iade edilen bireylere "M", sonraki avcılıkta yakalanan bireylere "C" ve bu avcılıkta yakalanan markalı bireylere "R" denirse; populasyondaki birey sayısı şu formülle tahmin edilebilir [15].

$$N = \frac{MC}{R} \quad (1)$$

Bu tahmin yöntemi oldukça basittir ve çok katı varsayımlara dayanır. Öncelikle populasyon büyüklüğünü, markalanan ve geri yakalanan balıklar arasındaki sabit ilişki olarak kabul eder. Populasyona doğum ya da göç gibi nedenlerle yeni birey girmediğini ve yine ölüm ya da göç gibi nedenlerle populasyondan birey çıkmadığını varsayar. Bu varsayım sadece markalama ve geri yakalama periyodu kısa olursa geçerlidir. Yöntem ayrıca markalı ve markasız balıkların yakalanabilirliğinin eşit olduğunu ve son olarak da markaların kaybolmadığını, tüm markalanan balıkların tanınabildiğini varsayar [15].

Peterson Yönteminde "R" yani tekrar yakalanan markalı balık sayısı sıfır ise bu, tahminin sonsuz olması gibi bir hataya yol açar. Bu hatanın önüne geçmek için formül, şu şekilde düzeltilmiştir.

$$N = \frac{(M+1)(C+1)}{(R+1)} - 1 \quad (2)$$

Formül, aynı zamanda küçük örnekleme alanlarındaki sapmayı da azaltır [15].

Düzeltilmiş peterson formülü ile ilgili belirsizlik, varyans tahmini ile sayısal olarak şu şekilde belirlenebilir [15 ve 16].

$$\text{Varyans } N = \frac{(M+1)(C+1)(M-R)(C-R)}{(R+1)^2(R+2)} \quad (3)$$

Bu varyans tahmini normal dağılım yaklaşımını temel alan bir güven aralığı oluşturmada kullanılmaktadır.

Saber'a [16] göre, bir güven aralığı oluşturmak küçük örnekleme alanları için daha uygundur, fakat tekrarlamalı bir çözüm gerektirmektedir [15].

$$N \pm z_{1-\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\text{varyans } (N)} \quad (4)$$

4.2. Schnabel Yöntemi (Schnabel Method)

Schnabel Yöntemi, temelde Peterson Yöntemi ile aynıdır. Kapalı populasyonlara uygulanır ve aynı varsayımları kabul eder. Ancak bu yöntemde, birden fazla markalama denemesi ve birden fazla yeniden yakalama denemesi yapılmaktadır.

Schnabel yönteminin [11, 17, 18, 19 ve 20] uygulanmasında kullanılan formül şu şekildedir [21].

$$N = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \times M_i}{\sum_{i=1}^{n-1} R_i} \quad (5)$$

Eğer alınan örneklerde markalı bireylerin markasız bireylere oranı %10' dan küçük ise populasyon büyüklüğü şu formülle hesaplanır [21].

$$N = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \times M_i}{\sum_{i=1}^{n-1} (R_i + 1)} \quad (6)$$

Populasyon büyüklüğünün standart hatası ise aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır [21].

$$\sqrt{\text{Varyans (1/N)}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} R_i}{(\sum_{i=1}^{n-1} C_i \times M_i)^2}} \quad (7)$$

Formüllerde kullanılan simgelerin açıklamaları ise şu şekildedir [22].

- C_i : "t" zamanında "i" örnekte avlanan birey sayısı.
 M_i : "i" örneğinden önce markalanan toplam birey sayısı.
 R_i : "t" zamanında "i" örnekteki markalı birey sayısı (i = 1, 2, ... n).
 N: Populasyon büyüklüğü.

3.3. Schumacher-Eschmeyer Yöntemi (Schumacher-Eschmeyer Method)

Regresyon analizini esas alarak populasyon tahminlerine olanak veren yöntemler içinde en önemlilerinden biri 1943 yılında Schumacher ve Eschmeyer tarafından ileri sürülen doğrusal regresyon modelidir [23].

Model kapalı populasyonlara uygulanır. Modelin formülleri Ricker'e [11] göre, şu şekildedir [10].

$$N = \frac{\sum_{d=1}^n C_d M_d^2}{\sum_{d=1}^n R_d M_d} \quad (8)$$

- N: Populasyon büyüklü.
 C_d : "d" gününde avlanan birey sayısı (markalı + markasız).
 R_d : "d" gününde yakalanan markalı balık sayısı.
 M_d : "d" güne kadar markalanan toplam balık sayısı.
 d: Örnekleme numarası (d_1, \dots, d_n).

$$s^2 = \frac{\sum_{d=1}^n \left(\frac{R_d^2}{C_d} \right) - \left[\frac{\left(\sum_{d=1}^n R_d M_d \right)^2}{\sum_{d=1}^n C_d M_d^2} \right]}{m-1} \quad (9)$$

S^2 : Örneklemelerin varyansı.
 m : Balıkların yakalandığı örnekleme sayısı.

$$\text{Varyans (1/N)} = \frac{s^2}{\sum_{d=1}^n C_d M_d^2} \quad (10)$$

$$\%95 \text{ Güven sınırı (1/N)} = 1/N \pm t \text{ (standart hata)}. \quad (11)$$

$$\text{Standart hata (1/N)} = \sqrt{\text{Varyans (1/N)}} \quad (12)$$

4.4. Jolly-Saber Yöntemi (Jolly-Saber Method)

Bu yöntem Schnabel Yöntemine çok benzer, fakat açık populasyonlar için tasarlanmıştır. Yeni bireyler doğum ya da iç göç nedeniyle popülasyona dahil olabilir veya mevcut bireyler ölüm ya da dış göç sebebiyle popülasyondan ayrılabilir. Bu yöntemin de özünde tıpkı Schnabel Yönteminde olduğu gibi çoklu markalama ve tekrar yakalama denemeleri vardır. Bir örnekleme esnasında balıklar yakalanıp markalanır ve serbest bırakılır, fakat önceki yöntemlerden farklı olarak markalı bireyler takip edilir ve kayıtları tutulur. Bu yöntem diğerlerine nazaran daha fazla kayıt tutmayı gerektirir [15].

Popülasyon açık kabul edilir ve çok sayıda markalı birey popülasyondan ayrılabilir. Saber [16], "t" zamanında popülasyondaki markalı birey sayısının şu formülle tahmin edilebileceğini belirtir [15].

$$M = \frac{S_t Z_t}{W_t} + R_t \quad (13)$$

Bu yöntemle bulunan " M_t " değeri, "t" zamanındaki popülasyonu tahmin etmek için Peterson formülüne eklenir [15].

$$N = \frac{M_t C_t}{R_t} \quad (14)$$

- C_t : "t" zamanındaki toplam avı,
 R_t : "t" zamanında yakalanan markalı birey sayısını,
 S_t : "t" zamanında markalanıp salıverilen balık sayısını, (bu sayı " C_t " ile aynı olabilir fakat yakalama veya markalayıp geri salma işlemleri sırasında bazı bireyler ölmüş olabilir)
 W_t : "t" zamanında markalanıp salıverilen (S_t) bireylerden sonraki zamanlarda tekrar yakalananları,
 Z_t : "t" zamanından önce markalanmış fakat daha önce yakalanmamış bireylerden "t" zamanında yakalananları ifade eder [15].

Bu yöntemde, popülasyonun büyüklüğü sabit kabul edilmez fakat Petersen Yönteminde olduğu gibi bütün markalı bireylerin tamamen karıştığı ve markaların tanımlanabilir olduğu varsayılır [15].

5. BALIK MARKALAMA TEKNİKLERİ (FISH MARKING TECHNIQUES)

5.1. Grup Markalama Teknikleri (Group Marking Techniques)

Bu başlık altında toplanan markalama teknikleri etiketlemeyi içermez. Bazı durumlarda bireylerin tanımlanmasında kullanılmasına

rağmen, genellikle sürü oluşturan türlerin markalanmasında kullanılır [2 ve 8].

5.1.1. Yüzgeç Kesme (Cut of Fin)

Yüzgeçlerin bir bölümünün kesilmesi balık markalama tekniklerinin en popüler olanlarından biridir [24].

Laird ve Stott [8], geniş kullanıma sahip bu tekniğin basit ve seri olması yanında, çok az ekipmana ihtiyaç göstermesi gibi avantajları olduğunu, yüzgecin koptuğu durumlarda rejenerasyonun nadir ve tanımlamayı imkânsız kılmasının az rastlanan bir durum olduğunu, genç bireylerde yaşlılara göre, sert ışıklı balıklarda yumuşak ışıklılara göre rejenerasyonun daha fazla olduğunu, balığa az zarar verilmesi bakımından kısmi kesimin, tüm yüzgecin kesilmesine göre tercih edilmesi gerektiğini bildirmiştir [2].

5.1.2. Operkulum ve Yüzgeçlerin İşaretlenmesi (Marking the Operculum and Fins)

Dairesel, üçgen vb. işaretlemeler küçük karga burun pense yardımıyla operkulum ve yüzgeçlerde delik açılması şeklinde kullanılmaktadır [2 ve 8].

Üzerinde tanımlayıcı bilgi bulunmayan klipsler, teller ya da iplikler de bu grup altında toplanabilir.

5.1.3. Dağlama (Branding)

Bu yöntem, ısıtılmış veya soğuk metal demirlerle uygulanabilmektedir. Ancak, enfeksiyon dolayısıyla ölüm ve rejenerasyon riski vardır. Sıcak damgalamada kaynar su ve elektrik kullanılırken, soğuk damgalamada sıvı nitrojen (-196°C), etanol-kuru buz karışımı (-78°C) kullanılmaktadır. Son yıllardaki bir yenilik de lazer ışını kullanılarak yapılan damgalama işlemidir [2 ve 8].

Abrahamsson [25,26], dağlamanın (Şekil 1) kabuklular için en uygun markalama yöntemi olduğunu bildirmiştir [20 ve 21].



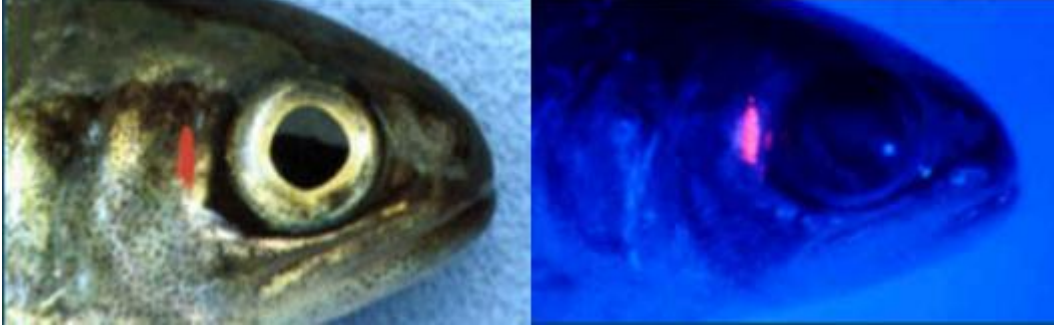
Şekil 1. Dağlama tekniğiyle markalanmış bir kerevit [21]

Figure 1. A crayfish marked with branding technique

5.1.4. Derialtı Enjeksiyon ile Boyama (Painting with Hypodermic Injection)

Bu yöntemde, kullanımdan hemen önce 2 farklı silikon maddenin karıştırılmasıyla elde edilen görünür implant boyalar (Şekil 2) kullanılmaktadır. Boyanın ultraviyole ışık altında parlayan veya parlamayan çeşitleri ve farklı renkleri bulunmaktadır [27].

Bu yöntemde esnek ve biyolojik uyumlu olan elastomer boyalar, bir sıvı gibi saydam ya da yarı saydam bir doku altına enjekte edilir. Boyalar koyu pigmentli bir derinin altında bile kolaylıkla görülebilir. Boyaların insan sağlığına yönelik bilinen herhangi bir olumsuzluğuna rastlanılmamıştır [27].



Şekil 2. Elastomer implant boyaların normal ışık altındaki (sol) ve ultraviyole ışık altındaki (sağ) görünüşü [27]
Figure 2. Elastomeric implant coatings appearance under normal light (left) and under ultraviolet light (right)

Boyanın deri altına enjeksiyonunda tekli enjektör sistemleri (Şekil 3) kullanılabileceği gibi, çok geniş markalama çalışmaları için hava basınçlı makineler (Şekil 4) de kullanılmaktadır [27].



Şekil 3. Tekli enjektör yardımıyla elastomer boya uygulaması [27]
Figure 3. Elastomeric paint applications help of the single injector



Şekil 4. Hava basınçlı sistem ile elastomer boya uygulaması [27]
Figure 4. Elastomeric paint application with the air-pressure system

5.1.5. Canlı Boyama (Alive Paint)

Besinlerin içerisinde boyanın katılması ve daldırma ile uygulanan canlı boyama tekniği, küçük balıkların markalanması için uygulanan bir yöntemdir [2, 3 ve 8].

5.2. Bireysel Markalama Teknikleri (Individual Branding Techniques)

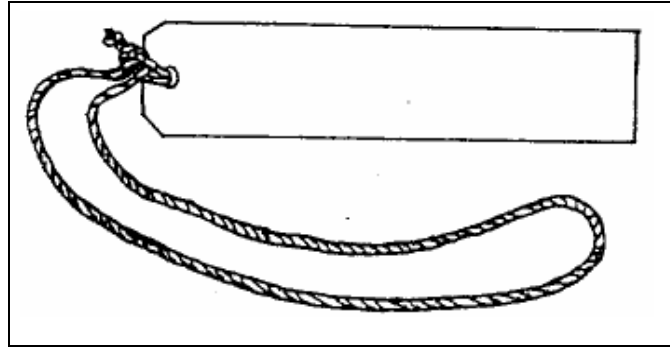
Bireysel markalama için, etiketleme yöntemi kullanılmaktadır. En büyük avantajı, seri olarak numaralandırılması ve balıkların ayrı ayrı tanımlanabilmesidir. Böylelikle, balıklar bireysel olarak takip edilebilir ve benzer stoklardaki farklı sürüler ayrılabilir [3].

5.2.1. Tele Geçirilmiş Dış Etiketler (External Tags of Previous String)

Gümüş, paslanmaz çelik, nikel ve titanyum gibi metaller veya sentetik materyallerden yapılmış ipliklerle kullanılan çok yaygın bir tekniktir [2 ve 8].

5.2.2. Flama veya Levha Etiketler (Flags or Sheets Tags)

Bunlar genellikle numaralandırılmış küçük metal veya plastik olarak takılan tel ilmikler tarzındadır. Yaygın şekli suya dayanıklı mürekkeple numaralandırılmış esnek polivinilklorür (PVC) flama etiketlerdir (Şekil 5) [8, 9 ve 28].



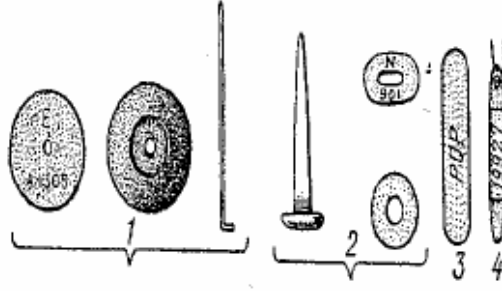
Şekil 5. Levha etiket [9]
Figure 5. Sheet tag

5.2.3. Hidrostatik Etiketler (Hydrostatic Tags)

Bu etiket, Einar Lea tarafından geliştirilmiştir, Çelik telle ya da ip aracılığı ile takılarak kullanılır. Şeffaf plastik silindir ve sonunda numara ile mesajın kayıtlı olduğu kâğıttan meydana gelmektedir. Balıkları manyetik ortamda bulunabilir yapmak için silindir içerisinde mıknatıs içerecek farklı şekillerde tasarlanmışlardır [2, 8 ve 9].

5.2.4. Petersen Etiketi (Petersen Tag)

Bu disk balıkçılık biyolojisi tarihinde en çok kullanılan etiketlerden biridir. Titanyum ya da çelikten yapılmış bir tel ve bir iğneyle balığın bir tarafına tutturulan iki plastik düğmeden ibarettir (Şekil 6). Disklerden biri tanımlama numarası ve bilgisini taşımaktadır [28].

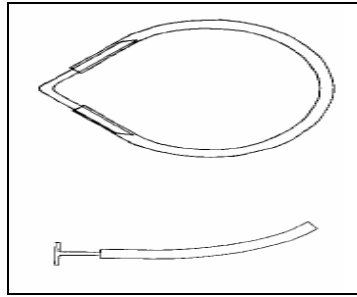


Şekil 6. Değişik tipte etiketler (1. Petersen etiketi; 2. Salmonlar için etiket; 3. Clupeidler için iç etiket; 4. Hidrostatik etiket) [2 ve 29]

(Figure 6. Different types of tags (1. Petersen tag; 2. Tag for Salmon; 3. Internal tag for Clupeid; 4. Hydrostatic tag)

5.2.5. Spagetti Etiketler (Spaghetti Tags)

Dennison etiketi olarak da bilinen bu etiketler (Şekil 7), dorsal yüzgecin önünde veya altında kaslar arasından geçirilerek kullanılır. Üzerine gerekli bilgilerin yazıldığı, 0.25 - 2.5mm çaplı plastik tüplerden yapılmıştır [2, 8 ve 9].



Şekil 6. Spagetti etiket [9]
Figure 6. Spaghetti Tag

5.2.6. Çene Etiketleri (Chin Tags)

Bu etiketler sağlam çeneye sahip büyük balıklarda (>20cm) kullanılmaktadır. Uzun burunlu pens yardımıyla kolaylıkla takılabilen bu etiketler tanımlama için oldukça uygundur. Fakat bunların beslenmeyi engelledikleri ve böylece büyümeyi etkiledikleri konusunda bazı şüpheler bulunmaktadır [2 ve 8].

5.2.7. Sonik Etiketler (Sonic Tags)

Sonik etiketler, hidrofonder tarafından taranabilen, duyulamayan ses dalgalarını yayan batarya ile çalışan vericilerdir (Şekil 7). Balığın dışına veya vücut boşluğuna iliştirilerek kullanılırlar [3].



Şekil 7. Sonik etiket çeşitleri [30]
Figure 7. Types of sonic tags

Biyotelemetri olarak da adlandırılan bu yöntemde güçlü frekanslarla gönderilen sinyaller teknedeki bir transdüser tarafından alınarak monitöre yansıtılabilmektedir. Pratikte etiketlerin ağırlığı 2 ile 20g arasındadır. Yüksek frekanslı etiketler daha küçüktür fakat bataryalarının ömürleri kısadır. Kullanılan sinyal frekansları 3-300khz'e kadar, batarya ömürleri 1 günden 2 aya kadar, frekansın yayılma alanı 100 metreden 1km'ye kadar değişebilmektedir [2, 8 ve 31].

Sonik etiketler balığın vücut boşluğuna yerleştirildiklerinde dışarıdan bakıldığında görünmezler. Bu da balıkçılar tarafından avlanan balıkta sonik bir etiket olduğunun fark edilmemesine yol açar. Bu olumsuzluğun önüne geçebilmek için sonik etiketle markalanan bir balığa ayrıca farklı tipteki görünür bir marka (Şekil 8) takılır. Balıkçılar tarafından avlanan balıklardan elde edilen akustik markaların geri dönüşünün sağlanması için genellikle ödül yöntemi uygulanır [32]. Sonik etiketlerin kullanımı iki şekilde olabilmektedir.

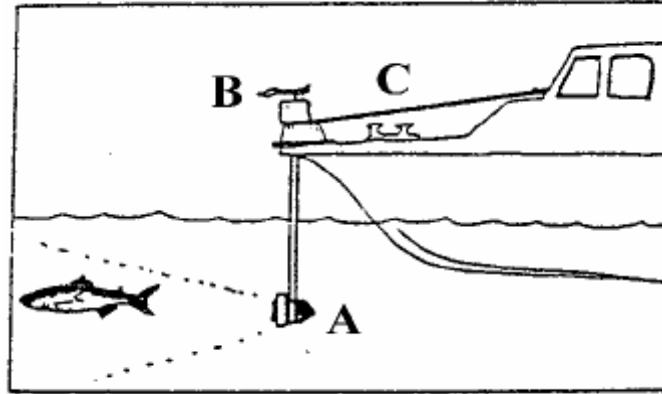


Şekil 8. Plastik marka [32]

Figure 8. Plastic brand

5.2.7.1 Aktif İzleme (Active Monitoring)

Sonik etiket takılan balık, akustik alıcı ile donatılmış bir tekne vasıtasıyla sonik etiketin menzili dahilinde izlenir (Şekil 9). Sonik etiket, istenilen sıklıkta ölçtüğü parametrelerin bilgilerini akustik alıcıya iletir [30].



Şekil 9. Aktif sonik izleme. (A, hidrofön; B, gösterge oku; C, dümene bağlı ip) [3]

Figure 9. Active sonic monitoring (A, hydrophone; B, indicator arrow; C, tether helm)

5.2.7.2. Pasif İzleme (Passive Monitoring)

Bu yöntem için uygun bir yere, akustik bir alıcı ile donatılmış akustik dinleme istasyonu (Şekil 10) kurulur. İstasyon, akustik

alıcının menzilinın sınırlı olmasından ötürü genelde ada kenarlarına, su altı vadilerinin olduğu yerlere ya da dar geçitlere kurulur. Akustik alıcı, menziline giren sonik etiketli balıkların verilerini kaydeder. Pasif izleme sistemi kesintisiz bir dinleme yapabilmesi bakımından aktif dinleme sistemine göre daha avantajlıdır ve daha yaygın bir kullanım alanına sahiptir [30].

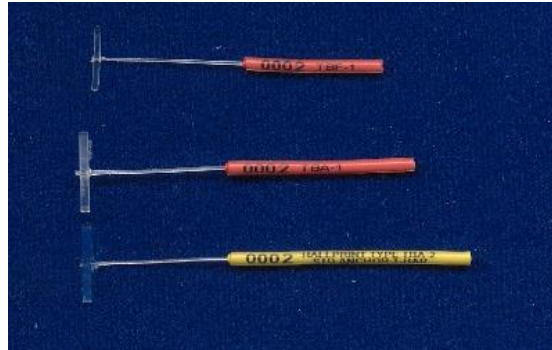


Şekil 10. Akustik dinleme istasyonu [30]
Figure 10. Acoustic listening station

5.2.8. T-Bar Markalar (T-Bar Brands)

Markalama çalışmalarında yaygın olarak kullanılan etiket çeşitleri olan T-Bar markalar, çeşitli boy ve renklerde üretilmektedir. Silindirik plastik bir tüp içerisine araştırmacının isteğine bağlı olarak alfa-nümerik karakterlerden oluşan yazılar yazılabilmektedir. Total boyu 15 cm'den büyük olan her tür balığa rahatlıkla uygulanabilen çok çeşitli ölçülerde T-Bar tipinde markalar bulunmaktadır (Şekil 11). Uygulama bölgesi olarak dorsal ve anal yüzgeçler tercih edilmelidir [34].

Markalama tabancasının iğnesi, uygulanacak yüzgecin yüzgeç kemerinin altından batırılarak karşı taraftan çıkması sağlanır, daha sonra tetiğe basılır ve markanın "t" ucu yüzgecin karşısına geçer ve kilitlenir. Bu işlemden sonra tabancanın iğnesi geri çekilir ve böylece markalama işlemi tamamlanmış olur [9, 33 ve 34].



Şekil 11. Çeşitli boy ve renklerdeki T-Bar markalar [34]
Figure 11. T-bar brands in various sizes and colors

Markalama seti, genellikle üzerinde 50 adet T-Bar markanın bulunduğu bir kartuş ve bu kartuşun içerisine yerleştirildiği ve

çeşitli ebatlarda iğnesi olan bir markalama tabancasından (Şekil 12) oluşur [34].



Şekil 12. T-Bar marka tabancası [34]
Figure 12. T-bar brand gun

5.2.9. Dart Tipi Markalar (Dart Brands)

Dart tipi markalar, T-Bar markalardan yalnızca kilit mekanizması ve uygulama şekli ile ayrılırlar. Uçları yarım ok ucu şeklinde olabileceği gibi farklı şekillerde de olabilmektedir. Delici kısmının içi, oyuk şekilde tasarlanmış bir "biz" içerisine yerleştirilen marka kemikli balıklarda sırt yüzgecinin 2. ya da 3. ışınına kilitlenecek şekilde kas içerisine (Şekil 13), kıkırdaklı balıklarda ise sırt yüzgecine saplayarak uygulanır. 2,4 mm ile 4 mm arasında değişen iğne büyüklükleri ile 20-80 cm arasındaki balıklara rahatlıkla uygulanabilmektedirler [34].

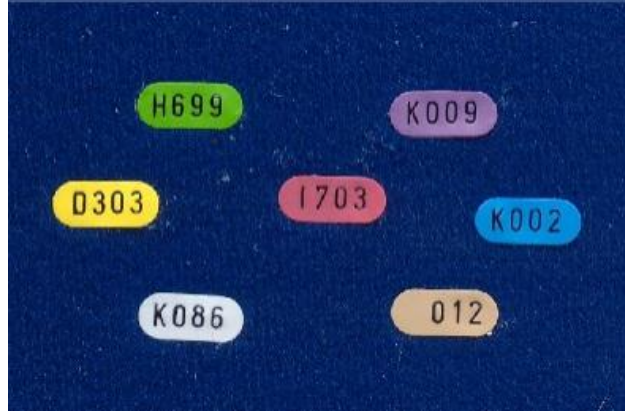


Şekil 13. Dart tipli çeşitli renk ve büyüklükteki markalar ve balığa uygulanışı [34]

Figure 13. Brands in a variety of colours and sizes of type darts and implementation of fish

5.2.10. Yapışkan Markalar (Sticky Brands)

Midye ve deniztarağı gibi kabuklu canlılarda kullanılan bu teknik, çeşitli ölçü ve şekillerdeki, üzerlerine istenilen yazıların veya numaraların yazılabildiği plastik markaların (Şekil 14) kabuk üzerine yapıştırılması esasına dayanır [34].



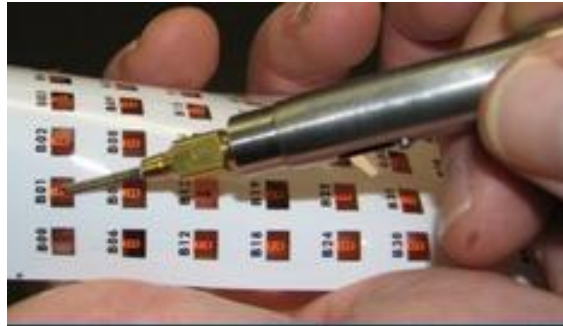
Şekil 14. Çeşitli renklerdeki yapışkan markalar [34]
Figure 14. Sticky brands in various colours

5.2.11. VI-Alfa (Visible Implant Alphanumeric) Markalar (Visible Implant Alphanumeric Brands)

VI-Alfa markalar; bireysel tanımlama amacı ile üzerinde alfa-numeric kodlar bulunduran ve farklı flüoresan renkleri ile ultraviyole ışık altında ve çıplak gözle tespit edilebilen yumuşak yapıdaki biyomedikal tip elastomer maddeden üretilen markalardır. Boyutları 1,0 - 2,5 mm veya 1,5 - 3,5 mm arasında değişmektedir [7 ve 35].

Bu markalar balığın saydam bir bölgesine, deri altına özel enjektörler vasıtası ile (Şekil 15) yerleştirilmektedir (Şekil 16) [7 ve 35].

Elastomer boyalara göre daha pahalı bir yöntem olmasına karşın bireysel etiketleme yapılabilir olması nedeniyle tercih edilmektedir [27].



Şekil 15. VI-Alfa markanın enjektöre alınışı [27]
Figure 15. The capture of VI-alpha-brand to the injector



Şekil 16. VI-Alfa markanın normal ışık altında balıktaki görünüşü [27]
Figure 16. The appearance of VI-alpha-mark of fish under normal light

5.2.12. PIT (Passive Integrated Transponder) Markalar (Passive Integrated Transponder Brands)

PIT markalar, 12-15 mm uzunluğunda ve 2 - 2,5 mm genişliğinde, cam içerisine kapsüle edilmiş bir mikroçip ve bakır bir sarmaldan oluşmaktadır (Şekil 17) [7 ve 36].

Mikroçip içinde 13 kilobayt veri depolanabilmektedir. PIT markalar; sabit veri kodu yüklenmiş markalar ve üzerine veri kodu yüklenip silinebilen markalar olmak üzere iki tiptir. Veri olarak yüklenebilen tanımlayıcı kodlar numerik ya da alfa-numerik yapıda olabilmektedir. Bu tür markalar özel okuyucular sayesinde tespit edilmekte ve okunabilmektedir. Okuyucu, markanın çevresinde bir manyetik alan oluşturmakta, manyetik alan sonucunda marka üzerindeki sarımda oluşan enerji ile çip üzerindeki tanımlayıcı kod sinyal modülasyonu ile okuyucuya aktarılmaktadır. Okuyucudaki bir yükselteç ile tanımlayıcı kodlar dijital forma dönüşmekte, okuyucu ekranında görünür hale gelmektedir. Bu veriler istenirse bilgisayara da aktarılabilir. Bu markalar yumuşak ve sert dokular, cam, sıvı veya plastik yapılar içerisinden de okunabilmektedir. PIT markalar özel şırıngalar ile altına ya da abdominal boşluğa, iç organlara zarar vermeden yerleştirilebilmektedir [7 ve 37].



Şekil 17. PIT Markalar [7]
Figure 17. PIT Brands

PIT markalarla markalanmış balıklar her an insan besin zincirine dahil olabilecekleri için, gıda güvenliği açısından tehlike yaratabilmektedirler. Bu nedenle cam kapsüllü PIT markalar riskli implant etiketler olarak kabul edilirler. Bu olumsuzluğun önüne geçebilmek için PIT markalar, T-Bar markalarının içerisinde dış marka olarak da tasarlanabilmektedirler [34].

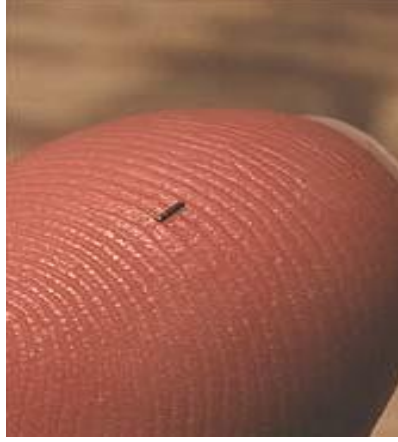
5.2.13. Kodlanmış Tel Markalar (Coded Wire Brands)

CWT markalar 0,25 mm çapında paslanmaz çelikten yapılan, üzerine toplu ya da bireysel markalama amacıyla çeşitli kodlamaların yapılabilirdiği materyallerdir (Şekil 18). Markalar uygun doku içerisine özel enjektörler (Şekil 19) yardımıyla nakledilirler. Markaların boyları 0,5 mm ile 2,2 mm arasında değişebilmektedir [27].

Markalar, burun boşluğuna yerleştirilebildikleri gibi kas içerisine de rahatlıkla enjekte edilirler. CWT markalar küçük balıklar

için geliştirilmesine rağmen günümüzde kabuklular için de rahatlıkla kullanılabilir [27 ve 38].

Markaların takibi için çeşitli özelliklerdeki dedektörlerden yararlanılır.



Şekil 18. Kodlanmış tel marka (CWT) [27]
Figure 18. Coded wire brand

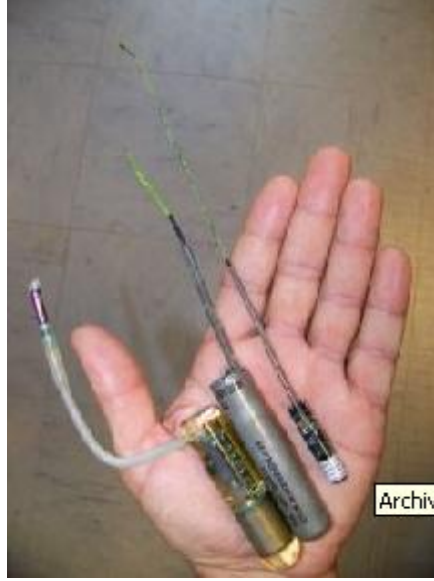


Şekil 19. El ile kullanılan çoklu CWT markalama tabancası [27]
Figure 19. Hand-operated multi-CWT marking gun

5.2.14. Veri Depolu ve Uydu İletimli Markalar (Archival and Satellite Transmission Brands)

Deniz şartları klasik markalama tekniklerinin uygulanmasına ciddi kısıtlamalar getirebilir. Kara ve tatlı su kaynaklarında kullanılan geleneksel yöntemlerin aksine radyo dalgalarını, okyanusta veya açık denizlerde yayma şansı olmamaktadır. Akustik izleme ise ancak 1,5 - 2km'lik mesafede etkili olabilmektedir. Bu sorunları aşmak için açık denizlerde ve okyanuslarda kullanılabilen veri depolu (Archival) (Şekil 20) ve uydu iletimli (Satellite) (Şekil 21) markalar geliştirilmiştir [39].

Her iki çeşit marka da temel olarak aynı prensiplere sahip olup çeşitli çevresel ve davranışsal verileri kaydedebilir. Veri depolu markalarda, veriler markaya kaydedilir ve markalı birey tekrar yakalandığında alınır. Uydu iletimli markalarda ise daha önce programlanmış bir zamanda, veriler uydu aracılığıyla araştırmacıya iletilir [39].



Şekil 20. Veri depolu markalar [32]
Figure 20. Archival brands



Şekil 21. Çeşitli tiplerdeki uydu iletimli markalar [40]
Figure 21. Satellite transmission brands of various types

5.2.14.1. Veri Depolu Markalar (Archival Brands)

İri cüsseli canlılar için uygun olan markalardır. Marka, cerrahi bir işlemle hayvanın karın boşluğuna anteni dışarıda kalacak şekilde yerleştirilir (Şekil 22). Markanın vücut içerisinde kalan kısmı vücut sıcaklığını ve derinliği, dışarıda kalan anteni ise ortam ışığını ve su sıcaklığını ölçer. 2 yıla kadar bu verileri her iki dakikada bir ölçme ve kaydetme yeteneğine sahip olabilmektedirler. Markaların dezavantajı verilerin alınabilmesi için balığın avlanmasına ve balıkçının markayı araştırmacıya getirmemesine ihtiyaç duymasındır [39].



Şekil 22. Veri depolu markanın balığa yerleştirilmesi [32]
Figure 22. Placement of archival brand to fish

5.2.14.2. Uydu İletimli Markalar (Satellite Transmission Brands)

Bu markalar bir dart vasıtası ile (Şekil 23) balığın vücuduna sabitlenir (Şekil 24). Su sıcaklığı, ışık ve derinlik gibi verileri ölçer ve kaydeder. Veri depolu markalara ilaveten bunlarda çok güçlü radyo vericileri bulunur. Balık yakalanmasa bile toplanan verilerin uydu aracılığı ile iletilebiliyor olması sisteme büyük bir avantaj sağlar. Verilerin iletilebilmesi için antenin suyun dışında olması gerekir. Önceden programlanan bir zamanda sistem dart teline gönderdiği bir akımla telin yanmasını ve markanın balıktan ayrılıp su yüzeyine ulaşmasını sağlar ve böylece depolanan veriler uydu aracılığıyla araştırmacıya iletilir [39].



Şekil 23. Uydu iletimli marka ve sabitleme dartı [30]
Figure 23. Satellite transmission brand and fixing dart



Şekil 24. Uydu iletimli markayla markalanmış bir balık [41]
Figure 24. Satellite transmission is a brand-marked fish

5. SONUÇ (RESULT)

Bir markalama araştırması planlanırken, bazı kriterlerin belirlenmesi kaçınılmazdır. Kesin karara varmadan önce birçok fikrin hesaba katılması gerekmektedir.

Bunlardan bazıları şunlardır [8]:

- Markalama deneyinin amacı,
- Denemelerin süresi,
- Markalı balığın geri alınması için yöntemin uygun olması,
- Balığın tipi (tür, boyut, yaşam döngüsünün şekli vb.),
- Markalama için personel, finansman ve ekipmanın mevcut olması.

Denemelerin ele alınmasında, balıkları markalamak için etiket kullanımının gerekli olup olmadığı gibi kararın verilmesi önemlidir. Daha ucuz ve daha az travmatik etkileri olan ve etiketlere göre kullanılması daha hızlı olan grup markalama yöntemleri ile balıkların büyük miktarının markalanması uygun olasılıktadır ve markalanmış balıkların önemli bir miktarının geri yakalanma şansı artmaktadır [2 ve 8].

İdeal bir markalama yöntemi, herkesin tanımlayabilmesi için, organizmaları sürekli ve şüpheye düşürmeden tanımlanabilir yapılmalıdır. Arazi şartlarında kullanımı kolay ve ucuz olmalıdır. Denemeler sırasında mümkün olduğunca balığa zarar vermemelidir ve balığın normal davranışına en az etki edebilecek şekilde küçük olmalıdır [2, 3, 8 ve 28].

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Gulland, J.A., (1983). Fish Stock Assessment: A Manual of Basic Methods. John Wiley and Sons.
2. Akyol, O. ve Ceyhan, T., (2003). Balıkçılık Araştırmalarında Kullanılan Markalama-Etiketleme Materyalleri ve Yöntemleri. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi: Cilt: 20, Sayı: 1-2, ss: 273-285.
3. Kolding, J., (1988). Lectures in Fishery Biological Methods. Norad Int. Dipl. Course in Fisheries Management, pp: 118-137.
4. Doi, T., (1974). Outline of Mathematical Analysis on Fish Populations for Practical Use in Front. In: JICA, Fisheries Biology and Population Dynamics of Marine Resources. Textbook for Marine Fisheries Research Course, Japan, pp: 117-210.

5. Jones, R., (1978). Tagging: Theoretical Methods and Practical Difficulties. In: Gulland, J.A. (ed.), Fish Population Dynamics, John Wiley and Sons, pp: 46-49.
6. Sparre, P. and Venema S.C., (1992). Introduction to Tropical Fish Stock Assessment, Part I-Manual. FAO Fish. Tech. P., No.306/1, Rev.1, Rome.
7. Gamsız, K. ve Karahan, B., (2009). İki Farklı Bireysel Etiketleme Tekniğinin Levrek Anaçlarında Kullanımı, Yaşama Oranı Üzerine Etkisi ve Etkinliğinin Tespiti. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi: Cilt: 26, Sayı: 3, ss: 225-228.
8. Laird, L.M. and Stott. B., (1978). Marking and Tagging. In: Bagenal, T. (ed.) Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. Blackwell Scientific Publications, pp 84-95.
9. Jones, R., (1979). Materials and Methods Used in Marking Experiments in Fishery Research. FAO Fish. Tech. Pap. No: 190. Rome.
10. Schneider, J.C. (ed)., (2000). Manual of fisheries survey methods II: with periodic updates. Michigan Department of Natural Resources, Fisheries Special Report 25, Ann Arbor.
11. Ricker, W.E., (1975). Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations, Bull. Fish Res. Board, Can., vol: 191, pp: 88-112.
12. Erkoyuncu, İ., (1995). Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği. Ondokuzmayıs Üni. Sinop Su Ürün. Fak., ISBN 975-7636-29-0, Yayın No: 95.
13. Korkmaz, A.Ş., (1998). Markalama-Tekrar Yakalama Tekniğiyle Populasyon Büyüklüğünün Tahmini: Petersen Metodu. Doğu Anadolu Bölgesi III. Su Ürün. Semp. 10-12 Haziran 1998, Erzurum, Bildiriler, ss: 303-322.
14. Köksal, G., Korkmaz, A.S. ve Kırkağaç, M., (2003). Ankara-Dikilitaş Göleti Tatlı Su Istakozu (*Astacus leptodactylus* Esch., 1823) Populasyonunun incelenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi: Cilt: 9, Sayı: 1, ss: 51-58.
15. Nielsen, A., (2004). Estimating Fish Movement. Ph.D. thesis, Department of Mathematics and Physics, Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen.
16. Seber, G.A.F., (1982). The Estimation of Animal Abundance and Related Parameters. Second Ed. New York, MacMillan.
17. Schnabel, Z.E., (1938). The Estimation of Total Fish Populations of a Lake. Am. Math., Monthly, vol: 45, pp: 348-352.
18. Seber, G.A.F. (1986). A Review of Estimating Animal Abundance. Biometrics vol: 42, pp: 262-292.
19. Krebs, C.J., (1989). Ecological Methodology. NewYork, Harper and Row, Publishers.
20. Bolat, Y., (2001). Eğirdir Gölü Hoyran Bölgesi Tatlı Su Istakozlarının (*Astacus leptodactylus salinus* Nordmann, 1842) Populasyon Büyüklüğünün Tahmini. Doktora Tezi, Isparta: Süleyman Demirel Üni. Fen Bilm. Enst. Su Ürünleri Temel Bilimleri Anabilim Dalı.
21. Yüksel, F., (2007). Keban Baraj Gölü Kerevit (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) Populasyon Büyüklüğünün Araştırılması, Doktora Tezi, Elazığ: Fırat Üni. Fen Bil. Ens.
22. Bolat, Y., (2004). Eğirdir Gölü Hoyran Bölgesinde Markalama Metodu ile Tatlı Su Istakozlarının (*Astacus leptodactylus* Esch., 1823) Avlanabilir Stok ve Yoğunluk Tahmini. Süleyman Demirel Üni. Fen Bilm. Enst. Dergisi: Cilt: 8, Sayı: 1, ss: 34-37.
23. Şen, C., Yeşilova, A. ve Kaki, B., (2004). Van İlindeki Kanser Hastaları Populasyonunun Büyüklüğünün Tahmini. Yüksek Lisans Tezi, Van: Yüzüncü Yıl Üniv. Zir. Fak. Zoo Tek. Blm.

24. Templeton, R. (ed.), (1995). Freshwater Fisheries Management. Fishing News Books, A Division of Blackwell Sci. Ltd., pp: 42-43.
25. Abrahamsson, S., (1965). A Method of Marking Crayfish *Astacus astacus*, Linn. in Population Studies. Oikos 16, pp: 228-231.
26. Abrahamsson, S., (1972). The Crayfish *Astacus astacus* in Sweden and the Introduction of the American crayfish *Pacifastacus leniusculus*, Freshwater Crayfish, Papers from the First International Symposium on Freshwater Crayfish, pp: 27-40.
27. URL 2, (2012). <http://nmt.us>. Northwest Marine Technology, inc, Pioneering solutions for the problems of aquatic resource management. (Erişim tarihi: 25.03.2012).
28. Holden, M.J. and D.F.S. Raitt (eds.), (1974). Manual of Fisheries Science, Part-2 Methods of Resource Investigation and Their Application. FAO Fish. Tech. Paper No.115, Rome.
29. Nikolsky, G.V., (1963). The Ecology of Fishes. Academic Press, London, pp: 238-239.
30. URL 5, (2012). <http://pier.org>. The Pflieger Institute of Environmental Research, California. (Erişim tarihi: 25.03.2012).
31. Nielsen, L.A., (1992). Methods of Marking Fish and Shellfish. American Fisheries Society Special Publication, No.23, Bethesda, Maryland, USA, pp: 1-154.
32. URL 6, (2012). <http://spc.int/tagging/en/about-tagging/electronic-tagging>, Secretariat of the Pacific Community. (Erişim tarihi: 25.03.2012).
33. Gündüz, F., Alp, A., Çoban, M.Z., Türkgülü, İ., Yüce, S., Örnekçi, G.N., Karakaya, G., Demiroglu, F., Yıldırım, T., Tepe, R., Küçükylmaz, M. ve Eroğlu, M., (2010). Hazar Gölü'ndeki Siraz- Göl Balığı (*Capoeta umbra*, Heckel, 1843)'nın Stok Tahmini. TAGEM, HAYSÜD, 2007.09.01.02. Elazığ.
34. URL 1, (2012). <http://halprint.com>. Hallprint Fish Tagging Solutions. (Erişim tarihi: 25.03.2012).
35. Griffiths, S.P., (2002). Retention of visible implant tags in small rockpool fishes. Marine Ecology Progress Series 236:307-309 (2002).
http://www.nmt.us/references/abstracts/griffiths_2002.htm
(Erişim tarihi: 18.12.2011).
36. Gibbons, W.J. and Andrews, K.M., (2004). PIT tagging: simple technology at its best. Bioscience vol. 54, no:5.
37. Mahapatra, K.D., Gjerde, B., Reddy, P.V.G.K., Sahoo, M., Jana, R.K., Saha, J.N., and Rye, M., (2001). Tagging: on the use of passive integrated transponder (PIT) tags for the identification of fish. Aquaculture Research: vol: 32, pp. 47-50.
38. Champigneulle, A., (1987). Marking small Arctic charrs (*Salvelinus alpinus*) by injection of magnetized microtags, Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture: vol: 304, pp: 22-31.
39. URL 3, (2012). <http://tagagiant.org/Science.tagtech.shtml>, Electronic tag technology. (Erişim tarihi: 25.03.2012).
40. URL 4, (2012). <http://whitesharktrust.org>. Research Project, Satellite tag & sharks. (Erişim tarihi: 25.03.2012).
41. URL 7, (2012). <http://hawaii.edu/HIMB/ReefPredator/Tools.htm> Hawaii Institute of Marine Biology. (Erişim tarihi: 25.03.2012).