**ALABALIK**

**1.1. Genel Bilgiler**

İnsanoğlunun daha ilk çağlardan beri su ile ve dolayısıyla bu ortamda yaşayan canlılardan balıklarla sıkı bir ilişkisi olmuştur. Bugün süratle artan dünya nüfusunun her türlü yaşantısında etkin olabilecek birçok biyolojik kaynağı denizler içermektedir (Geldiay ve Kocataş, 1988).

Günümüzde sosyal-kültürel ve ekonomik açılardan çok hızlı bir değişim içinde olan dünyamızın en önemli sorunlarından biri de yeterli, dengeli ve sağlıklı gıdalarla beslenme ve buna bağlı olarak yeterli ve nitelikli gıda üretimidir (Saygı ve ark,1997).

Beslenmede su ürünleri önemli yere sahiptir. Bu ürünler geleneksel olarak, denizlerden, içsulardan (göller, nehirler ve dereler), avlama yoluyla elde edilirler. Su ürünleri arasında başta balıklar (*Pisces*), mürekkep balıkları-ahtapotlar (*Cephalopoda*), yengeç-ıstakozlar (*Decapoda*), midyeler (*Lamelli branchiata*) ve yosunlar (*Phycophyta*) gelir (Erençin, 1977).

Protein, enerji, mineral maddeler, vitamin ve sindirebilirlik gibi özellikler açısından üstün olan su ürünleri, gerek hayvansal protein açığının giderilmesinde gerekse sağlıklı beslenme yönünde alışkanlıkların değiştirilmesine katkıda bulunabilecek bir kaynaktır (Çakmak ve Çolak, 2004).

Sağlıklı ve dengeli bir beslenme, belli besin grupları ve bunların dengeli ve düzenli bir kombinasyonla tüketiminin sağlanmasıdır. İşte bu ana besin grupları içinde yer alan önemli bir grup da su ürünleridir (TATAR, 1994).

Dünyada su ürünleri yetiştiriciliği yoluyla elde edilen toplam su ürünlerinin miktarı 2001 yılı itibariyle 48.411.000 tondur. Bu üretiminin 24.433.000 tonunu (% 50,46’sı) balıklar, 11.267.000 tonunu (% 23,27’si) kabuklular, 10.562.000 tonunu (% 21,81) sucul bitkiler, 1.985.000 tonunu (% 4,1) eklembacaklılar, 121.000 tonunu sürüngenler ve 43.000 tonunu da omurgasızlar oluşturur (Alpbaz, 2005, s: 2).

Yeryüzünde 440 milyon hektar sulu alan bulunduğu ve bunun büyük çoğunluğunu Afrika bataklıkları teşkil etmesine rağmen bu alanın % 10’nunda ilkel yetiştirme dahi uygulansa 100 milyon ton su ürünü üretilebileceği tahmin edilmektedir (Ryhter, 1975).

Su ürünleri yetiştiriciliğinin gelişimine rakamsal olarak bakılacak olursa, son 25 yıl içerisinde yetiştiricilik yolu ile sağlanan üretimin yaklaşık 8 katına çıktığını görüyoruz. Şöyle ki 1976 yılında yetiştiricilik yoluyla sağlanan üretim 6 milyon ton iken bu üretimin 2001 yılı için 48 milyon ton olduğu saptanmıştır. Bu rakamsal sonuçlar göstermektedir ki su ürünleri yetiştiriciliği dünyada gıda üretimine yönelik sektörler içerisinde en hızlı gelişeni durumundadır (Alpbaz, 2005, s: 2).

Dünyadaki bu gelişmeler yanında ülkemizdeki çalışmaları ele aldığımızda şu sonuçlar verilebiliniyor. Türkiye’deki su ürünleri üretimi 2001 yılı verileri olarak takriben 67 bin ton dolaylarındadır. Devlet İstatistik Enstitüsü’nün verdiği bilgilere göre üretilen 67 bin ton balığın 37 bin tonu alabalık, 13 bin tonu çipura, 16 bin tonu levrektir. Bu üretimleri takiben 1.240 ton ile som balığı (deniz alabalığı), 687 ton ile sazan, 5 ton ile midye olduğu 2001 yılı su ürünleri istatistiklerine kaydedilmiş bulunmaktadır. Burada kaydedilen som balığı miktarı gerçek som balığı olmayıp Karadeniz’de besiye alınan gökkuşağı alabalıklarıdır (Alpbaz, 2005, s: 8).

Ülkemiz, 8333 km.lik kıyı şeridine ve 80791 km²’lik hüküm ve tasarrufu altında bulundurduğu deniz alanına, 10.000 km² lik doğal gölleri, 70.000 hektarlık lagün gölleri, her geçen gün artan 342.377 hektarlık baraj gölleri ve 15.000 hektarlık gölet ile 177.714 km. uzunluğundaki akarsu sistemlerine sahiptir. Ülkemiz tüm bu potansiyeli ve su ürünlerini oluşturan çeşitli canlıların gelişmesi ve yetiştirilmesine kolaylık sağlayan coğrafik konumu ve uygun ekolojik özellikleriyle balıkçılık açısından şanslı konumdadır (Benli ve ark., 1997).

Omurgalılar arasında türü en fazla olan balıkların, tür sayısının 20.00 olduğu bildirilmiştir. Bu kadar fazla sayıda türe sahip olan balıklar; morfoloji, fizyoloji ve özellikle de reproduktif faaliyetler yönünden oldukça çok çeşitlilik göstermektedirler (Billard ve Cosson, 1992).

Su Ürünleri yetiştiriciliği kapsamında; özellikle soğuk su balığı olan alabalık yetiştiriciliği, dünyanın birçok ülkesinde geniş çevresel koşullar altında yapılmaktadır. Bu nedenle üretme amaçları ve planlarının bir birinden farklılık göstermesi doğaldır. Ancak, ister tatlı suda 200 -250 gr’lık; ister deniz ortamında 5 kg. olarak yetiştirilsinler hepsinin üretim prensipleri aynı esaslara dayanmaktadır. Yetiştiricilerin ortak amacı, daha üretken, hastalıklara karşı dirençli ve yüksek kalitede ete sahip balıklar üretmektir (Emre ve Kürüm, 1997,s:1).

**1.2. Alabalık Türlerinin Coğrafik Kökenine Göre Sınıflandırılması**

Alabalık türleri ,coğrafik kökenlerine göre iki grup altında toplanırlar:

-Amerika kökenli alabalıklar

-Avrupa kökenli alabalıklar

**I.** Amerikan kökenli alabalıklar Amerika kıtasındaki alabalık ve som balıklarından oluşur. Bu grubun türleri şunlardır.

1. **Amerikan Göl Alabalığı** (*Salvelinus namaycush W.*)

Kuzey Amerika’da geniş bir alana yayılmıştır Yaşama ortamı soğuk,

berrak ve bol oksijenli derin göllerdir.

1. **Kesikboğaz Alabalığı** (*Oncorhynchus clarki*)

Kuzey Amerikanın iç bölgelerindeki soğuk akarsu ve göllerde yaşamaktadırlar.

1. **Kaynak Alabalığı** (*Salvelinus fontinalis* MITCHILL)

Kuzey Amerikanın Atlas Okyanusuna yakın kısımlarında bulunan nehir, dere

ve göllerde yaşamakta.

1. **Gökkuşağı Alabalığı** (*Oncorhynchus mykiss*)

Kuzey Amerika’nın önemli bir alabalık türüdür. Buradan birçok kıtaya

yayılmıştır. Avrupa’ya 1880, ülkemize ise 1970’li yıllarda getirilmiştir.

1. **Pasifik Salmonları**

Kuzey yarım küresi balıkları olan Pasifik salmonları 6 türdür. Bunlardan 5

tür Pasifik Okyanusuna ve Kuzey Buz Denizinin doğusuna dökülen nehirlerde doğal olarak bulunurlar. Küçük bir tür olan *Oncorhynchus masou* ise, Yaponya’da Hokkaido Adasındaki nehirlerde bulunur.

**II.** Avrupa kökenliler Avrupa kıtası ve bu kıtaya komşu olan coğrafik bölgelerin akarsu ve göllerinde bulunurlar. Bu grubun önemli türleri şunlardır.

**1. Alp Alabalığı** (*Salvelinus alpinus L.1758*). Alp bölgesindeki soğuk ve oldukça temiz sularda yaşar. İskandinav ülkeleri, İzlanda ve Rusya’dan Japonya’ya kadar olan birçok ülkede de çok sayıda varyeteleri mevcuttur.

**2. Kahverengi Alabalık** (*Salmo trutta L.1758*). Orta ve Batı Avrupa dağ akarsularında yaşarlar. Uzun yıllar yetiştiricilik için denenmiş olmasına karşın, yetiştiricilik avantajlarına sahip olmamasından dolayı, yetiştiriciliğinden vazgeçilmiştir.

**3. Tuna Som Balığı** (*Hucho perryi*). Tuna bölgesinde yaşayan bu balık genellikle doğal stokların zenginleştirilmesi amacıyla, özellikle Kuzey Avrupa’nın birçok göllerinin balıklandırılması için yetiştiriciliği yapılmaktadır.

**4. Atlantik Salmonu** (*Salmo salar*). Kuzey İspanya sahillerinden İskandinav

ülkelerine kadar olan alanda ve Atlas Okyanusuna bakan Kuzey Amerika sahillerinde yaşar. Deniz olgunlaşan bu balık yumurtlamak üzere Kuzey Amerika sahilleri ile Kuzey Denizinden İspanya kıyılarına kadar olan coğrafyada bulunan akışı hızlı, kirlenmemiş ve bol oksijenli nehirlere yumurtlamak üzere girerler.

1. **Türkiye’de Doğal olarak bulunan Alabalıklar.** Ülkemiz faunasında

alabalıklar 1 cins, 1 tür ve 3 alt tür ile temsil edilmektedir. Bu alttürlerden biri denize göçmekte, diğerleri ise sürekli iç sularda yaşamaktadırlar.

Cins: Salmon Linnaeus, 1758

Tür : Salmo trutta LİNNAEUS, 1766

Bu tür, çeşitli populasyonlarında farklı özellikler göstermektedir. Önceleri yapılan sistematik çalışmalarda sayılabilir ve ölçülebilir özellikler göz önüne alındığında türün, ülkemizde 4 coğrafik ırkla temsil edilebileceği otoritelerce ileri sürülmüştür. 1993 yılından itibaren ülkemiz iç sularında bulunan söz konusu türün muhtelif coğrafik bölgelerdeki populasyonları elektroforetik çalışmalarla incelemeye alınmıştır. İlk çalışmalar, Abant, Akseki-Üzümlü ve Rize-Çağlayan Deresindeki populasyonlar olmuştur. Bu çalışmaların sonuçlanmasından sonra daha kesin ve doğru bilgiler elde edilecektir (Emre ve Kürüm, 1997).

**1. Salmo trutta macrostigma** DUMMERIL, 1858

Dağ alabalığı diye adlandırılan ve büyük lekeli alabalık olarak bilinen bu alt tür, ülkemizin Güney, Güneybatı, Batı, Kuzeybatı ve Trakya’daki birçok akarsularında mevcuttur.

**2. Salmo trutta caspius** KESLER, 1877

Ülkemizin Kuzeydoğu ve Doğu Anadolu Bölgelerinin su kaynaklarında bulunurlar. Özellikle Aras havzasında, Kars ve Ardahan’da bulundukları bildirilmiştir.

**3. Salmo trutta labrax** PALLAS, 1811

Andron bir alabalık alt türü olup, Kuzey ve Kuzeydoğu Anadolu’daki akarsularda bulunur.

**4. Salmo trutta abanticus** TONTONESE, 1954

Ülkemizde sadece Abant gölü ve çevresindeki kaynaklarda yaşayan endemik bir formdur (Emre ve Kürüm, 1997, Bölüm 2).

Her ülkenin kendine özgü coğrafik ve iklimsel koşullarına uyum sağlayabilen endemik canlı türleri bulunabilmektedir. Yurdumuzda da Abant gölünde, Yedigöller ve civarındaki derelerde bulunan ve yaşadığı bu bölgeye adapte olan Abant alabalığı (*Salmo trutta abanticus*) korunması gerekli olan önemli endemik türlerimiz arasında yer almaktadır. Abant alabalığı (*Salmo trutta abanticus*) endemik olduğu bölgede, doğal yumurtlaması yanında Çevre ve Orman Bakanlığına bağlı alabalık üretme istasyonlarında yapay üretimi de yapılmakta olup doğal populasyon desteklenmektedir.

* 1. **Abant Alabalığının Sistematikteki Yeri**

Alabalıkların sistematikteki yeri şu sıraya göre ele alınmaktadır (Anonim, 2006).

Alem: Animale

Şube: Chordata

Sınıf: Osteichthyes

Takım: Salmoniformes

Familya: Salmonidae

Cins: Salmo

Tür: Salmo trutta

Alt Tür: Salmo trutta abanticus

****

Şekil 1. Abant alabalığı (erkek)

**1.4 Alabalıkların Morfolojisi**

Bütün alabalıklar yağ yüzgeçlidir ve vücut iyi gelişmiş sikloid pullarla kaplıdır. Vücutları türlere göre değişik nokta beneklerle bezenmiştir. Ekseri diş bulunur ve bazı türlerde iyi gelişmiştir. Üreme mevsiminde cinsiyetleri ayırt edici işaretler taşırlar (Atay, 1987, s: 104).

Alabalıkların büyüklükleri, tür ve yaşam şartlarına göre değişiklik göstermektedir. Vücut ağırlıkları genelde 0,5 ile 2,5 kg arasında değişebildiği gibi, denize göçerek burada yaşamını sürdüren ve sadece üremek için nehirlere geri dönen Denizalasının boyları 1,5 m ve ağırlıkları da 15–20 kg kadar ulaşabilmektedir (Atay,1987). Bir yılda 250 gr vücut ağırlığına ulaşmaktadırlar. Alabalık türlerinin birçoğu berrak, temiz ve soğuk kaynak sularında yaşadığı gibi bazı türleri de denize dökülen nehirlerle denize göçerek orada uzun zaman yaşamaktadırlar.

Dünyadaki alabalıkların arasında Türkiye’de bulunan tek türün Salmo trutta LİNNAEUS’un vücut yan çizginin alt bölgesi dahil sayısız siyah beneklerle kaplıdır. Yağ yüzgeci ile yan çizgi arasında 12-18, yan çizgi boyunca 130’dan az pul bulunur. Kafa uzunluğu vücut uzunluğunun %25 ‘ten fazla değildir. Üst çene gözün arka kenarına ulaşır (Atay, 1987, s:105).

Vücut yanlardan yassılaşmış mekik şeklinde, orta büyüklükte pulludur. Ağız büyük, yutak dişleri olmayan, vomer dişleri bulunan karnivor balıktır. Sırt yüzgeci ile kuyruk yüzgeci arasında ışınsız yağ yüzgeci bulunur. Sırt yüzgeci karın yüzgecinin başlangıç noktasının ön tarafından başlar. Kuyruk yüzgeci çatallıdır (Atay, 1987, s: 105). Bütün yüzgeçleri mükemmel gelişmiştir. Özellikle kuyruk yüzgeci yarımay biçiminde olduğundan balığa kolayca manevra yeteneği sağlar. Bu sayede vücudunu yay biçimine sokup kuyruk vurmasıyla şelalelerden yukarı çıkabilir. Ayrıca su seviyesine yakın uçmakta olan böcekleri, sinekleri kolayca avlar (Üner, 1992).

Ülkemizdeki Salmo trutta türün farklı alttürleri arasında vücut beneklerinin rengi, bulundukları yerler ve şekiller yönünden farklılıklar bulunmaktadır. Örneğin *Salmo trutta abanticus*’ta kahverengi halkalar içinde siyah nokta halinde lekeliyken, dere alabalığı da denilen *Salmo trutta fario*’da ise bariz kırmızı renkli beneklerin varolduğu görülmektedir.

****

Şekil 2. Dere alabalığı Resim: Aykut İNCE

Alabalıkların dişilerinde üreme zamanında, karın kısmının daha büyük ve sarkık olmasının yanında genital delik şişkin ve kırmızı renklidir. Erkeklerde ise alt çenenin daha uzun olması, daha renkli görünün, başta bulunan üreme papilleri ve anüs etrafındaki solgunluk gibi özellikler cinsiyet ayrımının daha kolay yapılabilmesine yardımcı olmaktadır (Çelikkale, 1988).

**1.5 Abant Alabalığının Ayırıcı Özellikleri**

Ülkemizde sadece Abant Gölü ve çevresindeki kaynaklarda yaşayan endemik bir formdur. Vücut yanlardan basıktır. Vücut üzerinde kahverengi halkalarla çevrilmiş ve açık sarı zemin üzerinde düzensiz dağılmış siyah benekler vardır. Alt ve üst çeneler genellikle birbirine eşit durumda olmasına rağmen, bazen alt çene öne doğru çıkıntılı bir görünüm alabilmektedir. Yan çizgi üzerinde 110 adet pul bulunur. Sırt yüzgeci IV 9–11, anal yüzgeci ise III 7–8 şeklinde ışın yapısına sahiptir. Omur sayısı 59, pilorik kese sayısı ise, 38-40’tır. Yaklaşık 1 kg canlı ağırlığına ulaşabilmektedir. Cinsel olgunluk yaşı 3’tür. Endemik olduğu bölgede doğal yumurtlaması yanında yapay üretimi de yapılıp doğal populasyon zenginleştirilmektedir (Emre ve Kürüm, 1997, s: 8).

**1.6 Alabalıkların Biyolojisi**

Alabalıklar suları soğuk olan denizler ile yaşamlarına uygun göller, nehirlerde ve 3000 m yüksekliğe kadar dağlardaki akarsularda bulunurlar. 18 °C ve daha altındaki sularda yaşarlar, 7–13°C’de yumurtlarlar. 9–11°C’deki sular yavru, 15–18 °C sular sofralık balık yetiştiriciliği için uygun sulardır. Suları berrak, hızlı akıntılı, küçük çağlayanlar halinde akan nehirleri, berrak ve soğuk gölleri, pH’sı 9,4’ten aşağı ve 5,5’ten yukarı ve 5–6 mg/litreden fazla oksijenli suları tercih ederler (Atay, 1987, 1990, 2000).

Alabalıklar, ekseri akarsularda, bazen dibi temiz berrak göllerde yılın soğuk aylarında yumurtlarlar. Yumurtlama çiftler halinde olur. Dişi yumurtlayacağı kumluk alanı oyarak yuva hazırlar. Yumurtlamadan sonra kumla yuvanın üzerini örter (Atay, 1987, s:105).

Alabalığın başlıca gıdası, su kurtları, küçük kabuklu hayvanlar, su üstüne düşen böcekler, su kenarında bulunan solucanlar, balık yumurtaları ve kurbağa yavruları (Üner, 1992)

**1.7 Alabalıklarda Reproduksiyon ve Reproduktif Fiziyoloji**

**1.7.1 Reproduksiyon**

Diğer canlılarda olduğu gibi balıklar da hayatlarını sürdürebilmek ve gelişebilmek için kendilerini bulundukları su ortamına adapte etmek zorundadırlar. Doğada var olabilmek için verilen bu mücadelede en hayati nokta üremedir (Çelikkale, 1991)

Üreme alışkanlığı balıkların çevreye adapte olmalarının en canlı örneğidir. Başarılı bir üreme için yumurtaların bırakılacağı yerin oksijen, su sıcaklığı, suyun çeşitli fiziksel ve kimyasal özelliklerinin elverişli, besin açısından çevrenin zengin olması, yumurta yavru düşmanlarının orada nesli azaltacak düzeyde bulunmaması gerekir (Atay, 1987; Çelikkale, 1991).

Balıklarda üreme etkenliğinin başlayabilmesi için gerekli olan cinsi olgunluk düzeyi; yaş, belli bir vücut büyüklüğüne erişim, genetik yapı, uygun su sıcaklığı, ışık ve hormonal mekanizma ile yakından ilişkilidir (Çelikkale, 1991).

Alabalıklar mevsime bağlı reproduktif etkinlik gösterirler. Bunlarda, üreme yalnızca yılın belirli bir mevsiminde gerçekleşir. Erkeklerde reproduktif etkinliğin, yumurtadan çıktıktan sonra yeterli vücut gelişimine ulaşması, uygun sıcaklık, ışık ve hormonal mekanizma ile doğrudan bağlantılıdır. Genellikle erkekler, dişilerden daha erken cinsel olguluğa (puberta) ulaşırlar. Alabalık 2–3 yaşında pubertaya ulaşırlar. Alabalıklar genellikle sonbahar ve ilkbahar arasında su sıcaklığının 7-12°C olduğu dönemlerde reproduktif etkinlik gösterirler (Kara, 1982; Saad ve Billard, 1986; Koldras ve ark., 1990; Billard, 1992; Akçay ve ark.,1995).

Mevsime bağlı reproduktif etkinlik gösteren balıklarda gonadların gelişimi belli bir düzene bağlıdır. Uygun çevre koşulları sağlanıncaya kadar gonadlar hareketsiz ve dinlenme durumundadır. Yaklaşan çiftleşme mevsimi ile uygun çevre ve su koşulları endokrin sistemi harekete geçirir ve gonadal gelişme hızlanır. Çevre koşullarında meydana gelecek ani değişimler gonadal gelişmeyi durdurur ve gametler çevre şartları düzene girene kadar dinlenme fazında bekler. Olumsuz koşullar daha da devam ederse gametler vücut tarafından resorbe edilir (Baran, 1972; Craik ve Harvey, 1984; Billard, 1988; Billard, 1992).

Alabalık yetiştiriciliğinde damızlık kullanım yaşı 2–3 yıl arasında değişmektedir. Bir balığın damızlıkta kullanılabilmesi için spermatolojik özellikler kimi memeli çiftlik hayvanlarında olduğu gibi çok iyi bilinmeli ve bu amaçla kullanılacak balıkların damızlık olarak seçilmesi ve yetiştirmede kullanılmasında bir takım kıstaslar getirilmelidir. Böylece daha ekonomik ve başarılı sonuçların alınması sağlanabilir. Ayrıca, bu yolla spermanın kısa süreli saklanması ve dondurulması gibi bir takım biyoteknolojik yöntemlerinde başarısı artırılabilir (Tekin ve ark., 2003).

Abant alabalığı üç yaşında cinsel olgunluğa ulaşır, çapı yaşa ve balığın büyüklüğüne göre değişen 4,4–5,4 mm çapında yumurtalar verir. Fert başına ortalama 1000 adet yumurta vermektedir. Yumurtalardan larvalar 7°C 58–65 günde çıkmaktadır. İlk 30 günlük devrede yumurtalarda göz teşekkülü olur. 6–7 yaşından büyük balıklarda, yumurtalar büyük olmalarına rağmen döl tutma oranı düşüktür (Çelikkale, 1994, s: 21).

**1.7.2 Erkeklerde Reproduktif Fiziyoloji**

**1.7.2.1 Pubertasa ulaşma yaşı ve üreme mevsimi**

Erkek balıklarda reproduktif etkinliğin başlaması, yumurtadan çıktıktan sonra belli bir vücut gelişimine ulaşması, uygun sıcaklık derecesinin varlığı, ışık ve hormonal mekanizma ile doğrudan ilişkilidir. Ayrıca yaş, boy ve fizyolojik yapı gibi bazı bireysel farklılıklar da pubertası direkt olarak etkilemektedir. Genel olarak boyca küçük ve hayat süreci kısa olan alabalıkların pubertasa ulaşması, uzun boylu ve büyük hacimli balıklara oranla daha erken olmaktadır. Bazı bireysel özellikler etkili olmakla birlikte alabalıklarda pubertasa ulaşma yaşı 2–3 yıl arasında değişiklik göstermektedir. Alabalıklar, balık türleri arasında pubertasa ulaşma açısından Tilapia’dan sonra ilk sırayı almaktadır. Tilapia’lar 4–6 ayda pubertasa ulaşarak bu kategoride ilk sırayı almaktadır. Mersin balıkları 15 yaşında pubertasa ulaştıklarından bu sıralamada sona yerleştirilmektedirler (Erençin, 1977; Kara, 1982; Hart, 1990; Billard, 1992, Akçay ve ark., 1995).

Alabalıklar mevsime bağlı reproduktif etkinlik gösterirler. Bunlarda üreme genellikle sonbahar ve ilkbahar arasında su sıcaklığının 7-12°C olduğu dönemde olur (Saad ve Billard, 1986; Koldras ve ark., 1990; Billard, 1992; Akçay ve ark., 1995).

**1.7.2.2 Spermatogenesis ve Endokrin Düzeni**

Spermatozoa, testislerde spermatogenez olarak adlandırılan bir dizi sitolojik aşamaların sonucunda sperm ana hücreleri olan spermatogonia ’lardan oluşmaktadır.

Üreme mevsiminde endokrin sistemin harekete geçmesiyle testislerdeki spermatogenetik birimlerin germinativ epitelinden köken almakta olan spermatogoniumlar, mitoz yoluyla çoğalıp diferensiye olarak spermatogonia A ve B gonositlerini meydana getirmektedirler (Billard, 1992).

Spermatogonia B mitoz yoluyla bölünerek primer spermatositler oluşturur. Primer spematositlerde kromozom sayısı 2n, diploid’dir. Primer spermatositlerin I. redüksiyon bölünmesiyle sekunder spermatositler oluşur. Sekunder spermatositlerin II. mayotik bölünmeden sonra spermatidler meydana gelmektedir. Spermatid’ler metamorfoza uğrayarak spermatozoonları oluştururlar. Oluşan spermatozoa lumene (testisin kanal boşluklarına) verilir ve kanal sisteminin (gonaduct) özel salgısıyla birleşerek milt (balık sütü) adı verilen spermayı oluşturur. Oluşan bu yapı uygun çevre şartları sağlanıncaya kadar dinlenme durumunda kalır (Loir, 1990; Billard ve Cosson, 1992; Gomes ve Honculada-Primavera, 1993).

Spermatogenesis, hipotalamustan salgılanan gonadotropin salgılatıcı hormonun (GnRH) etkisiyle hipofizden salgılana gonadotropinlerin kontrolü altındadır. Seksüel olgunluğa ulaşan yada üreme mevsiminde bulunan erkeyin endokrin sistemi özellikle sıcaklık ve ışık başta olmak üzere besin, tuzluluk ve pH gibi çevre koşullarına bağlı olarak gelişim göstermektedir (Von Schalburg ve ark., 1999).

**1.7.2.3 Spermatozoon ve Sperma**

Genital kanal sisteminden salgılanan sekresyon ile spermatozoa’nın her ikisine birden süt (sperma) adı verilir. Sperma miktarı alabalıkta 4-6 ml, yoğunluk ise 10-20x109/ml dir. Alabalık spermatozoon’unun boyu 20 mikrondur. Baş kısmı ovoid yapıda olup, akrozomun bulunmamaktadır. Seminal plazmanın bileşimi ise türlere göre küçük farklılıklar göstermekle beraber Na, K, Cl, şeker ve protein başlıca komponentleridir. Balık spermasının pH’sı 7.0, osmotik basıncı ise 306 mOsm 1-1 bildirilmiştir (Billard, 1992, Akçay ve ark., 1995).

Spermatozoa, testisler ve kanal sisteminde hareketsiz durumdadırlar. Ancak su ile temasa geçince hareket kabiliyeti kazanırlar. Spermatozoon’un suda aktif olduğu periyot çok kısadır ve 50 saniye ile 2 dakika arasında değişir (Billard, 1992, Akçay ve ark., 1995).

Balık spermatozoonları baş, orta ve kuyruk olmak üzere üç kısımdan oluşmuştur. Spermatozoonun baş kısmı hafif yassılaşmış ve ovoid bir yapıya sahiptir. Başın büyüklüğü yaklaşık 2,5 mikrometre’dir ve maksimum çapı da posteriyordan anteriora 2,0 mikrometre’dir. Distal ve proksimal olmak üzere iki adet sentriol bulundurur. Alabalık ve sazan spermatozoonlarında posterior nükleer çöküntü vardır (Billard, 1983; Sequet ve ark., 1993).

Spermatozoa’nın orta kısmı external fertilizasyon görülen türlerde kısa, internal fertilizasyon gösterenlerde uzundur. Spermatozoon’un bu kısmında düzensiz ve asimetrik bir yapılaşma söz konusu olup 8-10 adet mitokondriya bulunmaktadır (Billard, 1983; Billard, 1988; Mattei, 1988; Suquet ve ark., 1993).

Kuyruk kısmı yaklaşık 25–36 mikrometre uzunluğunda ve sirküler bir yapıya sahiptir. Genişliği yaklaşık 0,2 mikrometre ve bir veya iki fibril içerir (Billard, 1983; Morisawa ve ark, 1983; Matttei, 1988).

Alabalık spermatozoonlarının en önemli özelliği, spermatozoonun erkek genital kanalında motil olmamasıdır. Ancak, ejekülasyondan sonra su ile temas ettiklerinde hareket kabiliyeti kazanırlar. Bununda en önemli nedeni seminal plazmada bulunan K+ iyonudur. Ayrıca seminal sıvı ozmotik basıncının yüksekliği (306mOsm) ve sukroz gibi şekerlerin varlığı da spermaozoa motilitesini engelleyen önemli faktörlerdir (Erdahl ve ark, 1984; Morisawa ve ark, 1983; Daye ve ark, 1984; Tanimoto ve ark, 1988; Inoda ve ark, 1988; Tekin ve ark, 2003).

Alabalık spermatozoonlarının tipik özelliklerinden biri de, spermatozoonların motil kalma sürelerinin çok kısa olmasıdır.

Seminal plazma bileşimi genellikle Na+, K+ , Ca++ , Mg++, Cl ˉ, glikoz, sukroz gibi şekerler ve protein komponentlerinden oluşmaktadır. Ozmotik basınç alabalıklarda 140 ile 250 mOsm/kg dır (Piironen, 1985; Marshall, 1986; Schmelhl ve ark., 1987; Suquet ve ark., 1993).

Seminal plazmayı oluşturan iyonlar spermatozoa motilitesini düzenlenmesinde ve seminal plazmanın ozmolitesinin ayarlanmasında görev almaktadır (Scott ve Baynes, 1980; Billard ve Cosson, 1992).

**1.7.2.4 Testisler ve kanal sistemi**

Testislerin büyüklükleri ve renkleri üreme mevsimi ile bağlantılı olarak değişim göstermektedir. Testisler, erkek alabalık normal cinsel olgunluğa ulaştıktan sonraki dönemde vücut ağırlığının % 12 ‘si veya daha fazlasına erişebilmektedir. Renkleri krem-beyaz olup pürüzsüz ve düzgün bir yapı göstermektedirler (Loir, 1990; Billard, 1992).

Testislerince bir bağ dokudan oluşan testiküler kapsül ile çevrili ve bu kapsül içerisinde bağdoku uzantıları göndermektedir. Bu bağdoku uzantıları spermatogenetik birimleri oluşturur ve bu birimler birbirleriyle rete testis adı verilen kanal ağıyla bağlantılıdırlar. Bu spermatogenetik birimlerin yüzeyinde bazal membran üzerine oturmuş iki tip hücre bulunur. Bunlar çok sayıda olan spematogoniumlar ve bunlar arasında yer alan sertoli hücreleridir. Sertoli hücreleri cinsiyet hücrelerini besleyici ve destekleyici görev yapmaktadırlar. Spermatogenetik birimlerin arasında interstisyel bağdokuda tek tek yada gruplar halinde leydig hücreleri bulunmaktadır. Bu hücreler testiküler steroidlerin kaynağıdır (Marshall, 1986; Billard, 1988; Ciereszko ve Dabrowski, 1993).

Alabalık testisi lobular bir testis olarak tanımlanmakta, seminal vezikülden ve lenfatik sistemden yoksundur. Sperm kanalının bilinen serbest kısımları birçok fonksiyona sahiptir. Bunlar; seminal sıvının iyonik kompozisyonun düzenlenmesi, spermatozoanın rezorbsiyonu ve hormonların metabolizması ve sekresyonudur (Billard, 1992).

**1.7.2.5 Spermatolojik Özellikler**

Balıklarda sperma genellikle masaj yöntemiyle sağım yapılarak alınır. Baş tarafı yukarı gelecek şeklinde tutulan balığın karın bölgesine sıvazlama şeklinde yapılan masaj ile sperma bir kabın içine sağılır. Sağım işleme kolayca uygulanabilmesi için balıklar narkoz banyosuna alınır ve sakinleştirilir. Bu işlem için MS 222 Sandoz (Etil-Aminobenzoat) ve Chinalgine banyoları kullanılabilir. Sperma vakum yoluyla emilerek de alınabilmektedir (Akçay ve ark., 1995).

**1.7.2.5.1 Spermanın Rengi**

Diğer birçok balık türünde olduğu gibi Salmonidae familyasının sperması beyaz-krem renge sahiptir. Bu beyaz renginden dolayı balık spermasına “balık sütü – ersuyu” (milt) adı verilmektedir (Seçer, 1998).

Bununla birlikte nadiren salmonidae familyasının sperma rengi beyazın yanında soluk kırmızı ve soluk sarı renkte de olabilmekte. Bu renk farklılıkları özellikle beslenme şartları, bireysel özelliklere, çevresel faktörler ve hastalık etkenlerinden kaynaklanmaktadır (Aas ve ark., 1991).

**1.7.2.5.2 Spermanın Miktarı**

Salmonidae’lerde sperma miktarı farklı türlere değişim göstermektedir. Gjerde (1984) Gökkuşağı alabalığının sperma miktarını 5 ml/kg canlı vücut arlığı bulurken, Atlantik salmonunda 20 ml/kg vücut arlığı bulmuştur. Ayrıca bu araştırmacıya ve Tekin ve ark. (2003)’ na göre sperma miktarı ile vücut ağırlığı ve vücut uzunluğu arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır.

Bir erkek balıktan bir mevsimde birkaç kez sağılabilir. Normal besi koşullarında bir erkekten iki haftada bir sağımı mümkündür (Alpbaz, 2005, s: 27). Piironen (1985) Salmo salar’da sezon başında sperma miktarını 20 ml olarak bulurken, sezon sonuna doğru 50 ml ‘ye kadar yükseldiğini saptamıştır (Tekin ve ark., 2003).

Gökkuşağı alabalığında ortalama sperma miktarı 6–12 ml olarak bildirilmiştir. Ancak bu miktar birçok faktöre göre değişebilmektedir (Billard, 1992).Özellikle su sıcaklığı, sağım aralığı, yaş, dişinin varlığı ve bakım-besleme şartları sperma miktarı üzerine doğrudan etkilidir (Büyükhatipoğlu ve Holtz, 1984). Aynı araştırmacılar Gökkuşağı alabalığında sperma verimi üzerine sağım aralıkları, sağım zamanı, yaş ve dişi balık varlığının etkisini araştırdıklarında sperma miktarı sezon başı, ortası ve sonunda karşılaştırmışlar ve sırasıyla 24,6 ml, 13,4 ml ve 8,9 ml olarak tespit etmişlerdir. Bu araştırmacılar sperma miktarı üzerine yaş ve sağım aralıklarında önemli bir rol oynadığını bildirmişlerdir.

**1.7.2.5.3 Spermatozoa Motilitesi**

Bir yönde ve güçlü hareket eden spermatozoon’ların hareketsiz ve veya diğer hareket biçimi gösterenlere oranıdır. Yalnız motil spermatozoon’ların dölleme güçleri olduğu kabul edildiğinden, yapılacak muayenelerde motilite saptanması önemli yer tutar, motilite oranının belirlenmesiyle, hem erkek hayvanların dölleme güçleri büyük ölçüde belirlenir hem de ejekülatın değişik amaçlarla ve kullanılması ve değerlendirilmesi olanağı sağlar (Tekin, 1994 ).

Sperma kalitesinin ve dolayısıyla dölleme yeteneğinin belirlenmesinde anahtar faktör motilitedir. Spermadaki spermatozoa motilitesi alabalıklarda ve mersin balıklarında K+ iyonu tarafından kontrol edilirken diğer tatlı su balıklarıyla deniz balıklarının motilite osmotik basıncın kontrolü altındadır. Bunların yanında ortamdaki metabolitlerin ve iyonların ( Ca++ , Mg++  v.s) yoğunluğu, pH ve ortamın ısısı motiliteyi etkiliyen diğer faktörlerdir. Yapılan araştırmalara göre sazanlarda, alabalıklarında ve mersin balıklarında araştırma yapılan ortamın ısısı spermanın motilitesine, fertilizasyon kapasitesine ve canlı kalma süresine ortamın pH’ sına göre daha fazla etki etmektedir (Alavi ve Cosson, 2005).

Alabalık spermatozoonlarının en önemli özelliği, spermatozoonun erkek genital kanalında motil olmamasıdır. Ancak, ejekülasyondan sonra su ile temas ettiklerinde hareket kabiliyeti kazanırlar. Bununda en önemli nedeni seminal plazmada bulunan K+ iyonudur. Ayrıca seminal sıvı ozmotik basıncının yüksekliği (306mOsm) ve sukroz gibi şekerlerin varlığı da spermaozoa motilitesini engelleyen önemli faktörlerdir (Erdahl ve ark, 1984; Morisawa ve ark, 1983; Daye ve ark, 1984; Tanimoto ve ark, 1988; Inoda ve ark, 1988; Tekin ve ark, 2003).

Tanimoto ve Morisawa (1988)’ya göre genellikle hücre içi K+ oranı hücre dışındakinden daha fazladır. Spermatozoonların sperm kanalında hareketsiz bulunmaların sebebi seminal sıvıda K+ iyonun fazla bulunmasıdır. Seminal plazmada K+ iyonun fazla bulunması spermatozoonların hücre içi ATP enerjisini kullanmalarına engel olarak testislerde motiliteyi inhibe etmektedir.

Alabalık spermasında motilitenin belirlenmesi için engelleyici etmenlerin ortadan kaldırılması veya etkisiz seviyeye kadar düşürülmesi gerekmektedir. Bu nedenle motilite tayininde spermatozoonlar dış ortamda su veya NaCl gibi solüsyonlar ile sulandırılarak uyarılması gerekmektedir. Sulandırma oranı 1/1 oranlarında olduğu gibi, 1/10 oranında da sulandırmalar yapılmaktadır. Bu işlem sonucunda spermatozoanın membran yapısında değişmeler olmaktadır. K+ iyonunun seminal sıvıdaki konsantrasyonu azalmakta ve Ca++ iyonu kanallarının açılmasıyla hücre içerisine Ca++ girişi başlamaktadır. Bu sayede Ca++ ’nun *adenilat siklaz*’ı aktive etmesi yoluyla hücre içindeki cAMP sentezi uyarılmakta ve cAMP da aksonemal proteinlerin fosforilasyonunu uyararak spermatozoonlar aktif hale geçmektedir. Sulandırma işleminden sonra ışık mikroskobunda ısıtma tablası kullanılmadan ve 400x büyütmede motilite belirlenir (Terner, 1986; Aas ve ark., 1991; Sequet ve ark., 1992; Tanimoto ve ark., 1994).

Christen ve ark. (1987)’na göre yüksek konsantrasyonda ATP varlığında da spermatozoa motilitesi inhibe olmaktadır. ATP seviyesi Ca++ miktarıyla ters orantılı olup, seminal sıvıda Ca++ konsantrasyonunun azalmasıyla birlikte ATP miktarı geri dönüşümlü olarak eski seviyesine ulaşmaktadır.

Billard ve Cosson (1992)’na göre spermatozonları aktive etmek için yüksek oranda sulandırma yapılması gerekmektedir. Ancak bu durumda tüm spermatozoonların eşzamanlı ve aynı oranda hareket kabiliyeti kazandıkları belirtilmektedir. Düşük oranlı sulandırılmalarda spermatozoonların sadece bir kısmı motil duruma geçmektedir.

Spermatozoa motilitesi iyonların osmotik basıncına ve yapısına bağlı olarak % 0–100 arasında değişmektedir. Üreme mevsiminin ortasında optimum ozmotik koşullarda spermatozoa motilitesi 30–40 s kadar % 90–100 çıvarında görülmekte, bundan sonra da hızlı bir şekilde azalmaktadır. Motilitedeki bu azalma hücre içi ATP içeriğinin tüketilmesine bağlı olarak meydana gelmektedir. Spermatozoa motilitesindeki farklılıklar aynı türe ait bireyler arasında olduğu gibi farklı balık türleri arasında gözlenmektedir (Honeyfield ve Krise, 2000).

Spermatozoa motilitesi üzerine mevsimsel değişimlerin önemli rol oynadığı farklı araştırmacılar tarafından belirtilmektedir. Gökkuşağı alabalıkları üzerine yaptıkları araştırmalarda Büyükhatipoğlu ve Holtz (1984) Şubat, Mart ve Nisan aylarındaki motiliteyi sırasıyla % 75, % 65 ve %50 olarak belirlerken Tekin ve ark. (2003) üreme mevsimini sonunda motiliteyi ortalama % 85,8 olarak saptamışlardır.

**1.7.2.5.4 Spermatozoanın Canlılık Süresi**

Alabalıklardaki spermatozoanın canlılık süresi kısadır. Su ile sulandırıldıktan sonra bu süre 3 saniye ile 1 dakika arasında değişirken tuzlu suyla sulandırıldığında bu süre birkaç dakikaya kadar çıkabilmektedir. Motilite süresinde farklı bireyler arasında fark görülmektedir. Bu sürenin uzunluğu ısıdan, ATP seviyesinden, sulandırıcıdaki Ca++ yoğunluğundan ve pH’dan etkilenmektedir (Schmehl ve ark., 1987; Billard ve Cosson, 1992; Lahnsteiner ve ark, 1993; Tekin ve ark., 2003).

Alabalık spermatozoonların motil kalma süresinin kısa olması motilite tayininde çok seri olmayı gerekmektedir. Gökkuşağı alabalıkları üzerinde yapılmış bir araştırmada spermatozoonların % 0,3 NaCl solüsyonu ile sulandırmadan sonra spermatozoa canlılığının 4 dakikaya kadar uzayabildiği ancak ortalama sürenin 94 saniye olduğu bildirilmektedir (Tekin ve ark., 2003).

Atlantik salmonu ve kahverengi alabalık spermatozoonların canlılık süreleri üzerine yapılan bir araştırmaya göre, düşük su sıcaklıklarında spermatozoonların canlılık süresi daha uzun olduğu görülmüştür. Bu çalışma alabalık spermasındaki canlı kalma süresi suyun sıcaklığına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir (Vladic ve Jarvi, 1997).

**1.7.2.5.5 Spermatozoa Yoğunluğu**

Birim hacim spermada bulunan spermatozoa sayısı olarak tanımlanabilir. Spermanın bir mm³ veya cm³ ünde bulunan toplam spermatozoa sayısının bilinmesiyle ancak, motil spermatozoon oranı veya diğer spermatolojik özellikler sayısal olarak ifade edilebilir (Tekin, 1994).

Balık spermasının yoğunluğunun saptanmasında hızlı ve etkin olması nedeniyle hemasitometrik yöntem yaygın olarak kullanılmaktadır (Piironen, 1985; Aas ve ark., 1995; Squet ve ark., 1992).

Memelilere göre daha yoğun olan balık spermasında 1/1000 sulandırma oranı ve sulandırma için % 0,50’lik NaCl, Triton ya da Hayem gibi solüsyonlar kullanılmaktadır (Ciereszko ve Dabrowski, 1993). Baynes ve Scott (1985) alabalıklarda spermatozoa yoğunluğunu 26x109/ml bildirirken, Piironen (1985) 10,7x109/ml olarak bildirmiştir. Ciereszko ve Dabrowski (1993) spektrofotometrik yöntemle Gökkuşağı alabalığındaki spermatozoğa yoğunluğunu 11,80x109/ml olarak bulurken, Tekin ve ark.(2003) aynı tür üzerindeki çalışmasında hemasitometrik yöntemle 6,90x109/ml olarak bildirmektedir.

Spermatozoa yoğunluğu üreme mevsimi boyunca dönemin başından sonuna doğru azalma görüldüğü bildirilmektedir (Büyükhatipoğlu ve Holtz, 1984).

Aas ve ark, (1991) Atlantik salmonlar üzerine yapmış oldukları araştırmada, spermatozoon yoğunluğunun birden fazla sağımlarda önemli ölçüde azaldığını gözlemişlerdir. Araştırmalarına göre ilk üç sağımda spermatozoa yoğunluğu birinci sağımda 10,9 ± 0,9x109/ml, ikinci sağımda 7,8 ± 0,9x109/ml ve üçüncü sağımda 4,5 ± 0,9x109/ml olarak bulunmuştur.

**1.7.2.5.6 Spermanın pH’sı**

Balıklardaki spermanın pH’sı genelde 5,5–9,5 arasında değişmektedir. Tatlı su balıklarının spermasının pH’sı yaşadığı suyun pH’na yakın olduğu bildirilmektedir. Alabalıklarda spermanın pH’sı çoğunlukla 7,0 ± 0,2 değerlerindedir (Suquet ve ark., 1993)

**1.7.2.6 Spermanın Saklanması**

Kontrollü balık üretimi, hayvansal protein ihtiyacının karşılanabilmesi için günümüzde oldukça büyük boyutlara ulaşmıştır. Balıkların genetik potansiyeli, türlerin ve soyların çaprazlanması ve gamet manipolasyonları yoluyla ıslah edilebilmektedir. Bu uygulamaların bazıları spermanın saklanması (Prezervasyon) gerektirir (Akçay ve ark., 1995).

Spermanın saklanması balık yetiştiriciliğinde uygulanan seleksiyon programlarında büyük önem taşımaktadır. Aynı tür balıkların generasyonlar boyunca aynı ortam ve koşullarda yetiştirilmesi mevcut populasyonunda az bulunan genlerin kaybolmasına ve heterozigotluğun azalmasına neden olmaktadır. Genetik varyasyondaki bu azalma; mevcut balık stokunun ileriki dönemlerdeki seleksiyon programlarında kullanılma potansiyelini sınırlamaktadır (Bozkurt, 2004).

Üstün verime sahip hatlara ait spermlerin başka işletmelere nakledilmesi veya yabani formlara ait genlerin kuluçkahane stoklarına aktarımında muhafaza teknikleri kullanılmaktadır (Cloud ve ark., 1990).

Balık spermasının başarılı prezervasyonu için uygun metotların seçilmesi organizasyon ve yetiştirme açısından oldukça önemlidir. Araştırmalar, spermanın 0ºC den 9ºC’ ye kadar olan sıcaklıklarda depolanması yönünde olup, en iyi sonuçlar, sulandırılmamış spermanın +4ºC de O2 atmosferi altında saklandığında elde edilmiştir. Ayrıca sperma, kuru buz üzerinde pelet şeklinde yada sıvı azot buharında ampullerde ve plastik payetlerde dondurulabilmektedir (Akçay ve ark., 1995).

**1.7.2.6.1 Spermanın Kısa Süreli Saklanması**

Alabalık ve sazan spermasının kısa süreli (1–2 saatten 1–2 güne kadar) saklanması sun’i üretimde oldukça yoğun olarak kullanılmaktadır. Spermanın kısa süreli saklanması, uzun süreli saklanması için de gerekli ön işlem olup, bu işlemlerde iyi kalitede spermanın kullanılması gerekmektedir (Pııronen, 1987; Akçay ve ark., 1995).

Büyükhatipoğlu ve Holtz (1977) nativ spermanın +4ºC de O2 atmosferi altında 15 günün üzerinde dölleme (fetilizasyon) kabiliyetini yitirmediğini, antibiyotik ve antimikotik ajanların ilavesiyle 3 haftadan daha uzun bir süre için viabilitenin değişmediğini bildirmişlerdir. Billard (1978), spermanın saklanması için O2 atmosferinin en iyi ortam olduğu, spermatozoa’nın yaşam gücünün oksijene bağlı olduğunu açıklamıştır. Kısa süreli saklama sırasında yüksek yoğunlukta spermatozoo hızlı O2 tüketimine neden olur. Stoss ve Holtz (1983) doymuş nemli O2 atmosferi altında sudan oksijen geçişi meydana getirerek spermatozoa’nın 34 gün boyunca fertilizasyon kabiliyetini yitirmeden viabil kaldığını belirtmişlerdir. Bu karşın kullanılan sulandırıcılardaki O2 konsantrasyonunun azaltılması yoluyla spermatozoa hareketsiz tutulabilmektedir. Ayrıca, alabalıklar için K ve sukroz solüsyonları, sazanlar için ise yüksek ozmotik basınçlı solüsyonlar spermatozoa’nın haraketsiz tutulması için kullanılmaktadır (Mc Niven ve ark., 1993; Saad ve ark. ,1988; Akçay ve ark.,1995).

**1.7.3 Dişilerde Reproduktif Fiziyoloji**

**1.7.3.1 Pubertasa ulaşma yaşı ve üretimde kullanma süresi**

Cinsi olgunluk pek çok faktörün etkisi altındadır. Soğuk iklimlerde cinsi olgunluk geriler, sıcak iklimlerde ise daha erken olur. Çevresel faktörlerden su sıcaklığı yumurtlama mevsimini çok etkiler. Alabalıklar genellikle 7–13ºC su sıcaklığında yumurtlarlar. Su sıcaklığının bu dereceye düşme zamanına göre yumurtlama periyodu değişir. Eğer alabalık yıllık ortalama sıcaklığı 17,5ºC olan sularda yetiştiriliyorsa cinsi olgunluğa ulaşamayacağı için 6–7 yıl bile yaşatılsa yumurta alınamaz (Atay, 2000, s: 50).

Leitritz (1959) Gökkuşağı alabalıkları ile Kral som balıklarına yüksek ısının (13,5 ºC’ den yüksek) olumsuz etki yaptığı gibi, düşük ısıda (5,5ºC ve aşağısı) yumurtaların gelişmesini ve döllenmelerini etkilemektedir. Bir denemede, yumurtlamaya hazır olan Kral som balıkları dişilerinin 1,5–3,5ºC ısılı suya nakledildiklerinde hiçbir dişinin tam olgunlaşmamış olduğu ve yumurtlamadan önce hepsinin öldüğü görülmüştür.

Alabalıklarda üç yaşlı dişilerin % 75-80’i yumurtlamaya hazırdır. Türlere göre değişmek üzere dişiler 3 veya 4 yaşında en fazla yumurta verirler. Bunlar 6 yaşından sonra kullanılmamalıdır (Atay, 2000, s: 47).

Yaşlı dişiler ağırlıkları nedeniyle sayıca daha fazla yumurta vermekle beraber, kayıp oranı oldukça yüksek ve nesillerinin bir kısmı kısır da olabilir. Kısırlık Gökkuşağı alabalıklarında 3 yaşında % 15, 6–7 yaşında ise % 50–60 olarak tahmin edilir (Atay, 2000, s: 47).

**1.7.3.2 Ovariumların Yapısal Özellikleri**

Alabalıklarda olgunlaşmış yumurtalar sindirim organının her iki tarafında uzanan gonadlarda, ince bir zar içerisinde, kolay hareket edebilir bir şekilde tutulurlar ve karnın hafif sıvazlanmasıyla inci taneleri gibi kolayca dışarıya akarlar. Olgulaşmış gonadların ucu direkt cinsiyet deliğine açılır. Alabalıklarda diğer bazı bağlıklardaki gibi uzun bir oviduct mevcut değildir. Balıklara sert muamele edilmesi veya bunların baş aşağı sarkıtılmaları veyahut ta karna birden ve yukarıdan bastırılması halinde ovariyum kesesi patlayabilir ve yumurtalar karın boşluğuna dolabilirler. Karın boşluğuna dolmuş olan yumurtaların alınması olanağı yoktur. Bu yumurtalar vücut tarafından absorbe edilir. Bu zarın yırtılmaması halinde dahi, bu şekildeki sert hareketler yumurtalar üzerine en azından zarar verici etki yapabilir. Ve dolayısıyla dölleme ve çıkış azalabilir (Çelikkale, 1994, s: 53-54).

**1.7.3.3 Oogenezis ve Endokrin Düzeni**

Yumurta gelişimi (oozenezis) çeşitli dönemde oluşan, uzun ve komplike bir işlemdir.

**Dönem I:** İlkel yumurta hücreleri oogoniumlar çok küçük olup diğer hücrelerden (8–12 mikron) biraz büyüktür ve normal mitoz ile çoğalır.

**Dönem II:** Yumurta hücreleri oositler 12–200 mikron büyüklüğüne ulaşır ve her oositin etrafında yumurtaların gelişmesini sağlayan koruyucu ve besleyici folikül oluşur.

**Dönem III:** Bu dönemde oositler 40–200 mikron büyüklüğe ulaşır ve etrafındaki folikül tamamlanır.

**Dönem IV:** Bu dönemde yumurta sarısının üretimi ve depolanması başlar. Bu vitelogenesiz diye bilinir. Yumurta büyümeye devam eder. Sitoplâzmasında yağ damlacıkları biriktirir ve 200–250 mikron büyüklüğe ulaşır.

**Dönem V:** Vitelogenesis döneminin ikinci periyodudur. Sitoplâzma yağ damlacıkları ile doludur, yumurta sarısı üretimi başlamıştır ve hücre 350–500 mikrona ulaşmıştır.

**Dönem VI:** Viteleogenesis döneminin üçüncü periyodudur. Yumurta sarısı plakaları yağ damlacıklarını hücrenin kenarlarına iter. Yumurta büyüklüğü 600–900 mikron olur.

**Dönem VII:** Bu dönemde mikrofil oluşur, vitelogenesis periyodu tamamlanır ve yumurta 900–1000 mikron büyüklüğe ulaşır. Yumurtanın bu duruma ulaşması için dişi balığın proteince zengin yemle beslenmesi ve uygun su sıcaklığının olması gereklidir.

Dönem VII’nin tamamlanmasından sonra yumurtlama için uygun şartlar oluşuncaya kadar birkaç ay dinlenme dönemi başlar. Dinlenme dönemi uygun şartları oluşması durumunda ovulasyon ile sonuçlanır. Uygun şartların oluşmaması durumunda ovum resorbe olur (Atay, 1987, s: 125–126).

Ovulasyona kadar yumurtaların gelişimi hipofiz bezinden salgılanan gonadotropin hormonu ile düzenlenir. Uygun çevre şartların oluşmasıyla sıcaklık, uygun yumurtlama bölgesi, su akıntısı, karşı cinsten balık gibi faktörlerin etkisiyle oluşan impulslar hipotalamusu uyarır. Bu uyarılar neticesinde hipofizden salgılanan gonadotropinler kan yoluyla ovariumlara ulaşır ve ovulasyon öncesi ovumların olgunlaşmasını sağlar. Gonadotropinlerin ovumların üzerindeki etkisi nukleusu mikrofil’e doğru itmektir. Bunu ovumun su alarak şişmesi takip eder. Nukleusun zarı kaybolur. Kromozomlar görünür ve ilk hücre bölünmesiyle mayozis başlar. Yumurtanın gelişmesine bağlı olarak yumurtayı saran ve yumurtalık duvarına bağlayan folikülün enzimlerle erimesine müteakip ovulasyon şekillenir ve yumurta yumurta boşluğuna düşer. İkinci mayozis spermanın mikrofil’den ovumun içerisine girmesiyle başlar (Craik ve Harvey, 1984; Tyler ve ark., 1996, Von Schalburg ve ark., 1999).

**1.7.3.4 Alabalık Yumurtasının Yapısı**

Bir alabalık yumurtası sağımından hemen sonra incelendiğinde; dışının buruşuk, gözenekli ve elastiki bir kabukla kaplanmış olduğu görülür. Yumurtanın kesiti incelendiğinde dıştan içe doğru

1. Yumurta kabuğu

1. Perivitellin boşluğu
2. Çekirdek
3. Yumurta zarı
4. Yumurta sarısı

kısımlarından meydana geldiği görülür.

Yumurta kabuğu mikroskop altında incelendiğinde spermatozoidin geçmesi için gözeneklerden farklı bir açıklık bulunur. Bu açıklığa mikrofil denir. Döllenmeden sonra bu açıklık kapanır. Kabuk göz teşekkül ettikten sonra oldukça sertleşir (Atay, 2000, s:51).

Yumurta zarı ile kabuk arasında bulunan perivitellin boşluğu yeni sağılmış yumurtada fark edilmeyecek kadar azdır. Bu boşluk, yumurta su çekip şiştiğinde bariz olarak ortaya çıkar. Önce, perivitellin boşluğuna mikrofil ve kabuk gözeneklerinden su dolması sonucu yumurta şişer, bunun sonucunda başlangıçta pürüzlü ve solgun olan kabuk gerilir, yuvarlak ve parlak bir şekil alır. Yumurta bu şişme esnasında ilk hacminin %20’si kadar büyür. Su ile temastan birkaç dakika sonra mikrofil deliği kapandığı halde yumurta şişme işlemi 20–30 dakika kadar devam eder. Bu şişme perivitellin boşluğundaki kolloidlerin kabuk gözeneklerinden suyu alarak genişlemeleri sonucu olmaktadır (Çelikkale,1994, s: 57).

Perivitellin zarın bir tarafındaki daha sert ve mercek şeklindeki kısma tohumcuk denir. Bunun içinde bir çekirdek mevcuttur. Bu çekirdek yumurta sperma ile döllendikten sonra meydana gelir (Atay, 2000, s: 52).

Yumurta zarı yumurta sarısının etrafını çevreleyen çok ince ve protoplazmik bir zardır. Yumurta sarısı embriyonun gelişmesi için gerekli besin maddelerini kapsar. Yumurtadan çıkan larvanın bir ay için besinini sağlar. Globolin, mineral maddeler ve vitaminleri içerir. Ayrıca yumurta sarısı içerisinde kolloid yapıda yağ tanecikleri de vardır (Atay, 2000, s: 52).

Yeni sağılmış bir alabalık yumurtası, buruşuk ve gayri muntazam bir şekildedir.

Alabalık yumurtası ince, küresel, gözenekli ve elastik kabuğa sahip olup, kısmi yarı şeffaflığından dolayı embriyonun gelişmesine imkân verir.

**1.7.3.5 Alabalık Yumurtasının Özellikler**

Alabalık yumurtalarının çapı 3,5–5,5 mm arasında değişebilir. Bu çap farklılığı dişinin büyüklük, yaş ve beslenme rejimine göre değişir. Yine yumurtanın kimyasal bileşimi de bazı farklılıklar göstermektedir. Yapılan bir araştırmaya göre 1 gr yumurtanın enerji değeri 2,5 ± 0.19 kalori ve taze ağırlık kompozisyonu: % 27 Protein; % 10 Yağ; % 7 Kül; % 40 kuru ağırlık olarak bulunmuştur (Emre ve Kürüm, 1997, s: 76).

Amerika’da yapılan bir araştırmada ilkbaharda yumurtlayan gökkuşağı alabalıklarının yumurtalarından 427’si 28 gr gelmiş ve iki senelik bir dişiden 1553 yumurta elde edilmiştir. Aynı balık bir sene sonra, yani 3 yaşında iken 254 tanesi 28 gr gelen 2210 yumurta vermiştir. Yumurta büyüklüğü 2. yaşından 4. yaşına kadar % 40, yumurta da % 42 civarında artmıştır. Yabani alabalığın her 500 gr ağırlığı için yaklaşık 1000 yumurta verdiği kabul edilir (Atay, 2000, s: 53).

Levanduski ve Cloud (1988) yapmış oldukları araştırmaya göre bir sağımda olgun bir alabalıktan 500–7000 arasında elde edilebilinir. Üst sınıra ulaşılabilmek yumurtalar ventral ensizyon ile alınması gerekmektedir.

Alabalıklarda yumurta rengi açık sarıdan portakal rengine kadar değişmektedir (Atay, 2000, s: 51).

**1.7.4 Yumurta ve Sperma alımda balıkların bayıltılması**

Damızlık erkek ve dişi balıklarda sağım esnasında zarar vermemek, kanama ve ezilmeleri hatta ölümlerini önlemek; ayrıca anesteziyle oluşan kas gevşemesiyle yumurta alımını kolaylaştırmak için balıklar bayıltılır. Bu amaçla anestezi uygulamasıyla zamandan ve iş gücünden de tasarruf edilir. Balıklar sağım odasındaki nispeten az su hacminde daha uzun ve risksiz olarak bekletilebilir. Yumurta ve sperma alımı için anestezi yapılacaksa, anestezik maddenin sperme ve yumurta üzerine etkisi bilinmelidir. Anestezik doz yüksek olursa, spermalar hareket kabiliyetlerini kaybedebilirler (Emre ve Kürüm, 1997, s:70).

MS 222 (tricaine methanesulphonate) çok yaygın olarak kullanılan bir anesteziktir ve suda iyi çözünür. Normal doz 1 gr/10 litre su yani 100 ppm’dir. Bu maddenin kullanılması durumunda anestezi seviyesi iyi gözlenmeli, istenilen seviyede anestezi sağlandığında balık sudan çıkartılmalıdır. MS 222 olumsuz yanı suyun pH’nı değiştirdiğinden iritasyona sebep olabiliyor. Diğer bir medde Benzocaine. Ancak bu madde suda iyi çözülmez, çözülmesi için aseton veya metanol (40 g/1L) kullanılır, anestezide kullanılan dozu 25–50 ppm (Scott, 1991). Diğer bir alternatif Körbütanol’dür. Bu madde %70’lik alkolün birkaç mililitresinde çözdürülür ve tanktaki konsantrasyonu 8–10 ppm olarak ayarlanır (Emre ve Kürüm, 1997, s:71).

**1.7.5 Dişi ve Erkek Alabalıklarda Sağım ve Suni Tohumlama**

Alabalık sağımında şimdiye kadar başlıca dört yöntem uygulanmıştır. Hava basıncı yöntemi, karnın yarılması yöntemi, ıslak yöntem ve kuru yöntemdir. Bunların içerisinde en çok kullanılan yöntem “Kuru Yöntem” dir.

**1.7.5.1 Hava Basıncı Yöntemi**

Alabalıklardan yumurta alımında önceleri kullanılan, fakat son yıllarda uygulanması çok azalmış olan bir yöntemdir. Bu yöntemde bir lastik borunun ucuna takılan bir enjektör iğnesi balığın karnına deri altına sokulur ve bir pompa ile hava basılır. Bu hava basıncı altında ovariumlardaki yumurtalar cinsiyet deliğinden boşalırlar. Bu basınç deri altından verildiği gibi deri üzerinden de verilebilir. Aynen insanlarda tansiyon ölçümü gibi, kılıf balığa, cinsiyet deliği dışarıda kalacak şeklinde geçirilir ve hava verilir. Bunun sonucu cinsiyet deliğinden yumurtalar akarlar. Bu ikinci yöntem biraz daha değiştirilerek Japonya’da son yıllarda yine uygulamam alanı bulmuştur (Çelikkale, 1994, s: 58).

Erkeklerden süt alımı için bir şişenin ağzına geçirilen mantara, biri ince diğeri daha kalınca iki lastik boru takılır. İnce boru şişenin dibine kadar iner, kalın lastik boru mantarın hemen altında son bulur. İnce borunun diğer ucu erkek balığın cinsiyet deliğine geçirilir, kalın borunun ucuyla ağızdan emilir. Böylece sperma şişenin içerisine dolar (Çelikkale, 1994, s: 59).

**1.7.5.2 Karnın Yarılması Yöntemi**

Bu yöntemde balıkların karınlarının yarılması ile yumurta alımıdır. Anılan yöntem salmon balıklarında uygulanır, çünkü bunların büyük bir kısmı birinci yumurtlamadan sonra ölmektedir. Bunun için balığın başına bir şeyle aniden vurularak balık şoke edilir. Daha sonra balık bir kişi tarafından solungaç kapaklarından, karın tarafı sağıcıya dönük olarak, balığı askıda tutar. Sağımcı sağım kabına balığın vücudundan su akmaması için sol eli ile balığın kuyruğunu sağım kabının dışına dayayarak tutar ve sağ eli ile ucu sivri olmayan bir bıçakla balığın karnını göğüs yüzgeçlerinin hizasından başlayarak cinsiyet deliğine kadar keser ve yumurtaları sağım kabının içerisinde boşaltır. Üçüncü kişi erkek balıkların sütünü yumurtalar üzerine sağar (Çelikkale, 1994, s: 61).

**1.7.5.3 Islak veya Yaş Yöntem**

Islak yöntemde dişi ve erkek balıklar içerisinde su bulan bir kaba sağılırlar. Bu sağım işlemi çabuk olarakyapıldığında başarılı olunmakta, çeşitli nedenlere bağlı gecikmeler döllenme oranını önemli derecede azaltır. Azalmanın sebebi yumurtaların su ile teması halinde mikropil deliği 1–2 dakika sonra kapanır ve spermatozoonlar yumurtaya giremezler (Çelikkale, 1994, s: 62).

**1.7.5.4 Kuru Yöntem**

Bu metod ile yumurtaların hemen hepsinin döllenmesini mümkün olduğundan uzun bir süreden beri kuru metod tercik edilmektedir.

Bu yöntemde balığın vücudu bir bezle silindikten sonra yumurtalar kuru bir kap içine sağılır. Yumurtalar üzerine aynı şekilde vücudu silinmiş olan erkeğin spermaları sağılır. Alabalık sağımında önemli olan husus balıkların sağım zamanını yakalamaktır. Tam olgunluğa erişmiş bir dişi alabalık sudan çıkarılıp kuyruğu aşağıya gelecek şekilde tutulduğunda yumurtalar kendiliğinden akmaya başlar. Bu nedenle de sağım işlemi sağımcının bilgi ve becerisine bağlı olarak, balığa zarar verilmeyecek şekilde yapılır. Sağımda sağılacak balığın büyüklüğü önemlidir. Küçük balıklar genelde tek kişi tarafından sağılırken, büyük balıklarda bu işlem iki kişi tarafından yapılır. İki kişi ile yapılan sağımda, bir kişi balığın kuyruk kısmından bir bez veya yün eldivenle tutar, ikinci kişi bir eliyle balığı baş kısmına yakın bir yerinden tutar, öteki eliyle de sağım işlemini yapar. Veya bir kişi yün eldivenlerle balığın baş ve kuyruk tarafından sıkıca tutar, ikinci kişi sağım işlemini yapar (Çelikkale, 1994, s: 63).

Sağımda özel bir amaç yoksa (bilimsel çalışma vs) bir dişinin yumurtaları sağılıp, üzerine bir erkeğin sütü sağılmak suretiyle dölleme işlemi yapılmaz. Bunun en önemli nedeni işi uzatması yanında bir balığın sütünün dölleme yeteneğinde olmaması veya bozuk olması ihtimalidir. Bu ihtimali ortadan kaldırmak için genellikle birkaç dişinin yumurtaları bir kaba sağıldıktan sonra bunların üzerine birkaç erkeğin sütü sağılır veya birkaç erkeğin sütü önce bir cam kap içine sağılır ve her üç dört dişinin sağımından sonra bir miktar süt yumurtalar üzerine dökülür. Dişiler yılda bir defa sağıldıkları halde erkekler her 15 günde bir sağılabilmektedir (Çelikkale, 1994, s: 66-67).

Suyun spermayla karışmasını önlemek için sağımdan önce erkekler, özellikle alt kısımları dikkatli bir şekilde ve hafifçe silinir. Bağlın alt tarafı aşağıya doğru çevrilmeli ve yan kısımlarına bastırılmalıdır. Hâlbuki dişilerde karın kısmı bastırılmalıdır (Atay, 2000, s: 59).

**1.7.6 Fertilizasyon**

Su içerisinde yumurtalar mikropilden ve kabuk üzerinde bulunan gözeneklerden su alarak perivitellin aralığa doldurur. Bu şeklide yumurta yuvarlak bir şekil alır. Şişen yumurtada mikropil deliği kapanır. Bu mekanizmadan dolayı doğal şartlarda erkek ve dişiler aynı ortamda bulunur. Dişi tarafından olgun yumurtaların bırakılmasına müteakip erkek balık yumurtaların üzerine spermleri püskürtme şeklinde bırakır. Yumurtaların bırakılmasından çok kısa süre sonra spermler yumurtalara ulaştığından ve mikropil de açık olduğundan spermatozoon mikropilden içeri girer ve oositin plazmasına girerek fertilizasyon gerçekleşir. Suya bırakıldıktan sonra ovumun fertilize olma suresi 1–2 dakikadır (Craik ve Harvey, 1984; Steyn ve Va Vuren, 1987; Billard, 1988).

Yeni sağılmış yumurtada bulunan mikropil içeriye doğru kıvrılan küçük bir huniye benzer. Gözeneklerden giren su, perivital eriği ile birleştikten sonra, dış kabukla yumurta sarısı zarı arasındaki boşluğu doldururken, mikropil bir tarafa doğru yatmaya başlar. Perivitellin boşluğunun dolma işlemi mikropi iyice kapanıncaya kadar devam eder. Mikropil açıklığı ne kadar küçük olursa yumurta döllenmesi de o nispette az olmaktadır. Sağım esnasında mikropil en büyük açıklığa ulaşır. Eğer mikropil kapanma süresi içerisinde spermalar geçmezse, spermaların tek nüfuz yerinin mikropil olması nedeniyle döllenme imkânsızlaşır. Yumurta ve sperma ancak belli bir süre döllenme güçlerini muhafaza edeceklerinden sağım zamanın iyi ayarlanması önemli bir husustur. Yumurta ve spermanın döllenme gücünü muhafaza edeceği süre üzerine özellikle balığın türü ve sıcaklığın önemli etkisi vardır. Genel olarak alabalık yumurta ve spermalarının su içerisinde 3 dakikadan fazla kaldıklarında döllenme güçlerini kaybettikleri bilinir (Atay, 1980, s: 78-79).

**1.8. Kuluçka Süresi ve Larva Çıkışı**

Yumurtaların bakımı yavru üretiminin en hassas işlemlerinden biridir. Dölleme ve sertleşme işlemi bitmiş ve aynı zamanda kuluçkaya alınmış yumurtaların gelişmelerinde en önemli çevre faktörleri su sıcaklığı, oksijen, ışık, su temizliğidir ve bunlara ilaveten ölen yumurtaların ayıklanması.

Su sıcaklığı yumurtaların kuluçka işleminde ve yavru üretiminde çok önemli etkiye sahiptir. Su sıcaklığı embriyo gelişimini ve çıkış müddetini tayin eder. Genel olarak yavru üretiminde arzu edilen su sıcaklığı 7–10ºC. Su sıcaklığının yükselmesi embriyonal gelişmeyi hızlandırır, çıkış süresinin kısaltır, buna karşın çıkış büyüklüğü lineer olarak azalır. Kuluçka süresi *günderece* olarak ifade edilir. Günderece; ortalama günlük su sıcaklığı ile çıkış için gerekli gün sayısının çarpımına eşittir. Gökkuşağı alabalığı yavruları 10 ºC de 31 günde çıkmaktadır yani 310 gündereceye sahiptir. Ancak gün derece standart değildir, su sıcaklığının düşük veya yüksel olmasına bağlı olarak azalıp çoğalabilir (Çelikkale, 1994, s: 81–82).

Yumurta döllendikten sonra serbest yüzebilme ve yem alabilme devresindeki yavru haline gelmesine kadar 4 devreden geçmektedir (Çelikkale, 1994, s:97)

a) Birinci devre: döllenmeden sonraki ilk 36 saati kapsar. Yumurtalar döllendikten sonra ilk 1 saat içinde hassastırlar. Mekanik sarsıntılara sert muamelelere karşı dayanıksızdırlar. Bu devre içinde yumurtada sertleşme işlemi tamamlanır.

b) İkinci devre: gözlenme safhasına kadar olan dönem 12–15 gün veya 90–150 gün dereceyi gerektirir. Gözlenme devresi, saydam olan yumurta kabuğundan çıplak gözle yumurta içindeki embriyoda gözlerin siyah iki nokta halinde dışarıdan görüldüğü devredir. Gökkuşağı alabalığı yumurtaları 9,5ºC 14 günde ve dere alabalığı yumurtaları 21 günde bu devreye erişirler.

c) Üçüncü devre: gözlenme safhasından çıkışa kadarki dönem. Bu devrede yumurtalar hassastır ve zayiat gözlenme devresinden önce olduğu gibi fazladır.

d) Dördüncü devre: çıkıştan serbest yüzme ve yem alabilme durumuna kadarki dönem. Su sıcaklığına balı olarak bu dönem için 120–200 günderece gerekmektedir. Yumurtadan çıkan alabalık larvaları besin ihtiyacını su sıcaklığına bağlı olarak 15 gün kadar besin kesesinden karşılarlar. Bundan sonra serbest yüzme durumuna gelen larvalar yem alım büyüklüğüne ulaşırlar.