

İzmir Körfezi’nde Su Ürünleri Avcılığı Amaçlı Kullanılan Yapay Işık Şiddetinin Su Derinliğine Bağlı Değişimi

Raşit Gurbet

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye
E mail: rasit.gurbet@ege.edu.tr

Abstract: *Changes of the artificial light intensity with water depth used in fishing operations in Izmir Bay.* To increase the density of the pelagic fish schools living in the Aegean Sea and the Mediterranean for economically efficient capture operation; there is a need to use artificial illumination systems. Differences of the opinions between the fishermen involved in light fishing and the administrators on the power limitations of the light used in such fisheries made the investigation of the subject necessary. The study was carried out between November 1999 and May 2001 in Izmir bay. In the field experiments water samples were taken to investigate the amounts of plankton and suspended materials both in darkness and when artificial illumination was made. Light sources of 4,000, 8,000 and 10,000 watts were used in the experiments. Schooling behaviour of the fish under these three illumination levels were observed by echo sounder and under-water video camera. Fish aggregated under the artificial light boat was sampled by using a lift net and their response to the visual stimuli was observed in a sea water tank on deck. In autumn and spring, artificial illumination with 4,000, 8,000 and 10,000 watts produced a mean light density of 20.3-21.9 at surface and 29.3-34.5 $\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ just below the surface, respectively. These values are observed to decrease below 3.0-4.0, 6.8-4.1 and 6.0-6.4 $\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ under 3 m of water depth. From the echo-sounder monitor it was observed that fish were rising almost to the surface when 4000 watt was used. When 8,000 and 10,000 watts were used, the schools were observed to congregate below 6 meters. About 80 seconds after the lights were switched off, schools were observed to disperse and descend to the deeper water. In conclusion, it was observed that artificial illumination made with 4,000, 8,000 and 10,000 watt incandescent lamps did not cause any significant behavioral abnormalities in fish. Fish choose the stay at the depth where the preferred light density exists.

Key Words: Purse seine fisheries, artificial light, pelagic fish, echo sounder.

Özet: Ege Denizi ve Akdeniz'deki pelajik balık türleri dağınık sürü oluşturmaktadır ve bu sürüleri bir araya toplayarak daha ekonomik bir avcılık yapılması için, yapay ışık sistemlerinin kullanılması zorunluluğu vardır. Yapay ışık sistemlerini kullanan balıkçılar ile avcılığı düzenleyen kurumlar arasında, gırırgaçılığında kullanılacak ışık gücünün ne olması gerektiği konusunda farklı görüşlerin dile getirilmesi, bu araştırmaların yapılmasını zorunu hale getirmiştir. Çalışma, Kasım 1999-Mayıs 2001 tarihlerinde, gırırgaç av gücünün yoğun olduğu İzmir Körfezi'nde yürütülmüştür. Saha çalışmalarında karanlıkta ve yapay ışıklandırmadaki su üstü ve su altı ışık şiddetlerine eş zamanlı olarak aksı yük su örnekleri toplanmıştır. Denemelerde 4,000, 8,000 ve 10,000 watt'lık akkor telli lambalar kullanılmıştır. Farklı ışık güçlerinde, ışık teknesi altında toplanan balıkların sürü davranışları eko sounder ve su altı video kamerası ile gözlenmiştir. Kaldırma ağı ile ışık altında toplanan balıklardan örnek alınarak yaşatma tankı içindeki davranışları incelenmiştir. Sonbahar ve İlkbaharda 4,000, 8,000 ve 10,000 watt ışık gücünün su yüzeyinde ölçülen ortalama değerleri sırasıyla 20.3-21.9, 29.3-34.5 ve 41.3-47.7 $\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ ölçülüürken, su yüzeyinin hemen altında 3.0-4.0, 6.8-4.1 ve 6.0-6.4 $\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ ölçülüür. Bu değerler 3 metre derinlikten sonra 1 $\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ 'nin altına düşmektedir. Ekosounder görüntülerinde balıklar 4,000 watt'ta su yüzeyine kadar yükselmiştir. 8,000 ve 10,000 watt ışık gücü altında toplanan balıkların 6 metre derinliğin altındaki su tabakalarında yoğunlaştığı görülmüştür. Elde edilen bulgular ışığında 4,000, 8,000 ve 10,000 watt'lık akkor telli lamba ile yapılan yapay ışıklandırmadan, balıklar üzerinde herhangi bir davranış bozukluğuna neden olmadığı gözlenmiştir. Balıklar tercih ettikleri ışık şiddetinin olduğu derinlikte kalmaktadırlar.

Anahtar Kelimeler: Gırırgaçılığı, yapay ışık, pelajik balık, echosounder.

* Bu çalışma TÜBİTAK YDABÇAG 199Y123 nolu Proje ile desteklenmiştir.

Giriş

Su ürünlerinin avcılığında ışık kaynağı olarak ilk zamanlar çıraklı çam, üstüne gaz dökülmüş ardıç, keten ve kendir lifleri ile asbest meşalesi kullanılmıştır. Sonraki yıllarda bunların yerine gazlı lüks lambaları, asetilen feneri, bütan gaz feneri almıştır. Günümüzde, elektrik, jeneratör, akümülatör veya pillerle çalışan su üstü ve su altı lambaları (akkor telli, florasan, iyotlu, sodyumlu) kullanılmaktadır (Ben Yami, 1976; Kara, 1996; Hoşsucu 1998).

İşikla avcılık, balıkları cezbedip bir araya toplamak ve av sahası içinde tutmak için kullanılan optik yemlerin başka

formudur. Bu yöntem, çok eski zamanlardan beri deniz ve tatlı sularda tek veya sürü oluşturan balıkların avcılığında kullanıldığını ifade etmiştir (Kara, 1996).

Deniz, okyanus ve yeryüzündeki bütün sular gündüzleri güneşten direkt, geceleri gökyüzü cisimlerinden (ay, yıldız vb) yansırak aydınlanma gerçekleşir. Farklı periyotlarda (gece, gündüz) ve farklı meteorolojik koşullarda (açık, kapalı) denizlere ulaşan ışık şiddetleri farklı olmaktadır (Tablo 1) (Blaxter, 1965; Ben-Yami, 1976).

Ayın evreleri ile balıkçılık arasında yakın bir ilişki varlığı; Yeniyay, ilkdördün, dolunay ve sondördün gibi ay evreleri, balığın türüne ve su ortamına bağlı olarak av verimini

etkilediği bilinmektedir. Yeni ay, ilkdördün, sondördün ve ayın olmadığı gecelerde avcılığın daha verimli olduğu bildirilmektedir. Gökyüzü tamamen kapalı olduğunda dolunayın balıkçılık üzerindeki olumsuz etkisi daha az olur. Derin sularda yapılan balıkçılıkta (>50 m) ay ışığının balıklar üzerindeki etkisi zayıf olur (Ben-Yami, 1988, Kara, 1994).

Doğal koşullarda balıkların su içindeki ritmik hareketleri, güneş ve ay ışığındaki günlük değişimlere bağlıdır. Işıklarla avcılıkta ışık kaynağından su yüzeyine gelen ışığın yaridan fazla, yansıtma ve kırılma ile kaybolur. Bu durum su içine geçen aydınlanma miktarının azalmasına neden olur. Su altı lambaları, su üstünde ışık veren lambalara göre, su içindeki ışık kaybı az olduğundan daha az enerjilerle aynı ışık miktarını elde etmek mümkündür (Benyami, 1976, 1988).

Tablo 1. Güneş ve ay ışığının yeryüzündeki yoğunluğu.

| Aydınlanma Tipi | Aydınlanma ($\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$) |
|-------------------------------|--|
| Açık bir günde güneş tepede | 1953.663 - 2735.129 |
| Kapalı bir günde güneş tepede | 19.53663 |
| Açık bir gecede ay tepede | 0.003907 - 0.004884 |
| Açık bir gecede ay ilkdördün | 0.000391 |
| Açık bir gecede aysız | 0.000005861 |

Balıkların ışık ile cezbedilmesinde; çevre, balık türü, akıntı, rüzgarın yönü ve hızı, gel-git, su sıcaklığı, ayın evreleri, besin miktarı, hava şartları gibi faktörler etkili olmaktadır (Kara, 1996; Fréon ve Misund, 1999).

İşik ile avlanan balıkların çoğu, sabah tanı ile beraber dibe doğru yüze eğiliyor göstermeye ve yüzeyden uzaklaşmaktadır. Akşam saatlerinde, gün ışığının yoğunluğunun azalmasıyla yüzeye yaklaşmaktadır. Balıkların çoğu için beslenme sırasında belli miktarda ışığın olması şarttır. Gece beslenen balıklar ışığa olumsuz tepki gösterirken, gündüz beslenen balıklar ışığa karşı olumlu tepki gösterirler. Işıklar, larvalar ve zooplanktonlar cezbedilebilir. Zooplanktonlarla beslenen balıklar ışığa ilgi duymaları bile beslenmek amacıyla ışıklı bölgeye yönelirler (Ben-Yami, 1976, 1988; Cetinic ve Swiniarski, 1985; Fréon ve Misund, 1999).

Sardalya balığının (*Sardina pilchardus*) vertikal gölü, su kolonundaki sardalya yoğunluğu ile aydınlanma profili incelendiğinde, derinlik ile ışık yoğunluğunun sardalyanın dikey dağılımı üzerinde etkili olduğu ifade edilmiştir. Sardalya balığı yoğunluğunun, merkezi ışık yoğunluğunun dışındaki yerlerde arttığı ve tercih edilen ışık yoğunluğunun geniş bir aralığa sahip olduğu gözlenmiştir. Sabah ve akşam karanlığında beklenmedik artış ve azalışlar olmaktadır. Gün ortasında sardalyanın bulunduğu derinlik hemen hemen aynı kalmaktadır (Giannoulaki ve Diğ., 1999).

Denizlerin hemen yüzeye yakın bölgesinde kırmızı renkli ışık tutulurken, mavi ve yeşil renkli ışık suyun berraklısına paralel olarak derinlere ulaşabilmektedir. ışığın su içine girmesi ve derinlere inmesi, çevresel ve meteorolojik koşullar ile türbidite (askı yük) gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Kocataş, 1986; Denton, 1990).

Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından yayınlanan ve "Denizlerde ve İçsularda Ticari

Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen 2000-2002 Av Dönemine Ait 34/1 Numaralı Sirküler'de ana tekne, yardımcı ve taşıyıcı tekneler dahil olmak üzere, kullanılabilecek en yüksek ışık gücü toplamı; akkor telli lambalarda 4,000, florasan lambalarda 1,000, buharlı lambalarda 500 watt'ı geçemez ve iki ışık teknesi arasındaki mesafenin en az 200 metre olması gerektiği hükmünü getirmiştir.

Türkiye pelajik balık üretiminde gırgrı balıkçılığı çok önemli bir yere sahiptir. Gırgrı balıkçılığında Karadeniz hariç özellikle Ege Denizi ve Akdeniz'de ışık kullanımı ile balıkların toplanması sağlanır ve daha sonra gırgrı ağı ile balık sürüsü etrafi çevrilerek avcılık yapılmaktadır. Akdeniz ve Ege Denizi Karadeniz'e göre nispeten daha sıcak olduğu için pelajik balıkların sardalya, uskumru, hamsi, istavrit vb sürü oluşturmaları daha az görülür. Söz konusu bu türler genellikle Ege ve Akdeniz'de dağınık bir halde bulunmalarından verimli bir gırgrı avcılığı için yeterli yoğunluk oluşturmazlar. Bu nedenle Ege ve Akdeniz'de gırgrı avcılığından önce ışık yardımıyla balıkları bir araya toplamak ve sonra avcılık yapmak durumunda kalınmaktadır. Yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı Ege ve Akdeniz'de Gırgrı Balıkçılığında kullanılan ışık sistemlerinde ne kadar ışık kullanılması gereği konusu önem arz etmektedir. Kullanılan ışık sistemlerinin ekosisteme ve canlılar üzerine etkileri gibi konuların belirlenmesi oldukça önemlidir. Gırgrı balıkçıları daha güçlü ışık şiddeti kullanmak istemektedir. Buna karşın kıyı balıkçıları güçlü ışık şiddeti kullanmanın balıklar üzerine ve av verimine olumsuz etkilediği görüşü hakimdir. Bu durum gırgrı balıkçılığında olması gereken uygun ışık şiddetine araştırılması konusu balıkçılar ile T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'nın isteği doğrultusunda yapılmıştır. Ayrıca Ege Denizi'nde gırgrı balıkçılığının yoğun olması, balıkçıların askı yükün fazla olmasından dolayı bu bölgede yüksek ışık şiddeti kullanma isteklerinin araştırılması amaçlanmıştır.

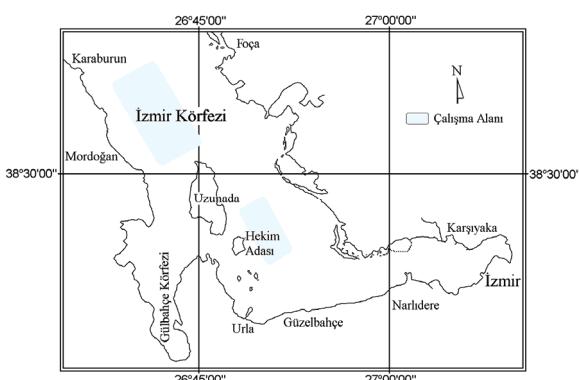
Materyal ve Yöntem

Çalışma, 2000-2001 yılları arasında İzmir Körfezinde Hekim Adası'nın doğusu ve Uzunada'nın İsareis Burnu ile Karaburun arasında kalan bölgelerde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Çalışma yeri olarak İzmir Körfezi'nin seçilmesinin nedenleri; Ege Denizi'nde gırgrı balıkçılığının yoğun olması, balıkçıların askı yükün fazla olmasından dolayı bu bölgede yüksek ışık şiddeti kullanma isteklerinin olmasıdır. Çalışmadada, ışık yakılmadan önce ve ışık yakıldıktan sonra görüşürüğun tespiti için sechi disk ile ölçümler yapılmıştır.

Deniz çalışmalarında ticari balıkçı tekneleri kullanılması düşünülmüş, fakat araştırmada balıkçı teknelerinin kullanılmasının denemelerin kurulmasında bazı sakincaları olduğu görüлerek bundan vazgeçilmiştir.

Bunun sonucunda, Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi'ne ait "EGESÜF" araştırma gemisi çalışmaya uygun hale getirilmiş ve deniz çalışmaları bu gemi ile yapılmıştır. Bu amaçla, gemiye 220 volt, 50 Hz'lik güç üreten 85 hp'lık dizel motora sahip jeneratör adapte edilmiştir. Araştırma gemisinin sancak ve iskele tarafında, her biride beş adet ampul duyu

olan küpeşteden denize uzanan lamba tabağı yerleştirilmiştir. Lamba tabaklarının ayaklarına matafora gibi şekil verilerek, lamba tabaklarının yüzü deniz yüzeyine paralel olacak şekilde monte edilmiştir. Tabakların gemi küpeştesine olan uzaklıği 1.5 m olacak şekilde düzenlenmiştir. Denemede, herbiri 1,000 watt olan ve General Elektrik firması tarafından üretilmiş akkor telli ampuller kullanılmıştır. Çalışmada, sirkülerde belirtilen 4,000, bundan önceki sirkülerdeki 8,000 ve balıkçılardan genellikle tercih ettiği 10,000 watt elektrik gücünün verdiği ışık şiddetleri kullanılmıştır.



Şekil 1. Araştırma sahası.

Su üstü ışık ölçümünde, Licor firması tarafından üretilen LI-190SA Quantum sensörü, su altı ölçümelerinde ise yine aynı firma tarafından üretilen LI-192SA Quantum sensöründen faydalanyılmıştır. Işık şiddeti ölçümeleri aynı firma tarafından üretilen LI-1400 DataLogger (veri kaydedici) kullanılarak depolanmış ve veriler daha sonra bilgisayara aktarılarak değerlendirilmiştir (LI-COR, 1998). Su altı ölçümeleri için, sensör ile datalogger arasındaki iletişim 100 m uzunluğundaki 2222UWB su altı veri kablosu sağlamıştır. Ölçümlerde ışık şiddeti birimi olarak $\mu\text{mol m}^{-2} \text{sn}^{-1}$ kullanılmıştır.

Su altı ışık şiddeti ölçümleri değerlerinin düzeltilmesinde McLellan (1977)'in önerdiği $I_x = I_0 * e^{\epsilon * x}$ eşitliğinden yararlanılmıştır. Eşitlikde; I_x herhangi bir derinlikteki ışık şiddettini, I_0 su yüzeyinde ölçülen ışık şiddettini, ϵ suyun fiziksel ve kimyasal yapısından meydana gelen ve o su katmanı için geçerli olan soğrulma sabitini, x ise; derinliği temsil etmektedir.

Eşitlikdeki tek bilinmeyen ϵ ;

$$\epsilon = \frac{1}{z} * \ln\left(\frac{I_z}{I_0}\right)$$

eşitliğinden faydalananarak hesaplanmıştır. Eşitlikde z , ışık şiddeti bilinen derinliği (m), I_z ise; z metredeki ışık şiddettini ifade etmektedir.

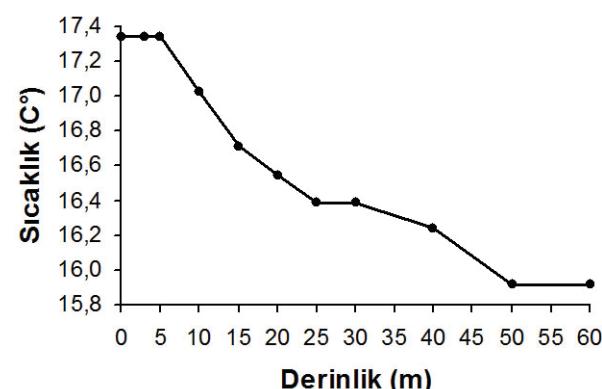
Çalışma dönemleri ayın karanlık evreleri dikkate alınarak seçilmiş ve ışık ölçümeleri su üstü ve su altı olmak üzere iki kademe ile gerçekleştirilmiştir. Su üstü ışık ölçümeleri, gündüz

süresince su üstü sensörü kullanarak 15 dakikalık periyotlar ile ölçülüp kaydedilmiştir. Karanlık ölçümeleri, ay tamamen kaybolduktan sonra su üstü sensörü kullanılarak ölçülmüşür. Bu ölçümeler tüm çalışma boyunca ışık yakılmadan önce tekrarlanmıştır. Yapay ışıklandırma sırasında, su üstü sensörü ile su altı sensöründen veriler eş zamanlı olarak alınmış ve kaydedilmiştir.

Su altı ışık ölçümeleri, ay tamamen kaybolduktan sonra su altı ışık sensörünün gemiden sarkıtılması ile yüzeyin hemen altından başlayarak her bir metrede birer dakikalık zaman periyotlarında 25 metre derinliğe kadar ölçülmüşür. Yapay ışıklandırma sırasında aynı işlem en fazla 45 metre derinlige kadar ışıklandırmanın başladığı anda ve sabah gün doğumundan önce tekrarlanmıştır.

Bulgular

Çalışma döneminde karışmış su tabakasının (17.3°C) derinliği yüzeyden beş metre tabakaya kadar inmektedir. Beş metrede 50 metreye kadar bir uzamiş termoklin (sıcaklık geçiş tabakası) mevcuttur. Elli metre derinliklerde su sıcaklığı sabit ve 15.9°C 'dir. Su kolonunun zayıf tabakalaşmasından dolayı ışık şiddeti ölçümelerinde bozukluk gözlenmemiştir. Aynı zamanda, eksounder kayıtlarında ışık ölçümünde olduğu gibi deniz dibine kadar ses dalgaları gidip gelebilmiştir. Fiziksel faktörlerden deniz suyu sıcaklığının dikey dağılımı gerek ışık ölçümelerinde gerekse eksounder gözlemlerini bir etkide bulunmamıştır (Şekil 2).

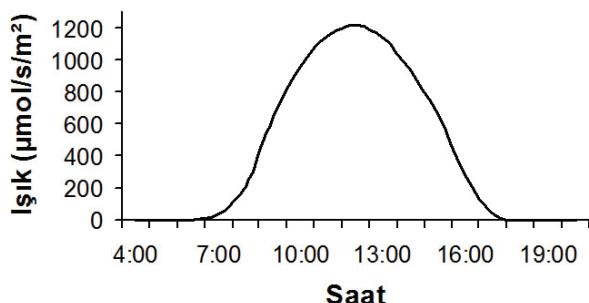


Şekil 2. Sıcaklığın derinlige bağlı değişimi.

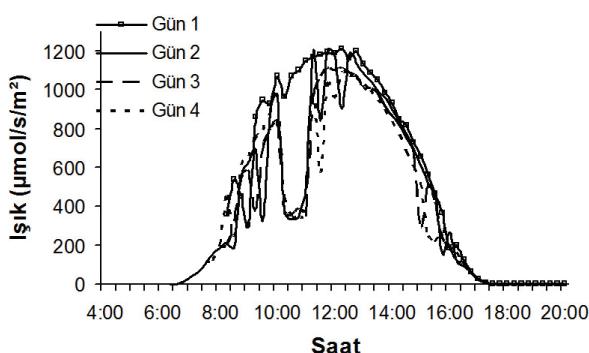
Sechi disk ölçümelerine göre ışiksız ortamda diskin görünebildiği derinlik 6.1 metre olarak tespit edilmiştir. Bu durum ışık yakıldıında ise 15.8 metre olarak bulunmuştur.

Çalışmada Kasım ayında, ayın karanlık olduğu dönemde su üstü sensörü ile gün boyunca ölçüm yapılmıştır. En yüksek ışık şiddeti değerlerinin 10:30-13:45 saatleri arasında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3). I ve IV. günlerde, havanın diğer günlere oranla daha açık olması nedeniyle, en yüksek ışık şiddettinin; 09:30-14:00 saatleri arasında olduğu tespit edilmiştir. II ve III. günlerde, öğleden önceki ışık şiddetlerinin I ve IV. günü ışık şiddetlerinden daha düşük olduğu görülmektedir (Şekil 4).

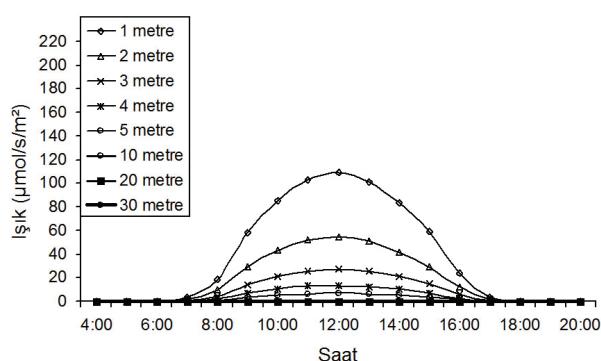
Sabah gün doğumundan akşam gün batımına kadar olan süre içinde gün ışığının derinliğe bağlı emilimi Şekil 6'da sunulmuştur. Buna göre, güneşin doğumumu ve batımı sırasında yüzeye gelen ışık şiddeti $19-50 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$, yüzeyin hemen altında $6.2 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ ışık şiddeti ölçülürken, bu değer 8,000 ve 10,000 watt elektrik enerjisi ile elde edilen ışık şiddeti değerlerine yakın bulunmuştur. Gün içindeki diğer değerler, çalışılan 4,000, 8,000 ve 10,000 watt'lık yapay ışığın suyun hemen altındaki değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3, 4, 5).



Şekil 3. Gün içi beklenen ışık şiddeti.



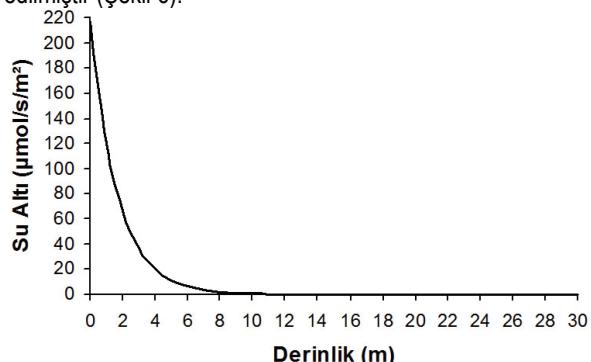
Şekil 4. Gün içi ışık şiddeti.



Şekil 5. Gün ışığının su altı ışık şiddetleri.

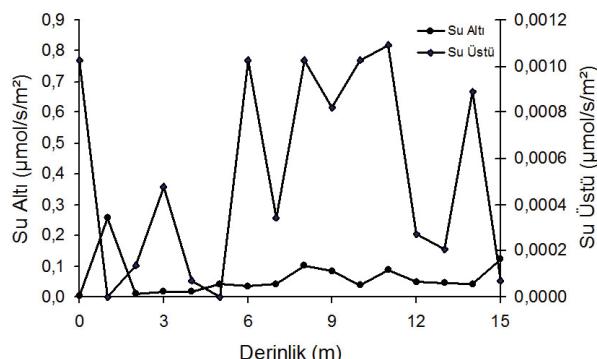
Gün içinde güneşin tepede olduğu saat 12:00'deki ışık şiddeti yüzeyde $1220 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$, yüzeyin hemen altında ise $217 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ olarak tespit edilmiş olup bu değerler çalışılan en güçlü yapay ışığın (10,000 watt) deniz yüzeyinde 27,

yüzeyin hemen altında ise 34 kat daha şiddetli olduğu tespit edilmiştir (Şekil 6).

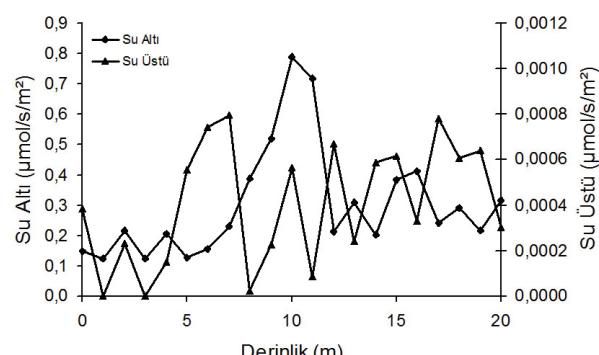


Şekil 6. Gün içindeki ışık şiddeti en yüksek olduğu saat 12:00'deki su içindeki ışığın derinlige bağlı değişimi.

İşik yakmadan önce, ortamın ışığını bilmek amacıyla, karanlıkta ışık şiddeti ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümlerde, su üstü ışık şiddettinin su altı ışık değerlerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Şekil 7-8). Kasım ayında, su üstü ışık şiddeti $0.000-0.001 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$, su altı ışık şiddettinin ise $0.01-0.26 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ arasında değiştiği görülmüştür (Şekil 7). Mayıs ayında ise, su üstü ışık şiddeti $0.000-0.0008 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$, su altı ışık şiddeti ise $0.12-0.79 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ arasında değişiklik gösterdiği gözlenmiştir (Şekil 8). Su altı ışık değerleri su üstündeki ışık değerlerinden daha yüksek bulunmuştur.



Şekil 7. Sonbahar ışıksız ortamda su üstü ve su altı ışık şiddetleri.



Şekil 8. İlkbahar ışıksız ortamda su üstü ve su altı ışık şiddetleri.

Tablo 2. 4,000 watt yapay aydınlatma ile farklı derinliklerde ölçülen su altı ışık şiddeti değerleri ve bu değerlerin su üstünde ölçülen ışık değerine oranı (%).

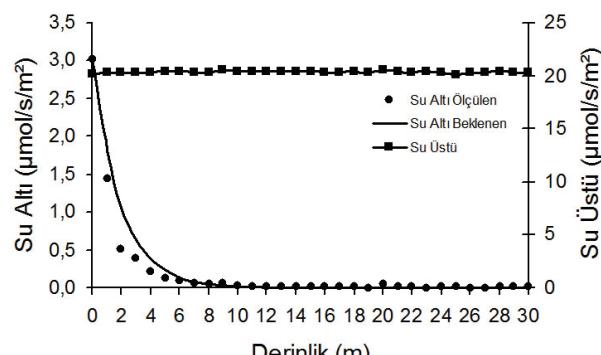
| | Sonbahar | | Ilkbahar | |
|--------------|-------------------------------------|-------------|-------------------------------------|-------------|
| Derinlik (m) | $\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ | % | $\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ | % |
| 0 | 3.02079000 | 14.93112226 | 4.00396410 | 18.69153028 |
| 1 | 1.44159900 | 7.08583520 | 1.91979575 | 8.96826322 |
| 2 | 0.51123800 | 2.51889772 | 0.90181513 | 4.20121580 |
| 3 | 0.39536500 | 1.94300696 | 0.48102316 | 2.24951144 |
| 4 | 0.21658000 | 1.06683349 | 0.32937384 | 1.54045819 |
| 5 | 0.13284400 | 0.65231204 | 0.28466205 | 1.33056957 |
| 10 | 0.02783625 | 0.13663170 | 0.19604970 | 0.87675620 |
| 20 | 0.04356530 | 0.21248775 | 0.10036844 | 0.45355862 |
| 30 | 0.01900000 | 0.09338215 | 0.22083126 | 1.00390852 |
| 40 | | | 1.06782686 | 4.85798160 |
| 50 | | | 0.16735680 | 0.76245511 |

Tablo 3. 8,000 watt yapay aydınlatma ile farklı derinliklerde ölçülen su altı ışık siddeti değerleri ve bu değerlerin su üstünde ölçülen ışık değerine oranı (%).

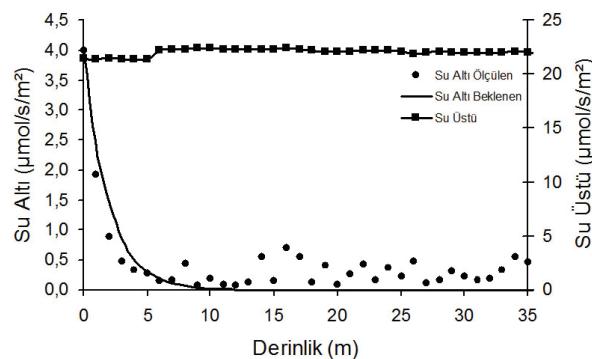
| Derinlik (m) | Sonbahar | | Ilkbahar | |
|--------------|-------------------------------------|-------------|-------------------------------------|-------------|
| | $\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ | % | $\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ | % |
| 0 | 6.79015333 | 23.63154188 | 4.08442250 | 11.71483046 |
| 1 | 3.63281333 | 12.56950546 | 2.13547000 | 6.14473787 |
| 2 | 1.66346300 | 5.72942790 | 1.11141350 | 3.20356469 |
| 3 | 0.79894933 | 2.74271851 | 0.63796950 | 1.83230058 |
| 4 | 0.42176708 | 1.43533375 | 0.35977615 | 1.03209120 |
| 5 | 0.28862170 | 0.99244558 | 0.23700413 | 0.68176581 |
| 10 | 0.11098317 | 0.37506690 | 0.14879925 | 0.43148540 |
| 20 | 0.13610959 | 0.46257650 | 0.08854402 | 0.25603615 |
| 30 | 0.30071465 | 1.01841657 | 0.11225062 | 0.32681180 |
| 40 | 0.06879882 | 0.23245881 | | |

Tablo 4. 10,000 watt yapay aydınlatma ile farklı derinliklerde ölçülen su altı ışık şiddeti değerleri ve bu değerlerin su üstünde ölçülen ışık değerine oranı (%).

| | | Sonbahar | | Ilkbahar | |
|--------------|-------------------------------------|-------------|-------------------------------------|-------------|--|
| Derinlik (m) | $\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ | % | $\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ | % | |
| 0 | 6.18432667 | 14.96683624 | 6.37618621 | 13.33253059 | |
| 1 | 3.70606667 | 8.99073934 | 3.33780500 | 7.00010696 | |
| 2 | 1.51025333 | 3.65306095 | 1.74083500 | 3.65645975 | |
| 3 | 0.80777867 | 1.95661014 | 0.87209025 | 1.82236925 | |
| 4 | 0.47137286 | 1.14533020 | 0.54614525 | 1.14473601 | |
| 5 | 0.38035467 | 0.92138991 | 0.35179950 | 0.73420431 | |
| 10 | 0.08279184 | 0.20340535 | 0.11921209 | 0.25403339 | |
| 20 | 0.22829560 | 0.55241271 | 0.11524468 | 0.24080899 | |
| 30 | 0.23355765 | 0.55758273 | 0.10650672 | 0.22266904 | |
| 40 | | | 0.06000000 | 0.12563590 | |



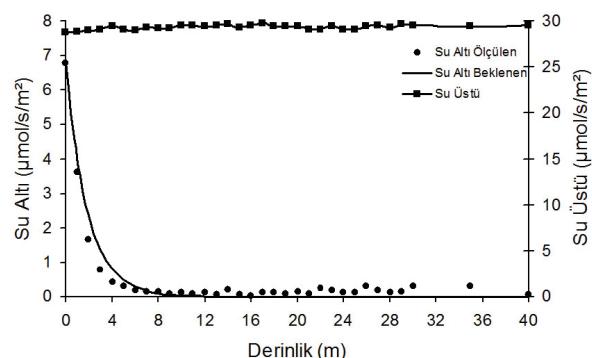
Sekil 9. Sonbahar 4.000 Watt ışık ölçümü



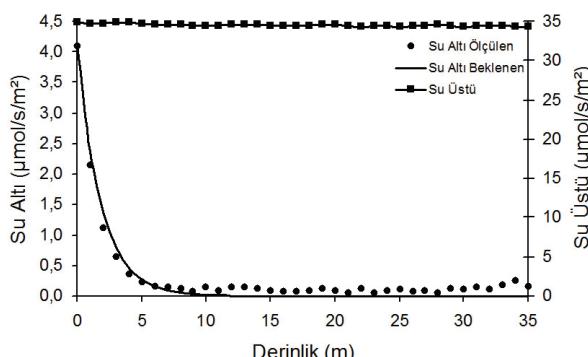
Şekil 10. İlkbahar 4.000 Watt.

Sonbahar ve İlkbaharda; 4,000 watt elektrik gücünden, su yüzeyine gelen ışık şiddeti ile, bu ışığın su içindeki derinliğe bağlı değişimleri araştırılmıştır. Su yüzeyine gelen ışığın şiddeti sonbaharda $20.11-20.53 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ arasında değiştiği ve ortalamasının $20.35 \pm 0.01 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ olduğu bulunmuştur. İlkbahar'da ise, ışık şiddeti $19.91-22.38 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ arasında değişiklik gösterdiği ve ortalamasının $21.99 \pm 0.05 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ olduğu hesaplanmıştır (Tablo 2). İşık kaynağından gelen ışığın, derinliğe bağlı geçiş yüzdeleri Tablo 2'de verilmiştir. Buna göre yüzeye gelen ışığın sonbaharda; yüzeyin hemen altında %14.9'unun, 10 metrede %0.1'inin, 20 metrede %0.2'sinin ve 30 metrede %0.1'inin ulaştığı, İlkbaharda; yüzeyin hemen altında %18.7, 10 metrede %0.9, 20 metrede %0.5, 30 metrede %1.0, 40 metrede %4.9 ve 50 metrede 0.8'inin inebildiği tespit edilmiştir.

metrede 0.8 inin inebildigi tespi edilmiştir. Deniz yüzeyine gelen ışığın şiddeti; sonbaharda 20.35, ilkbaharda 21.99 $\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ olmasına karşın, yüzeyin hemen altındaki ışığın şiddeti; sonbaharda 3.00 $\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$, ilkbaharda ise 4.00 $\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ olarak ölçülmüştür. ışığın hava ve su ara yüzeyinden geçen sonbaharda yüzeyin hemen altında %85.1'inin, ilkbaharda ise %81.3'ünün ortamdan soğurulması nedeni ile kaybetmiştir (Tablo 2). Su içinde ölçülen minimum ışık şiddeti sonbaharda 0.004, ilkbaharda 0.044 $\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ olarak bulunmuştur. ışık şiddeti ile derinlik arasında ters bir orantı olduğu bulunmuştur (Şekil 9-10).



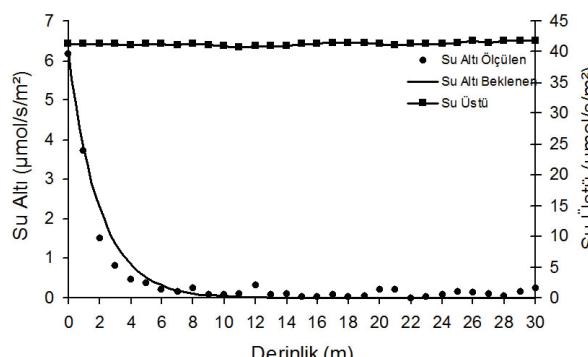
Sekil 11. Sonbahar 8.000 Watt ışık ölçümü.



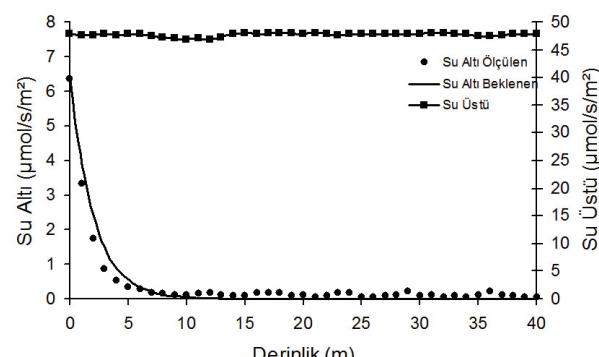
Şekil 12. İkbalhar 8.000 Watt.

Sonbahar ve ikbaharda; 8,000 watt elektrik gücünün, su yüzeyine gelen ışık şiddeti ile, bu ışığın su içindeki derinliğe bağlı değişimleri araştırılmıştır. Su yüzeyine gelen ışığın sonbaharda $29.78\text{--}28.73 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ arasında değiştiği ve ortalamasının $29.33 \pm 0.044 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ olduğu bulunmuştur. İkbalhar'da ise, ışık şiddetinin $34.87\text{--}34.29 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ arasında değişiklik gösterdiği ve ortalamasının $34.53 \pm 0.024 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ olduğu hesaplanmıştır (Tablo 4). ışık kaynağından gelen ışığın, derinliğe bağlı geçiş yüzdesi Tablo 4'de verilmiştir. Buna göre yüzeye gelen ışığın sonbaharda; yüzeyin hemen altında %23.6'sının, 10 metrede %0.4'ünün, 20 metrede %0.5'inin, 30 metrede %1.0'inin ve 40 metrede %0.2'sinin ulaştığı, ikbaharda; yüzeyin hemen altında %11.7, 10 metrede %0.4, 20 metrede %0.3 ve 30 metrede %0.3'inin inebildiği tespit edilmiştir. Sonbaharda yüzeyin hemen altından 3 metreye kadar olan su katmanındaki ışık değerlerinin ikbalhara göre %50 daha yoğun olduğu görülmektedir (Tablo 4, Şekil 11-12).

Deniz yüzeyine gelen ışığın şiddeti; sonbaharda 29.33, ikbaharda $34.53 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ olmasına karşın, yüzeyin hemen altındaki ışığın şiddeti; sonbaharda $6.79 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$, ikbaharda ise $4.08 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ olarak ölçülmüştür. ışığın hava ve su ara yüzeyinden geçen sonbaharda yüzeyin hemen altında %76.4'ünü, ikbaharda ise %88.3'ünü ortamdan soğurulması ile kaybetmiştir (Tablo 4). Su içinde ölçülen minimum ışık şiddeti sonbaharda 0.036, ikbaharda $0.045 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ olarak bulunmuştur (Şekil 11-12).



Şekil 13. Sonbahar 10.000 Watt ışık ölçümü.



Şekil 14. İkbalhar 10.000 Watt.

Sonbahar ve ikbaharda; 10,000 watt elektrik gücünün, su yüzeyine gelen ışık şiddeti ile, bu ışığın su içindeki derinliğe bağlı değişimleri araştırılmıştır. Su yüzeyine gelen ışığın sonbaharda $41.92\text{--}40.84 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ arasında değiştiği ve ortalamasının $41.33 \pm 0.049 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ olduğu bulunmuştur. İkbalhar'da ise, ışık şiddetinin $48.08\text{--}46.84 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ arasında değişiklik gösterdiği ve ortalamasının $47.72 \pm 0.051 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ olduğu hesaplanmıştır (Tablo 4). ışık kaynağından gelen ışığın, derinliğe bağlı soğurulma yüzdesi Tablo 4'de verilmiştir. Buna göre yüzeye gelen ışığın sonbaharda; yüzeyin hemen altında %15.0'inin, 10 metrede %0.2'sinin, 20 metrede %0.6'sının ve 30 metrede %0.6'sının ulaştığı, ikbaharda; yüzeyin hemen altında %13.3, 10 metrede %0.3, 20 metrede %0.2, 30 metrede %0.2 ve 40 metrede %0.1'inin inebildiği tespit edilmiştir.

Deniz yüzeyine gelen ışığın şiddeti; sonbaharda 41.33 , ikbaharda $47.72 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ olmasına karşın, yüzeyin hemen altındaki ışığın şiddeti; sonbaharda $6.18 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$, ikbaharda ise $6.38 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ olarak ölçülmüştür. ışığın hava ve su ara yüzeyinden geçen sonbaharda yüzeyin hemen altında %85.0'ını, ikbaharda ise %86.7'sini ortamdan soğurulması nedeni ile kaybetmiştir (Tablo 4). Su içinde ölçülen minimum ışık şiddeti sonbaharda 0.007, ikbaharda $0.056 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ olarak bulunmuştur (Şekil 13-14).

Tartışma ve Sonuç

Çalışma dönemlerinde su sıcaklığının vertikal değişimlerinde sert sıcaklık geçiş tabakaları görülmemiştir. Bu nedenle yapay ışıklandırma yapıldığında balıkların vertikal dağılımlarını sınırlayacak su sıcaklığının bir etkisinin olmadığı gözlenmemiştir. Aynı şekilde su kolonundaki zayıf geçiş tabakası nedeniyle ekosounderin ses dalgalarının dib'e gidip gelmesine engelleyici bir durum gözlenmemiştir.

İkbalharda yapılan çalışmalarda gece 21.44°C yüzeyde soğuma ve 10 metreden derin sularda tabaklı bir sıcaklık yapısı mevcut olup 6-17 metrede yüzeydeki karışmayı takiben 25-30 metrelerde bir termoklin yerleştiği anlaşılmaktadır. Tabaklı sıcaklık yapısı farklı su kütlelerinin varlığını göstermektedir.

Gün ışığının sabah 07:00 civarındaki yüzeyin hemen altındaki ölçülen ışık şiddeti $6,25 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ ölçülmüştür.

4,000, 8,000 ve 10,000 watt'lık ışık şiddetlerinin su yüzeyinde ölçülen en yüksek değerleri sırasıyla 22,0, 34,5 ve $47,7 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ bulunmasına rağmen deniz yüzeyinin hemen altında 4,0, 6,8, ve $6,4 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ ölçülmüştür. 8,000 ve 10,000 watt 4,000 watt'ın 2-2,5 katı daha fazla elektrik gücü harcamasına rağmen su yüzeyine gelen ve su yüzeyinin hemen altında ölçülen değerlere baktığımızda harcanan güç ile elde edilen performansın güç ile paralellik olmadığı görülmüştür.

Aydınlatma için harcanan güç ile yüzeyin hemen altında elde edilen ışık şiddeteri arasında güçlüşik şiddeti oranlarının paralel olarak artmadığı görülmektedir. Denemelerde kullanılan ışık güçlerinin 3 metreye kadar olan su kolonunda $1 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ altına düşüğü tespit edilmiştir. ışık gücünün arttırılması ile elde edilen performansın doğru orantılı olmadığı görülmüştür.

Gırgır avcılığında kullanılan yapay ışık sistemlerinin cezbediği balıklar (sardalya (*Sardina pilchardus*), hamsi (*Engraulis encrasicolus*), istavrit (*Trachurus trachurus*), kolyos (*Scomber japonicus* vb.) çevresel ve dipten yukarıya doğru yavaş yavaş toplanmaktadır. Bu toplanan balıklarda gerek ekosounderdan gerekse su altı kamerası ile yapılan gözlemlerde herhangi bir panik davranışına rastlanılmamıştır. Hatta uskumru (*Scomber scombrus*) ve kolyozun zaman zaman beslenme amacı ile ışık şiddeti en yüksek olduğu yüzeye doğru çıktıları gözlenmiştir. Lambuka (*Coryphaena hippurus*) balığının yüzeye çıkararak yüzeyde lamba teknesinin etrafında küçük sürüler halinde dairesel olarak yüzdükleri gözlenmiştir.

Kaynakça

Ben-Yami, M. 1976. Fishing with Light. FAO Fishing manuals, Rome, Pp.121.
Ben-Yami, M. 1988. Attraction Fish with Light. FAO training series, No:14,

- Roma, pp:72.
Blaxter, J.H.S. 1965. Effect of Change of Light Intensity of Fish. ICNAF special publication, vol:6, 647-661pp.
Cetinic, P., I. 1985. Swiniarski, Alati I Technica, Ribolova, Lagos Split.
Cui, G., C. S. Wardle, C. W. Glass, A. D. F. Johnstone, ve W. R. Mojsiewicz. 1991. Light Level Thresholds for Visual Reaction of Mackerel, *Scomber scombrus* L., to Colored Monofilament Nylon Gillnet Materials. Fish. Res., Vol:10:255-263.
Denton, E.J. 1990. Light and Vision at Depths Greater than 200 Metres. Light and Life in the Sea, ed: Herring, P.J., Campbell, A.K., Whitfield, M., Maddock, L., The Marine Biological Association, Cambridge, pp:127-148.
DIE. 1999. Fisheries statistics, (in Turkish). pp:45, Ankara.
Fréon, P., O. A. Misund. 1999. Dynamics of Pelagic Fish Distribution and Behavior: Effects on Fisheries and Stock Assessment, Fishing News Books, pp:348.
Giannoulaki, M., A. Machias, N. Tsimenides. 1999. Ambient Luminance and Vertical Migration of the Sardine *Sardina pilchardus*. Marine ecology progress series, Vol. 178:, pp:29-38.
Gurbet, R. 2001. Aegean Sea Fisheries in Turkish Coast. Technological Developments in Fisheries, Workshop 19-21 June, 2001, İzmir-Turkey, pp:91-105.
Hoşsucu, H. 1998. Fisheries I (Fishing devices and tecnology), (in Turkish). EÜSÜF Yayın No:55, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, Pp:247.
Kara, Ö.F., R. Gurbet. 1999. Investigation on the industrial fisheries of Aegean Sea, (in Turkish).. TKB TAGEM Su ürünleri Araştırma Enstitüsü, Seri:B, No:5, Bodrum, pp:138.
Kara, A. 1996. Fishing with Light, (in Turkish). Hayvancılık Ulusal Kongresi, İTO-E.Ü.Z.F. Zootekni Bölümü, 18-20 Eylül 1996, Cilt:1, İzmir, pp:638-645.
Kara, A., A. Lök. 1994. The effects of moon periods on the catch amount in trammel net cuttlefish (*Sepia officinalis* L., 1758) fisheries in Izmir Bay, (in Turkish). I. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, İzmir, pp:1619-1630.
Kocataş, A. 1986. Oceanology, (in Turkish). EÜFFKS No:114, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, pp:358.
LI-COR, LI-1400 Data Logger Instruction Manual. No:9807-122, (1998), Pp:137.
McLellan, H.J. 1977. Elements of Physical Oceanography. International Library of Science, Technology, Engineering and Social Studies, Pergamon, pp:131-138.
Munday, P.L., G. P. Jones, M. C. Ohman, U. L. Kaly. 1998. Enhancement of Recruitment to Coral Reefs Using Light-Attractors. Bulletin of marine science, V:63-3, Florida, pp:581-588.