

Trol Kapıları Performans ve Tasarım Ölçütleri

*Celalettin Aydın, F. Ozan Düzbastılar

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 35100, Bornova-İzmir, Türkiye
*E-mail: caydina@gmail.com; celalettin.aydin@ege.edu.tr

Abstract: Otter boards' performances and design criteria. Otter boards are one of the major components for effective use of trawl. They provide horizontally opening by using the hydrodynamic resistance and significantly affect fishing effort. Fuel cost is very high in trawling when compare to other fishing techniques. Scientific studies on otter board have accelerated especially during the 1970s oil crisis and still continuous intensively. In addition to, traditional otter board, which is wooden and simple rectangular, there are different material and design otter boards are used commonly in trawl fisheries. In this study, we are focused on, types of otter board, the basic principles of the dynamics of trawl doors, hydrodynamic forces effecting otter board, relationship between otter board and engine power, and their usage and performances.

Key Words: Trawl, Otter board, Otter board design, Otter board performance

Özet: Trollerin etkin kullanımı için en önemli donan araçlarından birisi trol kapılarıdır. Kapılar, hidrodinamik dirençten yararlanarak trol ağının yatay açıklığını sağlar ve balıkçılık çabasını önemli miktarlarda etkiler. Diğer balıkçılık teknikleri ile karşılaştırıldığında, trollerde yakıt maliyeti oldukça yüksektir. Trol kapıları üzerine bilimsel çalışmalar, özellikle 1970'li yıllardaki petrol krizi ile hızlanmış olup yoğun bir şekilde devam etmektedir. Günümüzde geleneksel olarak kullanılan, ana malzemesi ahşap olan basit dikdörtgen kapıların yanında, farklı malzeme ve tasarımlara sahip kapı modelleri trol balıkçılığında kullanılmaktadır. Bu çalışmada, trol kapı çeşitleri, trol kapı dinamiğinin temel prensipleri, trol kapılarına etki eden hidrodinamik kuvvetler, trol kapısı ve motor gücü ilişkisi, trol kapısı kullanımı ve performansı üzerinde durulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Trol, Trol kapısı, Trol kapı tasarımı, Trol kapı performansı

Giriş

Trol ağları konik şekilli, iki, dört veya daha fazla panelden oluşan, dipten veya orta suda bir veya iki tekne ile çekilen sürüklenme ağlardır (FAO, 2011). Trol avcılığı dip ve orta sudaki canlıların trol kapıları yardımıyla ağa doğru yönlendirilmesi ve yine kapılar yardımıyla ağın ağzının açılması ve önündeki su kütlelerini süzmesi ve taraması prensibine dayanır (Sainsbury, 1996). Dip trolü; ağ, çelik halat, palamar halatı ve kapı adı verilen farklı elemanlardan oluşan karmaşık bir yapıdır (Folch vd., 2007). Bu ağlarının orijini tam olarak bilinmemekle beraber, troller "seine" (eski Yunanca'da sagene) adı verilen kıyı sürüklenme takımlarından türemiş olduğu varsayılmaktadır (Sahrhage ve Lundbeck, 1992). Trol ağları yıllar içinde, Batı Avrupa'dan tüm dünyaya yayılmış ve bölgesel koşullara göre adapte edilmiştir. Günümüz modern trollerinden önce kullanılan sabit çerçeveli, kırıli (beam) trollerin yatay ve dikey ağız açılımı sınırlı olduğundan avcılık etkinliği sınırlı kalmıştır (Gabriel vd., 2005). Trollerin etkinliğini arttırmak amacı ile trol kapısı kullanımı 1875'de gündeme gelmiş fakat çok fazla ciddiye alınmamıştır. İlk denemeler "Musgrave" adında bir İrlandalı tarafından 1860-1870 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. İngiliz trolcüsü olan "Irawaddy" farklı kapılarla denemeler yapmış ancak çok az başarı sağlamıştır. 1894 yılında Gronton'lu mühendis "James Robert Scott" uzun süren denemeler sonunda trollerde kapı kullanımında büyük başarı sağlamış ve aynı yıl patent almıştır. 1895'de Almanya ve Fransa'da kullanılmaya başlanan trol kapıları başarılı denemelerle birlikte sonraki yıllarda birçok ülkede tanınmış ve kullanılmıştır (Gabriel vd., 2005). Trol

kapılarının trol ağlarıyla kombine olarak kullanılmaya başlanmasıyla, kırıli trollerde oranla avcılık etkinliği % 35 oranında artmıştır. Tekne boylarının büyümesi ve motor güçlerinin artması daha büyük boyutlu trol ağların ortaya çıkmasına neden olmuş, trol kapılarının da kullanılması ile birlikte avcılık etkinliği ve av oranı 8 kat artmıştır (Sainsbury, 1996). Günümüzde farklı malzemelerden (ahşap, çelik, alüminyum vb.), farklı şekil ve büyüklüklerde onlarca kapı modeli üretilmektedir. Bu kapılar trol ağının ve gemisinin büyüklüğüne ve amacına uygun olarak tasarlanmaktadır.

Bir trolün balıkçılık gücü av sahasındaki yayılım miktarı ile ölçülmektedir. Yayılım kavramı trolün taradığı alan ya da süzdüğü su hacmi ile ifade edilebilir. Ancak trolün aktif balıkçılık bölgesi kapılardan itibaren başlamaktadır (Trechev, 1978; Carrothers, 1980). Trol ağının taradığı alan zemindeki yayılma alanını ifade eden iki kanat arası maksimum mesafesi ya da kapıların da dahil edildiği toplam taranan alandır ki bu da balıkçılık yapılan etkin alanı ifade etmektedir. Bu yayılım alanlarının hesaplanması çeşitli formüller ve matematik modellerle yardımıyla yapılmaktadır (Carrothers, 1980; Prado, 1990).

Trol ağı ve donamları hakkında 1960'lı yıllarda doğrudan yapılan dalışlar (Wardle, 1983) ve kameralı gözlemlerle (Urquhart ve Stewart, 1993) çok değerli bilgiler elde edilmiştir. Özellikle trol kapısının trol ağının ağzını açma ve kum-çamur bulutu oluşturup balık sürülerini yönlendirerek av etkinliğinin artırılmasında önemli bir rol oynadığı ortaya konulmuştur (Main ve Sangster, 1979; 1981). Balıklar trol kapısını karanlık

bir kum-çamur bulutu şeklinde görerek, görüş mesafesinin sınırına yakın ama içinde kalarak kapının gerisine doğru yüzerler (Wardle, 1983). Balık sürüleri kapı eksenine (çekim yönü) göre sağa ve sola doğru dairesel bir hareket yaparlar (Özbilgin vd., 2002). Bu döngü sonunda balıkların bir kısmı ağın içine yönlendirilirken bir kısmı da kapıyı görerek çevresinden dışarıya doğru yüzerler (Özbilgin vd., 2002). Trol kapısının iç tarafına doğru yüzen balık sürüsü zeminde oluşan bulut ve palamar halatlarının oluşturduğu görüntüyle ağın ağız kısmına doğru sürülerek avcılık etkinliğinde önemli rol oynarlar (Özbilgin vd., 2002).

Türkiye’de trol kapıları üzerine bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada trol kapı çeşitleri kullanımı ve performansı, trol kapılarına etki eden hidrodinamik kuvvetler, trol kapısı ve motor gücü ilişkisi, trol kapısının yönünün ayarlanması, trol kapı dinamiğinin genel prensipleri üzerinde durularak, alternatif olarak kullanılabilen kapı tiplerinin tanıtılması hedeflenmiştir.

Trol Kapı Tasarımları

Günümüzde basit dikdörtgen kapıların yanında, yeni malzeme ve tasarımdaki trol kapıları farklı balıkçılık koşulları için çok geniş bir yelpazede kullanıma sunulmuştur. Özellikle üretici firmaların kendi model ve tasarımlarını geliştirmesi ile trol kapılarındaki gelişim devam etmektedir.

Yassı dikdörtgen tip kapılar

Bilinen en eski kapı tipidir ve 1890’dan beri kullanılmaktadır. Temel yapıları bu tarihten beri değişmemiştir (Fotoğraf 1). Genelde ahşap ve çelik malzemeden yapılmış bu kapılar, nispeten kıyı bölgesinde düşük hızlarda avcılık yapan trolcüler tarafından tercih edilmektedir (Galbraith vd., 2005). Dikdörtgen kapılar, yapılmasının kolay ve ekonomik olması nedeniyle özellikle hedef türün karides olduğu trollerde kullanılmaktadır. Bu kapı tipinin dezavantajı CL/CD (CL; kaldırma katsayısı, CD; sürüklenme katsayısı) oranının az olmasıdır. Hidrodinamik etkinliğinin düşük olması sebebiyle yakıt tüketimi diğer kapılara göre yüksektir (Bankston, 1988). Dikdörtgen kapıların sualtı gözlemlerinden düz zeminlerde oldukça istikrarlı olduğu ve zeminle iyi temasta bulunduğu gözlenmiştir. Kumlu zeminlerde kum dalgası arkaya doğru iletilmektedir. Sert zeminlerde kum bulutu azalır ve çöküntülerin (debris) büyük parçaları kapı arkasındaki türbülans bölgesine çekilmekte olup bu durum balık sürülerinin toplanmasında etkilidir (Nomura ve Yamazaki, 1975; Main ve Sangster, 1981).



Fotoğraf 1. Yassı dikdörtgen tipi kapı (Orijinal, Türkiye)

Dikdörtgen kavisli kapılar

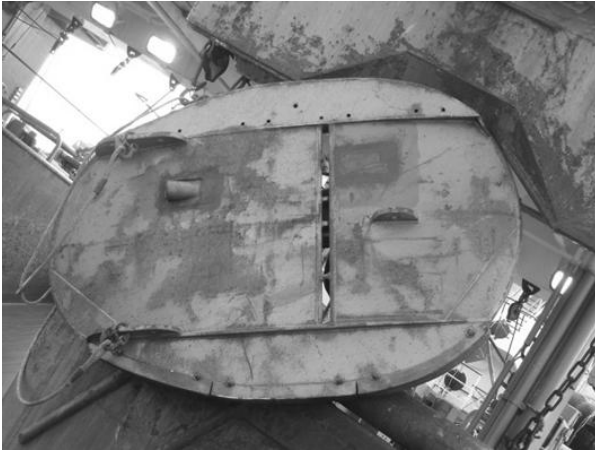
1960’lı yılların başlarında üretilmeye başlanmıştır. Düşük en-boy oranına sahiptir (Fotoğraf 2). Diğer kapılarla kıyaslandığında daha az sayıda ticari kullanımı vardır. 0,5 m yüksekliğindeki kum tepesi olan bölgelerde ve sert zeminlerde dengesini ve dikliğini korumaktadır. Diğer kapılara göre üretilen kum bulutunun arka tarafa doğru gitmemesi dezavantajdır. Yirmi-25 cm’den küçük kaya parçacıklarının üstünden yapısında herhangi bir değişiklik olmadan geçebilmektedir (FAO, 1974; Main ve Sangster, 1979; SEAFISH, 1983).

Oval kavisli (Polyvalent) kapılar

Günümüzde bu kapılar oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır (Fotoğraf 3). İlk olarak Fransız şirketi “Morgere of st Malo” tarafından geliştirilmiştir (Gabriel vd., 2005). Oval kavisli kapıların kullanımı oldukça kolaydır. Bu kapılar daha hareketli ve dinamik yapıya sahiptirler. Düz kumlu zeminlerde istikrarlı olup, engebeli olan kumlu zeminlerde hareketlidirler. Oluşturulan kum bulutu karakteristiği yassı oval kapılarla aynı özelliktedir. Düz kumlu zeminlerde kapının dip ile teması omurganın belirli bir bölümünde olmaktadır. Oval kavisli kapı eğimli kenarı boyunca iri kaya parçalarından atlayabilmektedir. İki metreden daha fazla tümseklere sahip zeminlerden kolaylıkla aşabilmektedir (FAO, 1974; Main ve Sangster, 1979).



Fotoğraf 2. Dikdörtgen kavisli kapı (<http://www.crimond.com/bison.htm>, (08.January 2012).



Fotoğraf 3. Oval kavisli (Polyvelant) kapı (Orijinal, Almanya)

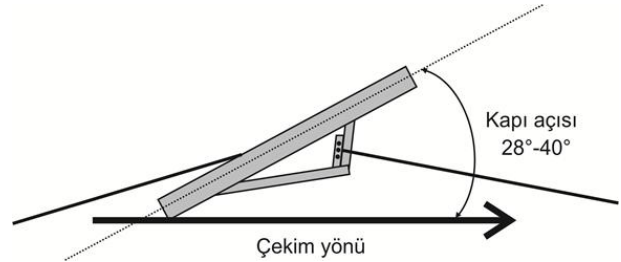
Vee tipi kapılar

Bu kapı tipleri (Fotoğraf 4) Çinli kaptan "Loo Chi Hu" tarafından 1956-1957 yıllarında geliştirilmiştir (Gabriel vd., 2005). Sert, kaba ve düzensiz yapıya sahip zeminlerde iyi performans göstermektedir. Dikdörtgen kapılar ile karşılaştırıldığında dezavantajı yayılım gücünün daha düşük olmasıdır. Buna karşılık kullanım kolaylığı, bakımın az olması ve özellikle manevra yeteneğinin yüksek olması en büyük avantajlarıdır (SEAFISH, 1995). Çekim esnasında sert ve ani dönüşlerde bile performansları son derece iyidir. Engeli ve taşlık dip yapılarına sahip zeminlerde ve lokal olarak bulunan engellerden aşma performansı iyidir (SEAFISH vd., 1995). "Vee" tipi kapılar bütün zemin yapılarında deniz tabanı ile aynı teması gösterir. Zeminde bir engelle karşılaştığında orta yatay ekseninde döner ve kapının alt tarafı yatay düzlemde engelin üzerinden teğet geçer. Kapının üst bölümü yukarıya doğru eğilimlidir (Main ve Sangster, 1981). Su, kapıya baskı yaparak akar ve tekrar zemin ile temas etmeden önce uygun pozisyon alır (FAO, 1974). Bu kapı iyi derecede kum bulutu yaratır ve balık sürülerini toplayıp av performansını

olumlu şekilde etkiler "Vee" tipi kapılarda h/l oranı genellikle 0,65'tir. Bu tip kapılarda kapı donam açısı genellikle 28-30° arasında değişir (Fotoğraf 5). Düzgün zemin ve iyi hava koşullarında donam açısı 33° civarında olabilir. Taşlık zeminlerde ve kötü hava koşullarında ise bu açı 35° veya daha yüksek açılara ayarlanabilir. Daha yüksek donam açıları yakıt tüketimini artıracığından verimli değildir (SEAFISH, 1995).



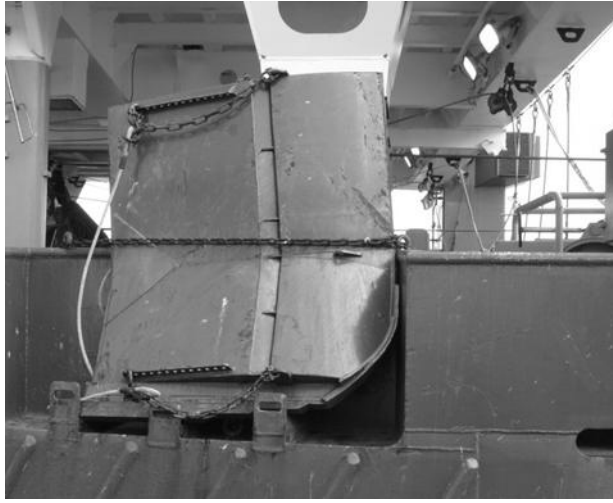
Fotoğraf 4. "Vee" tipi kapılar (Orijinal, Norveç)



Şekil 5. "Vee" tipi kapının açıları

Dikdörtgen eğimli yüksek yükseklik-boy oranına sahip (Süberkrüb) kapılar

Alman mühendis "F. Süberkrüb" tarafından geliştirilmiştir. 1957 yılında Hamburg'da düzenlenen Birleşmiş Milletler, FAO (Food and Agriculture Organisation) toplantısında tek tekne ile çekilen orta su trollerinde kullanımının başarılı olduğu bildirilmiştir (Süberkrüb, 1959; Kwidzinski, 1988). Bu kapının yüksekliği uzunluğunun iki katıdır (h/l; 2:1). Eğim oranı kapının genişliği ile ilgilidir. Bu kavis dairenin yarıçapının uzunluğuna eşittir. (Ferro, 1981). "Süberkrüb" kapıların dip trollerinde kullanılan modelleri Japonya'da geliştirilmiştir ve nispeten orta suda kullanılanlara nazaran daha düşük h/l oranına (1,6) sahiptir (Gabriel vd., 2005) (Fotoğraf 6).



Fotoğraf 6. Dikdörtgen eğimli yüksek yükseklik-boy oranına sahip (Süberkrüb) kapılar (Orijinal, Almanya).

Kapı Performans Karşılaştırmaları

Diğer avcılık yöntemleri ile karşılaştırıldığında trol balıkçılığındaki yakıt tüketimi toplam giderlerin yaklaşık %40-50'sini oluşturmaktadır (Ünal, 2004; Rad ve Delioğlan, 2008). Trol çekim süresi uzadıkça trol ağının ve diğer donamların maruz kaldığı dirençler, trol torbasındaki av miktarının çoğalmasıyla daha da artmaktadır. Toplam direncin % 25-40'ına (Koyama, 1971; De la Cueva; 1974; Cheesley ve Gates, 1988) ve toplam yakıt tüketiminin ise %16'sına kapıların meydana getirdiği direnç kuvvetleri neden olmaktadır (SEAFISH vd., 1995). 1970'li yıllardaki enerji krizi ile artan petrol fiyatları, yakıt tüketimini azaltıcı tedbirlerin alınmasını hızlandırmış ve çalışmalar trol kapıları üzerine yoğunlaşmıştır. Bu nedenle kapı seçimi oldukça önemlidir.

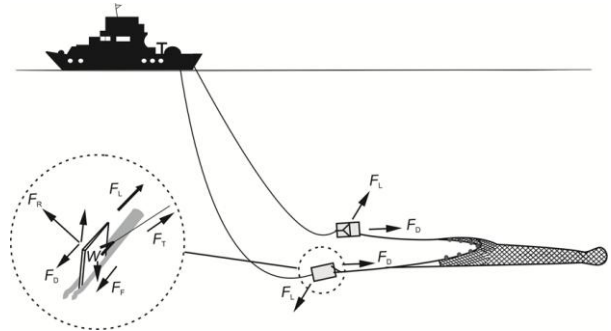
Kapı performans karşılaştırılmasında yüzey alanı mutlaka dikkate alınmalıdır. Benzer yüzey alanına sahip kapılar karşılaştırılması yapılmalıdır. Ayrıca CL/CD oranı kapı performanslarının tespitinde önemlidir (CL/CD maksimum olması istenmektedir). Araştırmalar, ağ büyüklüğü, çelik ve palamar halatı uzunluğu ve kalınlığı, tekne hızı, dip yapısı gibi birçok faktörün kapı performansına etkili olduğunu ortaya koymuştur (Main ve Sangster, 1981; Pattersen ve Watts, 1985, 1986; Engas ve Godo, 1986; Cheesley ve Gates, 1988; Kwidzinski, 1988; Sala vd., 2009). Main ve Sangster (1979). Kapı performansları üzerine kapsamlı araştırmalar; FAO (1974) ve İngiltere (SEAFISH), Danimarka (DIFTA) ve Fransa (IFREMER) (1995) ortaklı akıntı tankında yapılan çalışmalardır. Bazı temel kapı tiplerinin performans ölçütleri tablo 1 ve ticari kullanımı olan kapı tiplerinin performans ölçütleri tablo 2'de sunulmuştur.

Trol Kapısı Seçimi ve Tasarım Ölçütleri: Örnek çalışma

Hidrodinamik kuvvetler

Trol kapı tasarımı, hidrodinamiği ve donamı üzerine çok sayıda çalışma mevcuttur (FAO, 1974; Ferro ve Ritchie, 1984; Patterson ve Watts, 1986; SEAFISH, 1995; 2009; 2010; Reite ve Sorensen, 2006). Gerek akıntı tanklarında (model) gerekse gerçek (prototip) ölçekte yapılan çalışmalarla kapı donamlarına ilişkin teorik ve pratik modellemeler geliştirilmiştir (Hu vd., 1995; Bessonneau ve Marichal, 1998; O'Neill, 1999; Lee ve Lee, 2000; Wan vd., 2002; Suzuki vd., 2003; Lee vd., 2005; Vincent ve Marichal, 2006; Park, 2007; Prat vd., 2008). Trol ağı ve diğer donamları (kapı ve halatlar) trol gemisinin arkasından çekilirken suyun hidrodinamik direncine maruz kalırlar. Bu direnç kuvvetleri akıntı tankı veya rüzgar tünelinde yürütülen model çalışmaları, sahada yapılan direnç ölçümleri ve teorik hesaplamalarla yaklaşık olarak bulunabilir (Fridman, 1973; Fridman vd., 1973; Düzbastılar vd., 2003; Reite ve Sørensen, 2006). Trol kapısındaki hidrodinamik kuvvetler kapının pozisyonuna, oryantasyonuna (yönelim), hızına ve immesine bağlıdır (Reite ve Sørensen, 2006).

Trolün toplam direnci; çekim yönünün aksine trol ağının direnci, çelik halat ve palamar halatlarının direnci ve trol kapılarının direncinden oluşmaktadır (Şekil 7).



Şekil 7. Trol kapılarına etkiyen hidrodinamik direnç kuvvetleri

Trol ağı çekilirken oluşan dirençlerden biri ağ ve donamlarını ters yönde sürüklemeye çalışan sürükleme kuvvetidir (FD). Trol kapısından maksimum verimi almak için, bu ters çekim kuvvetlerinin birleştiği yerde palamar halatı veya çelik halatın kapıya bağlandığı nokta çok iyi seçilmelidir. Diğer kuvvet ise ağ ve donamını yana doğru açmaya çalışan ayırma kuvvetidir (kaldırma kuvveti, FL). Bu iki direnç kuvvetinin bileşkesi suyun uyguladığı toplam direnci ifade eder. Ayrıca, ağ ve donamları üzerindeki diğer bir kuvvet, deniz suyu tarafından uygulanan yüzerlik kuvvetidir (FB). Yüzerlik kuvvetinin ters yönünde ise ağırlık kuvveti (W) etki eder. Ağırlık ve yüzerlik kuvvetlerinin bileşkesi ise ağın ve donamlarının sudaki ağırlığını verir. Kapıların, palamar halatının ve ağın kurşun yakasının zemine sürtünmesi nedeniyle oluşan yatay direnç kuvveti de sürtünme kuvvetidir (FF). Trol kapısının bağlı olduğu çelik halattaki zorlama ise gerilme kuvveti (FT) olarak adlandırılır. Koyama (1971), trol kapısının direncinin ağ direncinin %18-20'si kadar olması

gerektiğini ifade etmiş, De la Cueva (1974) trol kapılarının direncinin toplam donam direncinin %20-28'i olduğunu belirtmiştir. Bu oran Düzbastılar vd., (2003)'te geleneksel trol kapısı için yapılan teorik hesaplamalarda %20-30 civarında bulunmuştur.

Tek bir trol kapısına etkiyen sürüklenme kuvveti (F_D), (1) numaralı eşitlik yardımıyla hesaplanabilir (C_D : sürüklenme katsayısı, ρ : deniz suyunun yoğunluğu, A : trol kapısının alanı, v : trol çekim hızı) (Nomura, 1985).

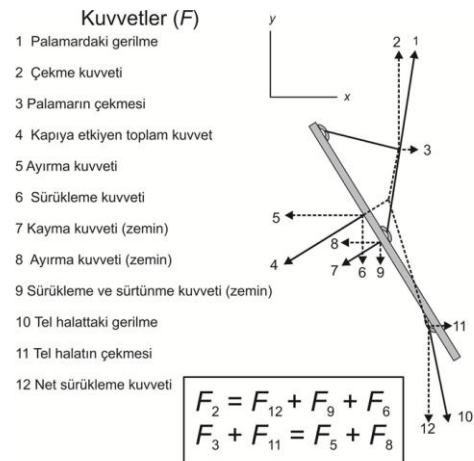
$$F_D = \frac{C_D}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 \quad (1)$$

Deneylerle bulunabilen ve kapı geometrisine bağlı C_D katsayısı yaklaşık 0,6 olarak alınabilir (Reite ve Sorensen, 2006). (C_D 'nin belirlenmesindeki trol kapısı açısı $\alpha=35-40^\circ$ 'dir). Düzbastılar vd. (2003)'e göre, deniz suyunun yoğunluğu (ρ ; 1035 kgm⁻³) ve trol kapısının alanı (A ; 0,8 x 1,7 m²), kapı ağırlığı (W ; 735 N), çekim hızı (v ; 2,5 m/s-1=1,286 ms⁻¹) verildiğinde trol kapısına etkiyen sürüklenme kuvveti (F_D) (1) numaralı eşitlikten;

$$F_D = \frac{0,6}{2} \cdot 1035 \cdot 1,36 \cdot 1,286^2$$

$$F_D = 698,36 \text{ N } (\sim 71,2 \text{ kg})$$

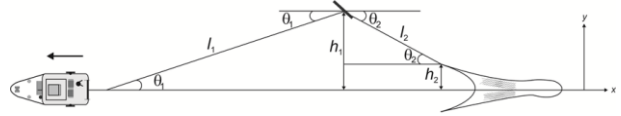
bulunur. İki kapının toplam direnci ise $\sim 1,39$ kN' dur ($\sim 142,4$ kg). Trol kapısına ait toplam direnç hesabı trol kapısı üzerine etkiyen kuvvetleri analiz ederek daha detaylı bir şekilde yapılabilir (FAO, 1974; Nomura, 1985) (Şekil 8).



Şekil 8. Trol kapısına etki eden kuvvetlerin (F) analizi (FAO, 1974'den yeniden çizim)

Şekil 9'da verilen bağıntılardan kapı direncini bulmak için öncelikle θ_1 ve θ_2 açılarının bulunması gerekir (Nomura ve

Yamazaki, 1975). Düzbastılar vd. (2003)'ten, çelik halat (d_1 ; 10 mm) için $F_1=10$ kN, palamar halatı (d_2 ; 35 mm) için $F_{10}=6$ kN, 30 m trol çekim derinliği için çelik halat uzunluğu (l_1 ; 100 m) ve palamar halatı uzunluğu (l_2 ; 80 m) değerleri alınsın; kapı ile trol ağı eksenindeki mesafe (h_1 ; iki kapı arası mesafenin yarısı) 15 m ve trol ağız açıklığının yarısı (h_2) 4 m olduğuna göre, tek bir kapı üzerine etkiyen kaldırma (F_L) ve sürüklenme kuvvetleri (F_D) Şekil 8 ve 9'da verilen diyagram ve eşitlikler yardımıyla bulunabilir (Şekil 9).



Şekil 9. Trol ağı ve donamlarının geometrisi.

Geometrisi çizilen ağ ve donamlarına ait bilinmeyen θ_1 ve θ_2 açıları (2) ve (3) numaralı eşitlikler ile bulunur.

$$\sin\theta_1 = \frac{h_1}{l_1} \quad (2)$$

$$\sin\theta_1 = \frac{h_1}{l_1} = \frac{15}{100} = 0,15 \quad \theta_1 = 8,627^\circ$$

$$\sin\theta_2 = \frac{h_1 - h_2}{l_2}$$

$$\sin\theta_2 = \frac{h_1 - h_2}{l_2} = \frac{15 - 4}{80} = 0,1375 \quad \theta_2 = 7,903^\circ \quad (3)$$

Bilinen açı ve kuvvetlerden x-y düzlemindeki (Şekil 8) kuvvet bileşenleri bulunur.

$$F_2 = F_1 \cdot \cos\theta_1 = 10 \cdot \cos(8,627) = 9,88 \text{ kN}$$

$$F_3 = F_1 \cdot \sin\theta_1 = 10 \cdot \sin(8,627) = 1,50 \text{ kN}$$

$$F_{12} = F_{10} \cdot \cos\theta_2 = 6 \cdot \cos(7,903) = 5,94 \text{ kN}$$

$$F_{11} = F_{10} \cdot \sin\theta_2 = 6 \cdot \sin(7,903) = 0,82 \text{ kN}$$

Kapı üzerindeki sürüklenme ve kaldırma (ayırma) kuvvetleri Şekil 8'de gösterildiği gibi hesaplanabilir:

$$F_D = 2 - 12 = F_2 - F_{12}$$

$$F_L = 3 + 11 = F_3 + F_{11}$$

Tek bir trol kapısı üzerindeki sürüklenme ve kaldırma kuvvetleri ile bileşke kuvvet (F_R),

$$F_D = 9,88 - 5,94 = 3,94 \text{ kN}$$

$$F_L = 1,50 + 0,82 = 2,32 \text{ kN}$$

$$F_R = (3,94^2 + 2,32^2)^{1/2} = 4,57 \text{ kN}$$

ise iki kapının toplam direnci 9,14 kN (~931,7 kg) olarak hesaplanabilir.

Trol kapısı ve motor gücü

Trol kapısı ile trol gemisinin motor gücü (HP) arasında trol kapısının alanı (A) ve ağırlığı (W) ile değişen bir ilişki vardır (Koyama, 1971). Ancak önce şaftın dönmesi için üretilen momenti sağlayacak güç olan fren motor gücü (BHP, Brake Horse Power) hesaplanmalıdır (Düzbastılar vd., 2003). Ana makinenin gücünün %80-90'ı maksimum devamlı fren gücü veya fren gücü; BHP olarak ifade edilir. 600 BG'nde ana makineye sahip bir trol teknesinin BHP'sinin (600.0,8=480 BG) olduğu varsayılırsa, çekebileceği kapı boyutu (4) eşitlik yardımıyla hesaplanabilir (Koyama, 1971).

$$A = 0,0945 \cdot BHP^{0,58}$$

$$A = 0,0945 \cdot 480^{0,58}$$

$$A = 3,4 \text{ m}^2 \quad (4)$$

olarak bulunur. Burada bulunan A, trol kapısına ait yüzey alan değeri maksimum yaklaşık değerdir. Kapı ağırlığının hesaplanması için (5) numaralı eşitlik kullanılabilir (Koyama, 1971). Benzer şekilde kapı yüksekliği (h) ile motor gücü arasında da $(h=0,15 \cdot (0,105 \cdot BHP + 4)^{1/2})$ denklemini kullanmıştır (De la Cueva, 1974). Bu eşitlikten kapı yüksekliği (h) yaklaşık 1,1 m olarak bulunur.

$$W = 0,047 \cdot HP^{0,8}$$

$$W = 0,047 \cdot 480^{0,8}$$

$$W = 6,56 \text{ kN} \quad (5)$$

Trol kapısının boyu (l) ve yüksekliği (h) arasındaki oran genellikle 2/3 veya 1/2 olarak kabul edilmektedir (Koyama, 1971; Düzbastılar vd., 2003). Kapı boyutlarını ve malzemesini (çelik, ahşap, alüminyum vb.) kapı alanı (A) ve ağırlığına (W) göre seçmek mümkündür. Ana makine ile trol kapısı alanı arasındaki ilişki (6) numaralı eşitlik ile ortaya konmaktadır (De la Cueva, 1974). BHP değeri 480 BG olduğuna göre;

$$A = (3,47) \cdot \log BHP - (6,11)$$

$$A = (3,47) \cdot \log 480 - (6,11)$$

$$A = 3,2 \text{ m}^2 \quad (6)$$

Bulunan trol kapısı alanı (3,2 m²) (4) numaralı eşitlik ile bulunan kapı yüzey alanına (3,4 m²) yakın bir değerdir. Trol gemisinin BHP'sine uygun dörtgen trol kapısına ait boyutları bulmak için Prado (1990) tarafından verilen tablo da kullanılabilmektedir (Tablo 3). Buna göre 3,2-3,4 m² kapı alanı aralığında ihtiyaç duyulan BHP değeri 600 BG civarındadır. Bu da (4) ve (6) numaralı eşitliklerden bulunan kapı alanları ve güç ilişkisine yakın bir değerdir.

Tablo 3. Dörtgen trol kapısına uygun güç (BHP) seçilmesi (Prado, 1990).

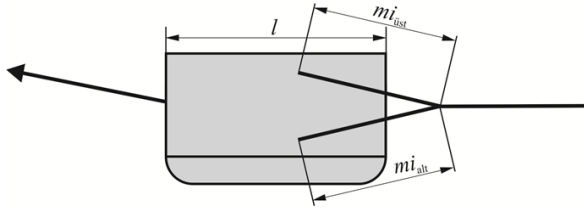
BHP (BG)	l (m)	h (m)	A (m ²)	W (kN)	W (t)
50-75	1,3	0,65	0,85	0,44	0,045
100	1,5	0,75	1,12	0,98-1,17	0,1-0,12
200	2	1	2	1,86-2,15	0,19-0,22
300	2,2	1,1	2,42	2,94-3,13	0,3-0,32
400	2,4	1,2	2,88	3,92-4,12	0,4-0,42
500	2,5	1,25	3,12	4,90-5,10	0,5-0,52
600	2,6	1,3	3,38	5,88-6,08	0,6-0,62
700-800	2,8	1,4	3,92	7,84-8,82	0,8-0,9

Kapı üzerine etkiyen kuvvetleri analiz ederken kullanılan kapı boyutlarına (h/l=1,3/2,6=0,5; A=3,38 m²) uygun güç seçimi (4) numaralı eşitlik yardımıyla yapılırsa, elde edilen BHP değeri 476,9 BG olacaktır. Bulunan BHP değeri tablodaki güç değerleri ile karşılaştırıldığında, ihtiyaç duyulan güç BG'ne yakın bir değer olarak bulunur. BHP ana makineye ait gücün (HP) %80'i olduğuna göre, trol teknesinin motor gücü yaklaşık 600 BG olması gerekmektedir.

Kapılarla İlgili Bazı Temel Problemler ve Çözüm Önerileri

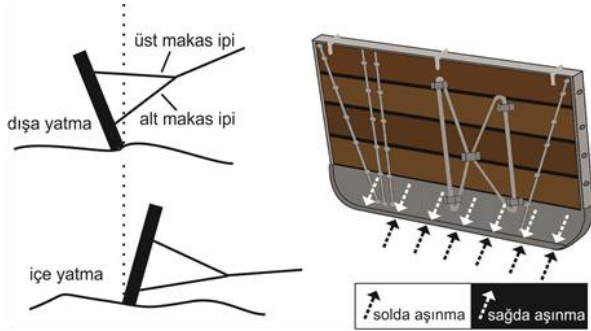
Trol kapısı trol ağının performansını etkileyen bir donam elemanıdır. Örneğin, ağırlık merkezinin saptanmasındaki hata, hatalı tasarım ve bağlantılar, zeminde arzu edilen pozisyonda ve oryantasyonda hareket etmesine engel olabilir. Trol kapısı daha fazla direnç yaratarak yakıt maliyetini artırabilir. Zeminde yaptığı tahribat kapının açısına veya büyüklüğüne göre daha fazla olabilir. Trol kapısının zeminde istenen açı ve yönde gitmesi trol ağının verimini artırır. Bu nedenle trol kapısının boyu (l) ve makas ipleri (miüst ve mialt) arasında zemine göre çeşitli ilişkiler kurulmaktadır. Genellikle üst makas ipi (miüst) trol kapısının boyuna eşit veya iki katı kadar olmalıdır (l=miüst veya l/2=miüst). Üst ve alt makas iplerinin uzunlukları eşit olmasına rağmen (miüst=mialt) bu eşitlik zemin tipine göre

değişebilir. Örneğin yumuşak-kumlu zeminlerde veya draganalık tabir edilen ölü bitki ve hayvan artıkları ve kavkılarının yoğun olduğu zeminlerde alt makas ipi ile üst makas ipi arasındaki eşitlik ($m_{alt} = m_{üst} + l \cdot x$) (Prado, 1990) şeklinde verilmektedir ($x=0,02-0,05$) (Şekil 10).

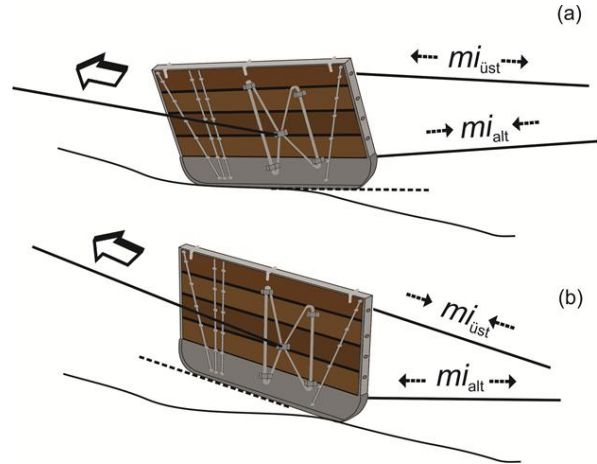


Şekil 10. Trol kapısına ait uygun yönün ayarlanması.

Kapı trol çekimi sırasında dışa doğru yatıyorsa, dirsek bağlantı uzunlukları artırılmalıdır (Şekil 11). Trol kapısının içe yattığı durumlarda ise, dirsek bağlantı uzunlukları kısaltılmalı veya kapı omurgasına ek ağırlık monte edilmelidir. Trol kapısı çekim sırasında zeminde ilerlerken, kapının arka tarafı zeminden kalkabilir (Şekil 12). Bu durumu önlemek için, üst makas ipi ($m_{üst}$) uzatılmalı ya da alt makas ipi (m_{alt}) kısaltılmalıdır. Ancak yukarı doğru çok az bir eğim kapıya iyi bir zemin teması sağlar. Kapıda aşağıya doğru bir eğim varsa, alt makas ipi uzatılır veya üst makas ipi kısaltılır.

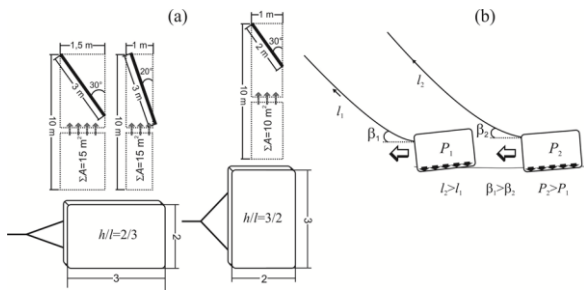


Şekil 11. Kapının çekim sırasında dirsek (bracket) bağlantılarına göre dışa yatma veya içe yatması.



Şekil 12. Kapının çekim sırasında makas iplerinin uzunluk ayarına göre yukarıya (a) veya aşağıya (b) doğru hareket etmesi.

Denizdeki sucul canlılara ait stokların sürdürülebilir şekilde sömürülebilmesi için av araçlarında iyileştirme çalışmaları son derece önemlidir. Kapılar, zemin yapısı, kapı dizaynı ve donamı, kapının ağırlığı, çekim hızı ve diğer operasyonel parametrelere bağlı olarak birkaç cm'den 25cm derinliğe kadar bir kanal açarlar (Arntz ve Weber, 1970; Caddy ve Iles, 1972; Krost vd., 1990; Jones, 1992; Valdemarsen ve Suuronen, 2001). Özellikle trol operasyonu öncesinde ve operasyon sırasında gerekli teknik önlemlerin alınması trol kapısının zemine yaptığı tahribatı azaltacak ve daha verimli çalışmasını sağlayacaktır. Trol kapısının zemine olan tahribatını azaltmak için alınması gereken tedbirler; h/l oranı yüksek kapı tasarımları seçmek, kapı açısını (θ) düşürmek, trol çekim derinliğine göre daha kısa çelik halat bırakmak veya trol kapısını zemine değmemesini sağlayacak donam yapmak şeklinde sayılabilir. Trol kapısının yükseklik/boy oranı (h/l ; 2/4) ise donam açısı 30° civarında olur. Bu oranın yüksek olması trol kapısının zemine yaptığı tahribat alanını azaltır. Örneğin; h/l oranı 2/3 olan bir kapının süpürme alanı, h/l oranı 3/2 olan kapıdan 1/3 oranında daha fazladır. Örneğin; 3 m boya sahip bir kapı 30° açı yaptığında 10 m'de 15 m^2 alan süpürürken, aynı kapı 20° 'de 10 m^2 alan taramaktadır (Şekil 13a). Trol kapısının süpürdüğü alan kapının açısıyla da ilgilidir. Çekim yönüne 30° açı yapan boyu 3 m olan bir kapı 10 m'de 15 m^2 'lik bir alanı süpürürken, aynı kapı 20° 'lik açı yaparsa bu alan yaklaşık 10 m^2 'ye düşer (Şekil 13a). Zeminde yapılan tahribatın azaltılması için mümkün olduğu kadar kısa çelik halat bırakmak gerekir. Bırakılan çelik halat uzunluğu arttıkça kapının zemine yaptığı basınç etkisi de artacaktır (Şekil 13b).



Şekil 13. a. İki farklı boyuta sahip trol kapısının süpürme alanı b. Tel halat uzunluğu ve zemindeki baskı

Trol operasyonu için verilen gerekli çelik halat uzunluğu, su derinliği ve çelik halat açısı tablosundan (Düzbastılar vd., 2003) 51,3 m su derinliği için gerekli çelik halat uzunluğu 150 m alındığından çelik halatın suya giriş açısı 20° olmaktadır. Aynı tablodan çekim derinliği 51,8 m alındığında çelik halat uzunluğu 200 m ve suya giriş açısı 15° 'ye karşılık gelmektedir. Her iki durumda da çekim derinlikleri (51,3 ve 51,8 m) benzer olmasına rağmen halat uzunlukları (150 ve 200 m) ve açılar (20° ve 15°) farklıdır. Kapının zemine yaptığı baskı (7) nolu eşitlik yardımıyla bulunabilir. Buradan da $P_2 > P_1$ (3,67 kN > 3,59 kN) olduğu görülmektedir.

$$P = W - T \cdot \sin \alpha$$

$$P_{20} = 3924 - T \cdot \sin 20 \quad P_{15} = 3924 - T \cdot \sin 15$$

$$P_{20} = 3924 - 0,34 \cdot T \quad P_{15} = 3924 - 0,26 \cdot T$$

$$P_{20} = 3588 \text{ N} \quad P_{15} = 3670 \text{ N} \quad (7)$$

Buna göre, 400 kg (3924 N) ağırlığında bir trol kapısının her iki durumda da halattaki gerilme ($T=100 \text{ kg}=981 \text{ N}$) sabit olduğunda zemindeki baskının şiddeti P_1 ve P_2 sırasıyla 3588 ve 3670 N olacaktır. Uzun halat (200 m) daha düşük giriş açısına (15°) ve daha yüksek zemin baskısına (3670 N) neden olacaktır.

Sonuç ve Öneriler

Yakıt tüketiminin toplam giderler içindeki payının düşürülmesi, hidrodinamik verimi yüksek, dayanıklı ve az bakım gerektiren bir tasarıma sahip olması, operasyonunun pratik ve basit olması trol kapısından istenilen özelliklerin başında gelmektedir. Trol kapılarının tekne motor gücüne uygun seçilmesi yakıt tüketimi artıran nedenlerden birisidir.

Trol kapısının bağlantıları yapılırken kapı açısının doğru ayarlanması çok önemlidir. Ağ performansı, yakıt tüketimi ve zeminde yaptığı olumsuz etkisi tamamen kapının uygun açılarda kullanımıyla ilgilidir. Makas iplerinin doğru hesaplanması kapı performansını etkileyen diğer bir faktördür. Özellikle zemin tipine göre değişen kapı açısı ve makas

iplerinin uzunlukları ağ performansını ve yakıt tüketimini olumlu yönde etkilemektedir (Prado, 1990). Özellikle kapılar arası mesafenin ölçülmesi, kapıların yayılım alanının hesaplanması ve kapı tasarımı için sualtında çalışabilen elektronik cihazlar, birçok bilgisayar programı ve matematiksel çözümler vardır (Carrothers, 1980; Prado, 1990; Hu vd., 1995; Reite ve Sorensen, 2006). Bunlardan yararlanılarak kapılar arası mesafe sahada ölçülebilir veya teorik olarak hesaplanabilir. Teknolojinin gelişmesiyle beraber optimum balıkçılık şartlarının sağlanabilmesi için çok farklı çözümler üretilmiştir. Ne yazık ki ülkemizde benzer çalışmalar ve uygulamalar yok denecek kadar azdır. Aslında mekaniğin uygulama alanlarından birisi olan deniz ortamı ile av araçlarının etkileşimi, daha etkin avcılık için son derece önemlidir. Bu amaçla 70'li yıllardan beri trol ağları ve elemanları ile ilgili çok çeşitli hidrodinamik çalışma yapılmış, çeşitli makale ve manüeller hazırlanmıştır (Fridman, 1973; Fridman vd., 1973; Nomura ve Yamazaki, 1975; Main ve Sangster, 1979; Carrothers, 1980; Nomura, 1985; Prado, 1990).

Dünyadaki uygulamalara bakıldığında çok farklı model ve büyüklükte trol kapısı kullanılmaktadır. Kullanılan bu kapılar avcılık performansını artırırken trol balıkçılığında en büyük maliyeti teşkil eden yakıt tüketimini önemli ölçüde azaltmaktadır. Türkiye trol balıkçılığında yıllar içerisinde tekne motor güçleri artmış, tekne boyları büyümüş, kullanılan ağların yapısı geliştirilmiştir. Buna rağmen hemen hemen bütün tekneler geleneksel yapıdaki dikdörtgen kapıları kullanılmaktadır (Tosunoğlu ve Aydın, 2007). Bu nedenle farklı kapı modellerinin Türkiye trol balıkçılığında denemelerinin model ve prototip düzeyde yapılarak performanslarının ortaya konması sürdürülebilir bir balıkçılık için gereklidir.

Nomenklatur

F_D	Sürükleme kuvveti (N^*) ($N^*(1N=9,81=10^{-3} t; 1kN=10^3 N)$)	θ_1	Çelik halatın x eksenine olan açısı ($^\circ$)
F_L	Kaldırma kuvveti (N)	θ_2	Palamar halatının x eksenine olan açısı ($^\circ$)
F_B	Yüzerlik kuvveti (N)	F_1	Çelik halattaki gerilme kuvveti (N)
W	Trol kapısının ağırlığı (N)	F_2	Çekme kuvveti (N)
F_F	Sürtünme kuvveti (N)	F_3	Çelik halatın çekme kuvveti (N)
F_T	Gerilme kuvveti (N)	F_{10}	Palamar halatındaki gerilme kuvveti (N)
C_D	Sürükleme katsayısı (N)	F_{12}	Palamar halatının çekme kuvveti (N)
C_L	Kaldırma katsayısı	F_{13}	Sürükleme kuvveti (ağ direnci) (N)
ρ	Deniz suyunun yoğunluğu (kgm^{-3})	F_R	Bileşke kuvvet (N)
A	Trol kapısının alanı (m^2)	HP	Ana makinenin motor gücü (BG)
v	Trol çekim hızı (ms^{-1})	BHP	Fren motor gücü (BG)
d_1	Çelik halat çapı (mm)	L	Trol kapısının boyu (m)
d_2	Palamar halatı çapı (mm)	H	Trol kapısının yüksekliği (m)
h_1	Çelik halat uzunluğu (m)	h/l	Yükseklik/boy oranını
h_2	Palamar halatı uzunluğu (m)	W_0	Trol kapısının sudaki ağırlığı (N)
h_1	Kapı ile trol ağı eksenini arasındaki mesafe (m)	α	Donam açısı ($^\circ$)
h_2	Trol ağız açıklığının yarısı (m)	P	Kapının zemine yaptığı baskı şiddeti (N)
T	Çelik halattaki gerilme (N)		

Kaynakça

- Amtz, W.E., Weber, W. 1970. Cyprina islandica L. (Mollusca, Bivalvia) als Nahrung von Dorsch und Kliesche in der Kieler Bucht. Berichte der Deutschen Wissenschaftlichen Kommission für Meeresforschung 21:193-209.
- Bankston, J.D. 1988. Otter Doors and fuel consumption. Louisiana Cooperative Extension Service, DB78002. 13p.
- Bessonneau, J., Marichal, D. 1998. Study of the dynamics of submerged supple nets (applications to trawls). *Ocean Engineering*, 7:563-583.
- Caddy, J. F., Iles, T.D. 1972. Underwater observations on herring spawning grounds on Georges Bank. *Research Bulletin of the International Commission on Northwest Atlantic Fisheries*, 10:13-39.
- Carrothers, P.J.G. 1980. Estimation of trawl door spread from wing spread. *Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science*, 1:81-89.
- Cheesley, N.R., Gates, B.P. 1988. Trawl door development. World Symposium on Fishing Gear and Fishing Vessel Design 1988. Ed. S, Gail Fox and Julie Huntington. The Newfoundland and Labrador Institute of Fisheries and Marine Technology, Canada. 291-296pp.
- De la Cueva, M. 1974. Artes y aparejos Tecnología pesquera. Subsecretaria de la Marina Mercante, 258 p.
- Düzbastılar, O., Tosunoğlu, Z., Kaykaç, M.H. 2003. Resistance calculation of the conventional and tailored demersal trawl nets with their gears theoretically (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 20(1-2):15-25.
- Engas, A., Godo, O.R. 1986. Influence of trawl geometry and vertical distribution of fish non sampling with bottom trawl. *Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science*, 7:35-42.
- FAO. (2011), <<http://www.fao.org/fishery/geartype/103>>, 8 January 2012.
- FAO. 1974. Otter board design and performance, FAO, Fishing Manuals. Rome, Italy, 97p.
- Ferro, R.S.T. 1981. Choosing the size of suberkrub trawl boat to suit a pelagic-type four – Panel Trawl. *Scottish Fisheries Information Pamphlet*. No: 6. 7p.
- Ferro, R.S.T., B. Ritchie. 1984. Some aids to the design of suberkrub otterboards. *Scottish Fisheries Information*, 9:1-11.
- Folch, A., Prat, J., Antonijuan, J. 2007. <<http://upcommons.upc.edu/eprints/handle/2117/1014?locale=en>>, 08 January 2012.
- Fridman A. L. 1973. Theory and design of commercial fishing gear, Chapter X-XI, Translated from Russian. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem.
- Fridman A. L., M. Rozenshtein, M., Lukashov, U.N. 1973. Design and testing of trawls. Translated from Russian, Published for the NMFS, NOAA, US Dep. of Commerce and Natural Science Found, Washington D. C.
- Gabriel, O., Lange, K., Dahn, E., Wendt, T. 2005. Von Brandt' s Fish cathing methods of the world, Fourth Edition, Blackwell Publishing. 534 p. <<http://www.crimond.com/bison.htm>>, 08 January, 2012.
- Hu, F., Matuda, K., Tokai, T., Haruyuki, K. 1995. Dynamic analysis of midwater trawl system by a two-dimensional lumped mass method. *Fisheries Science*, 61:229-233.
- Jones, J.B. 1992. Environmental impact of trawling on the seabed: a review. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 26:59-67.
- Koyama, T. 1971. A calculation method for matching trawl gear to towing power of trawlers, p. 352-358. In H. Kristjónsson [eds.], Modern fishing gear of the world.
- Krost, P., Bernhard, M., Werner, F., Hukriede, W. 1990. Otter trawl tracks in Kiel Bay (Western Baltic) mapped by side-scan sonar. *Meeresforschung*, 32:344-353.
- Kwidzinski, Z. 1988. A New trawl door for pelagic trawl, World Symposium on Fishing Gear and Fishing Vessel Design (Eds. Gail Fox and Julie Huntington). The Newfoundland and Labrador Institute of Fisheries and Marine Technology, Canada. 297-299.
- Lee, C., Lee, J. 2000. Modeling of a midwater trawl system with respect to the vertical movements. *Fisheries Science*, 66:851-857.
- Lee, C.W, Lee, J.H., Cha, B.J., Kim, H.Y., Lee, J.H. 2005. Physical modeling for underwater flexible systems dynamic simulation. *Ocean Engineering*, 32:331-347.
- Main, J., Sangster, G.I. 1979. A study of bottom trawling gear on both sand and hard ground. *Scottish Fishery Research report journal*, 14-15p.
- Main, J., Sangster, G.I. 1981. A study of the sand clouds produced by trawl boards and their possible effect on fish capture. Scottish Fisheries Research Report No. 20. Department of Agriculture and Fisheries for Scotland.
- Nomura, M., Yamazaki, T. 1975. Fishing Techniques I. Japan International Cooperation Agency (JICA), Tokyo, 206 p.
- Nomura, M. 1985. Fishing techniques III, Discussion on net and rope material, basic gear behaviour in fishing operation, model net experiment system and fishing instruments. Japan International Cooperation Agency. (JICA), Tokyo, 108 p.
- O'Neill, F. 1999. Axisymmetric trawl cod-ends made from netting of a generalized mesh shape. *IMA Journal of Applied Mathematics*, 62:245-262.
- Özbilgin, H., Kinacigil, H.T., Ilkyaz, A.T. 2002. Fish behaviour in relation to bottom trawling (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 19(1-2):259-266.
- Park, H. 2007. A method for estimating the gear shape of a midwater trawl. *Ocean Engineering*, 34:470-478.
- Pattersen, R.N., Watts, K.C. 1985. The otter board as a low-aspect-ratio wing at high angles of attack; Some theoretical aspects. *Fisheries Research*, 3:351-372.
- Pattersen, R.N., Watts, K.C. 1986. The otter board as a low-aspect-ratio wing at high angles of attack; an experimental study. *Fisheries Research*, 4:110-130.
- Prado, J. 1990. Fisherman's Workbook. Fishing News Books.180p.
- Prat, J., Antonijuan, J., Folch, A., Sala, A., Lucchetti, A., Sarda, F., Manuel, A. 2008. A simplified model of the interaction of the trawl warps, the otterboards and netting drag. *Fisheries Research*, 94:109-117.
- Rad, S., Delioglan, S. 2008. Economic structure and performance of trawlers in Taşucu (Turkey) (in Turkish with English abstract). *Journal of FisheriesSciences.com*, 2:216-223.
- Reite, K.J., Sorensen, A. 2006. Mathematical modeling of the hydrodynamic forces on a trawl door. *Journal of Ocean Engineering*, 31:432-453.
- Sahrhage, D., Lundbeck, J. 1992. A History of Fishing. Siprenger-Verlag Berlin Heidelberg. 348p.

- Sala, A., Farran, S., Antonijuan, J.A.P., Lucchetti, A. 2009. Performance and impact on the seabed of an existing- and an experimental-otterboard: Comparison between model testing and full-scale sea trials. *Fisheries Research*, 100:156-166.
- Sainsbury, J.C. 1996. Commercial Fishing Methods an Introduction to vessels and Gears. 3rd Edition. Fishing News Books. 359p.
- SEAFISH. 1983. Chambered tarwl Doors trials. SEAFISH Technical Report No; 217, 66p.
- SEAFISH. 1995. Guidelines for the Construction and Rigging of Common Vee Doors. Ref: 1995/30/FG - V3. 24.
- SEAFISH, IFREMER, DIFTA. 1995. Otterboard performance and behaviour. Commission of the European Communities FAR. Contract No. 1 214. 209p.
- SEAFISH. 2009. Trawl door rigging. Research and Development Fact Sheet, FS44 1209, 5p.
- SEAFISH. 2010. Calculating spread of Trawl door. Research and Development, Cathing Sector Fact Sheet, FS38, 7.
- Suzuki, K., Takagi, T., Shimizui, T., Hiraishi, T., Yamamoto, K., Nashimoto, K. 2003. Validity and visualization of a numerical model used to determine dynamic configurations of fishing nets. *Fisheries Science*, 69:695-705.
- Süberkrüp, F. 1959. Otter boards for pelagic trawling. In: Modern Fishing Gera of the World, ed H. Kristjónsson. Fishing News Books, London, 359-360.
- Tosunoğlu, Z., Aydın, C. 2007. Technical characteristics of demersal trawl nets recently used in the Turkish coast of the Aegean Sea. *Journal of FisheriesSciences.com*, 1:184-187.
- Trechev, A.I. 1978. Application of fished volume method for measuring fishing effort. ICES Cooperative Research Reports No. 79, 54p
- Urquhart, G.G., Stewart, P.A.M. 1993. A review of techniques for the observation of fish behavior in the sea. ICES Marine Science Symposium, 196:135-139.
- Ünal, V. 2004. Viability of trawl fishing fleet in Foça (The Aegean Sea), Turkey and some advices to central management authority. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 4:93-97.
- Valdemarsen, J.W., Suuronen, P. 2001. Modifying Fishing Gear to Achieve ecosystem objectives. Reykjavik Conference on Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem, Reykjavik, Iceland, 1-4 October, 2001.
- Vincent, B., Marichal, D. 2006. Modelling the dynamics of trawl doors in a trawl gear. In: Lee, Chun-Woo (Ed.), Proceedings of the seventh international workshop on methods for the development and evaluation of maritime technologies. Contributions on The Theory Of Fishing Gears and Related Marine Systems, vol. 4. Busan, Korea, 71-79.
- Wan, R., Hu, F., Tokai, T. 2002. A static analysis of the tension and configuration of submerged plane nets. *Fisheries Science*, 68:815-823.
- Wardle, C.S. 1983. Fish reaction to towed fishing gears. In 'Experimental Biology at Sea', Eds. A. G. MacDonald and I. G. Priede (Academic Press), 167-195.