

600 Gözlü Geleneksel Dip Trol Ağının 1/10 Ölçekli Model Denemesi

*M. Hakan Kaykaç, Zafer Tosunoğlu, Adnan Tokaç

E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye
*E mail: hakan.kaykac@ege.edu.tr

Abstract: *1/10 scale model net experiment of 600 meshes conventional bottom trawl net.* This research comprises 1/10 scale model results of 600 mesh conventional bottom trawl net which was made according to Tauti's model law. It was carried out with nine experiments in flume tank with three different buoyancy forces (133.4, 96 and 0 kg) and towing speeds (2, 2.5 and 3 mile/hour). The variations in the gear geometry (net resistance, vertical opening and mouth area) were measured in relation to towing speed and buoyancy forces. It was observed increase of the net resistance, decrease of vertical opening and to become narrow net mouth area by increasing the towing speed. It was determined a negative relationship between towing speed and vertical opening and a positive relationship between towing speed and the net resistance. The relationships between net resistance and towing speed in the test made by amount of different buoy were obtained as $R_{133.4}=343.1V^{1.5}$, $R_{96}=360.2V^{1.4}$ and $R_0=171.3V^{1.5}$. Increasing amount of the buoy was increased vertical opening of the net but was created an increasing resistance on the net. According to results of model net experiments full scale gear should be towing speed at 2-2.5 mile/hour. In additional, investigation of model net conclusion in flume tank was determined that need to be structural improvements on wing, dan-leno gear and model parts of the conventional net.

Key Words: Conventional bottom trawl net, model net, flume tank, net resistance, towing speed.

Özet: Bu çalışma, Tauti'nin model kurallarına bağlı kalınarak 1/10 ölçekli modeli yapılan 600 gözlü geleneksel dip trol ağının model deneme sonuçlarını içermektedir. Akıntı tankında, üç farklı çekim hızı (2, 2.5 ve 3 mil/saat) ve üç farklı yüzdürme kuvvetinde (133.4, 96 ve 0 kg) toplam dokuz deneme gerçekleştirilmiştir. Çekim hızına ve yüzdürücü miktarı ile ilişkili olarak ağ geometrisindeki değişiklikler (ağ direnci, dikey ağız açıklığı ve ağız alanı) ölçülmüştür. Çekim hızı artışı ile ağ üzerindeki direncin arttığı, dikey ağız açıklığının azaldığı ve ağ ağız alanında daralma olduğu gözlemlenmiştir. Çekim hızı ile direnç arasında doğru orantılı, dikey ağız açıklığı ile ters orantılı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Farklı yüzdürücü miktarları ile yapılan testlerde hız ile direnç arasında ilişki $R_{133.4}=343.1V^{1.5}$, $R_{96}=360.2V^{1.4}$ ve $R_0=171.3V^{1.5}$ olarak elde edilmiştir. Yüzdürücü miktarındaki artış ağız dikey ağız açıklığını artırmış fakat ağ üzerinde artan bir direnç yaratmıştır. Model ağda elde edilen deneme sonuçlarına göre, gerçek boyuttaki ağ 2-2,5 mil/saat hızda çekilmelidir. Ayrıca, akıntı tankındaki model ağın görüntülerinin incelenmesi sonucunda geleneksel ağın kanat, maça ve model bölümlerinde yapısal iyileştirmelere gereksinim olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Geleneksel dip trol ağı, model ağ, akıntı tankı, ağ direnci, çekim hızı.

Giriş

Türkiye demersal su ürünleri avcılığının büyük bir bölümü, ithal edilen az sayıdaki trol ağı hariç, düşük verimli alçak ağız açan dip trol ağları ile gerçekleştirilmektedir (Tokaç ve Albaz, 1991). İki görünümü geleneksel dip trol ağlarında bugüne kadar av verimini artırma çabası ile ağların yapısında genellikle, büyüklük ve materyal üzerinde değişiklikler yapılarak geliştirme çabası içerisinde bulunmuşlardır. Balıkçılık teknolojisi gelişmiş olan ülkelerde farklı zemin ve türlere özgü çok çeşitli dip trol ağları geliştirilmekte ve kullanılmaktadır. Trol ağlarındaki bu gelişimin oluşmasında akıntı tankı kullanılarak yapılan model denemeleri büyük rol oynamaktadır.

Türkiye'deki geleneksel dip trol ağının normal çekim koşullarında performans ve verimlilikleri (Anonim, 1993; Kaykaç, 1998; Tosunoğlu ve diğ., 2002; Düzbastılar ve diğ., 2003) ile model denemeleri (Tokaç, 1993) üzerine sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Orijinal büyüklükteki trollerden değişik yöntemler ile alınan performans değerleri en doğru sonuçları yansıtırsa da, bu yöntemler fazla efor veya teknik donanım gerektirmektedir. Oysa model denemelerinde

değişkenlere (çekim hızı, yüzdürücü, materyal vs.) kolayca müdahale edilebilmesi ve ucuz bir yöntem olması nedeni ile bu yöntem bilim adamları ve ağ tasarımcıları tarafından daha fazla tercih edilmektedir (Nomura ve Yamazaki, 1977; Fıridman, 1973; Wileman ve diğ., 1989). Çeşitli yöntemler ve değişik modelleme kuralları, balıkçılık ağlarının model denemeleri için uygulanmakta ve kullanılmaktadır (Tauti, 1934, Dickson 1961, Kawakami 1964, Fridman 1973).

Tokaç ve Albaz (1991) 7 farklı grupta 18 adet trol ağının model denemelerini gerçekleştirmiş, Türkiye denizlerinde kullanılan dip trol ağlarının verimliliklerini çok düşük değerlerde olduğunu tespit etmişlerdir. Çekim hızına bağlı olarak trol ağının göstereceği performans, ağın verimliliğini olumlu yada olumsuz yönde etkiler (Tokaç, 1993). Bu çalışmada, batırıcı miktarı sabit olmak koşulu ile üç farklı yüzdürme kuvveti ve üç farklı çekim hızında model ağda meydana gelen direnç değişiklikleri, dikey ağız açıklığı ve ağın geometrisindeki değişimler tespit edilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Çalışmanın materyalini, Türkiye denizlerinde yaygın olarak

kullanılan 600 gözlü geleneksel dip trol ağının 1/10 ölçekli modeli oluşturmaktadır (Tosunoğlu ve diğ. 1996). Model denemeleri, Tokyo Balıkçık Üniversitesine ait akıntı tankında gerçekleştirilmiştir.

Mekaniksel ve geometriksel benzerlik kurallarına bağlı kalınarak model ile gerçek büyüklükteki trol ağı arasındaki orantı ölçeğinin 1/10, ağ göz büyüklüğü ve ip kalınlığı arasındaki oranının ise 1/4 olmasına özen gösterilmiştir. Ölçek test tankının büyüklüğü veya havuz ölçüleri, deneme maliyeti vb. şartlara göre seçilmektedir. Model teorisi ve ağın hidrodinamik dirençleri üzerine yapılan kurallar bazı varsayımlara dayandırılarak yapılmaktadır (Tauti, 1934).

Model ağ ile gerçek büyüklükteki ağ arasındaki ilişki aşağıda belirtilen kurallara bağlı kalınarak gerçekleştirilmiştir (Nomura ve Yamazaki, 1977).

1. Model (λ_m) ve gerçek büyüklükteki ağ (λ_g) arasında ölçeğin

$$\lambda_m / \lambda_g = \Lambda = 1/10$$

olmasına ki bu oran tank büyüklüğü ve maliyet gibi bazı koşullara bağlı kalınarak belirlenmektedir.

2. İp kalınlığı (D) ve ağ göz boyu (L) arasındaki oranın

$$D_m / D_g = L_m / L_g = M = 1/4$$

olmasına ki Λ ve M 'in aynı oran alınması şart değildir

3. Kullanılan ağların yoğunlukları (ρ_m =model, ρ_g =gerçek büyüklükteki ağ) arasındaki ilişkiye bağlı kalınması

$$D_m(\rho_m - 1)/D_g(\rho_g - 1) = V^2$$

Çalışmada model ağ yapımı için polietilen (PE) malzeme teminin zor olması nedeni ile poliamid (PA) malzeme tercih edilmiştir. Gerçek büyüklükteki ağın PA malzemeden yapıldığı kabul edildiğinde ve $\rho_m = \rho_g$ eşitliği sağlanır. Buna göre yukarıdaki eşitlik;

$$D_m/D_g = V^2$$

4. Model ve gerçek büyüklükteki trol ağlarının arasındaki çekim hızları (V) arasındaki ilişki

$$V_m / V_g = V^2 = 1/4$$

5. Gerçek büyüklükteki ağ ile model arasındaki hidrodinamik direnç ile ağların yüzdürücü ve batırıcı miktarlarının orantıları belirtilen eşitlikteki gibi olmasına özen gösterilmiştir.

$$F_m / F_g = \Lambda^2 \cdot V^2 = (1/10)^2 \cdot 1/4$$

Yukarıdaki kurallara bağlı kalınarak oluşturulan gerçek büyüklükteki ve model boyuttaki ağ değerleri Tablo 1'de görülmektedir.

Model ağ denemesinde üç farklı çekim hızında (2, 2,5 ve 3 mil/saat) ve üç farklı yüzdürme kuvvetinde (133,4, 96 ve 0 kg) meydana gelen direnç değişiklikleri ve ağdaki geometri-performans değişimleri incelenmiştir. Yüzdürme kuvveti, 25 adet büyük (9,6 gr) ve 24 adet küçük (3,9 gr) PVC materyalden yapılmış yüzdürücüler kullanılarak sağlanmıştır. Model ağda batırıcı olarak 10 m zincir (37,5 gr/m) kullanılmıştır. Model ağın bir dip trolü olması da göz önünde bulundurulurken, tüm denemeler boyunca kullanılan ağırlık miktarları değiştirilmemiştir.

Kapı modeli kullanılmadan her bir kanatta oluşan direnç, direnç ölçer alet ile tespit edilmiştir. Daha sonra kanatlar üzerinde oluşan dirençler toplanarak, model ağ üzerinde meydana gelen toplam direnç hesaplanmıştır. Ölçüm sopaları ağın dikey ağız açıklığının belirlenmesinde kullanılmıştır.

Model ağda yapılan tüm bu denemeler sonucunda elde edilen değerler aşağıdaki dönüşüm formülleri ile gerçek büyüklükteki ağ değerlerine dönüştürülmüştür.

$$\text{Hız} \quad V = V_m \times 3,846$$

$$\text{Direnç} \quad R = R_m \times 400$$

$$\text{Yükseklik} \quad h = h_m \times 10$$

Model ağda meydana gelen değişiklikleri daha sonra tekrardan detaylı olarak incelenmek üzere tüm çalışma video kamera kayıtları ile kaydedilmiştir.

Tablo 1. Gerçek büyüklükteki ve model ağın yapısal değerleri (L: Ağ göz boyu, D: İp kalınlığı).

Gerçek büyüklükteki ağ

Ağın bölümleri	Göz Sayısı			L (mm)	D (mm)	Materyal
	Başlangıç	Bitiş	Derinlik			
Kanat	66	200	100	100	2	PE
Sardon	15	15	142	70	2,4	PP
Modeller	80	20	60	80	1,6	PA
Kann	600	600	215	44	1,6	PE
Tünel	500	500	120	44	1,6	PE
Uzatma 1	400	400	120	44	1,6	PE
Uzatma 2	300	300	70	44	1,6	PE
Torba	200	200	115	44	1,6	PE
Mantar yaka boyu				22 m		PP
Kurşun yaka boyu				30 m		COMB

Model ağ

Ağın bölümleri	Göz Sayısı			L (mm)	D (mm)	Materyal
	Başlangıç	Bitiş	Derinlik			
Kanat	26	80	40	25	0,5	PA
Sardon	6	6	57	17,5	0,6	PA
Modeller	32	32	8	20	0,4	PA
Kann	240	240	86	11	0,4	PA
Tünel	200	200	48	11	0,4	PA
Uzatma 1	160	160	48	11	0,4	PA
Uzatma 2	120	120	28	11	0,4	PA
Torba	80	80	46	11	0,4	PA
Mantar yaka boyu				2,2 m		PP
Kurşun yaka boyu				3,0 m		PP

Bulgular

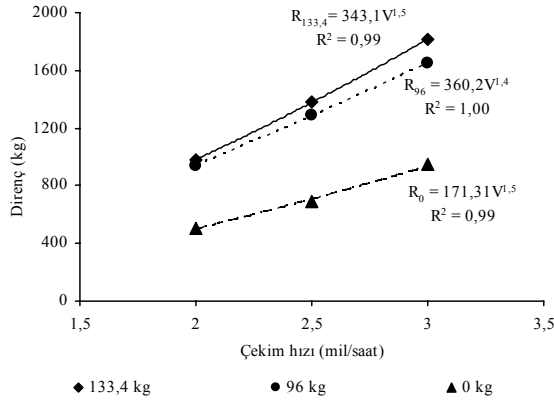
Bu çalışma akıntı tankında toplam 9 deneme ile gerçekleştirildi. Model test sonuçları, dönüşüm formülleri ile gerçek büyüklükteki ağ değerlerine dönüştürülmüş değerleri Tablo 2'de görüldüğü gibidir.

Tablo 2. Gerçek büyüklükteki ağ değerlerine dönüştürülmüş değerler (R: Direnç).

Çekim hızı (mil/saat)	133,4 kg		96 kg		0 kg	
	R (kg)	Dikey ağız açıklığı (m)	R (kg)	Dikey ağız açıklığı (m)	R (kg)	Dikey ağız açıklığı (m)
2	980	3	940	2,8	504	****
2,5	1384	2,5	1284	2,1	688	****
3	1812	2,2	1648	2,0	944	****

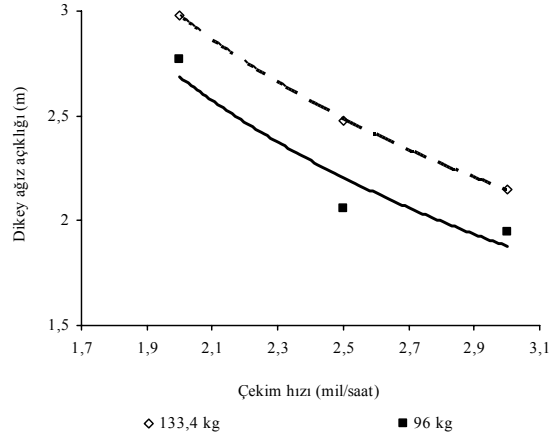
Model ağ üzerindeki farklı yüzdürücü miktarları ile değişen direnç arasındaki ilişki grafik halinde gösterilmiştir. Grafik üzerindeki denklemler, gerçek büyüklükteki ağın değişen yüzdürücü miktarlarına göre direnç ile hız arasındaki ilişkisini göstermektedir. Tüm test sonuçlarına göre, hız artışı ile ağdaki direncin arttığı tespit edilmiştir (Şekil 1).

133,4 kg yüzdürme kuvveti ile yapılan denemede direnç ile hız arasındaki ilişki $R_{133,4}=343,1.V^{1,5}$, 96 kg yüzdürme kuvveti ile $R_{96}=360,2.V^{1,4}$ ve yüzdürücü kullanılmadan yapılan denemede ise $R_0=171,3.V^{1,5}$ olduğu tespit edilmiştir. Hiç yüzdürücü kullanılmadan yapılan denemede, ağdaki direnç çok düşük değerlerde olduğu belirlenmiştir. Buna rağmen bu denemede de hızın artışı ile direnç miktarında artış olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte, yüzdürücü miktarlarında ki artışa paralel ağın maruz kaldığı direncin arttığı ve ağ üzerinde ekstra bir direnç yarattığı tespit edilmiştir.



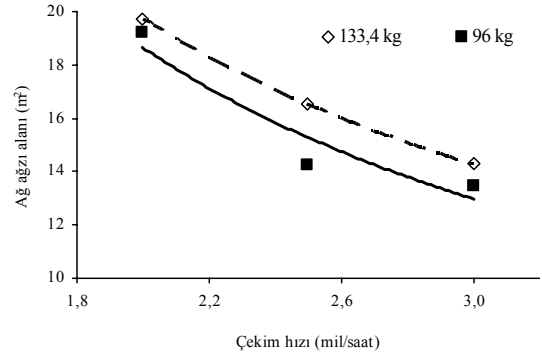
Şekil 1. Farklı yüzdürme kuvvetlerinde hız ve direnç arasındaki ilişki.

133,4 ve 96 kg'lık yüzdürme kuvvetine sahip yüzdürücüler ile değişen hızlar altında farklı dikey ağız açıklıkları tespit edilmiştir. Hız arttıkça model ağın dikey ağız açıklığının azaldığı gözlemlenmiştir. Hız artışına bağlı olan dikey ağız açıklığının azalması, farklı yüzdürme kuvvetine sahip denemelerde de aynı sonucu vermiştir. Fakat yüzdürücü kullanılmadan yapılan denemelerde, ağın çok az bir açıklık sağlaması ve hıza bağlı değişen belirgin bir dikey ağız açıklığı olmaması nedeniyle, ölçüm sopsasıyla herhangi bir değer tespit edilememiştir. Model denemeleri, trol ağı üzerindeki yüzdürücü sayısını artırdığımızda, dikey ağız açıklığı değerinin arttığı bununla birlikte ağ üzerindeki toplam direncin de arttığı tespit edilmiştir. Düşük çekim hızlarında yüzdürücülerin daha etkin bir dikey ağız açıklığı sağladığı görülmüştür. Çekim hızının artışıyla model ağın dikey ağız açıklığında bir azalma ve ağda bir kapanma olduğu gözlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Çekim hızına bağlı dikey ağız açıklığı arasındaki ilişki.

Trol ağında, ağın çekim yönünün tersinde trol ağına bakıldığında bu bölgenin tam bir elips olmasa da bir elipse benzediği görülmektedir. Bu elipsin alanının hesaplanması ile ağın ağız alanı tespit edilmiştir. Şekil 3'e baktığımızda farklı yüzdürme kuvvetlerindeki ağ ağız alanı ile çekim hızı arasındaki ilişkide de ters bir orantı olduğu belirlenmiştir. Çekim hızı artırdıkça yüzdürücü kuvvetin her iki koşulunda da ağ ağız alanı azalmaktadır. Üç farklı çekim hızındaki ortalama değerler ile 133,4 kg yüzdürücü kullanılarak yapılan denemede ağın ağız alanının 16,7 m² ve 96 kg'lık yüzdürücü kullanılarak 15,2 m² alan oluşturduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3. Çekim hızı ile ağ ağız alanı arasındaki ilişki.

Tüm denemeler boyunca yapılan video kayıtlarının incelenmesi sonucunda trol ağının artan çekim hızları karşısında dikey ağız açıklığının azaldığı ve trol ağının geometrisinde daralmalar olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte başlangıçta daha açık olan ağ gözlerinde az da olsa kapanmalar görülmüştür. Geleneksel ağ üzerinde ağın ağız açılımını sağlaması için kullanılan üst ve alt model parçalarının, artan hızlarda donamlarından dolayı ağ üzerinde geniş açıklıklar oluşturduğu ve ağın geometrisini etkilediği görülmüştür. Model trol ağının kanat bölümündeki maçaların ağın dikey ağız açıklığını olumsuz yönde etkilediği ve bu

kısımlarda kullanılan yüzdürücüler ile açması sağlanırken, artan hızlarda ağın kanat uçlarının zeminden azda olsa havalandığı görülmüştür.

Tartışma ve Sonuç

Geleneksel dip trol ağının modeli yapılarak gerçekleştirilen bu çalışmada, çekim hızının, kullanılan yüzdürücü miktarlarının ağ üzerindeki direnci arttırdığı belirlenmiştir. Trol ağı çekim esnasında su içerisinde suyun direnci ile karşılaşır ki bu direnç çekim hızına bağlı suyun hidrodinamik direnci olup ağın çekim yönünün tersinde oluşmaktadır (Düzbastılar ve diğ., 2003). Trol ağı ve çekim hızı arasındaki ilişki grafiksel olarak incelendiğinde hız ile direnç arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Trol ağları üzerine yapılan bir çok çalışma, çekim hızının artışıyla ağın direncinin artışı yönündedir (Fridman, 1973; Tokaç ve Alpbaz, 1991; Tokaç, 1993). Trol ağındaki direnç ve çekim hızı arasında $R=k.V^n$ ilişkisi olduğu bilinmektedir. Bu ilişkide n değerinin 2'ye yakın olması ağın daha stabil yapıda olduğunu göstermektedir ki bu değer trol ağlarında genelde tam 2 olmayıp 2'ye yakın değerdedir (Nomura ve Yamazaki, 1977). Farklı yüzdürücü miktarları ile elde edilen direnç hız ilişkisinde n değerleri sırası ile 1,5, 1,4 ve 1,5 olarak tespit edilmiştir.

Trol ağları için optimum çekim hızının belirlenmesi ağın karşılaşıacağı direnç ve av verimi bakımından önemlidir (Fridman, 1973). Optimum çekim hızının üzerindeki hızlarda, ağdaki direncin arttığı ve geminin motor gücünü zorlayarak yakıt tüketimini artırdığı bilinmektedir (Fiorentini ve Cosimi, 1998). Model denemesi gerçekleştirilen bu ağ için kullanılan bu yüzdürücü miktarlarına göre optimum çekim hızının 2-2,5 mil/saat olması gerektiği tespit edilmiştir. 3 mil/saat hızda ağın ekstra bir dirence maruz kaldığı belirlenmiştir. Düzbastılar ve diğ., (2003) 2-2,5 mil/saat'lik çekim hızının üzerindeki hızlarda direnç artışının çok yüksek değerlerde olması nedeniyle diğer faktörlerde göz önüne alındığında geleneksel dip trol ağı için en uygun çekim hızının 2-2,5 mil/saat olduğunu belirtmiştir.

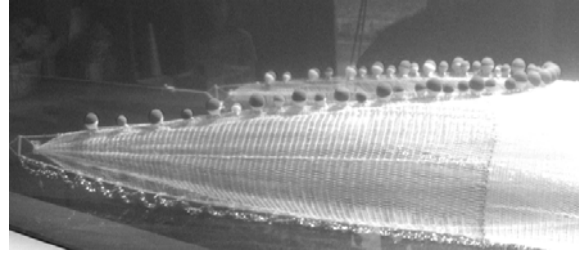
Model ağ üzerinde kullanılan yüzdürücü miktarlarındaki artışın direnci de arttırdığı tespit edilmiştir. Bu durum hiç yüzdürücü kullanılmadan ve yüzdürücü kullanılarak yapılan denemelerde daha belirgin şekilde görülmüştür. Ağ üzerinde ağın ağız açıklığını arttırmak için kullanılan yüzdürücüler ekstra bir direnç yaratmaktadır (Fridman, 1973). Bu nedenle dip trol ağında, ağın dikey ağız açıklığını artıracığı düşüncesiyle kullanılan yüzdürücü miktarının bilinçsizce artırılmasının doğru olmadığını göstermektedir.

Geleneksel ağda fazla yüzdürücü kullanılarak yapılan denemeler az yüzdürücü kullanılarak yapılan denemelere göre tüm çekim hızlarında daha fazla dikey (vertikal) ağız açıklığı sağlamıştır. Hız artışıyla dikey ağız açıklığının azaldığı, hız ile dikey ağız açıklığı arasında ters bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Nomura (1951) trolde kullanılan fazla yüzdürücünün düşük çekim hızlarında dikey ağız açıklığını artırdığını fakat artan hızla bu açıklığın giderek azaldığı ve etkisini kaybettiğini bildirmiştir. Fiorentini ve Cosimi (1988) ve Tokaç (1993) hız artışıyla trol ağının dikey ağız açıklığı düştüğü, yüksek

hızlarda ağın belirli bir oranda kapandığı tespit etmişlerdir. Dip trollerinde çekim hızındaki değişimler yukarıdaki sebeplerden dolayı av verimini ve trol geometrisini etkiler (Carrothers, 1981). Model denemesinde düşük çekim hızlarında dikey ağız açıklığının yüksek değerlerde olduğu belirlenmiştir. Trol ağının dikey ağız açıklığında ağın maksimum gerilmiş ağız çevresine sahip olmasının da etkisi vardır (Tokaç ve Alpbaz, 1991).

Model trol ağının kanatlarının toplanarak makas ipleri ile maçalara donatılması, artan çekim hızlarında ağın dikey ağız açıklığını etkilediği gözlenmiştir (Şekil 4). Makas iplerinin uygun donam özelliklerinde olmaması ve maçalara kısa olarak donatılması, kanatların değişen hızlarda kasılarak daralmasına neden olduğu görülmüştür. Tosunoğlu ve diğ., (2002) geleneksel ağlarda daha yüksek performans elde etmek için kanatlarda uzun makas ipleri kullanılarak ve uzunluk kazandırılarak maçalara birleştirilmesi gerektiğini bildirmiştir.

Geleneksel dip trol ağları Türkiye balıkçılığı üretiminde önemli bir yer teşkil etmektedir. Bu ağların verimliliğinde, ağın dikey ağız açıklığı ve optimum çekim hızı dolayısı ile ağ üzerindeki direnç ve ortam koşulları etkin bir rol oynamaktadır.



Şekil 4. Model ağda uygulanan maça donamı ve ağ üzerindeki etkisi.

600 gözlü geleneksel dip trol ağı için 2-2,5 mil/saat'lik çekim hızlarının en uygun çekim hızı olduğu fakat 2,5 mil/saat'in üzerindeki hızlarda bu ağın performansını olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir. Yüzdürücü miktarının ağın dikey ağız açıklığında etkili olduğu gibi aşırı miktarda kullanılmasının ekstra bir direnç yarattığı belirlenmiştir. Bu çalışma, bu ağ için en uygun yüzdürücü miktarının belirlenmesi için ön bir bilgi verse bile kullanılacak yüzdürücü miktarı için daha detaylı model çalışmalarına gereksinim vardır.

Teşekkür

Bu çalışmayı gerçekleştirmede sağladıkları imkanlar ve tüm çalışma boyunca gösterdikleri yardımlardan dolayı Mr. Youichi Mizukami, Prof. Dr. Kohei Kihara, Prof. Dr. Tadashi Tokai, Doç. Dr. Fuxiang Hu, Shiode Daisuke ve Dr. Deniz Çoban'a teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Anonymous, 1993. Report of Demersal Fisheries Resource Survey in the Republic of Turkey. JICA, Japan International Cooperation Agency, No. 48, 93-97.
- Carrothers, P.J.G., 1981. Catch variability due to variations in groundfish otter trawl behaviour and possibilities to reduce it through instrumented fishing gear studies and improved fishing procedures. In Bottom Trawl Surveys, Doubleday W.G. and Rivards D. (Eds), Can.Spec.Publ., Fish.Aquat.Sci.,

- 58: 247-257.
- Dickson, W., 1961. A study relating models to commercial trawls. DAFS Marine Research, 1: 1-48.
- Düzbastılar F.O., Z. Tosunoğlu, M.H. Kaykaç, 2003. Resistance calculation of the conventional and tailored demersal trawl nets with their gears theoretically (in Turkish). E.U. Faculty of Fisheries, Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 20: 15-24.
- Fiorentini, L., G. Cosimi, 1988. Full scale performance tests on different types of pelagic trawls. *Quaderni dell'Istituto Ricerche Pesca Marittim*. 5: 3-37.
- Fridman, A.L., 1973. Theory and design of commercial fishing gear. Chapter X-XI, Translated from Russian, Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem.
- Kaykaç, M.H., 1998. A study on the structural improvements of conventional bottom trawl nets (in Turkish). Ms.c. Thesis, Department of Fisheries and Processing Technology, Bornova-İzmir, 49 p (Unpublished).
- Kawakami, T., 1964. Development of Mechanical Studies of Fishing Gear. *In Modern Fishing Gear of The World 2*, 471-482.
- Nomura, M., 1951. Model experiments on two-boat type trawl net. Bull. of Jap. Soc. Fish. Sci. Vol. 18, No. 12.
- Nomura, M., T. Yamazaki, 1977. Fishing Techniques (1). Japan International Cooperation Agency, Tokyo, 61-68.
- Özekinci, U., H.Hoşsucu, 2000. Determination of the fishing depth during the operation on mid-water trawling by using wire rope angle (in Turkish). E.U. Faculty of Fisheries, Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 17: 179-184.
- Tauti, M., 1934. A relation between experiments on model and on full scale of fishing net. Bull. Japan Soc. Sci. Fish., 3: 171-177
- Tokaç, A., A.G. Alpbaz, 1991. Investigation on model trawl nets (in Turkish). E.U. Faculty of Fisheries, Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 8: 185-192.
- Tokaç, A. 1993. Structural improvements for catching efficiency on trawl nets (in Turkish). E.U. Faculty of Fisheries, Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 10: 77-82.
- Tosunoglu Z., 2002. Geometry-performance measuring at trawling gear (in Turkish). E.U. Faculty of Fisheries, Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 19: 565-575.
- Tosunoğlu Z., M.H. Kaykaç, F.O. Düzbastılar, 2002. Underwater observations and performance measurements of full-scale conventional and tailored demersal trawl nets (in Turkish). E.U. Faculty of Fisheries, Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 19: 209-219.
- Tosunoğlu, Z., M.H. Kaykaç, C. Aydın, A. Tokaç, 1996. Bottom trawl nets used in fishery researches of Ege University, Faculty of Fisheries (in Turkish). E.U. Faculty of Fisheries, Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 13: 485-498.
- Wileman, D.A., S.R. Yngvesson, K. Hansen, 1989. Danish midwater trawl design techniques. Proc. World Symp. Fishing Gear and Fishing Vessel Design, Marine Institute, St Johns, Canada.