

---

SERİ **B**

CİLT **34**

SAYI **3**

**1984**

---

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

**ORMAN FAKÜLTESİ**

**DERGİSİ**



# TATLISU BALIKÇILIĞINDA SU KAYNAKLARININ AKIŞ HIZI VE DEBİ HESAPLAMASINA İLİŞKİN PRATİK YÖNTEMLER

Yrd. Doç. Dr. R. Tamer ÖYMEN<sup>1)</sup>

## Kı s a Ö z e t

Tatlısu balıkçılığında en önemli sorun yeterli nitelik ve nicelikteki suya sağlanmasıdır. Ormaniçi sular nitelikleri itibarıyla balıklandırma ve ya balıkçılık işletmeleri için pollüsyondan zarar görmedikleri sürece, genellikle elverişli koşullara sahiptir. Ancak, bu suların akış hızı ve debileri kurulacak balıkçılık işletmelerinin kapasitelerini belirlemede önemli rol oynar.

Pratik olarak suların akış hızı, çeşitli yüzer cisimlerin akarsu üzerinde belirlenen iki kesit arasında katetme zamanı saptanarak  $v=1/t$  şeklinde ifade edilen hız formülüyle bulunur. Akarsuyun hız ölçümü yapılan kesiminde hesaplanan ortalama kesit yüzeyi ( $m^2$ ), su akış hızı değeriyle ( $m/sn$ ) çarpılarak su kaynağına ait debisi ( $m^3/sn$ ), yani birim zamanda taşıdığı su miktarı saptanır.

## G İ R İ Ş

Doğal kaynaklarımız arasında yer alan ormaniçi sularda ve bu sularla beslenen yapay havuzlarda balık üretmek, günümüzde hem rekreasyonel amaç yönünden ve hem de giderek artan protein açığının kapanması bakımından büyük önem taşımaktadır. Balık yetiştirilmede öncelikle ormaniçi suların balıklandırılması yanında, bu sular üzerinde veya civarında oluşturulacak havuzlarda da balık yetiştirmek giderek yaygınlaşmakta, bu yolla ulusal ekonomiye katkı sağlanmaktadır.

Tatlısu balıkçılığında en önemli konu yeterli nitelik ve nicelikteki suyun sağlanmasıdır. Genellikle yüksek kesimlerden doğan ve ormanın olumlu etkileriyle su akışları çok büyük dalgalanmalar göstermeyen ormaniçi akarsular bugünkü durumlarıyla pollüsyondan da zarar görmedikleri için balıklandırmaya son derece elverişlidirler. Ancak, ticari amaçlı balık kültürü söz konusu olduğunda yapay havuzların yer aldığı balıkçılık işletmelerinin kurulması gerekmektedir. Bu tür işletmeler için kuruluş yerlerinin seçiminde arazinin topoğrafik özellikleri yanında, yörede mevcut su kaynaklarının nitelik ve nicelik itibarıyla yeterliliği de mutlaka göz önüne alınmalıdır.

Doğal kaynaklarla beslenen yapay havuzları doldurmak, su seviyesini aynı düzeyde tutabilmek ve yetiştirilecek balıkların oksijen gereksinimini karşılayacak bir

<sup>1)</sup> I. Ü. Orman Fakültesi, Orman Entomolojisi ve Koruma Anabilim Dalı.

akım sağlayabilmek için gerekli suyun yöredeki su kaynaklarınca karşılanıp karşılanamayacağı, bu kaynakların akış hızına bağlı olarak hesaplanan debilerinin bilinmesini gerektirir. Yapay tesisleri besleyen su kaynaklarının nicelik olarak yeterliliği araştırılırken yapılacak ölçümlerin tüm yıl boyunca periyodik olarak gerçekleştirilmesi, en alçak ve en yüksek debi miktarlarının bulunması bakımından gereklidir. Özellikle derelerde akışın yavaşladığı yaz aylarında debinin işletmenin su gereksinimini karşılayacak düzeyde olup olmadığı araştırılmalıdır. Kış sonunda, eğer olası ise taşkın olayı göz önünde tutulmalı, işletme tesislerinin bundan zarar görmemesi için gerekli önlemler alınmalıdır.

Burada uygulayıcıya kolaylık sağlamak amacıyla dere, kaynak gibi ormanıçi suların akış hızı ve debilerinin hesaplanmasına ilişkin pratik yöntemler örneklerle açıklanmaya çalışılmıştır.

### 1. SU AKIŞ HIZININ BULUNMASI

Akarsularda su akış hızının ölçülmesi için çok çeşitli yöntemler vardır. Herhangi bir akarsuyun akış hızının ölçülmesinde hangi yöntemin uygulanması gerektiği çeşitli faktörlere bağlıdır. Bu faktörler,

- Ölçüm sonucunun gerekli doğruluk derecesi
- Ölçüm yapılacak akarsu yatağındaki suyun miktarı
- Ölçüm amacıyla elimizde mevcut ekipman

olarak özetlenebilir.

Burada pratik uygulama özelliğine sahip olan ve yeterli ölçüde doğru sonuç verecek bazı yöntemler açıklanacaktır.

#### 1.1. Yüzer Cisim Yöntemi

Bu yöntem küçükten büyüğe kadar su akıntılarının ölçülmesinde oldukça sağlıklı sonuçlar verir. Sakin akan sulara ve iyi hava koşullarında uygulanması sonuçların daha güvenilir olmasını sağlar. Eğer hava rüzgârı ve su yüzeyi dalgalı ise bulunan akış değerleri gerçek değerlerden büyük sapmalar gösterebilir.

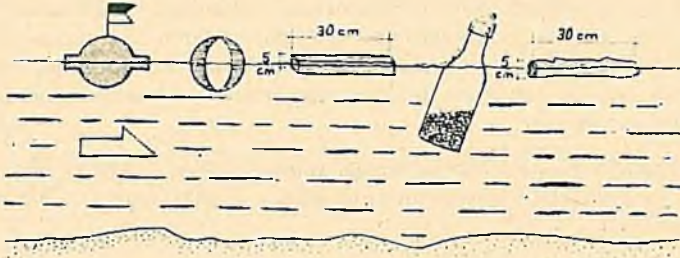
Yüzer cisim yönteminin uygulanmasında öncelikle bir yüzer cisme gereksinim vardır. Akım ölçümlerinde kullanılan yüzer cisimler kısaca "yüzer" olarak tanımlanırlar. Yüzerlerle yapılan ölçümlerde hız, yüzerin akarsu üzerinde belirlenen kesitler arasındaki mesafeyi katetme süresini saptamak ve  $v = l/t$  şeklinde ifade edilen hız formülünden yararlanarak kesitler arası mesafeyi bu süreye bölmek suretiyle hesaplanır.

Yüzerler yapılarına göre çeşitli şekillerde olabilirler.

*Su üstü yüzerleri.* Su üstünde kalacak, dış etkenlerden en az etkilenecek şekilde ve hareketlerinin kolayca izlenebilmesi için üzerinde bir flama bulunan özel olarak yapılmış yüzerler yanında, günlük yaşamda kullandığımız bazı eşyalardan da yüzer olarak yararlanılabilir. Yüzer olarak bir top, içine bir miktar çakıl taşı veya başkaca ağırlık konulmuş ve ağzı mantarla kapatılmış bir şişe kullanılabilir. Ayrıca yine ölçüm amacıyla 5 cm genişliğinde 30 cm uzunluğunda düzgün bir dal parçası da yüzer olarak görev yapabilir (Şekil 1.).



Kullanılan malzemenin sağlanmasının kolay ve ucuz olması, hız ölçümünün kolayca gerçekleşmesi nedeniyle yüzerler yaygın olarak kullanılırlar. Ancak sadece yüzdeki su hızını verirler. Oysa bir akarsu yatağı içerisinde akan suyun düşey ve eni-



Şekil 1. Çeşitli yüzer tiplerinin şematik görünümü.

ne kesit profillerinde hızı değişiktir (Şekil 2.). Hız düşey olarak yüzeyden tabana doğru azalır. Yüzeyde ise akarsuyun ortasından her iki yana doğru gidildikçe hız azalır. Hız hesaplamalarında kullanılan değer, ortalama hız olduğundan yüzeyde ölçülen hızdan ortalama kesit hızına geçmek için geliştirilmiş tablolar bulunmaktadır. Ancak yüzerlerle ölçülen yüzey hızının 0,85 düzeltme katsayısı ile çarpılması pratik çalışmalar için yeterli olmaktadır.

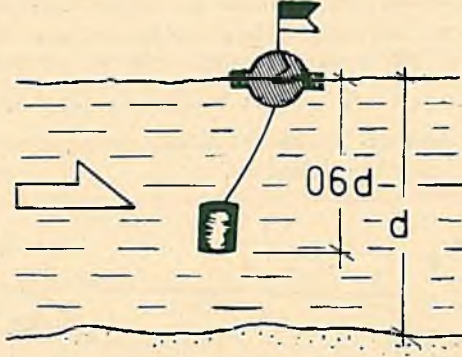


Şekil 2. Akarsu yatağının (a) düşey ve (b) enine kesit profillerinde akış hızı değişiminin şematik görünümü.

*Su altı yüzerleri.* Biri su yüzeyinde, diğeri ise içinde bulunan belirli bir ağırlık nedeniyle su altında kalan birbiri ile bağlantılı iki yüzerden oluştukları için ikili yüzer olarak da tanımlanır. Bunlarla yapılan ölçümlerde su altındaki yüzer, akarsu derinliğinin 0,6'sı kadar bir derinlikte hareket ettiği taktirde, bununla bağlantılı olarak su yüzeyinde hareket eden yüzerin hızı ortalama kesit hızını vermektedir. Bu nedenle ölçüme başlamadan önce bağlantı ipinin su altındaki yüzerin akarsu derinliğinin 0,6 sında hareketini sağlayacak şekilde ayarlanması gerekir (Şekil 3.). Su altı yüzerleri ile yapılan hız ölçümlerinde su üstü yüzerlerine kıyasla daha sağlıklı sonuçlar elde edilebilmektedir. Ancak bu tip yüzerlerin kullanılabilmesi için akarsu tabanının düzgün olması ve su altı vejetasyonun bulunmaması gerekir.

## 1.1.1. Yüzerlerle hız ölçümünün uygulanması

Akarsuyun sakin olarak aktığı ve su altı vejetasyonunun bulunmadığı düz bir kesiminde birbirinden en az 10 m uzaklıkta iki nokta seçilir. Bu iki noktanın bulunduğu yerde akarsuyun iki yakasına çakılan kazıklara birer ip bağlanarak AA' ve BB' kesitleri belirlenir. Bu hazırlıklardan sonra bir kişi daha önce belirlenen AA' hattının birkaç metre yukarısında yüzeri akarsuyun ortasına bırakır. BB' hattında



Şekil 3. Bir sualtı yüzerlinin şematik görünümü.

bulunan kişi elindeki saat veya kronometre ile yüzerin AA' hattından BB' hattına ne kadar zamanda ulaştığını saptar. Bu işlem, elde edilen sonucun sağlıklı olmasını sağlamak amacıyla en az 3 kez tekrarlanır. Eğer yapılan 3 ölçümden biri diğer ikisinden önemli ölçüde farklı ise dördüncü ölçüm yapılarak çok farklı olan ölçüm yerine bu kullanılır.

Bu ölçümlerden sonra yüzerin AA' kesitinden BB' kesitine ulaşması için geçen bu üç zaman ölçümü toplanarak üçe bölünür ve ortalama zaman hesaplanır. Sonra AA' - BB' kesitleri arasındaki mesafe ortalama zamana bölünerek, sualtı yüzeri kullanılmıyorsa doğrudan doğruya, su üstü yüzeri kullanılmışsa 0,85 düzeltme katsayısı ile çarpılarak ortalama akıntı hızı bulunur.

*Örnek.* Aralarındaki mesafe 10 m olan AA' - BB' kesitleri arasında yapılan ölçümlerde su üstü yüzerin bu mesafeyi 20, 26 ve 25 saniyede katettiği, 20 sn değerinin diğer iki ölçümden oldukça farklı olması nedeniyle dördüncü bir ölçüm yapılarak 24 sn değeri bulunmuş olsun. Bu ölçümün toplamı  $24 + 25 + 26 = 75$  sn, AA' ve BB' kesitleri arası katedilme zamanı ortalama  $75/3 = 25$  sn'dir.

Buna göre;

$$\text{Yüzeysel akıntı hızı} = \frac{10 \text{ m}}{25 \text{ sn}} = 0,4 \text{ m/sn}$$

Ortalama akıntı hızı  $= 0,4 \text{ m/sn} \times 0,85 = 0,34 \text{ m/sn}$  bulunur.

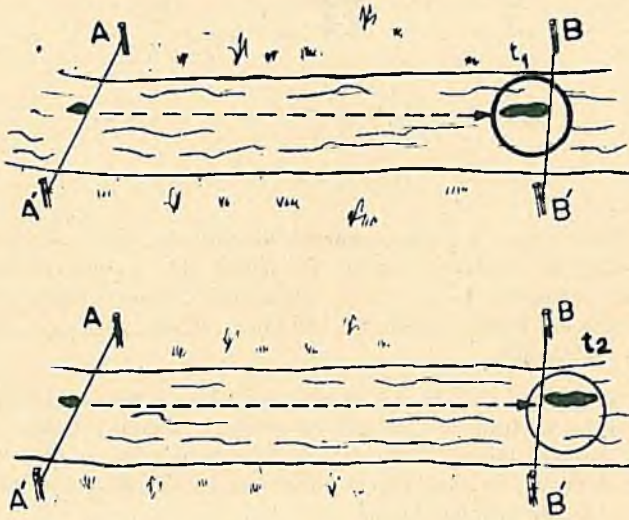
Eğer su altı yüzeri kullanılırsa daha öncede belirtildiği gibi 0,85 düzeltme katsayısı kullanılmaz. AA' ve BB' kesitleri arasındaki mesafe ortalama katetme süresine bölünerek doğrudan doğruya ortalama akıntı hızı bulunur.



## 1.2. Boya Lekesi Yöntemi

Bu yöntemle küçük veya orta büyüklükteki akarsuların akıntı hızı oldukça sağlıklı olarak ölçülebilir. Hız ölçümü amacıyla yüzer yerine koyu renkli bir boya kullanılmaktadır. Boya olarak potasyum permanganat veya fluoressin kullanılabilir.

Birbirinden belirli uzaklıkta ve derenin düz aktığı bir kesimde işaretlenen AA' ve BB' kesitleri boya lekesi yöntemi için de gereklidir. Hız ölçümü için AA' kesitinin biraz gerisinde akarsuyun orta kısmına bir miktar boya damlatılır. Damlatılan boya su yüzeyinde bir leke oluşturur. Lekenin ön ucunun AA' kesitinden BB' kesitine ulaştığı zaman ( $t_1$ ) ve BB' kesitini geçtiği (arka ucu BB' kesitine teğet) zaman ( $t_2$ ) saptanır,  $\frac{t_1 + t_2}{2}$  değeri AA' ve BB' kesitleri arasını ortalama katetme zamanını verir. AA' ve BB' kesitleri arasındaki mesafe, bulunan ortalama zamana bölünerek akarsu akış hızı hesaplanır (Şekil 4).



Şekil 4. Akarsu akış hızının bulunmasında boya lekesi yönteminin uygulanması.

*Örnek.* Aralarında 20 m mesafe bulunan AA' ve BB' kesitleri arasında boya lekesi yöntemiyle yapılan üç ölçümde boya maddesinin AA' kesitinden BB' kesitine ulaştığı zaman ölçümleri ( $t_1$ ) 79, 81, 77 sn ve BB' hattını geçtiği (lekenin arka ucunun BB' hattına teğet olduğu) zaman ölçümleri ( $t_2$ ) 81, 82, 80 sn olsun. Ortalama AA' - BB' mesafesi katedilme süresi  $t_1 = \frac{79+81+77}{3} = 79$  sn,  $t_2 = \frac{81+82+80}{3} = 81$  sn

$\frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{79+81}{2} = 80$  sn olarak bulunur. Buna göre,

Su akış hızı  $= \frac{20 \text{ m}}{80 \text{ sn}} = 0,25 \text{ m/sn}$  olur.

Gerek yüzerlerle gerekse boya lekesi yöntemiyle hız ölçümlerinde AA' ve BB'

kesitleri arasındaki mesafe 30 m, 50 m, hatta 100 m'ye kadar arttırılırsa daha sağlıklı sonuçlar elde edilebilir. Özellikle hızlı akan sulara kesitler arası mesafenin arttırılması tavsiye edilir. Aynı şekilde AA' ve BB' kesitleri arasındaki zaman ölçümleri sayısının da 5, 7 hatta 10 kez tekrarlanıp ortalamalarının alınması, sonucun daha sağlıklı olmasını sağlayacaktır.

### 1.3. Hız Ölçme Boruları Yöntemi

Hız yüküne dayanarak hız ölçümü yapılabilen bu borular pratikte *pitot tüpü* veya *borusu* olarak adlandırılır. Pitot tüpü her iki kolu birbirleriyle dik açı yapacak şekilde kıvrılmış iki ucu açık bir cam borudur. Tüpün bir ucu, ağız akış doğrultusuna dik olarak suya daldırıldığında içindeki su sütunu akış sonucu kazanılan hız yükü nedeniyle diğer uca  $h_v$  kadar yükselir (Şekil 5). Burada akarsuyu oluşturan su zerreciklerinin aynı hıza sahip oldukları kabul edilirse, kinetik enerjileri ( $h_v$ )

$$h_v = 1/2 mv^2 \text{ formülüyle ifade edilebilir.}$$

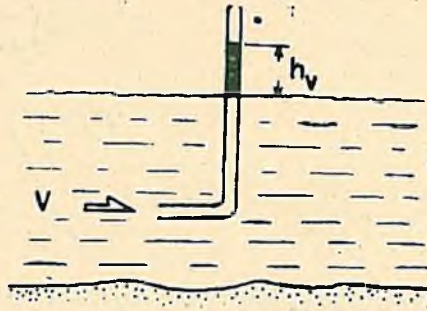
Bu formülde (kütle)  $m = \frac{w}{g}$  (ağırlık) olduğuna göre (yerçekimi ivmesi)

$$h_v = 1/2 w \frac{v^2}{g} \text{ şeklinde yazılabilir ve } w = 1 \text{ olduğu için}$$

$$h_v = \frac{v^2}{2g}, \text{ buradan hız}$$

$$v = \sqrt{2gh_v} \text{ olarak bulunur.}$$

Pitot tüpleriyle hız ölçümü bu ilişkiyi yararlanılarak düzenlenen tablolar yardımıyla yapılmakta, burada ölçülen su yüksekliğinin tablodaki karşılığı hızı vermektedir. Elimizde böyle tablolar bulunmaması halinde yerçekimi ivmesi ( $g=981 \text{ cm/sn}^2$ ) bilindiğinden pitot tüpünde ölçülen su yüksekliği ( $h_v$ ),  $2g$  değeri ile çarpılarak kare kökü alınıp hız ( $v$ ) bulunur.



Şekil 5. Pitot tüpünün şematik görünümü.

Bu yöntemin en büyük sakıncası, düşük hızlarda  $h_v$  seviye yüksekliğinin azlığı nedeniyle karşılaşılan ölçüm güçlüğüdür. Bu güçlüğü ortadan kaldırmak için değişik tipte statik tüpler ve hassas ölçümler için elektronik aygıtlar geliştirilmiştir.



*Örnek.* Akarsuya daldırılan pitot borusundan ölçülen  $h_p$  yüksekliği 3 cm olsun. Bu akarsuyun akış hızı

$$v = \sqrt{2gh} \text{ eşitliğine göre}$$

$$v = \sqrt{2 \times 981 \times 3}$$

$$v = 0,76 \text{ m/sn bulunur.}$$

## 2. AKARSULARDA DEBİNİN BULUNMASI

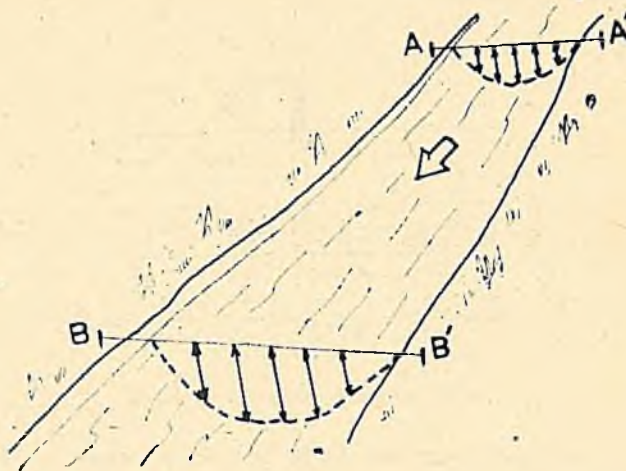
Debi, belirli bir kesitten belirli bir zaman aralığında geçen su kütesini ifade eder. Diğer bir tanımla Debi ( $m^3/sn$ ) = su akış hızı ( $v$  m/sn)  $\times$  kesit yüzeyi ( $m^2$ ) dir.

Su akış hızının saptanmasına ilişkin yöntemlerden bazıları daha önce açıklanmıştı. Debinin bulunması için gerekli olan kesit yüzeyinin hesaplanmasında akarsuyun ölçüm yapılan kesimindeki AA' ve BB' kesitlerinin ortalama genişliği ve ortalama derinliğinin bilinmesi gerekir.

*Ortalama kesit yüzeyinin hesaplanması.* Bir kesitin yüzeyi, kesitin genişliği ile ortalama derinliğin çarpımına eşittir. Kesit genişliği, hız ölçümlerinin yapılması amacıyla belirlenen, AA' ve BB' kesitlerinde A - A' ve B - B' arasındaki akarsu genişliğinin ölçülmesiyle bulunur.

Akış hızının bulunması için belirlenen AA' ve BB' kesitleri ortalama derinliğin saptanmasında da kullanılır. AA' ve BB' kesitlerinde eşit aralıklarla 5 ayrı derinlik ölçümü yapıldıktan sonra herbir kesite ait 5'er ölçüm toplanarak 5'e bölünür (Şekil 6). Böylece AA' ve BB' kesitlerine ait ortalama derinlikler bulunur.

AA' ve BB' kesitlerine ait herbir genişlik ve ortalama derinlik değerleri birbiri ile çarpılarak kesitlerin yüzeyleri hesaplanır.



Şekil 6. AA' ve BB' kesitlerinde ortalama derinliğin bulunması için yapılan ölçümler.



*Örnek.* Akarsuyun AA' ve BB' kesitlerinde yapılan ölçümlerde AA' kesitinde genişlik 1,8 m, BB' kesitinde genişlik 2,0 m olarak bulunmuştur.

AA' kesitinde eşit aralıklarla yapılan 5 ayrı derinlik ölçümüne ait değerler 0,5 m, 0,9 m, 1,2 m, 0,8 m, 0,6 m ve BB' kesitinde ölçülen 5 derinlik değeri ise 0,7 m, 1,1 m, 1,3 m, 1,0 m, 0,9 m dir.

$$\text{AA' kesitinin ortalama derinliği} \quad \frac{0,5 \text{ m} + 0,9 \text{ m} + 1,2 \text{ m} + 0,8 \text{ m} + 0,6 \text{ m}}{5} = 0,8 \text{ m,}$$

$$\text{BB' kesitinde ortalama derinlik} \quad \frac{0,7 \text{ m} + 1,1 \text{ m} + 1,3 \text{ m} + 1,0 \text{ m} + 0,9 \text{ m}}{5} = 1,0 \text{ m}$$

olur.

$$\text{AA' kesit yüzeyi} \quad 1,8 \text{ m} \times 0,8 \text{ m} = 1,44 \text{ m}^2$$

$$\text{BB' kesit yüzeyi} \quad 2,0 \text{ m} \times 1,0 \text{ m} = 2,0 \text{ m}^2 \text{ dir.}$$

$$\text{Akarsuyun ortalama kesit yüzeyi} \quad \frac{1,44 \text{ m}^2 + 2,0 \text{ m}^2}{2} = 1,72 \text{ m}^2 \text{ bulunur.}$$

*Debinin hesaplanması.* Akarsuyun belirlenen kesiminde daha önce açıklanan yöntemlerden herhangi biriyle akış hızı saptanmış ve yukarıda anlatıldığı gibi ortalama kesit yüzeyi hesaplanmış ise debi, bu iki değer in birbiriyle çarpılmasıyla kolayca bulunur.

*Örnek.* Akarsuyun saptanan akış hızı  $v=0,25 \text{ m/sn}$ , AA' ve BB' kesitlerinin ortalama kesit yüzeyi  $1,72 \text{ m}^2$  ise akarsuyun bu kesiminde debisi

$$0,25 \text{ m/sn} \times 1,72 \text{ m}^2 = 0,430 \text{ m}^3/\text{sn}$$

olur.

Eğer debi, birim olarak  $\text{lt/sn}$  cinsinden bulunmak istenirse  $1 \text{ m}^3=1000 \text{ lt}$  olduğundan  $0,430 \text{ m}^3/\text{sn} \times 1000 = 430 \text{ lt/sn}$  olacaktır.

#### KAYNAKLAR

- COCHE, A. G. - VAN der WAL, H., 1981. *Water for Freshwater Fish Culture. FAO Training Series 4, Rome. III+111 pp.*
- ÖZYUVACI, N., 1983. *Derelerde Akım Ölçmeleri. İ. Ü. Orman Fakültesi Yayın No. 3136, 92 pp.*
- SELMİ, E. - ÖYMEN, R. T., 1984. *Ormanıçi Su Ürünleri Ders Notları, Teksir, 154 pp.*
- TAVŞANOĞLU, F., 1974. *Sel Yataklarının Tahkimi. İ. Ü. Orman Fakültesi Yayın No. 203, IX+275 pp.*