



ORDU
UNIVERSITY

Volume 1 Issue: 2 DECEMBER 2015

TURKISH JOURNAL OF MARITIME AND MARINE SCIENCES



www.jmms.odu.edu.tr



ORDU
UNIVERSITY

Volume 1 Issue: 2 DECEMBER 2015



TURKISH
JOURNAL OF
MARITIME
AND MARINE
SCIENCES

e-ISSN: 2564-7016

TURKISH JOURNAL OF MARITIME AND MARINE SCIENCES

The Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences is published by Ordu University
On Behalf of Fatsa Faculty of Marine Sciences

Correspondence Address:

Ordu University,
Fatsa Faculty of Marine Sciences
52400 Fatsa/ Ordu TURKEY

Web site: <http://jmms.odu.edu.tr>

Tel: +90 (452) 423 5053

Fax: +90 (452) 423 99 53

E-mail: trjmms@hotmail.com

Sort of Publication: Periodically

Publication Date and Place: 30 / 12 / 2015, ORDU, TURKEY

Publishing Kind: Online

OWNER

Ordu University
On Behalf of Fatsa Faculty of Marine Sciences

Prof. İsmet BALIK
(Dean)

EDITOR

Asst. Prof. Hasan TÜRE

ASSOCIATED EDITOR

Asst. Prof. Naciye ERDOĞAN SAĞLAM

COVER DESIGN

Asst. Prof. Adem YÜCEL

LAYOUT EDITORS

Research Asst. Seda KONTAŞ

Research Asst. Enes Fatih PEHLİVAN

SECTION EDITORS

Oceanology, Ships and Marine Technology

Assoc. Prof. Evren TUNCA

Asst. Prof. Ali Ekber ÖZDEMİR

Asst. Prof. Adil SÖZER

Ordu University

Ordu University

Ordu University

Fisheries and Aquaculture

Asst. Prof. Ali MİROĞLU

Asst. Prof. Naciye ERDOĞAN SAĞLAM

Ordu University

Ordu University

Maritime Transportation and Management

Asst. Prof. Ahmet FİDAN

Ordu University

EDITORIAL BOARD (OSEANOLOGY, SHIPS AND MARINE TECHNOLOGY)

Prof. Abdul KAKHIDZE	Batumi State Maritime Academy
Prof. Irakli SHARABIDZE	Batumi State Maritime Academy
Prof. Ahmet TASDEMIR	Zirve University
Prof. Ayhan DEMIRBAS	Adiyaman University
Prof. Muzaffer FEYZIOGLU	Karadeniz Technical University
Prof. Ahmet ERGIN	İstanbul Technical University
Prof. Bahri SAHIN	Yıldız Technical University
Prof. Kadir SEYHAN	Karadeniz Technical University
Prof. Aysen ERGIN	Middle East Technical University
Prof. Muhammet DUMAN	Dokuz Eylül University
Prof. Şakir BAL	İstanbul Technical University
Prof. Ercan KÖSE	Karadeniz Technical University
Asst. Prof. Demet BILTEKIN	Ordu University

EDITORIAL BOARD (FISHERIES AND ACUACULTURE)

Prof. Okan AKYOL	Ege University
Prof. Cemal TURAN	Mustafa Kemal University
Prof. Levent BAT	Sinop University
Prof. Tacnur BAYGAR	Muğla Sıtkı Koçman University
Prof. Muzaffer FEYZIOGLU	Karadeniz Technical University
Prof. Davut TURAN	Rize Recep Tayyip Erdoğan University
Prof. Bülent CIHANGIR	Dokuz Eylül University
Assoc. Prof. Cengiz DEVAL	Akdeniz University
Assoc. Prof. Aygül EKICI	Istanbul University
Dr. Hüseyin KÜCÜKTAS	Auburn University

EDITORIAL BOARD (MARITIME TRANSPORTATION AND MANAGEMENT)

Prof. Ender ASYALI
Prof. Güldem CERIT
Prof. Okan TUNA
Prof. Durmuş Ali DEVECI
Assoc. Prof. Selçuk NAS
Assoc. Prof. Cengiz DENİZ
Assoc. Prof. Ersan BASAR
Assoc. Prof. Özcan ARSLAN
Asst. Prof. Emre KILICASLAN

Dokuz Eylül University
Dokuz Eylül University
Beykoz Vocational School of
Logistics Dokuz Eylül University
Dokuz Eylül University
İstanbul Technical University
Karadeniz Technical University
İstanbul Technical University
Ordu University

CONTENT

Cihad DELEN Şakir BAL	69-88	Uncertainty Analysis of Resistance Tests in Ata Nutku Ship Model Testing Laboratory of Istanbul Technical University
Mehmet Salih KARAALİOĞLU	89-101	Numerical Investigation Cavitation Buckets for Hydrofoil Parametrically
Okan AKYOL Ali ULAŞ	102-106	Two Decapod Crustacean Species, Pontoni pinnophylax (Otto, 1821) and Nepinnotheres pinnotheres (Linnaeus, 1758), Living Inside Pinna nobilis Linnaeus, 1758 in Izmir Bay (Aegean Sea, Turkey)
Serap ÇALIK Naciye ERDOĞAN SAĞLAM	107-113	The Determination of Socio-economic Structure of Small-Scale Fishery in Ordu
Burak Rahmi YILDIRIM Okan AKYOL	114-123	An Evaluation on the Socio-Demographic Aspects of Employees in the Whole sale Fish Markets
Mehmet AYDIN Selman ALTAŞ	124-134	Determination of Artificial Reef Areas in Ordu Region and Preliminary Applications

**Uncertainty Analysis of Resistance Tests in
Ata Nutku Ship Model Testing Laboratory of Istanbul Technical University**

**İstanbul Teknik Üniversitesi Ata Nutku Gemi Model Testi Laboratuvarında
Direnç Testlerinin Belirsizlik Analizi**

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 1 Sayı: 2 (2015) 69-88

Cihad DELEN^{1,*}, Şakir BAL¹

¹ Faculty of Naval Architecture and Ocean Engineering,

Istanbul Technical University, Istanbul, TURKEY

ABSTRACT

In this study, some systematical resistance tests, where were performed in Ata Nutku Ship Model Testing Laboratory of Istanbul Technical University (ITU), have been included in order to determine the uncertainties. Experiments which are conducted in the framework of mathematical and physical rules for the solution of engineering problems, measurements, calculations include uncertainty. To question the reliability of the obtained values, the existing uncertainties should be expressed as quantities. The uncertainty of a measurement system is not known if the results do not carry a universal value. On the other hand, resistance is one of the most important parameters that should be considered in the process of ship design. Ship resistance during the design phase of

a ship cannot be determined precisely and reliably due to the uncertainty resources in determining the resistance value that are taken into account. This case may cause negative effects to provide the required specifications in the latter design steps. The uncertainty arising from the resistance test has been estimated and compared for a displacement type ship and high speed marine vehicles according to ITTC 2002 and ITTC 2014 regulations which are related to the uncertainty analysis methods. Also, the advantages and disadvantages of both ITTC uncertainty analysis methods have been discussed.

Keywords: Measurement, bias & precision limit, displacement ship, Kriso Container Ship (KCS), high speed marine vehicle.

Article Info

Received: 17 August 2015

Revised: 20 October 2015

Accepted: 1 November 2015

* (corresponding author)

E-mail: cdelen@itu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Ata Nutu Gemi Model Laboratuvarında gerçekleştirilen model direnç deneylerinin belirsizliği incelenmiştir. Belirli fiziksel ve matematiksel yaklaşımlar ve varsayımlar altında gerçekleştirilen deneyler hem ölçüm sisteminin hem de çevresel şartların etkisi ile sonuçlar üzerinde belirsizlikler içermektedir. Deney sonucunda elde edilen değerlerin doğruluğu veya güvenilirliği mevcut belirsizliklerin incelenmesi ve sayısal olarak ifade edilmesiyle mümkündür. Eğer deney sonucunda elde edilen değerlerin belirsizliği tahmin edilmez ise bu değerlerin evrensel anlamda geçerliliği kısıtlıdır. Diğer taraftan, gemi direnci, gemi dizayn spirali içerisinde dikkat edilen en önemli parametrelerin başında gelmektedir. Eğer dizayn aşamasında gemi direnci değeri gerçeğe en yakın şekilde tahmin edilmez ise, bu durum sonraki dizayn aşamalarını da önemli ve olumsuz yönde etkileyebilecektir. Bu yüzden model testlerinde ve değerlerin analizi sırasında meydana gelebilecek muhtemel belirsizlik kaynakları incelenmelidir. Bu çalışmada, deplasman tipi gemi ve hızlı tekne modellerinin direnç testlerinde ortaya çıkan belirsizlikler ITTC 2002 ve ITTC 2014 belirsizlik analizi prosedürleri dikkate alınarak tahmin edilmiştir. Aynı zamanda, bu iki farklı yöntem karşılaştırılarak avantajlı ve dezavantajlı yönleri tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler:

Ölçme, eğilim & kesinlik limiti, deplasman gemisi, Kriso Konteynır Gemisi, hızlı tekne.

1. Introduction

Experimental studies are commonly used in the mathematical modeling solution using idealization and assumptions (Coleman and Steele, 2009). The reliability of the solution is directly related to the measurements. Therefore each step of the test system must be analyzed precisely. If any uncertainty that may occur in these steps, it will adversely affect the test results. Consequently, the measurement result may be far from the actual value. To prevent this, uncertainties in the system must be calculated how much they will affect the test results. Uncertainty analysis method is applied to the test system to get an answer to this question. Uncertainty analysis is a numerical expression of the measurement results that show how much close to the true result. If the uncertainty value is not known, results cannot be compared with the other tests and standards. So obtained

results cannot be expressed as the global value (ASME, 2005).

Ship resistance is defined as the force acting on the hull with constant speed in calm water (Bal and Güner, 2011). Ship resistance is a very important parameter that is considered in the design stage. Errors made in estimating the resistance value will affect predominantly the other design features of the ship. Determining the closest resistance to the true value is very important both to reduce the cost of production and will lead to a noticeable improvements in the performance of the ship's propulsion (Bal, 2008a).

In design stage, resistance and power estimation can be done by numerical methods, computer programs as well as by model tests (Bal and Güner, 2011; Bal, 2008b). Of these methods, the resistance value calculated by the model tests are widely used for many years. However,

there are sources of uncertainty occurring in the test system. Uncertainty sources should be analyzed in terms of the reliability of the test results. Particularly, the large components of uncertainty must be estimated as quantitatively. There are numerous predictable and unpredictable factors that influence the measurement results. One by one examination is not possible. However, limited sources of uncertainty can be examined through the existing academic knowledge (ASME, 2005). In this study, the uncertainties are examined occurred in resistance (towing) tests. For uncertainty analysis of ship resistance, the special procedure have been developed with standard uncertainty analysis method and data collected from the towing tanks by International Towing Tank Conference (ITTC). Procedures for uncertainty analysis of experimental resistance test were published by the ITTC (ITTC, 2002; ITTC, 2008; ITTC, 2014). Tests have been carried out in Ata Nutku Ship Model Testing Laboratory in this study. The towing tank is 160 m long, 6 m wide and 3.5 m depth and the carriage maximum speed is 5.5 m/s. In this study, two common ship types, a displacement ship model (which is relatively slow) and a high speed marine vehicle (HSMV) model, have been selected. Also the uncertainties are estimated for both models. For displacement-type ship, the Kriso Container Ship (KCS) Hull Form is selected to determine the potential uncertainty sources in resistance tests. The scale ratio has been selected as a value that is different form the given in literature. The reason why this model has been selected is that there are a great number of results including model test results and computational fluid dynamics (CFD) applications. The model manufactured in the workshop of the laboratory. For HSMV model, which was

previously manufactured in the laboratory, has been used in the present study. Both ITTC 2002 and ITTC 2014 methods were applied to the test results and uncertainty values estimated as quantitatively.

2. Uncertainty Analysis

There are predictable factors which influence the results. On the other hand, there are factors which cannot be calculated even noticeable. Moreover, all sources of uncertainty in a test are related to each other. Thus an uncertainty may affect the other uncertainty in different step, finally total uncertainty can increase (Benedict, 1964). Even if the tests conduct in constant conditions, test results may be different from each other because of numerous uncertainty components.

2.1. Result Uncertainty

The results are generally not able to obtain from direct measurements. The result function is obtained from different factors, depending on several different measurements and some external parameters (e.g. temperature, pressure etc.). Each parameter creates uncertainty separately on result function (ASME, 2005). The uncertainty components, due to each independent variable in function, should be included in the result in order to estimate the uncertainty value (ASME, 2005).

The result function (R), is formed by combination of independent variables. Relationship between the result and input parameters are given below, eq. (2-1). The subscript I here represents the number of independent parameters in the result equation. The mean value \bar{X}_i must be used in the result function.

$$R = f(\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots, \bar{X}_I) \quad (2-1)$$

Sensitivity coefficient must be calculated for uncertainty of experimental studies. A change in a parameter is the instantaneous rate of change in the result. There are two approaches (analytically and numerically) for estimating the sensitivity coefficient (ASME, 2005). Analytically, if mathematical relationship between the result (R) and its parameters are known, the sensitivity coefficient of parameter can be obtained by partial differentiation (ASME, 2005). Absolute (dimensional) sensitivity coefficient can be computed by analytically as,

$$\theta_i = \partial R / \partial \bar{X}_i \quad (2-2)$$

Numerical sensitivity coefficient is determined from finite increments in parameter that change the result without the usage of function (ASME, 2005). Absolute (dimensional) sensitivity coefficient can be computed by numerically as,

$$\theta_i = \Delta R / \Delta \bar{X}_i \quad (2-3)$$

Although numerical calculation is practical, the reliability of this method is less affected by uncertainty. Because of this, the best approach to sensitivity would be obtained analytically (ASME, 2005). In this study, the analytical method is preferred in the calculations. There are some differences between the single test and multiple tests for uncertainty estimation.

2.1.1. Single test

The absolute random standard uncertainty of single (s_R) test result may be determined through Taylor series.

$$s_R = \left\{ \sum_{i=1}^I (\theta_i s_{\bar{X}_i})^2 \right\}^{1/2} \quad (2-4)$$

The symbol θ_i is absolute sensitivity coefficient and $s_{\bar{X}_i}$ is the random standard uncertainty of measured parameter average (\bar{X}_i). It is determined according to the sample standard deviation (ASME, 2005).

The absolute systematic standard uncertainty of a result (b_R) may be determined from sensitivity coefficient and the systematic standard uncertainty of the measured parameter ($b_{\bar{X}_i}$) (ASME, 2005).

$$b_R = \left\{ \sum_{i=1}^I (\theta_i b_{\bar{X}_i})^2 \right\}^{1/2} \quad (2-5)$$

2.1.2. Multiple tests

When more than one test is conducted with the same test conditions and instrument package, the uncertainty of the average test results may be less than that of single test (ASME, 2005).

The random standard uncertainty of the result ($s_{\bar{R}}$) is estimated directly from sample deviation of the mean result (s_R) from multiple tests (2-6). M is the number of repeated experiments.

$$s_{\bar{R}} = s_R / \sqrt{M} \quad (2-6)$$

The systematic uncertainty is calculated as in the same manner as for single test (ASME, 2005). The general form of expression for determining the combined standard uncertainty of a result is the root-sum-square of both the systematic and the random standard uncertainties of the result (ASME, 2005).

$$u_R = [(b_R)^2 + (s_R)^2]^{1/2} \quad (2-7)$$

b_R is obtained from eq. (2-5) and s_R is obtained from either eq. (2-4) for a single result or from eq. (2-6) for a multiple test result. The expanded uncertainty of result with a confidence level is given below.

$$U_{R,\%t} = t \cdot u_R \quad (2-8)$$

The Student's t value at a specified confidence coefficient is set by the user. However, a t value is usually taken 2 in the engineering problems, which defines an interval with a level of confidence of approximately 95%. Finally, the mean value and the expanded uncertainty with 95% confidence and large degrees of freedom is expressed as:

$$\bar{R} \pm U_{R,95} \quad (2-9)$$

3. Uncertainty of Resistance Tests

The main purpose of the model tests to determine the relationship between residual resistance coefficient (C_R) and Froude number (Fr) (Bal and Güner, 2011). On the other hand, the test system consists of several uncertainty sources. The uncertainty analysis must be applied to the results for classification of uncertainties and to estimate it as quantitative.

Otherwise, the total resistance value of the hull form must be determined accurately to reach the prescribed speed in design stage of a ship.

ITTC procedures examine only the uncertainty of the model. These procedures does not discuss either some specific details such as turbulence stimulation, drag of appendages, blockage and wall effect of tank, scaling effect on form factor (ITTC, 2002; ITTC, 2014).

Both methods have been described in general terms in present study. More details on two methods have been discussed in Delen (Delen, 2015; Delen ve Bal, 2015).

3.1. Uncertainty Analysis by ITTC 2002 Method

Examined sources of uncertainty in the ITTC 2002 method are given below (ITTC, 2002; ITTC, 2002a; ITTC, 2002b).

- Model length
- Wetted surface
- Temperature, density, viscosity,
- Model speed,
- Resistance,
- Frictional resistance coefficient,
- Form factor,
- Total resistance coefficient,
- Residual resistance coefficient.

In ITTC 2002 procedure, bias limit in model lengths are assumed ± 1 mm in all coordinates due to manufacturing error (ITTC, 2002). So the uncertainty in length between perpendiculars will be $B_L=2$ mm. Uncertainty of the main dimensions is also effective in uncertainty of wetted surface (B_S). The weights are added in order to satisfy the similarity for displacement between ship and model, and this produces also uncertainty on the B_s . Finally the uncertainty in wetted surface is obtained by taking the root-sum-square (RSS) of two bias components (ITTC, 2002).

Velocity uncertainty (B_V) is directly related to the carriage speed measurement system. It consists of individual measurement for pulse count (c), wheel diameter (D), 12 bit DA and AD card time base (Δt) (3-1) (ITTC, 2002).

$$V = \frac{c\pi D}{6000\Delta t} \quad (3-1)$$

There are four uncertainty sources due to uncertainty of pulse count (ITTC, 2002). The wheel diameter is considered accurate within $B_D=0.000115$ m. The bias limit in time base is considered as the reference range of the converter. The total bias limit can be calculated according to equation (3-2). All partial derivatives correspond to sensitivity coefficients.

$$B_V = \sqrt{\left(\frac{\partial V}{\partial c} B_C\right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial D} B_D\right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial \Delta t} B_{\Delta t}\right)^2} \quad (3-2)$$

Normally, in ITTC 2002 procedure, accuracy of thermometer should be ± 0.3 degrees (ITTC, 2002). However, since the accuracy of thermometer, which has been used in tank, is ± 0.5 degrees, so the bias limit associated with the temperature measurement will be $B_T = 0.5$ degrees.

There are three components to the density of uncertainty. The first component is obtained by multiplying the sensitivity coefficient of density function and uncertainty of thermometer (ITTC, 2002).

$$B_{\rho 1} = \frac{\partial \rho}{\partial t} * B_t \quad (3-3)$$

The second component introduced when converting the temperature to a density can be calculated as two times of Standard Error Estimation (SEE) of the curve fit to the density/temperature ratios for the whole temperature range (ITTC, 2002).

$$B_{\rho 2} = 2 * SEE \quad (3-4)$$

The third component consists of the difference between the density value assumed by ITTC and actual density value (ITTC, 2002).

$$B_{\rho 3} = \rho_{ITTC} - \rho_{15^\circ} \quad (3-5)$$

The total bias for density can then be calculated as in eq. 3-6.

$$B_\rho = \sqrt{B_{\rho 1}^2 + B_{\rho 2}^2 + B_{\rho 3}^2} \quad (3-6)$$

The calculation of the viscosity uncertainty is similar to the calculation of density uncertainty.

The horizon x-force is to be measured for the model when towed through water (ITTC, 2002). There are five components of the total resistance bias limit. The first

is related to tolerance of the calibration weights (B_{R1}). B_{R1} is calculated as the accuracy of the weights, times resistance measured (R) (3-7).

$$B_{R1} = (\text{accuracy of weights}) * R \quad (3-7)$$

The second bias limit is related to uncertainty due to the curve fit (ITTC, 2002). It can be calculated by two times of SEE (3-8).

$$B_{R2} = 2 * SEE \quad (3-8)$$

The third bias limit consists of the load cell misalignment between calibration and test condition (ITTC, 2002). This bias limit is estimated to be ± 0.25 degrees and will affect the measured resistance (3-9).

$$B_{R3} = R - (R * (\cos(0.25))) \quad (3-9)$$

The fourth bias limit consists of the Analog to Digital (AD) conversion. To calculate this uncertainty, the AD converter error (1 bit) is multiplied by AD voltage range (ΔV) divided by AD accuracy. Then this voltage can be translated into Newton by using the slope of calibration line (m) (3-10) (ITTC, 2002).

$$B_{R4} = \left(1. \Delta V / 2^{12}\right) * m_{calibration} \quad (3-10)$$

The fifth bias limit occurs from the angle (α) between model movement during the test and the measurement system as in the following eq. (ITTC, 2002):

$$B_{R5} = R_X - (R_X * \cos(\alpha)) \quad (3-11)$$

The total bias limit in resistance is obtained RSS of the five bias components as in following eq. (ITTC, 2002):

$$B_R = \sqrt{(B_{R1})^2 + (B_{R2})^2 + (B_{R3})^2 + (B_{R4})^2 + (B_{R5})^2} \quad (3-12)$$

Total resistance coefficient (C_T) is a function of resistance of model (R_{TM}), wetted surface area (S_M), velocity (V_M) and density of water in the towing tank (ρ_M) (3-13) (ITTC, 2002).

$$C_{TM} = \frac{R_{TM}}{(0.5\rho_M V_M^2 S_M)} \quad (3-13)$$

Therefore systematic standard uncertainty could be calculated as RSS of the uncertainty of each independent variable. Systematic standard uncertainty of total resistance coefficient is then calculated as follows eq. (3-14) (ITTC, 2002).

$$B_{C_T} = \sqrt{\left(\frac{\partial C_T}{\partial S} B_S\right)^2 + \left(\frac{\partial C_T}{\partial V} B_V\right)^2 + \left(\frac{\partial C_T}{\partial R} B_R\right)^2 + \left(\frac{\partial C_T}{\partial \rho} B_\rho\right)^2} \quad (3-14)$$

The precision limit of the total resistance coefficient for M runs is calculated according to

$$P_{C_T} = \frac{t * Sdev_{C_T}}{\sqrt{M}} \quad (3-15)$$

where M=number of runs, Sdev is the standard deviation, t is the confidence level (usually taken as 2). For the single test, M=1.

The expanded uncertainty of total resistance coefficient is estimated by eq. (3-16) (ITTC, 2002).

$$U_{C_T} = \sqrt{(B_{C_T})^2 + (P_{C_T})^2} \quad (3-16)$$

Finally, the expanded uncertainty of the mean value of total resistance coefficient with 95% confidence and large degrees of freedom is expressed as (ITTC, 2002):

$$\bar{C}_T \pm U_{C_T,95} \quad (3-17)$$

3.2. Uncertainty Analysis by ITTC 2014 Method

For the uncertainty analysis, new method has been published a more simplified fashion than the ITTC 2002 and ITTC 2008 method in the last 27th ITTC Conference in Copenhagen (ITTC, 2014). This approach has taken into account by considering the particularly dominant uncertainty sources on results to find the total uncertainty. Also, in this procedure the uncertainty are not separated into two components as systematic and random ones. A general uncertainty term is used. For those reasons, the method is more practical.

In ITTC 2014 Method, uncertainties was examined under a total of 5 main subject. These titles are Model Geometry, Test Setup, Calibration and Data Reduction. Examine sources of uncertainty in the ITTC 2014 method is given below (ITTC, 2014; ITTC, 2014a; ITTC, 2014b).

- Form,
- Dynamometer,
- Water temperature,
- Speed,
- Repeated tests.

The total resistance of a hull model at a specific Froude number is a function of the wetted area of hull and the Reynolds number (ITTC, 2014).

The relative standard uncertainty components (wetted surface area and representative length of hull model) of resistance related to the hull geometry can be estimated approximately by the following equations, respectively (ITTC, 2014):

$$u'_{11}(R_T) = u'(S) \approx \frac{2}{3} u'(\Delta) \quad (3-18)$$

$$u'_{12}(R_T) = \frac{C_F}{C_T} \frac{0.87}{\log_{10} Re - 2} u'(L) \approx \frac{C_F}{C_T} \frac{0.29}{\log_{10} Re - 2} u'(\Delta) \quad (3-19)$$

Since the Reynolds number in typical resistance test is on the order of 10^7 , u'_{12} is relatively negligible to u'_{11} . The combined standard uncertainty of resistance resulted from hull geometry can be estimated by the eq. (3-20) (ITTC, 2014).

$$u'_1(R) = \sqrt{(u'_{11}(R))^2 + (u'_{12}(R))^2} \approx \frac{2}{3} u'(\Delta) \quad (3-20)$$

The uncertainty component of resistance resulted from calibration of dynamometer is estimated by standard error estimation (SEE) (ITTC, 2014).

$$u_2(R_T) \equiv u(R_T) \equiv SEE \quad (3-21)$$

The deviation of water temperature has a minor effect on water density. Therefore, uncertainty of water density is negligible. On the other hand, water viscosity is affected substantially with the deviation of water temperature. The relative uncertainty of water viscosity resulted from temperature can be estimated by eq. (3-22) (ITTC, 2014).

$$u'_3(R_T) = \frac{C_F}{C_T} \frac{0.87}{\log_{10} Re - 2} u'(\gamma) \quad (3-22)$$

The uncertainty of carrier speed propagates into the resistance measurement as both dynamic pressure and Reynolds number (ITTC, 2014). These uncertainties are obtained as quantitatively by the following equations, respectively:

$$u'_{41}(R_T) = 2u'(V) \quad (3-23)$$

$$u'_{42}(R_T) = \frac{C_F}{C_T} \frac{0.87}{\log_{10} Re - 2} \frac{\delta V}{V} u'(V) \quad (3-24)$$

u'_{42} is usually much less than u'_{41} . Therefore it is negligible (ITTC, 2014). Then, the combined standard uncertainty

of resistance resulted from towing speed can be estimated by eq. (3-25) (ITTC, 2014).

$$u'_4(R_T) = \sqrt{(u'_{41}(R_T))^2 + (u'_{42}(R_T))^2} \approx 2u'(V) \quad (3-25)$$

The standard uncertainty component from single test and repeat tests can be estimated by the following equations, respectively:

$$u'_A(R_T) = \frac{sdev}{\bar{R}_T} \quad (3-26)$$

$$u'_A(R_T) = \frac{sdev/R_T}{\sqrt{N}} \quad (3-27)$$

Analysis of all significant uncertainty components related to the total resistance are combined to obtain the overall standard uncertainty by RSS method (ITTC, 2014).

$$u'_c(R_T) = \sqrt{(u'_1)^2 + (u'_2)^2 + (u'_3)^2 + (u'_4)^2 + (u'_A)^2} \quad (3-28)$$

The expanded standard uncertainty of the resistance with confidence level (t) is estimated by eq. (3-26) (ASME, 2005; ITTC, 2014).

$$U_{R,\%t} = t \cdot u_R \quad (3-29)$$

The Student's t value at a specified confidence coefficient is set by the user (usually taken as 2 for 95% confidence) (ASME, 2005). Finally, the expanded uncertainty for 95% confidence and large degrees of freedom is expressed as:

$$\bar{R} \pm U_{R,95} \quad (3-30)$$

4. Experimental Results and Uncertainty Analysis

4.1. Displacement Ship (KCS Hull)

Kriso Container Ship (KCS), designed by Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering, has been selected with the scale ratio 60.75 (URL-1, 2015). The main parameters of KCS, in the model scale, are shown in Table 1. Model views are shown Figure 1. KCS model is named “ITU M392” in laboratory records. Uncertainties are estimated on low, middle and high Froude Numbers of KCS.

Froude numbers are 0.16, 0.21, and 0.26 and then the corresponding model velocities are 0.975 m/s, 1.279 m/s and 1.584 m/s, respectively. Tests have been repeated 12 times in July 2014.

Table 1. The main parameters of KCS hull model.

Model characteristics		Value
Scale	λ	60.75
Length between perpendiculars	L_{BP}	3.786 (m)
Length on waterline	L_{WL}	3.826 (m)
Breadth	B	0.53 (m)
Draft	T	0.178 (m)
Wetted surface area (including rudder)	S	2.585 (m ²)
Waterline area	A_{WP}	1.667 (m ²)
Displacement volume	∇	0.232 (m ³)
Block coefficient	C_B	0.643
Waterline area coefficient	C_{WP}	0.822
Wetted area coefficient	C_S	2.758
Service speed	V_M	1.584 (m/s)



Figure 1. The general views of KCS hull model.

4.1.1. Uncertainty Analysis (ITTC 2002) of Resistance Tests for KCS Hull Model

The average resistance values and its standard deviation (S_{dev}) are given in

Table 2. The combined standard uncertainty value is estimated on Table 3. The expanded standard uncertainty value

is estimated within confidence level (95 %) on Table 4.

Table 2. Total resistance coefficient of KCS hull model.

KCS (15 °C)	Fr=0.16	Fr=0.21	Fr=0.26
C_T	4.27E-03	4.05E-03	4.43E-03
Standard deviation	2.20E-04	1.41E-04	8.38E-05

Table 3. Bias uncertainty sources.

	Fr=0.16			Fr=0.21			Fr=0.26		
	Value	% of Value		Value	% of Value		Value	% of Value	
L (m)	3.786			3.786			3.786		
B_L (m)	0.002	0.05	% of L_{PP}	0.002	0.05	% of L_{PP}	0.002	0.05	% of L_{PP}
S (m ²)	2.585			2.585			2.585		
B_S (m ²)	3.69E-03	0.14	% of S	3.69E-03	0.14	% of S	3.69E-03	0.14	% of S
V (m/s)	0.975			1.279			1.584		
B_V (m/s)	3.57E-03	0.37	% of V	3.57E-03	0.28	% of V	3.57E-03	0.23	% of V
R_T (N)	5.9			8.29			13.9		
B_R (N)	0.12	2.42	% of R	0.12	1.48	% of R	0.12	0.88	% of R
ρ (kg/m ³)	996.905			996.905			996.905		
T (°C)	22.5			22.5			22.5		
B_T (°C)	0.5	2.22	% of T	0.5	2.22	% of T	0.5	2.22	% of T
B_ρ (kg/m ³)	0.12	0.01	% of ρ	0.12	0.01	% of ρ	0.12	0.01	% of ρ
γ (m/s ²)	9.46E-07			9.46E-07			9.46E-07		
B_γ (m/s ²)	1.07E-08	1.13	% of γ	1.07E-08	1.13	% of γ	1.07E-08	1.13	% of γ
C_T	4.14E-03			3.93E-03			4.30E-03		
B_{C_T}	1.05E-04	2.52	% of C_T	6.24E-05	1.59	% of C_T	4.31E-05	1.00	% of C_T

Table 4. The expanded standard uncertainty.

	Fr=0.16		Fr=0.21		Fr=0.26	
	Value	% of C_T	Value	% of C_T	Value	% of C_T
C_T	4.27E-03		4.05E-03		4.43E-03	
B_{C_T}	1.05E-04	2.45	6.24E-05	1.54	4.31E-05	0.97
P_{C_T} (S)	4.41E-04	10.32	2.82E-04	6.96	1.68E-04	3.78
P_{C_T} (M)	1.27E-04	2.98	8.14E-05	2.01	4.84E-05	1.09
U_{C_T} (S)	4.53E-04	10.61	2.89E-04	7.13	1.73E-04	3.90
U_{C_T} (M)	1.65E-04	3.86	1.03E-04	2.53	6.47E-05	1.46

Index S and M in the Table 7 represent that the experiment has been carried out single test and multiple tests, respectively.

According to the Table 2, sensitivity of thermometer (B_T) has minor effect on density (ρ). On the other hand it is quite dominant on the viscosity (γ). Therefore,

viscosity uncertainty (B_γ) is calculated to be higher than density uncertainty. Viscosity uncertainty will be particularly dominant in calculating the frictional coefficient (C_F).

Resistance uncertainty is higher than expected one. The most important reason for this is the calculation of the AD conversion uncertainty (B_{R4}). Square of it constitutes approximately 85% square of the total bias resistance uncertainty (B_R). Another significant uncertainty is caused by calibration of the dynamometer (B_{R2}). Square of it constitutes 14.62% square of the total bias resistance uncertainty (B_R). B_{R1} and B_{R3} components of resistance uncertainty are negligible level compared with other components of resistance uncertainty. Uncertainty of B_{R1} and B_{R3} is constant over whole tests. Although the absolute values of these uncertainties are the same for three Froude numbers, the relative values are different each other. Therefore they are effective in different rates on the resistance values.

The precision limit value is related to the number of experiments. If multiple experiments carried out, the random standard uncertainty value will reduce (ASME, 2005). However, the bias standard uncertainties are assumed constant throughout the experimental set (ASME, 2005).

Uncertainties are quite dominant at low velocities or Froude numbers. Because of the measurement system and environmental conditions etc., at low Froude number (or velocities), the expanded uncertainty is relatively higher than that of upper Froude numbers. Therefore the error range in the tests is higher at low Froude numbers. A

significant portion of the expanded uncertainty constitute the precision limit. Therefore, the measuring system can be mentioned to be less suitable for low Froude numbers. The expanded standard uncertainty value could be reduced by revising bias uncertainty components from large values to small values.

The total resistance coefficient of KCS and the error bars (according to ITTC 2002) are given in Figure 2.

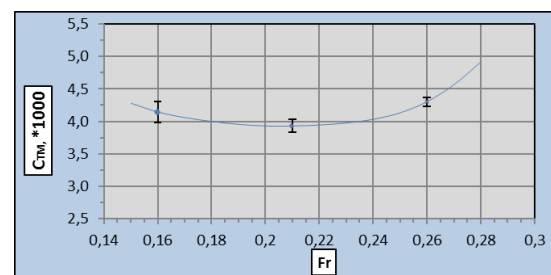


Figure 2. The total resistance coefficient of KCS and the error bars (ITTC 2002).

4.1.2. Uncertainty Analysis (ITTC 2014) of Resistance Tests for KCS Hull Model

The average resistance values and its standard deviation (Sdev) are given in Table 5. The combined standard uncertainty value is estimated on Table 6. The expanded standard uncertainty value is estimated within confidence level (95%) on Table 7.

The predominant sources of uncertainty were investigated in ITTC 2014 method. In this procedure, if the dominant component (U_0) is greater 3 times than the lower component (U_1), lower component is negligible (4-1) (ITTC, 2014).

$$U_1 < \frac{1}{3} U_0 \quad (4-1)$$

Table 5. Resistance value of KCS hull model.

KCS (22.5 °C)	Fr=0.16	Fr=0.21	Fr=0.26
R_{mean} (N)	5.073	8.286	13.904
Sdev (% of R_{mean})	5.16 %	3.48 %	1.89 %

Table 6. The combined standard uncertainty.

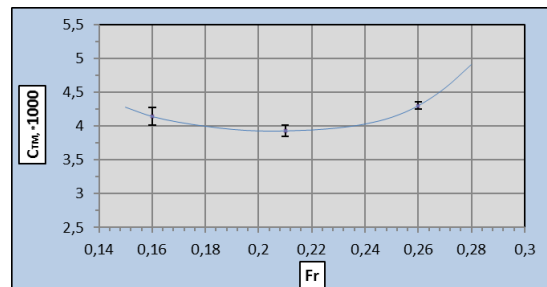
Uncertainty components	Fr=0.16		Fr=0.21		Fr=0.26	
	% of Value	Remark	% of Value	Remark	% of Value	Remark
Form	0.009%	Negligible	0.009%	Negligible	0.009%	Negligible
Speed	0.067%	Negligible	0.067%	Negligible	0.067%	Negligible
Water Temp.	0.081%	Negligible	0.079%	Negligible	0.068%	Negligible
Dynamometer	0.462%	Minor	0.283%	Minor	0.169%	Minor
Sdev (S)	5.16%	Dominant	3.48%	Dominant	1.89%	Dominant
u' (S)	5.18%		3.49%		1.90%	
Sdev (M)	1.49%		1.00%		0.55%	
u' (M)	1.56%		1.05%		0.57%	0.57%

Table 7. The expanded standard uncertainty.

KCS Fr	U' (t=2)	T=22.5 °C		T=15 °C	
		R	C_T	R	C_T
0.16	3.13%	5.073 ±3.13%	4.14E-03±3.13%	5.234±3.13%	4.27E-03±3.13%
0.21	2.10%	8.286±2.10%	3.93E-03±2.10%	8.551±2.10%	4.05E-03±2.10%
0.26	1.16%	13.904±1.16%	4.30E-03±1.16%	14.347±1.16%	4.43E-03±1.16%

The results analyzed by ITTC 2014 similarly, are seemed to cause a decrease in the total uncertainty. The uncertainties in the form, speed and water temperature are negligible since they are not a significant effect on the results. The uncertainty value from the dynamometer was included in the calculations despite it has a minor effect. The largest contribution to the uncertainty is coming from standard deviation of resistance. So in repeated tests, the test conditions must be kept constant and an appropriate measurement system must be used in order to get lower the standard deviation value.

The total resistance coefficient of KCS and the error bars (according to ITTC 2014) are given in Figure 3.

**Figure 3.** The total resistance coefficient of KCS and the error bars (ITTC 2014).

4.2. High Speed Marine Vehicle Hull Model

HSMV model has been previously used for some model tests in Ata Nutku Ship Model Testing Laboratory. The main parameters of HSMV model in the model

scale are shown in Table 8. The general views of model are shown Figure 4. Uncertainties are estimated for the peak resistance and planning hull regime (design draft) Froude number. So, they are

0.50 and 0.90, and the corresponding model velocities are 2.19 m/s and 3.94 m/s, respectively. Tests have been repeated five times in November 2014.

Table 8. The main parameters of HSMV model.

Model characteristics		Value
Scale	λ	8.5
Length between perpendiculars	L_{BP}	1.958 (m)
Length on waterline	L_{WL}	1.958 (m)
Wetted length	L_{WS}	1.958 (m)
Breadth	B	0.588 (m)
Draft	T	0.108 (m)
Wetted surface area	S	0.975 (m ²)
Displacement volume	∇	0.052 (m ³)
Block coefficient	C_B	0.447
Waterline area coefficient	C_{WP}	0.77
Service speed	V_M	3.94 (m/s)

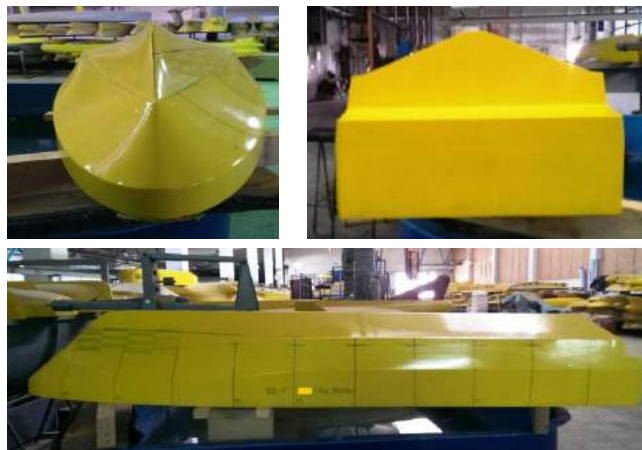


Figure 4. The different views of HMSV model.

4.2.1. Uncertainty Analysis (ITTC 2002) of Resistance Tests for HSMV Model

The mean resistance and its standard deviation values are given in Table 9. The systematic (bias) and expanded standard

uncertainty values are given in Table 10-11, respectively.

Table 9. Resistance value of HMSV hull model.

HSMV (15	Fr=0.50	Fr=0.90
R _{mean} (N)	48.57	77.10
Sdev (N)	0.725	0.364

Table 10. Bias uncertainty sources.

	Fr=0.50			Fr=0.90		
	Value	% of Value		Value	% Value	
L (m)	1,958			1,958		
B _L (m)	0,002	0,10	% of L	0,002	0,10	% of L
S (m ²)	0,975			0,975		
B _S (m ²)	1,92E-02	1,97	% of S	1,92E-02	1,97	% of S
V (m/s)	2,19			3,94		
B _V (m/s)	3,57E-03	0,16	% of V	3,57E-03	0,09	% of V
R _T (N)	48,33			76,63		
B _R (N)	0,12	0,25	% of R	0,12	0,16	% of R
ρ (kg/m ³)	998,032			998,032		
T (°C)	17			17		
B _T (°C)	0,5	2,94	% of T	0,5	2,94	% of T
B _ρ (kg/m ³)	0,09	0,01	% of ρ	0,09	0,01	% of ρ
γ (m/s ²)	1,08E-06			1,08E-06		
B _γ (m/s ²)	1,39E-08	1,28	% of γ	1,39E-08	1,28	% of γ
C _T	2,08E-02			1,02E-02		
B_{CT}	4,17E-04	2,01	% of C_T	2,13E-04	2,10	% of C_T

Table 11. The expanded standard uncertainty.

	Fr=0.50		Fr=0.90	
	Value	% C _T	Value	% C _T
C _T	2.08E-02		1.02E-02	
B _{CT}	4.17E-04	2.01	2.13E-04	2.09
P _{CT} (S)	6.21E-04	2.99	9.61E-05	0.94
P _{CT} (M)	2.78E-04	1.33	4.30E-05	0.42
U _{CT} (S)	7.48E-04	3.60	0.02%	2.30
U_{CT} (M)	5.01E-04	2.41	0.02%	2.14

Since there are assumptions as absolute value in the ITTC 2002 procedure, inconsistent and dominant uncertainty values are estimated on especially uncertainty of wetted surface area. Then B_S could create directly a dominant uncertainty on C_T.

Because the thermometer sensitivity is low, uncertainties associated with the temperature (density and viscosity etc.) are higher.

According to the precision limit value, the effects of uncertainties are thoroughly reduced in high speeds. The measuring

system is more suitable for these velocities. The total resistance coefficient of KCS and the error bars (according to ITTC 2002) are given in Figure 5.

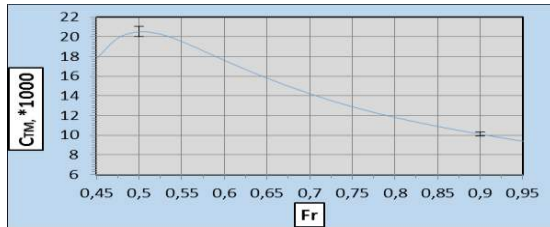


Figure 5. The total resistance coefficient of HSMV and the error bars (ITTC 2002).

4.2.2. Uncertainty Analysis (ITTC 2014) of Resistance Tests for HSMV Model

For the average resistance values, the standard deviation (S_{dev}) is given in Table 12. The combined standard uncertainty value is estimated on Table 13. The expanded standard uncertainty value is estimated within confidence level (95%) on Table 14.

The total resistance coefficient of KCS and the error bars (according to ITTC 2014) are given in Figure 6.

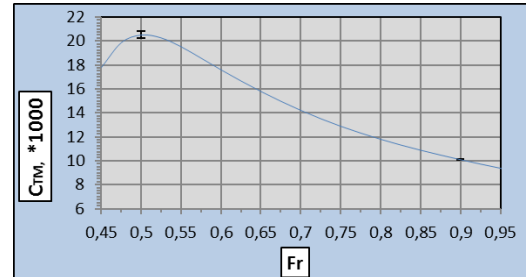


Figure 6. The total resistance coefficient of KCS and the error bars (ITTC 2014).

Table 12. Resistance value of HMSV hull model.

HMSV (15 °C)	Fr=0.50	Fr=0.90
R_{mean} (N)	48.33	76.63
Sdev (% of R_{mean})	1.49 %	0.47 %

Table 13. The combined standard uncertainty.

	Fr:0.50		Fr:0.90	
	% Value	Remark	% Value	Remark
Form	0.039%	Negligible	0.039%	Negligible
Speed	0.067%	Negligible	0.067%	Negligible
Water temperature	0.018%	Negligible	0.032%	Negligible
Dynamometer	0.048%	Negligible	0.031%	Negligible
Sdev (S)	1.49%	Dominant	0.47%	Dominant
u' (S)	1.49%		0.47%	
Sdev (M)	0.67%		0.21%	
u' (M)	0.67%		0.21%	

Table 14. The expanded standard uncertainty.

Fr	U' (t=2)	T=17 °C		T=15 °C	
		R	C _T	R	C _T
0.50	1.33%	48.33 ± 1.33%	0.02076 ± 1.33%	48.57 ± 1.33%	0.02079 ± 1.33%
0.90	0.42%	76.63 ± 0.42%	0.01016 ± 0.42%	77.11 ± 0.42%	0.01019 ± 0.42%

4.3. Results of Uncertainty Analysis

For multiple tests of KCS hull, ITTC 2002 method gives higher uncertainty values than those of ITTC 2014 method. Based on the results of both methods, the systematic uncertainty components from larger values to smaller values are resistance, speed, wetted surface area and temperature, respectively.

As expected, Froude number increased while uncertainties lost their impact on the results. Due to this effect, error or uncertainty range of results is decreased.

The uncertainty values of KCS hull model on C_T are given below for both methods. Because uncertainty is predominant at low speeds, the uncertainty of KCS range at low speeds is found to be higher. So the measurement system should be revised starting from the dominant uncertainties to minor uncertainties.

Table 15. Expanded uncertainties of KCS.

Fr	ITTC 2002	ITTC 2014
0.16	3.86 %	3.13 %
0.21	2.53 %	2.10 %
0.26	1.46 %	1.16 %

For multiple tests of HSMV, since the difference between results of both methods is quite high, the uncertainty ranges are inconsistent with each other. In small models, the uncertainty of wetted surface area is estimated as high by ITTC 2002 because of absolute assumptions. Especially for small models, if the

assumptions are taken as absolute, there will be a dominant uncertainty over the wetted area. On the other hand, according to ITTC 2014, uncertainty of wetted surface has a negligible level because the relative assumptions are applied in the calculations. Consequently, ITTC 2002 procedure should not be used for calculating the uncertainty of the wetted surface area in small models.

The uncertainty values of HSMV on C_T are given below for both methods.

Table 16. Expanded uncertainties of HSMV.

Fr	ITTC 2002	ITTC 2014
0.50	2.41%	1.33%
0.90	2.14%	0.42%

The main reason for the difference between ITTC 2002 and 2014 methods, different approaches applied to the estimated value of uncertainty.

Analog to Digital (AD) conversion bias uncertainty has large effects on the results in the method of ITTC 2002. This is closely related to the characteristics of AD converter and dynamometer. To calculate this uncertainty, the AD converter error is multiplied by the slope of calibration line. But if the operating voltage range of measurement device is low, the slope of calibration line can be higher. This will cause an increase in uncertainty. For instance, in ITTC 2002 procedure, the slope of dynamometer calibration line (voltage range is between -10V and +10 V) is obtained as 12.562 (ITTC, 2002a).

However, the slope of dynamometer calibration line (voltage range is between -2V and +2V in the present test), is obtained as 115.983.

Therefore, the error value is higher in this study. In ITTC 2014 however it is not considered this type of calculation of conversion bias uncertainty.

Another difference is related to the assumptions (ITTC, 2002; ITTC, 2014; ITTC, 2014; ITTC, 2014a). The assumptions process is taken as the absolute value in ITTC 2002 method, which is taken relative in ITTC 2014 method (ITTC, 2002a; ITTC, 2008).

A further difference between the two methods is used in the calculation of confidence level (t). In ITTC 2002, the bias uncertainties were considered to affect measurements in a certain direction. Therefore, the uncertainty is considered no effect on repeated experiments. So the confidence level is only multiplied by the precision limit value. On the other hand, in ITTC 2014 method, the bias uncertainty is considered to be affected by environmental conditions etc., so the combined standard uncertainty value is obtained after that it multiplied by the confidence level (t).

In 2002, the uncertainty analysis of resistance experiments was performed in Ata Nutku Ship Model Testing Laboratory (Goren ve Danisman, 2002). The Manuel Atwood measurement system was used in

this study. The precision limit (random uncertainty) was only examined. Precision limit was calculated to 0.49 % of the total resistance coefficient for $Fr=0.277$ and $VM=1.265$ m/s. The precision limit of KCS was calculated as 1.09 % of the total resistance coefficient on $Fr=0.26$. The major reason for this difference is due to different measurement systems. R35 electronic dynamometer has less accuracy low velocities, especially below 2 m/s. Therefore, R35 dynamometer generally preferred in high speed marine vehicles due to precise and reliable results for the velocities above 2 m/s. Since Atwood dynamometer is controlled manually, it is difficult to satisfy their uncertainties. So it has not been used in this study.

The residual resistance coefficients have been compared with those of “The Force Technology” and “The National Maritime Research Institute (NMRI)” experiments values and the differences have been found to be 0.38 % and 6.6 %, respectively (Delen, 2015; Simonsen ve ark., 2013; Hino, 2005; Bugalski & Hoffman, 2011). The residual resistance coefficients are shown in the Table 17. Even though the scale ratios and Reynolds numbers are different each other, the residual resistance coefficients are close to each other satisfactorily, especially with the results of Force Technology.

Wave profiles on hull are shown on Figures 7-10.

Table 17. The comparison of different laboratory results.

KCS	ITU ($Re=6.3E+06$)	FORCE ($Re=6.52E+06$)	NMRI ($Re=1.4E+07$)
Scale (λ)	60,75	52,667	31,60
C_R	1,060E-03	1,064E-03	1,130E-03
Difference (% of ITU's C_R)		0,38%	6,60%



Figure 7. Wave profile on hull ($Fr=0.16$).

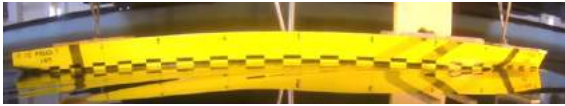


Figure 8. Wave profile on hull ($Fr=0.21$).



Figure 9. Wave profile on hull ($Fr=0.26$).



Figure 10. Wave profile on hull ($Fr=0.31$).

5. Conclusions and Recommendations

The uncertainty (or errors) occurring during the measurements must be determined accurately and reliably as quantitatively. There are many ways to estimate the uncertainty of a test system. Two of them are ITTC 2002 and ITTC 2014. The main purpose is to reach the most accurate results in uncertainty analysis by combining current academic knowledge and engineering review. These are just two different approaches to the estimation uncertainty on result. Therefore, they do not contradict with each other.

ITTC 2002 method is used to estimate the impact of the great number of examinable uncertainty sources on the results. However, the revised method in 2014 investigates the dominant components that are important on the results. Thus, the applicability of the ITTC 2014 method has been increased.

In this study, uncertainty of resistance test was investigated for a displacement type of ship and a high speed marine vehicle by two different methods. The uncertainty values are not the same for similar ship types and ship models in different model scales. So uncertainty analysis should be applied for each ship model. The results presented here give only an idea about uncertainty for similar ship models and the experiments conducted in this laboratory. Otherwise the measuring systems are used in the laboratories can be different from each other since uncertainty sources of each laboratory will be different than each other. For this reason, the comparison of the uncertainty value is not a very convenient way and the generalization of uncertainty values is not very possible at now (Delen ve Bal, 2015).

Finally, the uncertainty of ship resistance has been studied through the KCS hull model and HSMV hull model. For KCS hull model uncertainty values are suitable according to two methods. For HSMV model, uncertainty results of ITTC 2014 are much satisfactory. However, uncertainty value should be reduced by improvements in the test system and towing tank conditions. It should also be noted that uncertainty cannot be reset since uncertainty itself is uncertain. So each test system has already uncertainties. Based on results, some recommendations on the test system can also be summarized as:

- Towing carriage and tank features should be developed for high tonnage displacement ship and high speed marine vehicles.
- The sensitivity of the thermometer, used in tank, should be increased. Multiple thermometers should be situated towing tank.

- Manual inclinometer should be replaced with digital inclinometer.
 - Mechanical components of towing carriage and their rails should be repaired regularly.
 - Tachometer should be controlled with the same data acquisition system as used in resistance test.
 - A new computer controlled measurement system should be designed for low speeds.
- Finally, it is advisable to compare these test results with CFD applications or mathematical methods.

5. Acknowledgements

This research was supported financially by the ITU Scientific Research Project Unit with number 8080.

6. References

- Coleman, H., W., & Steele, W., G., (2009). *Experimentation, Validation, and Uncertainty Analysis for Engineers*. 3th press, John Wiley & Sons, Inc., New York, NY.
- ASME, (2005). Test Uncertainty. American Society of Mechanical Engineers, New York.
- Bal, S., & Güner, M., (2011). Handbook of Naval Engineering. In "Chapter 4" (ed. Yılmaz T.), 2nd press.
- Bal, S., (2008). Performance Prediction of Surface Piercing Bodies in Numerical Towing Tank, *International Journal of Offshore and Polar Engineering*, 18(2): 106-111.
- Bal, S., (2008). Prediction of Wave Pattern and Wave Resistance of Surface Piercing Bodies by a Boundary Element Method, *International Journal for Numerical Methods in Fluids*, 56(3): 305-329.
- ITTC, (2002). Uncertainty Analysis, Example for Resistance Test. ITTC Recommended Procedures and Guidelines, Procedure7.5-02-02-02, Revision 01.
- ITTC, (2008). Guide to the Expression of Uncertainty in Experimental Hydrodynamics. ITTC Recommended Procedures and Guidelines, Procedure7.5-02-01-01, Revision 01.
- ITTC, (2014). General Guidelines for Uncertainty Analysis in Resistance Test. ITTC Procedure7.5-02-02-02.
- Benedict, R., P., (1964). Uncertainty in Measurement, *Electro-Technol.*, p.51.
- Delen, C., (2015). Uncertainty Analysis of Experimental Ship Resistance Tests, MSc Thesis, Istanbul Technical University, TURKEY (In Turkish).
- ITTC, (2002a). Ship Models. 23rd International Towing Tank Conference, Venice, ITTC Recommended Procedures and Guidelines, Procedure 7.5-01-01-1, Rev.01.
- ITTC, (2002b). Resistance Test. ITTC Recommended Procedures and Guidelines, Procedure7.5-02-02-01, Revision 01.
- ITTC, 2014. Resistance Committee Report, Proceedings of 27th International Towing Tank Conference.
- ITTC, (2014a). Example for Uncertainty Analysis of Resistance Tests in Towing Tank, ITTC Procedure7.5-02-02-02.1.
- ITTC, (2014b). Practical Guide for Uncertainty Analysis of Resistance Measurement in Routine Tests, ITTC Procedure7.5-02-02-02.2.
- URL-1, Ship Form: Kriso Container Ship, KCS, (2015) https://www.nmri.go.jp/institutes/fluid_performance_evaluation/cfd_rd/cfdws05/Detail/KCS/kcs_g&c.html
- ITTC, (2008). Model Manufacture: Ship Models. ITTC Recommended Procedures and Guidelines, Procedure7.5-01-01-01.
- Goren, O., Danisman, D., B., (2002). Uncertainty Analysis of Model Resistance Test on Asphalt Tanker. Report No: 01.01/1. ITU Ata Nutku Ship Model Testing Laboratory (In Turkish).
- Simonsen, C., D., Otzen, J., F., Joncquez, S., Stern, F., (2013). EFD and CFD for KCS heaving and pitching in regular head waves. *J. Mar. Sci. Technol.*, 18 (4): 435–459.

Hino, T., (ed.) (2005). Proceedings of CFD Workshop Tokyo 2005. NMRI Report 2005, Tokyo, Japan.

Bugalski & Hoffman P., 2011. Numerical Simulation of the Self-Propulsion Model Tests, 2nd International Symposium on Marine Propulsors, Hamburg, Germany.

Delen, C., Bal, S., 2015. Uncertainty Analysis of Resistance Tests in Ata Nutku Ship Model Testing Laboratory of Istanbul Technical University, 16th International Congress of the International Maritime Association of the Mediterranean, IMAM 2015, Pula, Croatia.

Numerical Investigation Cavitation Buckets for Hydrofoil Parametrically

Hidrofoillerin Kaviteasyon Zarf Eğrilerinin Sayısal Olarak İncelenmesi

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 1 Sayı: 2 (2015) 89-101

Mehmet Salih KARAALIOĞLU^{1,*}, Şakir BAL¹

¹Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, TÜRKİYE

ABSTRACT

Cavitation is a general fluid mechanics phenomenon that is appeared in system such as pumps, turbines, marine propellers and hydrofoils which induces pressure and velocity fluctuation in the fluid (Brennen, 2013). Cavitation can be defined as the formation of vapour regions due to a decrease in local pressure. Undesirable consequences which can cause a fall in the performance of a system, structural failure, production of noise and vibration, material damage, are encountered due to cavitation (Uşar, 2015).

In this study, cavitation was analysed using a bucket diagram. Bucket diagram represents the cavitation behaviour of a wing, fin or propeller blade in a two dimensional sense. This diagram is plotted as a function of section (hydrofoil) angle of attack (α) versus section cavitation number (σ). Pressure distribution can be calculated on two dimensional geometry of hydrofoil by using BEM (Boundary

Element Method) and cavitation bucket diagram can be computed. The cavitation inception case and partial cavitation cases have been investigated and the results of the present BEM were successfully compared with those of given in literature in the past and each other. While a constant source-dipole panel method has been used to calculate the pressure distribution at cavitation inception case, PCPAN programme that solves the sheet type of cavity on the hydrofoil by potential based panel method, has been used to calculate pressure distribution for the cases of partial cavitation. Effects of maximum hydrofoil thickness, maximum camber and location of maximum camber on cavitation have been analyzed by means of cavitation bucket diagrams. All results are discussed in a detailed manner.

Keywords: Cavitation, cavitation bucket diagram, boundary element method, hydrofoil.

Article Info

Received: 17 August 2015

Revised: 17 October 2015

Accepted: 23 November 2015

* (corresponding author)

E-mail: karaalioglu@itu.edu.tr

ÖZET

Kavitasyon lokal basıncın, ortam sıcaklığındaki buhar basıncının altına düşmesi durumunda meydana gelen fiziksel bir olaydır. Sabit sıcaklıktaki bir akışkanın lokal basıncı (p) doymuş buhar basıncının (p_v) altına düşmesi durumunda akışkan yapısı parçalanmaya başlar. Bu olaya "kavitasyon" denir. Kavitasyon pervane, strut, dümen, stabilize için bulunan finler, pompa ve türbin kesitlerinde meydana gelebilir. Bu çalışmada sınır elemanları yöntemi ile (Boundary Element Method-BEM) iki boyutlu hidrofoiller üzerindeki basınç dağılımları hesaplanıp kavitasyon kova diyagramları (zarf eğrileri, kavitasyon bukleleri) elde edilmiştir. Her bir durum, kavitasyon başlangıç durumu ve kısmi kavitasyon durumu için ayrı ayrı incelenmiş elde edilen sonuçlar birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Kısmi kavitasyon durumu incelenirken kısmi kavitasyon yapmaya müsaade eden bir panel yöntemi PCPAN kullanılmıştır. PCPAN programında kavitasyon boyu girdi olarak tanımlanır ve kavitasyon sayısı iteratif bir şekilde bulunur. Bu kısımda kavitasyon boyu $l/c = 0.5$ ve $l/c = 0.7$ için incelenmiştir. Kısmi kavitasyon için kavitasyon boyunun kord boyunun $\frac{3}{4}$ 'üne eşit olduğu durum fiziksel olarak özel bir anlam taşır. Kavitasyon sayısı küçüldükçe kavitasyon boyunun arttığı bilinmektedir. Kesit için kavitasyon sayısı küçüldükçe kavitasyon boyu artar. Fakat kavitasyon boyunun $\frac{3}{4}$ 'ye yaklaştığında kavitasyon sayısı küçülse dahi kavitasyon boyu artmamaktadır. Bu durum kavitasyon sayısının bir sınırı geçmesine kadar böyle devam eder. Bir değerden sonra yeniden kavitasyon sayısı küçülterek kavitasyon boyu artırılabilir. Fiziksel olarak stabil olmayan bu nokta için kavitasyon kova diyagramı elde edilerek bu özel durum incelenmesi amaçlanmıştır. Fakat PCPAN programı kavitasyon boyu $0,75c$ tanımlandığında doğru çalışmamaktadır. Bu durumda programın doğru çalıştığı $0,75c$ noktasına en yakın değer olan $0,7c$ için hesaplar yapılmıştır. Son olarak ise bir sualtı türbini kesitine ait olan S184 geometrisi kavitasyon başlangıç durumu için incelenmiştir.

Anahtar sözcükler: Kavitasyon, kavitasyon kova diyagramı, sınır eleman yöntemi, hidrofoil.

1. Giriş

Kavitasyon, bir akışkan içerisindeki lokal basıncın, ortam sıcaklığındaki buharlaşma basıncının altına düşmesi durumunda meydana gelen fiziksel bir olaydır. Sabit sıcaklıktaki bir akışkanın lokal basıncı (p), doymuş buharlaşma basıncının (p_v) altına düşerse, akışkan yapısı parçalanmaya başlar. Bu olaya "kavitasyon" denir. Kavitasyon denilen olgu suda çalışan pervane, dümen, fin, pompa ve türbin kesitlerinde çok sık olarak meydana gelebilir (Molland ve Turnock, 2011).

Kavitasyonun meydana geldiği bölgede basınç değeri ani bir şekilde değişir. Bu ani basınç değişimi sebebiyle sistem performansı olumsuz etkilenir (Kanat kesitinde kaldırma kuvveti düşer, direnç artar, pervane için itme azalır, vs.). Sisteme ek kuvvetler yüklenir. Gürültü ve titreşim oluşabilir ve bu durum özellikle sonar cihazların kullanıldığı gemi tipleri için çok büyük bir problem oluşturur. Ayrıca, akışkan ile katı yüzey arasındaki hız farkı çok yüksek değerlere ulaşırsa, erozyon (malzeme aşınması) meydana gelebilir (Franc, 2006). Bu nedenle

özellikle yüksek akım hızlarında çalışan sistemlerde kavitasyon göz önüne alınması gereken önemli bir olaydır. Literatürde sınır elemanları yöntemi kullanılarak kavitasyon yapan iki ve üç boyutlu hidrofoillerin incelendiği çok sayıda çalışma mevcuttur. Aşağı kısımda bu konuda yapılan belli başlı çalışmalar kısaca açıklanmıştır.

Kavitasyon yapan iki boyutlu hidrofoilleri incelemek için pertürbasyon tekniğine dayalı lineer metotlar geliştirilmiştir (Tulin, 1953; Geurst ve Timman, 1956). Bahsedilen bu çalışmalarda kullanılan lineer teoride genel kabul, kavite kalınlığının ve hidrofoil kalınlığının kiriş boyuna (chord) kıyasla küçük olmasıdır. İki boyutlu lineer problemlerin formülasyonu ayrıntılı olarak (Newman, 1977) numaralı kaynakta verilmiştir. Daha sonra, kısmi kavitasyon yapan hidrofoiller üç boyutlu durumda analiz edilmiştir (Uhlman Jr., 1987). Uygulanan yöntemle kısmi kavitasyon yapan hidrofoil diğer çalışmalardan farklı olarak lineer olmayan bir yöntemle incelemiştir. Lineer teoriye göre yapılan hesaplamalarda kalınlık oranı arttıkça kavitasyon hacmi ve boyunun arttığı hesaplanmıştır. Fakat yapılan deneylerde, özellikle hidrofoil önder kenar yarıçapı arttıkça kavitasyon hacminin azaldığı görülmüştür. Yapılan bir diğer çalışma ile lineer teorisinin bu eksikliği düzeltilmiştir (Kinnas, 1991).

Kaynak (Kinnas ve Fine, 1990)'da Kinnas&Fine kısmi ve süper kavitasyon yapan iki boyutlu hidrofoillerin non-lineer analizi potansiyel tabanlı sınır elemanı yöntemi ile yapılmıştır. Kavitasyon boyunun bilindiği, kavitasyon sayısının hesaplandığı çalışmada çözüm hız tabanlı sınır elemanlı yöntemle göre daha hızlı bir şekilde yakınsar. Kaynak (Kinnas ve Fine, 1990) yapılan çalışma geliştirilerek üç boyutlu hidrofoillerin incelenmesi sağlanmıştır (Kinnas ve Fine, 1993).

Kaynak (Bal, 1999)' da serbest su yüzeyi altında, kavitasyon oluşumu ihmal edilerek sabit bir hızda ilerleyen iki boyutlu hidrofoillerin hidrodinamik analizi panel yöntemi ile yapılmıştır.

Dang&Kuiper (Dang ve Kuiper, 1999) tarafından yapılan çalışmada kısmi kavitasyon yapan iki boyutlu hidrofoil panel yöntemi ile incelenmiştir.

Kaynak (Çelik ve ark., 2014) 'da iki ve üç boyutlu hidrofoil üzerinde oluşan kaviteyi tahmin eden potansiyel tabanlı sınır elemanı yöntemi geliştirilmiştir. Bulunan sonuçlar, daha önce geliştirilen sınır elemanı yöntemleri ve FLUENT programı ile elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

Kavitasyon başlangıç tahmini için kesitin çalışabileceği hücum açlarına karşılık minimum basınç katsayılarının bilinmesi yeterlidir. Kesitin belirlenen hücum açları için üzerinde meydana gelen minimum basınç değerlerinin verildiği grafiklere "kavitasyon zarf eğrisi (cavitation bucket diagram)" denir. Elde edilen eğrinin iç kısmında çalışan kesit üzerinde kavitasyon görülmez. Başka bir deyişle eğrinin iç kısmı kavitasyon açısından güvenli bölgedir. Kavitasyon zarf eğrisi üç farklı bölgeden oluşmaktadır. Eğrinin üst kısmı, kesitin üst yüzeyinde giriş kenara yakın bölgedeki kavitasyon başlangıcını, eğrinin alt kısmı, alt yüzeydeki kavitasyon başlangıcını; eğrinin sol kısmı ise kesitin orta kısmındaki kavitasyon başlangıcını göstermektedir (Carlton, 2012).

Bu çalışmada hidrofoil üzerinde oluşan basınç dağılımı olası her bir hücum açısı için bulunup kavitasyon zarf eğrileri elde edilmiştir. Bu diyagramlar kullanılarak hangi şartlar için hidrofoil üzerinde kavitasyon oluşup oluşmadığı tayin edilmeye çalışılmıştır. Geometrilere için 4-basamaklı NACA serisi kullanılmıştır. Bu serilerin geometrisini tanımlarken kullanılan sayı dizisindeki her bir rakam

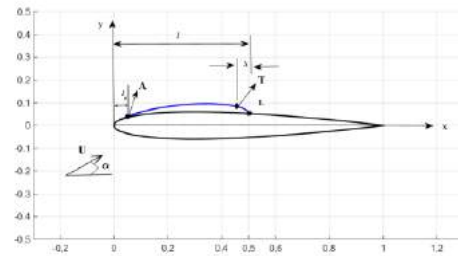
geometrik olarak bir parametreyi temsil etmektedir (Anderson, 2011). Bu parametreler kalınlık oranı, sehim oranı ve maksimum sehim yeri oranıdır. İncelenen geometrilerde bu parametreler değiştirilerek bu parametrelerin kaviteye olan etkileri incelenmiştir. Kaviteye iki ayrı durum için incelenmiştir. Bunlar, kaviteye başlangıç durumunun tayini ve kısmi kaviteye durumudur. Her iki durumda da zarf eğrilerini elde etmek için kesit üzerinde oluşan basınç dağılımının bulunması gerekmektedir. Basınç dağılımını elde etmek için sınır elemanları yöntemi (boundary element method) programları kullanılmıştır. Sınır elemanları yönteminde, akım alanının sınırlara uygun kaynak dipol, kuyu gibi tekil elemanları dağıtılır Neumann, Dirichlet veya bu sınır koşullarının her ikisi de ikisinde problemde tanımlanır. Böylece sınır koşulu probleminin çözümü ifade edilir (Seber ve ark., 2012; Ekinci, 2007). Bu çalışmada kaviteye başlangıç durumunun tayini için sabit şiddetli kaynak dipol yöntemini kullanan bir kod kullanılmıştır. Kaviteye başlangıç durumunda kesit üzerinde kavite oluşmaz. Kısmi kaviteye durumu için ise PCPAN (Partially Cavitating PANEL Method) programı kullanılmıştır. PCPAN, pervane veya kanat kesitleri üzerinde meydana gelen tabaka kaviteye oluşunu, potansiyel tabanlı panel yöntemi ile çözen bir koddur. Kısmi kaviteye durumu için kavite boyunun (l) giriş boyuna (c) oranının 0.5 ve 0.7 olduğu iki durum için incelenmiştir. Bu iki durum için kaviteye zarf eğrileri elde edilmiştir. Bilindiği üzere, hidrofoilde kaviteye sayısı küçüldükçe kaviteye boyu artar. Bu kaviteye boyunun $0.75c$ olduğu noktaya kadar devam eder. Bu noktada kaviteye sayısı küçüldüğünde beklenenin aksine kaviteye boyu azalır

ve kaviteye boyu için stabil olmayan bir bölge oluşur (partial cavity instability) (Kinnas, 1999). Kaviteye sayısı küçülmeye devam ederse, belli bir değerden sonra yeniden beklenildiği gibi kaviteye boyu artar. Fiziksel olarak görülen bu olay sayısal modelde de görülmektedir. Bu nedenle hesaplamalarda $0.7c$ durumu seçilmiştir (Karaaliolu, 2015).

Bu çalışma kapsamında ayrıca bir sualtı türbin kanat kesit geometrisi de kullanılmıştır. Sualtı akıntı türbinleri deniz ve gel-git akıntılarını kullanarak temiz ve yenilenebilir enerji üreten sistemlerdir. Sualtı türbin kanatlarının hepsinde görülmesi kaçınılmaz olan kaviteye oluşunun sistem performansını olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir (Uşar ve Bal, 2015). Bu çalışmada bir sualtı türbin kesitine ait kaviteye zarf eğrisi oluşturulmuş ve analiz edilmiştir.

2. Sınır Elemanları Yöntemi

Sınırları S_B olan bir hidrofoil kesitinin sıkıştırılamaz, viskoz olmayan ve döngüsüz (irrotasyonel) olan akımın içinde çalıştığı düşünülün.



Şekil 1. İki boyutlu durum için kısmi kaviteye yapan NACA0012 kesit geometrisi ($\alpha=6$).

Süreklilik denklemi toplam potansiyele (Φ) göre yazılırsa;

$$\nabla^2 \Phi^* = 0 \quad (2-1)$$

eşitliği elde edilir.

Denklem 2-1'in çözümü Denklem 2-2'de gösterildiği gibi kaynak (σ) ve dipol (μ) dağılımlarının toplamı olarak yazılabilir.

$$\Phi^*(x, y, z) = -\frac{1}{4\pi} \int_{S_B} \left[\sigma \left(\frac{1}{r} - \mu n \cdot \nabla \left(\frac{1}{r} \right) \right) \right] dS + \Phi_\infty \quad (2-2)$$

Pertürbasyon potansiyeli (ϕ)'nin S_B üzerinde tüm noktalarda tanımlanması gerekir. Denklem 2-2 bu koşulu sağlamaktadır. Bu yüzeyin üzerine teklik elemanları dağıtılarak iç potansiyel Denklem 2-3'deki gibi elde edilebilir.

$$\Phi^*(x, y, z) = -\frac{1}{4\pi} \int_{gövde+iz} \mu \frac{\partial}{\partial n} \left(\frac{1}{r} \right) dS - \frac{1}{4\pi} \int_{gövde} \sigma \left(\frac{1}{r} \right) dS + \Phi_\infty \quad (2-3)$$

$r \rightarrow 0$ olduğu zaman bu integraller tekil olmaktadır. Ve bu (x, y, z) noktası civarında bu integrallere ait temel değerler hesaplanmalıdır. Yüzeye dik akım bileşeninin sıfır olduğu sınır koşulu $\Phi^* = sabit$ eşitliği tanımlanabilir. Bu yüzden, $\Delta(\Phi + \Phi_\infty) \cdot n = 0$ koşulu hız potansiyeli cinsinden yazılmak istenirse aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$\Phi^*(x, y, z) = -\frac{1}{4\pi} \int_{gövde+iz} \mu \frac{\partial}{\partial n} \left(\frac{1}{r} \right) dS - \frac{1}{4\pi} \int_{gövde} \sigma \left(\frac{1}{r} \right) dS + \Phi_\infty = sabit \quad (2-4)$$

Bu denklem, endirekt sınır koşullu problemler için esas teşkil eder. Çözüme ulaşmak için S_B yüzeyi ayrık elemanlara bölünüp, her bir eleman için Denklem 2-4 çözülür. Sonuç olarak bilinmeyen μ dağılımlarını içeren cebirsel eşitlikler elde edilir.

Geometri üzerine yerleştirilen her bir panel yerel kaynak ve dipol şiddetine sahiptir.

$$\sum_{j=1}^N B_j \sigma_j + \sum_{j=1}^N C_j \mu_j + \Phi_\infty = sabit \quad (2-5)$$

Kaynak ve dipol değerleri belirtilmelidir. İç potansiyel Φ_∞ olarak seçilmiştir. Bu durumda kaynak şiddeti aşağıdaki gibi verilmektedir.

$$\sigma_j = n_j \cdot Q_\infty \quad (2-6)$$

İç pertürbasyon potansiyelinin değerini sıfır yapmak için $((\Phi_i)^* = \Phi_\infty)$ Denklem 2-5 aşağıdaki forma dönüştürülür:

$$\sum_{j=1}^N B_j \sigma_j + \sum_{j=1}^N C_j \mu_j + \Phi_\infty = 0 \quad (2-7)$$

Denklem 2-7 (Sınır şartı), bu nokta için doğrusal cebirsel bir denklemi sağlamak koşuluyla yapı içerisindeki her kollokasyon noktasında belirtilmiştir. Böyle bir sayısal çözüm kurulabilmesi için izlenmesi gereken adımlar Kaynak (Katz ve Plotkin, 2001)'de ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

i. Kinematik Sınır Şartı

Akış hız vektörlerinin hidrofoil ve kavite yüzeyine teğet olması gerekmekte

$$\frac{\partial \phi}{\partial n} = -\vec{V} \cdot \vec{n} \quad (2-8)$$

\vec{n} kavite yüzeyi veya hidrofoil yüzeyi üzerindeki akışkana doğru yönlendirilmiş dik birim vektörü temsil etmektedir.

ii. Kavite Yüzeyi Üzerindeki Dinamik Sınır Koşulu

Kavitasyon yüzeyi üzerinde basınç sabit ve p' 'ye eşittir. Bernoulli denklemi kavitasyon sayısı için uygulandığında

kavite yüzeyi üzerindeki toplam hız aşağıdaki gibi bulunabilir:

$$q_c = (U^2)\sqrt{1+\sigma} \quad (2-9)$$

Kavitasyon oluşumunu kontrol etmek için burada boyutsuz kavitasyon sayısı (σ) türetilmiştir. İncelenen noktada kavitasyon olmaması için σ 'nın $-C_p$ den büyük olması gerekmektedir.

Dinamik sınır koşulu pertürbasyon potansiyeli cinsinden Denklem 2-10'da gösterildiği gibi yazılabilir.

$$\frac{\partial \Phi}{\partial S_c} = q_c - \frac{\partial \Phi_{in}}{\partial S_c} \quad (2-10)$$

ii. Kutta Şartı

Hidrofoilin çıkış ucunda hız sonludur.

$$\nabla \Phi = \text{sonlu} \quad (\text{Çıkış Ucunda}) \quad (2-11)$$

iii. Radyasyon Koşulu

$$\nabla \Phi \rightarrow 0 \quad (\text{Sonsuzda}) \quad (2-12)$$

iv. Kavite Kapanma Modeli

Kavitasyon, kendi yüzeyinin çıkış ucunda (takip kenarında) kapanmaktadır. Burada kavitasyon yüzeyinin takip kenarında meydana gelen karışık fiziksel olay ihmal edilmiştir. Bu bölge, bir kavitasyon kapanma (sonlandırma) modeli ile temsil edilmiştir. Kapanma modeli, kavitasyon geçiş bölgesi için uygulanır. PCPAN programında basınç kapanma modeli kullanılmıştır. Bu modelde kavite geçiş bölgesinde basınç değeri değişmektedir. Detaylar 19 numaralı kaynak içerisinde verilmiştir.

3. Sayısal Sonuçlar

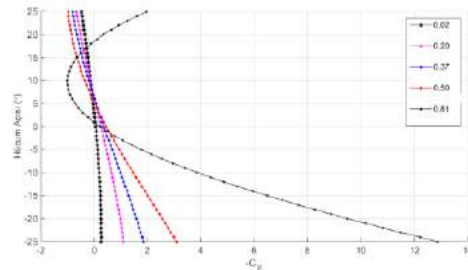
Bu bölümde 4-basamaklı NACA kesitlerinde maksimum sehim oranının,

maksimum sehim yerinin ve kalınlık oranının kavitasyonla ilişkisi, her bir durum için zarf eğrilerinin çizdirilmesi ile saptanmaya çalışılmıştır. İlk olarak kavitasyon başlangıç durumu için zarf eğrileri oluşturulmuştur. İkinci olarak aynı parametreler kısmi kavitasyon durumu için de incelenmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Son olarak bir sualtı akıntı türbin kesiti kavitasyon başlangıç durumu için incelenmiştir.

3.1. Kavitasyon Başlangıç Durumu İçin Analizler

Kavitasyon başlangıç durumuna ait zarf eğrileri için gerekli olan basınç dağılımı sabit kaynak-dipol panel yöntemi ile bulunmuştur.

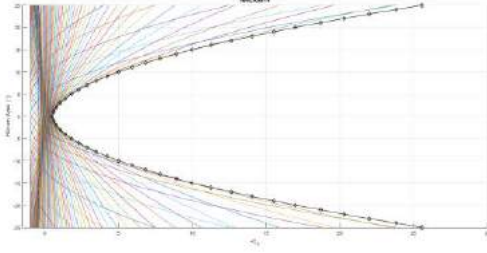
Herhangi bir kesite ait kavitasyon zarf eğrisi elde etmek için geometri farklı hücum açıları için çizdirilir ve her bir hücum açısı için basınç dağılımı bulunur. Kesit üzerinde seçilen noktalar üzerinde oluşan basınç değerleri farklı hücum açıları için çizdirildiğinde zarf eğrisi elde edilir. Örnek olarak NACA0014'ün üst yüzeyinde giriş uca göre yerleri verilen beş nokta için eğriler Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. NACA0014 üzerindeki beş nokta için basınç değerleri

Her bir eğri bir noktayı temsil etmektedir. Nokta sayısı artırıldığında (101 nokta) Şekil 3'teki örümcek ağı desenine benzeyen grafik elde edilmiştir. Grafikteki

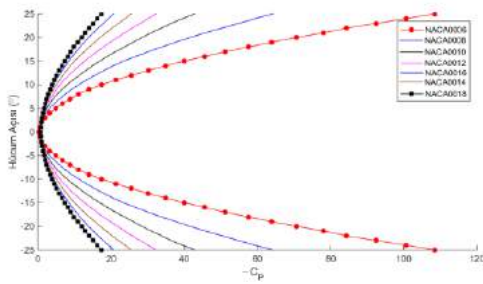
her bir hücum açısına denk gelen minimum basınç değeri belirlenip, bu noktalardan eğri geçirildiğinde zarf eğrisi elde edilmiş olur. Zarf eğrisi içinde kalan bölgede çalışan kesit üzerinde kavitasyon meydana gelmez.



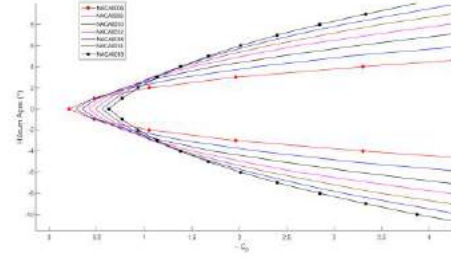
Şekil 3. NACA0014 kesitine ait kavitasyon kovası

3.1.1. Kalınlık Etkisi

Bu bölümde NACA0006, NACA0008, NACA0010, NACA0012, NACA0014, NACA0016 ve NACA0018 kesitlerine ait olan zarf eğrileri Şekil 4 ve Şekil 5'te 'de gösterilmiştir. Bu uygulamanın amacı, hidrofoil kesitine ait maksimum kalınlık oranı değişiminin kavitasyona olan etkisinin incelenmesidir.



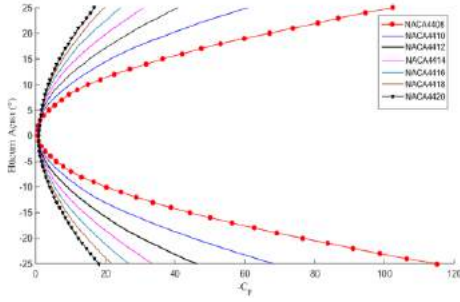
Şekil 4. Kaviteasyon başlangıç durumu için kalınlık oranı değişiminin simetrik kesitlerin zarf eğrilerine etkisi.



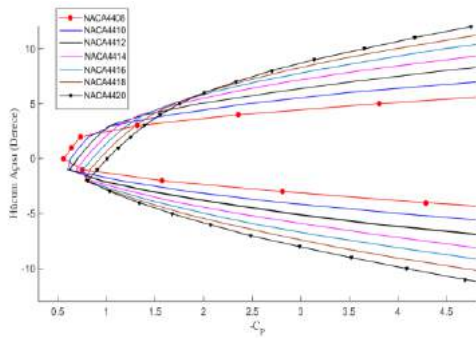
Şekil 5. Kaviteasyon başlangıç durumu için kalınlık oranı değişiminin simetrik kesitlerin zarf eğrilerine etkisi ($-C_p$ değeri 0 ile 4 arasında).

Şekil 4 ve Şekil 5 'ten görüleceği üzere, kalınlığın kavitasyona etkisi hidrofoilin çalışacağı σ değerine göre değişmektedir. İncelenen durum için σ değeri 1'den büyük olduğunda, kalınlık arttıkça zarf eğrisi genişlemekte ve kavitasyon riski azalmaktadır. σ 'nin değeri 1'den küçük olduğu durumda ise kalınlık arttıkça kavitasyon riski artmaktadır. Bundan dolayı düşük kavitasyon sayısında çalışan sistemlerde ince kesitlerin seçilmesi uygun olabilmektedir. Kesitin düşük kavitasyon sayısında çalışabilmesi, fiziksel olarak sistemin (geometrinin) yüksek hızlar için uygun olduğu anlamına gelir.

İkinci olarak simetrik olmayan aynı sehim oranı ve sehim yeri oranına sahip kesitlerin kalınlık oranı değiştirilerek elde edilen geometrilerin zarf eğrileri karşılaştırılmıştır. Bu uygulama için ise NACA4406, NACA4408, NACA4410, NACA4412, NACA4414, NNACA4416 ve NACA4418 geometrileri incelenmiştir. Şekil 6'da gösterilen grafiğin $-C_p$ değeri 0 ile 4.5 aralığında olan kısmı yeniden çizdirildiğinde, Şekil 7 elde edilmiştir.



Şekil 6. Kaviteasyon başlangıç durumu için kalınlık oranı değişiminin simetrik olmayan kesitlerin zarf eğrilerine etkisi.



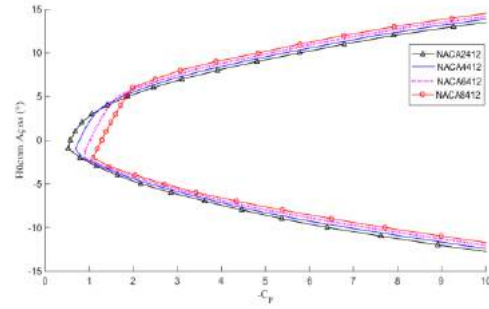
Şekil 7. Kaviteasyon başlangıç durumu için kalınlık oranı değişiminin simetrik olmayan kesitlerin zarf eğrilerine etkisi (- C_p değeri 0 ile 4.5 arasında).

Şekil 6 ve Şekil 7'den görüleceği üzere, simetrik olmayan kesitler için kaviteasyon üzerindeki kalınlık etkisi simetrik olan kesitler için elde edilen etkinin aynısıdır. Kalınlık oranının artması belirli bir σ değerinden sonra kaviteasyon riskini azaltmaktadır.

3.1.2. Sehım Oranının Etkisi

Maksimum sehım yeri ve kalınlık oranı sabit tutulup, sehım oranı değiştirilerek elde edilen NACA2412, NACA4412, NACA6412 ve NACA8412 kesitlerinin zarf eğrileri Şekil 8'de verilmiştir. Pozitif hücüm açılarında zarf eğrisi sırasıyla NACA2412, NACA4412, NACA6412, NACA8412 olarak genişlemektedir.

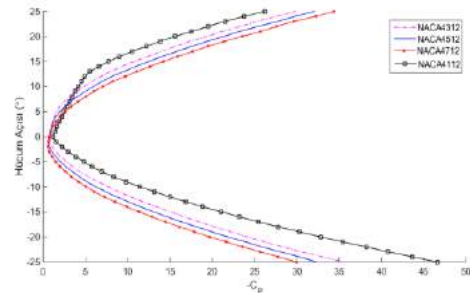
Pozitif hücüm açıları için, sehım oranının artması, kaviteasyon riskini azaltıcı bir etki yapmaktadır. Negatif hücüm açılarında ise sehım oranının artması kaviteasyon riskinin artması anlamına gelir.



Şekil 8. Kaviteasyon başlangıç durumu için sehım oranı değişiminin zarf eğrilerine etkisi.

3.1.3. Maksimum Sehım Yerinin Etkisi

Bu uygulamada, NACA4112, NACA4312, NACA4512 ve NACA4712 kesitleri incelenmiştir. Elde edilen zarf eğrileri Şekil 9'de gösterilmiştir.



Şekil 9: Kaviteasyon başlangıç durumu için maksimum sehım yeri oranı değişiminin zarf eğrilerine etkisi.

Şekil 9'dan görüleceği üzere, negatif hücüm açılarında çalışan sistemlerde (sualtı akıntı türbini gibi) ya da başka bir deyişle akımın pozitif basınç bölgesi (alt yüzeyi, "face") ile karşılandığı durumlarda, maksimum sehımın çıkış kenarına yaklaşması kaviteasyon riskini

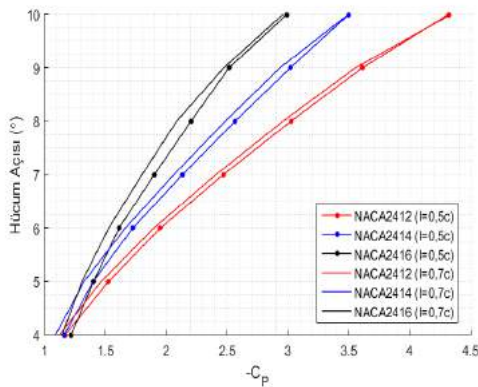
azaltmaktadır. Pozitif hücum açıları için ise (pervane gibi) maksimum sehimin giriş kenara yakın olması kavitasyon riskini azaltmaktadır.

3.2. Kısmi Kavitasyon Durumu İçin Analizler

Kavitasyon başlangıç durumu için yukarıda ele alınan tüm durumlar kısmi kavitasyon durumu için yeniden incelenmiştir. Kısmi kavitasyon durumundaki basınç dağılımı PCPAN programı ile hesaplanmış ve zarf eğrileri çizdirilmiştir. PCPAN sonuçları ile iki ve üç boyutlu hidrofoiller için yapılan deney sonuçları karşılaştırılmış ve birbirleri ile uyumlu olduğu görülmüştür. PCPAN ile deney sonuçlarının karşılaştırıldığı grafikler için (Kinnas ve Fine, 1993)'e başvurulabilir.

3.2.1. Kalınlık Etkisi

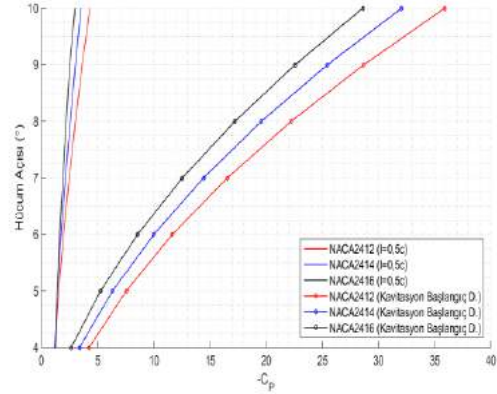
Çalışmanın bu bölümünde kısmi kavitasyon için kavite boyu, giriş boyunun 0.5 ve 0.7 katı olduğu iki durum hesaplanmış ($l=0.5c$ ve $0.7c$) ve birbirleri ile karşılaştırılmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. Kısmi kavitasyon durumu için kalınlık oranı değişiminin zarf eğrilerine etkisi ($l=0.5c$ ve $l=0.7c$ için).

Kısmi kavitasyon durumu için kalınlık oranı etkisi incelendiğinde kavitasyon

başlangıç durumu ile aynı sonuç elde edilmiştir. Yani, kalınlık arttıkça kavitasyon oluşma riski azalmaktadır. Şekil 11'de kavitasyon başlangıç durumu ile kısmi kavitasyon durumu $l=0.5c$ için hazırlanan eğriler karşılaştırılmıştır.



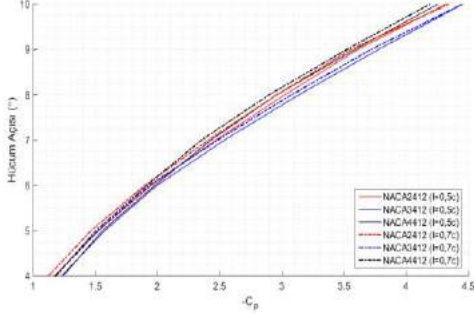
Şekil 11. Kısmi kavitasyon durumu için kalınlık oranı değişiminin zarf eğrilerine etkisi ($l=0.5c$ ve kavitasyon başlangıç durumu).

Kısmi kavitasyon durumunun incelendiği bölümde elde edilen eğrilerin iç kısmı belirtilen kavitasyon boyu için güvenli bölgedir. Örneğin $0.5c$ için elde edilen eğrinin iç kısmında, boyu $0.5c$ olan kavite oluşmayacağı söylenebilir. Diğer bir deyişle zarf eğrisinin iç kısmı $l=0.5c$ durumu için güvenli bölgedir. Fakat daha kısa boylu kavite oluşup oluşmayacağı hakkında kesin bir şey söylenemez. Bunun için kavite boyu arttıkça eğrilerin genişlemesi beklenir. Tüm durumlarda için $l=0.7c$ eğrilerinin $l=0.5c$ eğrilerinden daha geniş olacağı söylenebilir.

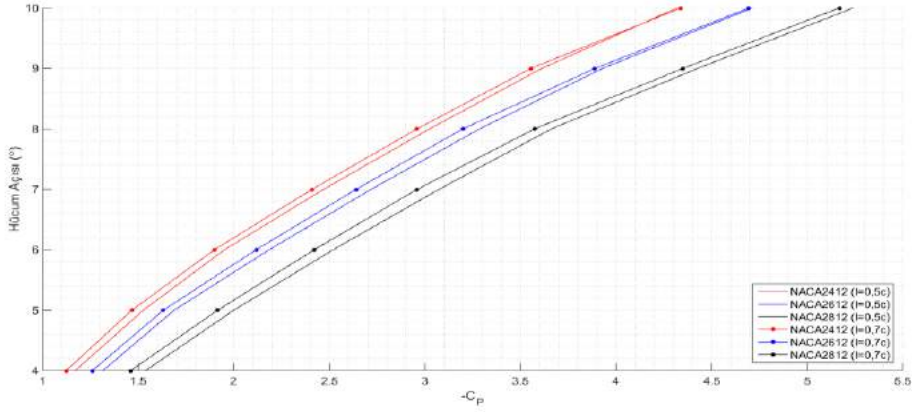
3.2.2. Sehim Oranının Etkisi

NACA2412, NACA3412 ve NACA4412 geometrileri kavitasyon boyu $0.5c$ ve $0.7c$

durumu için incelenmiş ve kaviteasyon zarf eğrileri Şekil 12’de verilmiştir.



Şekil 12. Kısmi kaviteasyon durumu için sehim oranı değişiminin zarf eğrilerine etkisi ($l=0.5c$ ve $l=0.7c$).



Şekil 13. Kısmi kaviteasyon durumu için maksimum sehim yeri oranı değişiminin zarf eğrilerine etkisi ($l=0.5c$ ve $l=0.7c$).

Zarf eğrileri sırasıyla NACA2812, NACA2612 ve NACA2412 için genişlemektedir. Yani pozitif hücüm açılarında maksimum sehimin çıkış kenarına yaklaşması kaviteasyon riskini azaltmaktadır.

3.3. Bir Sualtı Türbin Kesitinin İncelenmesi

Çalışmada ayrıca bir sualtı akıntı türbinine ait S184 kesiti kaviteasyon başlangıç durumu için incelenmiştir. S184 kesitine ait geometri (Uşar, 2015) numaralı kaynaktan alınmıştır. Bu geometri 20 nokta için oluşturulmuştur. Sonucun daha

Şekil 12’ye göre σ 'nin 2’den büyük olduğu durumda NACA4412 kesitinde kaviteasyon oluşma riski NACA3412’ye göre daha azdır.

3.2.3. Maksimum Sehim Yerinin Etkisi

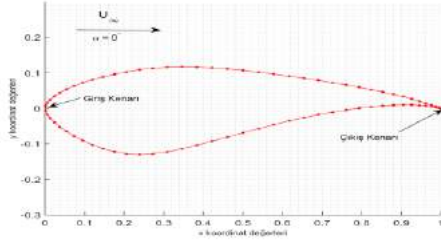
NACA2412, NACA2612 ve NACA2812 kesit geometrileri kaviteasyon boyu $0.5c$ ve $0.7c$ durumu için incelenmiş ve kaviteasyon zarf eğrileri Şekil 13’de verilmiştir.

hızlı yakınsaması için giriş kenarına ve çıkış kenarına yakın bölgelere daha sık panel atılması gerekmektedir. Bu panel yerleşimi kosinüs dağılımı ile sağlanmıştır. Kosinüs dağılımına ait formülasyon Denklem 3-1 ve Denklem 3-2’de verilmiştir (Katz ve Plotkin, 2001).

$$\nabla\beta = \pi / N \quad (3-1)$$

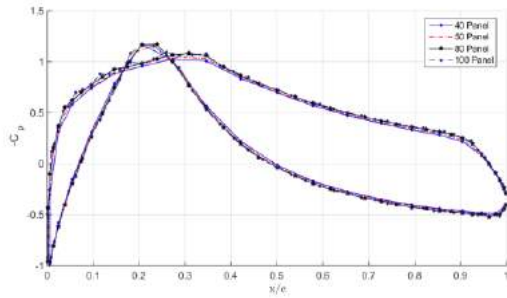
$$x = \frac{c}{2} (1 - \cos \beta) \quad (3-2)$$

Yukarıdaki denklemlerde; c giriş boyunu, N ise panel sayısını göstermektedir. Nokta sayısı interpolasyon ile artırılıp kosinüs dağılımı ile yeni noktaların koordinatları hesaplanmıştır. Hesaplanan yeni noktalar (81 nokta) ile çizilen S184 geometrisi Şekil 14’te verilmiştir.



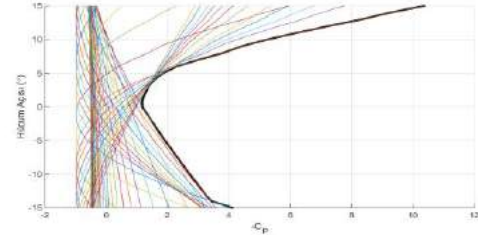
Şekil 14. Su altı türbin kesiti (S184)

S184 kesiti üzerinde oluşan basınç dağılımı sabit kaynak dipol yöntemi ile farklı panel sayıları için bulunup karşılaştırılmıştır (Şekil 15). 80 adet panel için yapılan çözüm yeterli olduğundan bundan sonra S184 kesiti için yapılacak tüm hesaplamalarda panel sayısı 80 olarak alınmıştır.



Şekil 15. S184 için farklı panel sayıları için basınç dağılımı ($\alpha=0^\circ$ için).

S184 geometrisi için +15 ve -15 hücum açısı aralığında basınç dağılımı bulunup zarf eğrisi elde edilmiştir (Şekil 16).



Şekil 16. Su altı türbin kesitine (S184) ait kavitasyon başlangıç durumu için zarf eğrisi.

Su altı türbinlerinin çalışma prensibi pervanelerden farklıdır. Pervanelerde akım kesitin negatif basınç tarafı ile karşılaşırken su altı türbinlerinde pozitif basınç tarafı ile karşılaşılır. Bu nedenle negatif hücum açılarındaki kavitasyon sayısı değerleri daha önemlidir. Şekil 16’daki grafikte negatif hücum açıları için kavitasyon zarf eğrisinde güvenli bölge alanı daha büyüktür. Dolayısıyla mevcut hidrofoil (kesiti) su altı türbini çalışma prensibine uygun düşmektedir.

4. Sonuçlar ve Değerlendirmeler

Hidrofoil dizaynında, pompa ve türbin kanatları tasarımında kavitasyon riskini belirlemek için kavitasyon zarf eğrileri kullanılabilir. Pervane kesitine ait en küçük boyutsuz basınç katsayısı her bir hücum açısı için eşleştirilerek elde edilen bu diyagramlar sayesinde hangi koşullar altında hangi bölgede kavitasyonun başlayacağı tahmin edilebilir. Bu çalışmada pervane dizaynında sıklıkla kullanılan NACA kesitlerine ait geometrik parametreler sistematik olarak değiştirilerek bu parametrelerin kavitasyona olan etkileri incelenmiştir. Kavitasyon başlangıç durumu ve kısmi kavitasyon durumları ayrı ayrı hesaplanmış ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgular sırasıyla aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Kavitasyon başlangıç durumu için simetrik ve simetrik olmayan kesitlerin kalınlık oranları değiştirilerek zarf eğrileri çıkarılmıştır. Hidrofoil maksimum kalınlık oranının kavitasyona etkisi çalışılan $-C_p$ değerine göre değişmektedir. İncelenen durum için $-C_p$ değeri 1'den büyük olduğu durumda kalınlık arttıkça zarf eğrisi genişlemekte yani kavitasyon riski azalmaktadır. $-C_p$ 'nin 1 değerinden küçük olduğu durumda ise kalınlık arttıkça kavitasyon riski artar.
- İnce kesitler düşük kavitasyon sayılarında çalışabilmektedir. Düşük kavitasyon sayılarında çalışabilmek, fiziksel olarak kesitin yüksek hızlarda çalışabileceği anlamına gelir. Ayrıca zarf eğrisi genişledikçe kesitin kavitasyon riski olmadan çalışabileceği hücum açısı aralığı da artmaktadır.
- Kısmi kavitasyon durumu için kalınlık oranı etkisi incelendiğinde kavitasyon başlangıç durumu ile benzer sonuçlar elde edilmiştir. Kalınlık etkisi çalışılan $-C_p$ değerine bağlı olarak değişmektedir.
- Kavitasyon başlangıç durumunda, pozitif hücum açısı bölgesinde, sehim oranı arttıkça zarf eğrisi genişlemektedir. Fakat negatif hücum açıları için sehim oranı arttıkça zarf eğrisi daralmaktadır. Pozitif açılarda çalışacak (akımı negatif basınç tarafı ile karşılayacak) kesitler için sehim oranının artması kavitasyon riskini azaltır. Fakat negatif hücum açılarındaki çalışacak kesitler için sehim oranının artması kavitasyon açısından istenmeyen bir durumdur.
- Kavitasyon başlangıç durumu için, pozitif açılarda çalışan veya akımın negatif basınç bölgesi (üst yüzey) ile karşılandığı durumlarda maksimum sehimin giriş kenarına yaklaşması kavitasyon riskini azaltan bir durumdur. Negatif hücum açılarındaki çalışan kesitler

için ise maksimum sehimin çıkış kenarına yakın olması istenmektedir.

- Kısmi kavitasyon durumu için ise pozitif hücum açılarındaki maksimum sehimin, kesitin giriş ucuna yaklaşması kavitasyon riskini azaltır.

• Kısmi kavitasyon durumu için farklı kavitasyon boyu için incelenmiştir. ($l/c=0.5$ ve $l/c=0.7$) Elde edilen sonuçlar iki durum için aynı özellikleri taşımaktadır. İncelenen tüm durumlarda $l/c=0.7$ eğrisi, $l/c=0.5$ eğrisinden daha geniştir. Kavitasyon boyu arttıkça oluşturulan eğri genişlemektedir.

- Kısmi kavitasyon durumunda elde edilen grafiklerin y eksenini $+4^\circ$ 'den başlamaktadır. Bunun nedeni $+4^\circ$ 'den küçük değerler için verilen özellikte kavite oluşmamasıdır.

Mevcut çalışma süper kavitasyon durumuna kolaylıkla genişletilebilir. Ayrıca bir regresyon analizi uygulanarak zarf eğrileri için ampirik formüller elde edilebilir. Yapılan bu çalışma yukarıda ifade edilen çalışmalar için bir temel oluşturmaktadır.

5. Kaynakça

- Brennen, C., E., (2013). *Cavitation and Bubble Dynamics*.
- Uşar, D., (2015). Sualtı Akıntı Türbinlerinin Hidrodinamik Analizi, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Molland, A., F., Turnock, S., R., (2011). *Marine Rudders and Control Surfaces: Principles, Data, Design and Applications*.
- Franc, P., (2006). *Fundamentals of Cavitation*. (Michel, Eds.), Kluwer Academic Publishers.
- Tulin, M., 1953. Steady two-dimensional cavity flows about slender bodies. DTMB Technical Report N. 834.
- Geurst, J., Timman, R., 1956. Linearized theory of two-dimensional cavitation flow around a wing

- section, Proceeding of the IX International Congress of Applied Mechanics.
- Newman, J., N., (1977). *Marine Hydrodynamics*. MIT Press.
- Uhlman Jr, J., S., (1987). The Surface Singularity Method Applied to Partially Cavitating Hydrofoils, *J. Sh. Res.*, 31, 2:107-124.
- Kinnas, S., A., (1991). Leading-Edge Corrections to the Linear-Theory of Partially Cavitating Hydrofoils, *J. Sh. Res.*, 35, 1: 15–27.
- Kinnas, S., A., Fine, N., E., 1990. Non-linear Analysis of Flow Around Partially or Super-Cavitating Hydrofoils by a Potential Based Panel, Proceeding the IABEM-90 Symposium.
- Kinnas, S., A., Fine, N., E., (1993). A numerical nonlinear analysis of the flow around two- and three-dimensional partially cavitating hydrofoils, *Journal of Fluid Mechanics*, 254, 11:151.
- Bal, Ş., (1999). A Panel Method for the Potential Flow Around 2-D Hydrofoils, *Tr. J. Eng. Environ. Sci.*, (TÜBİTAK), 349–361.
- Dang, J., Kuiper, G., (1999). Re-entrant jet modeling of partial cavity flow on two-dimensional hydrofoils, *J. Fluids Eng.*.
- Celik, F., Arıkan Ozden, Y., Bal, S., (2014). Numerical simulation of flow around two- and three-dimensional partially cavitating hydrofoils, *Ocean Eng.*, 78: 22–34.
- Carlton, J., (2012). *Marine Propellers and Propulsion*. Butterworth-Heinemann.
- Anderson, J., D., (2011). *Fundamentals of Aerodynamics*. McGraw-Hill.
- Seber, S., Ekinci, S., Bal, Ş., (2012). Numerical Calculation of Cavitation Buckets For 2-D Hydrofoils, *Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 30: 266-280.
- Ekinci, S., (2007). Gemi Pervane Yüzeyinde Tabaka Kavıtasyonunun Sayısal Olarak İncelenmesi, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kinnas, S., A., (1999). *Fundamentals of Cavity Flows*, Austin.
- Karaaliğlı, M., S., (2015). Hidrofoillerin Kavıtasyon Kovalarının Sayısal-Parametrik İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Uşar, D., Bal, Ş., (2015). Cavitation simulation on horizontal axis marine current turbines, *Renew. Energy*, 80: 15–25.
- Katz, J., Plotkin, A., (2001). *Low-Speed Aerodynamics*. Cambridge University Press.
- Kinnas, S., A., Fine, N., E., MIT-PCPAN and MIT-SPAN (Partially cavitating and super cavitating 2-D panel methods) User's Manual, Version 1.0.

Two Decapod Crustacean Species, *Pontonia pinnophylax* (Otto, 1821) and *Nepinnotheres pinnotheres* (Linnaeus, 1758), Living Inside *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 in Izmir Bay (Aegean Sea, Turkey)

İzmir Körfezi'nde (Ege Denizi, Türkiye) *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 İçerisinde Yaşayan İki Dekapod Krustase Türü: *Pontonia pinnophylax* (Otto, 1821) ve *Nepinnotheres pinnotheres* (Linnaeus, 1758)

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 1 Sayı: 2 (2015) 102-106

Okan AKYOL^{1,*}, Ali ULAŞ¹

¹ Ege University, Faculty of Fisheries, Urla, Izmir, TURKEY

ABSTRACT

Four specimens of *Pontonia pinnophylax* (Otto, 1821) and two specimens of *Nepinnotheres pinnotheres* (Linnaeus, 1758) were collected from four noble pen shells, *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 off Urla coasts, Izmir Bay, Aegean Sea.

These rare species are being reported for the first time in a certain area from the Turkish seas.

Keywords: noble pen shell, *Pontonia pinnophylax*, *Nepinnotheres pinnotheres*, new record, Aegean Sea.

ÖZET

Dört *Pontonia pinnophylax* (Otto, 1821) ve iki *Nepinnotheres pinnotheres* (Linnaeus, 1758) bireyi İzmir Körfezi (Ege Denizi) Urla kıyıları açıklarında dört pinadan (*Pinna nobilis* Linnaeus, 1758) toplanmıştır. Bu nadir türler, Türkiye denizlerinden belirgin bir alanda ilk kez rapor edilmektedir

Anahtar Kelimeler: pina, *Pontonia pinnophylax*, *Nepinnotheres pinnotheres*, yeni kayıt, Ege Denizi.

Article Info

Received: 10 June 2015

Revised: 11 December 2015

Accepted: 15 December 2015

* (corresponding author)

E-mail: okan.akyol@ege.edu.tr

1. Introduction

Species of the genus *Pontonia* Latreille, 1829 are distributed in tropical and subtropical waters around the world, living in associated with either molluscan or ascidian hosts and a total of 10 species from the genus is described (Fransen, 2002).

The regular host for *Pontonia pinnophylax* is *Pinna nobilis*, and it inhabits the mantle cavity of the living *P. nobilis* (Richardson et al., 1997). *P. pinnophylax* has been observed to feed on the mixture of mucus and food particles collected on the gill surfaces and on the mantle epithelium of *P. nobilis* and they assimilate carbon from similar sources, and their association is commensal (Kennedy et al., 2001).

P. pinnophylax distributes in the Mediterranean from the east coast of Spain to Turkey, not recorded from the North African coast and the species inhabits to depth of 0-137 m. Maximum postorbital carapace length 11 mm in males, 12.5 mm in females (Fransen, 2002).

Nepinnotheres pinnotheres is unique *Nepinnotheres* species in European waters (Manning 1993). *N. pinnotheres* usually occurs associated with a bivalve mollusk (i.e. *Pinna nobilis*) like *Pontonia* and it descends to 75 m (Manning 1993).

Both commensal species have been recorded from Izmir Bay since XVIII. Century. However, *N. pinnotheres* has been several reported more in 1970s, and

it has never been seen again since then. Thus, both species can be accepted as very rare. This short report contributes to the last knowledge and new material of two decapod crustaceans, *P. pinnophylax* and *N. pinnotheres* associated with *P. nobilis* for Izmir Bay (Aegean Sea) fauna after a long time.

2. *Pontonia pinnophylax* (Otto, 1821)

Material examined: South of Hekim Island, Izmir Bay (38°26'08''N - 26°45'41''E), sandy bottom with *Posidonia* meadows, 3 m depth, skin diving, 13 April 2015, 1 ♂ and 1 ovigerous ♀ (Figure 1), Carapace length (CL) 10 mm and 13 mm, respectively (ESFM-MAL/2015-01). A week later, Esek Island, Izmir Bay (38°24'16''N - 26°46'15''E), sandy bottom with *Posidonia* meadows, 4 m depth, skin diving, 20 April 2015, 1 ♂ and 1 ovigerous ♀, CL: 10 mm and 13 mm, respectively (ESFM-MAL/2015-01).

Remarks: *P. pinnophylax* in a *Pinna* species was first mentioned from Izmir Bay by Hasselquist (1757). In one of his letters to Linnaeus, he mentioned from *Astacus minimus* (as a Cancric species) in a *Pinna* species in Izmir Bay. According to Holthuis (1961), this species refers to *P. pinnophylax*. Additionally, Bakır et al. (2014) added amongst the marine arthropods of Turkey that the species has also been reported from the Levantine Sea in 1961 by Holthuis.



Figure 1. *Pontonia pinnophylax*, collected from Izmir Bay (Scale bar=10 mm): above: male with obvious difference in size of the chelae; lower: gravid female (Photograph: O. Akyol)

3. *Nepinnotheres pinnotheres* Linnaeus, 1758

Material examined: Esek Island, Izmir Bay (38°24'16''N - 26°46'15''E), sandy bottom with *Posidonia* meadows, 4 m depth, skin diving, 20 April 2015, 1 ♀ (with developing gonad), Total length (TL) 14 mm, 1 ovigerous ♀ 17 mm TL (Figure 2) (ESFM-MAL/2015-02).

Remarks: Some little crabs were mentioned first in the great silk muscle shell (*Pinna muricata* Linnaeus, 1758), collected from Milo Island (Cyclades, Greece) during the 8th Smyrna expedition in 1749 (Hasselquist, 1757). They must be *N. pinnotheres*. Before long, *N. pinnotheres* (as *Cancer pinnotheres*) was also reported from both Izmir Bay (Smirnae) and the Bosphorus

(Constantinopoli) by Forskål (1775). Kocataş (1971) and Geldiay and Kocataş (1972) collected some *N. pinnotheres* (as *Pinnotheres pinnotheres*) in the coasts of Urla and Balıklıova during the trawl surveys.

In conclusion, occurrence of both decapod crustaceans indicates established populations in the area in terms of ovigerous females. *P. pinnophylax*, two by two were living together inside of a *Pinna nobilis*, while *N. pinnotheres* was severally living inside. All specimens have the largest size in the Mediterranean. It needs the further researches on these poorly known species in the Bay of Izmir.



Figure 2. *Nepinnotheres pinnotheres*, collected from Izmir Bay (Scale bar=10 mm) (Photograph: O. Akyol)

4. Acknowledgements

We would like to thank fisherman Ilyas Varol for providing the valuable specimens.

5. References

- Fransen, C., H., J., M., (2002). Taxonomy, phylogeny, historical biogeography, and historical ecology of the genus *Pontonia* (Crustacea: Decapoda: Caridea: Palaemonidae). *Zoologische Verhandelingen, Leiden*, 336: 1-433.
- Kennedy, H., Richardson, C., A., Duarte, C., M., Kennedy, D., P., (2001). Diet and association of *Pontonia pinnophylax* occurring in *Pinna nobilis*: insights from stable isotope analysis. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 81:177-178.
- Manning, R., B., (1993). West African pinnotherid crabs, subfamily Pinnotherinae (Crustacea, Decapoda, Brachyura). *Bull. Mus. Natl. Hist. Nat. Ser. Paris*, 15, section A, No. 1-4:125-177.
- Hasselquist, F., (1757). *Iter Palæstinum eller resa til heliga landet, förrättad ifrån år 1749 til 1752, med beskrifningar, rön, anmärkningar, öfver de märkvärdigaste naturalier, på hennes Kongl. Utgifven af Carl Linnæus.* Stockholm, Sweden: Trykt pa Lars Salvii, pp. 1–619 (in Swedish).
- Bakır, A., K., Katağan, T., Aker, H., V., Özcan, T., Sezgin, M., Ateş, A., S., Koçak, C., Kırkım, F., (2014). The marine arthropods of Turkey. *Turk. J. Zool.*, 38:765-831.
- Holthuis, L., B., (1961). Report on a collection of Crustacea Decapoda and Stomatopoda from Turkey and the Balkans. *Zool. Verh.*, 47:1–67.

Forskål, P., (1775). *Descriptiones animalium avium, amphibiorum, piscium, insectorum, vermium; quæ in itinere orientali observavit Petrus Forskål. Post mortem auctoris edidit Carsten Niebuhr. Adjuncta est materia medica Kahirina atque tabula maris rubri geographica.* Copenhagen, Denmark: Ex officina Mölleri. (in Latin).

Kocataş, A., (1971). Investigations on the taxonomy and ecology of crabs "Brachyura" from Izmir Bay and its adjacent areas. E.Ü Fen Fak. İlimi Raporlar Serisi No. 121, pp.1-77. (in Turkish).

Geldiay, R., Kocataş, A., (1972). A preliminary study on the benthos of Izmir Bay. E.Ü. Fen Fak. Monografiler Serisi No. 12, pp.1-34 (in Turkish).

The Determination of Socio-Economic Structure of Small-Scale Fishery in Ordu

Ordu İlinde Küçük Ölçekli Balıkçılığın Sosyo-Ekonomik Yapısının Belirlenmesi

Serap ÇALIK^{1,*}, Naciye ERDOĞAN SAĞLAM¹

¹Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Bölümü,
Fatsa/Ordu

ABSTRACT

Socio economic structure of small scale fishery in Ordu was examined in this study. A survey was conducted among fishers of Ordu province. Results show that boat lengths varied between 5-12 meters and all boats were wood. Fishers were aged between 20 and 69 years, and for 72% of the fishers, fishing was the only source of income. Most fishers, 31,60%, had 11-20 years of professional

experience. It has been determined that 88.4% of the fishers have social security and 60% of them chose fishery as profession because of its been family business. All fishers were literate, 43,30% had elementary education, 55,10% had high school education and 1,60% were college graduates.

Keywords: Ordu, small-scale fishery, socio-economic analysis

ÖZET

Bu çalışmada, Ordu ili sınırları içerisinde faaliyet gösteren küçük ölçekli balıkçıların sosyo-ekonomik yapısı incelenmiştir. Bu amaçla Ordu ili merkez ve kıyı bölgesindeki ilçelerde balıkçılık yapan kişilere anket uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre tekne boylarının 5 m ile 12 m arasında değiştiği ve tamamının ahşap olduğu tespit edilmiştir. Balıkçıların yaşları 20 ile 69 arasında değişmekte olup % 72'si sadece balıkçılıktan geçimini sağlamaktadır. Mesleki tecrübeleri %31,60 en yüksek oranla 11-20 yıl arasında değişmektedir. Katılımcıların %88,40'ının sosyal güvencesinin olduğu, %60'ının baba mesleği olmasından dolayı balıkçılığı seçtiği belirlenmiştir. Balıkçıların hepsinin okur-yazar olduğu, %43,30'unun ilköğretim, %55,10'unun lise ve %1,60'ının üniversite mezunu olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Ordu, küçük ölçekli balıkçılık, sosyo-ekonomik analiz

Article Info

Received: 12 December 2015

Revised: 24 December 2015

Accepted: 26 December 2015

* (corresponding author)

E-mail: serapsamsun@hotmail.com

1. Giriş

Ülkemiz balıkçıları tarafından Karadeniz’de günü birlik yapılan “kıyı balıkçılığı” ile av sahaları ve balık sürülerinin davranışlarına göre avlanma sürecinin değiştiği “kıyı ötesi balıkçılığı” olmak üzere iki tip balıkçılık yapılmaktadır (Yücel, 2006).

Küçük ölçekli balıkçılık, kıyı alanını av sahası kabul eden, uzatma ağları, paraketa, kaldırma ağları, olta ve tuzaklar gibi av araçlarını kullanmak suretiyle günü birlik avcılık yapan, 12 metreden küçük balıkçı teknelerinin kullanıldığı avcılık olarak tanımlanabilir. Bu tür balıkçılıkta teknoloji, sermaye, iş gücü ihtiyacı ve kullanımı büyük ölçekli balıkçılığa nazaran daha düşük seviyededir. Balıkçıların tamamı yerel halktandır ve geleneksel metotlarla avcılık yaparlar. Av sahaları sınırlı olup ürünlerinin tamamı lokal olarak pazarlanır. Küçük ölçekli balıkçılık içinde, sadece balıkçılık yaparak geçimini sağlayanların yanı sıra ikinci bir iş yada hobi olarak su ürünleri avcılığı yapanlar da mevcuttur (Ünal, 2003).

Bu çalışmada, Ordu ili ve sahil şeridindeki ilçelerinde küçük ölçekli balıkçılık

kapsamında faaliyet gösteren kooperatiflerin yapısı ile balıkçıların sosyo ekonomik yapılarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma verileri balıkçılık yönetimi ile ilgili bilimsel ve yönetsel çalışmalara ışık tutacaktır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, 2011-2012 av sezonunda Ordu ili sınırları içerisinde faaliyet gösteren tekne sahibi balıkçılarla yüz yüze görüşülmek suretiyle saha çalışması şeklinde yürütülmüştür. 5 ile 12 m arasında değişen boylarda teknelere sahip küçük ölçekli balıkçılık yapan 60 adet balıkçıya demografik ve sosyo-ekonomik özelliklerini belirlemek üzere hazırlanan anket uygulanmıştır. Anket sonucu elde edilen veriler bilgisayara aktarılmış ve Microsoft Excel 2013 ortamında işlenerek analiz edilmiştir.

3. Bulgular

Araştırmanın yürütüldüğü Ordu ili sınırları içerisinde faaliyet gösteren su ürünleri kooperatifleri üye sayıları Tablo 1’de verilmiştir (Anonim, 2015).

Tablo 1. S.S. Su Ürünleri Kooperatifleri ve ortak sayıları

Kooperatifin Adı	Ortak Sayısı	Bulunduğu Yer
Boztepe-Kumbaşı-Güzelyalı Kirazlımanı S.Ü. Koop.	187	Ordu
Güzelyalı Su Ürünleri Kooperatifi	61	Ordu
Perşembe Su Ürünleri Kooperatifi	46	Perşembe
Mersinköyü Su Ürünleri Kooperatifi	42	Perşembe
Okçulu Kovanlı su Ürünleri Kooperatifi	76	Perşembe
Medreseönü Su Ürünleri Kooperatifi	62	Perşembe
Kacalı-Alınca Su Ürünleri Kooperatifi	39	Perşembe
Yalıköy Su Ürünleri Kooperatifi	48	Fatsa
Fatsa Su Ürünleri Kooperatifi	14	Fatsa
Ünye Su Ürünleri Kooperatifi	48	Ünye
Aşıklı Köyü Su Ürünleri Kooperatifi	15	Mesudiye

3.1. Avcılıkta Kullanılan Teknelerin Genel Özellikleri

Tekne boyları 5-12 m arasında değişmekte olup bunun % 66.70'lik kısmını 6,0-7,9 m boy uzunluğundaki tekneler oluşturmaktadır. En düşük orana ise 10-12 m uzunluğundaki tekneler sahiptir. Balıkçıların %58'i av aracı olarak hem

olta hem de uzatma ağları kullanmaktadır (Tablo 2).

Araştırma bölgesinde kullanılan tekne yaşlarının 1 ile 21 arasında değiştiği, bunların %43.60'ının 6 ile 10 yaş arasındaki tekneler olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Balıkçı teknelerinin genel özellikleri ve balıkçılık durumları.

Tekne Özellikleri	Adet	%
Boyu (m)		
5,0-5,9	3	5,0
6,0-7,9	40	66,70
8,0-9,9	15	25,0
10,0-12,0	2	3,30
Tekne Yaş Dağılımı		
1-5	13	21,60
6-10	26	43,60
11-15	7	11,60
16-20	7	11,60
21 ve üzeri	7	11,60
Av Araçları ve Balıkçılık Uğraşları		
Oltta	2	3,0
Oltta-Ağ	58	97,0
Yıllık Av Süresi		
90 gün	1	1,60
120 gün	1	1,60
150 gün	5	8,30
180 gün	9	15
210 gün	42	70,30
240 gün ve üzeri	2	3,20
Avlanılan Balığı Satış Şekli		
Perakende olarak kendi satıyor	24	40,0
Kabzımal aracılığı ile satıyor	36	60,0

3.2. Balıkçıların Demografik Özelliklerine Ait Bilgiler

Ordu ilinde faaliyet gösteren balıkçıların demografik özelliklerine ait bilgiler Tablo 2’de verilmiştir. Buna göre balıkçı yaşlarının 20-69 arasında değiştiği, % 100’ünün erkek balıkçılardan oluştuğu, % 91,8’nin evli olduğu tespit edilmiştir. Balıkçıların yaş dağılımlarına bakıldığında, % 30’luk oranın 40-49 yaş arasında, % 25’lik oranın ise 50-59 yaş arasındaki balıkçılardan oluştuğu belirlenmiştir. Ankete katılanların

%72’sinin sadece balıkçılıkla uğraştığı, %28’inin ise emekli veya balıkçılık yanında başka bir işten geçimini sağladığı tespit edilmiştir.

Balıkçıların eğitim düzeylerinin ilkököl mezunu ile üniversite mezunu arasında değiştiği, en yüksek orana % 55,10 ile lise mezunlarının sahip olduğu tespit edilmiştir. Tablo 3’den de görüleceği gibi balıkçıların 1 ile 5 arasında çocuk sahibi olduğu, bunun % 39,30’luk kısmının 2 çocuk sahibi balıkçılardan oluştuğu belirlenmiştir.

Tablo 3. Ordu İli balıkçılarının demografik özellikleri

Balıkçıların Demografik Özellikleri	Adet	%
Cinsiyet Durumu		
Erkek	60	100
Kadın	0	0
Yaş Dağılımları		
20-29	10	16,60
30-39	14	23,40
40-49	18	30,0
50-59	15	25,0
60-69	3	5,0
Balıkçılık Dışında İş Durumu		
Emekli veya başka işi olan	17	28,0
Sadece balıkçılık yapan	43	72,0
Medeni Hali		
Bekar	5	8,20
Evli	55	91,80
Öğrenim Durumu		
İlköğretim	26	43,30
Lise	33	55,10
Üniversite	1	1,60
Çocuk Sayısı		
1 Çocuk	6	10,20
2 Çocuk	24	39,30
3 Çocuk	18	29,30
4 Çocuk	7	11,60
5 Çocuk	5	8,60

3.3. Balıkçıların Sosyal ve Ekonomik Özelliklerine Ait Bilgiler

Anket uygulanan balıkçıların sosyal güvenlik durumları incelendiğinde %88,40'nın sosyal güvencesinin olduğu tespit edilmiştir. Balıkçılığı meslek olarak seçme nedenleri sorulduğunda %60'ı baba mesleği cevabını vermiştir. Mesleki

tecrübelerine bakıldığında ise 11-20 yıl arasında mesleki tecrübesi olanların oranı en fazla olarak belirlenmiştir (%31,60). Çalışanların sosyo-ekonomik durumlarının en önemli göstergelerinden mülkiyet sahibi olma oranlarına bakıldığında %50'sinin ev, %29,30'unun araba sahibi olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Ordu İli balıkçılarının sosyo-ekonomik özellikleri

Balıkçıların Sosyo-Ekonomik Özellikleri	Adet	%
Sosyal Güvenlik Durumu		
Sosyal güvencesi var	53	88,40
Sosyal güvencesi yok	7	11,60
Meslek Tecrübeleri		
1-10 Yıl	15	25,0
11-20 Yıl	17	31,60
21-30 Yıl	10	16,0
31-40 Yıl	13	22,0
41 ve üzeri	5	7,60
Balıkçılığı Seçme Nedeni		
Aile bütçesine katkı	12	20,10
Baba mesleği	36	60,0
Hobi	5	8,30
İşsizlik/Geçim kaynağı	7	11,60
Mülkiyet Sahibi Olma Durumu		
Ev	30	50,0
Araba	17	29,30
Yok	13	21,60

Çalışma sezonu içerisinde toplam giderlerin %66,60'ını ağ bakım ve mazot gideri, %20,20'sinin tekne bakım gideri, %13,60'ını ise motor bakım giderleri oluşturmaktadır. Bölgede avcılığı yapılan ekonomik balık türlerinden bazıları mezigit (*Merlangius merlangus*), barbun (*Mullus*

barbatus), hamsi (*Engraulis encrasicolus*), iskorpit (*Scorpanea porcus*), istavrit (*Trachurus trachurus*), kalkan (*Scophthalmus maximus*), kayabalığı (Gobiidae), kefal (Mugilidae), levrek (*Dicentrachus labrax*) ve zargana (*Belone belone*) gibi balıklardır.

4. Tartışma ve Sonuç

Küçük ölçekli balıkçıların kullandıkları araçlar tekne, olta ve ağlar olup teknelerin küçük olması ve kıyıda fazla uzaklaşmadan avcılık yapmaları sebebiyle, pusula, telsiz, sonar vb. ekipman bakımından yetersiz oldukları görülmüştür. Avcılıkta kullanılan teknelerin yaşları 1 ile 21 arasında değişmekte olup maliyetinin daha düşük olması nedeniyle ahşap teknelerin tercih edildiği tespit edilmiştir. Araştırmada 12 metreden küçük teknelerin kullanıldığı küçük ölçekli balıkçılık kapsamında faaliyet gösteren teknelerin % 66.70'inin 6-7,9 m boy uzunluğundaki teknelerden oluştuğu belirlenmiştir. Uzatma ağlarının yoğun olarak kullanıldığı bölgede balıkçıların % 97'si hem olta hem de uzatma ağlarını kullanmaktadır.

Anket yapılan balıkçıların yaşları 20 ile 69 arasında değişmekte olup % 30'luk oranla 40-49 yaş arasındaki balıkçıların daha fazla olduğu tespit edilmiştir. 50 yaş üzeri balıkçıların %30 oranında olması, geçmişte yeteri kadar birikim yapamadıklarını ve beden gücü isteyen bir iş olmasına rağmen ilerleyen yaşlarda da bu mesleğe devam ettiklerini göstermektedir. Katılımcıların %72'si sadece balıkçılıktan geçimini sağlarken, %28'i emekli veya başka bir işte çalıştığı halde ekonomik zorunluluklardan dolayı ek iş olarak balıkçılık yapmaktadır. Balıkçıların %91,80'i evli, %8,20'si bekar olduğunu ifade etmiştir. Evli olanlar ailesinin geçimini sağlamak için bu işi yaparken, bekar olanlar harçlığını çıkarmak ve aile bütçesine katkı sağlamak amacıyla balıkçılık yapmaktadır. Doğan ve Gönülal, Gökçeada balıkçılarının yaşlarının 28-63 arasında değiştiğini, %87,3'ünün erkek balıkçılardan oluştuğunu ve %83,3'ünün evli olduğunu bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada balıkçıların %54,2'sinin sadece

balıkçılıkla uğraştığı geri kalanların ise başka işler de yaptığını rapor etmişlerdir (Doğan ve Gönülal, 2011). Akçakoca'da yürütülen bir çalışmada balıkçıların yaş dağılımının 30 ile 60 yaş ve üzeri arasında değiştiği, %93'ünün evli olduğu ve %67'lik oranla çoğunluğun ilköğretim mezunu olduğu bildirilmiştir (Yağlıoğlu, 2013).

Balıkçıların eğitim düzeyleri ilköğretim, lise ve üniversite mezunu şeklinde olup, en yüksek orana %55,10 ile lise mezunlarının sahip olduğu tespit edilmiştir. Gökçeada da yürütülen çalışmada balıkçıların %55'inin ilköğretim mezunu, %10 gibi küçük bir oranının da üniversite mezunu olduğu belirtilmiştir (Doğan ve Gönülal, 2011). Bu sonuçlara göre bölge balıkçılarının temel eğitimlerini tamamladıkları görülmektedir. Balıkçılık sektöründe çalışanların %64'ü geçimini sadece balıkçılıktan sağlamakta olup, ek iş olarak balıkçılık yapanların %13'ü emekli, %7'si devlet memuru, %6'sı sigortalı işçi, %19'u Bağ-Kur'lu ve %56'sı vasıfsız işlerde sosyal güvenceleri olmadan çalışmaktadır (Yücel, 2006). Balıkçıların 1 ile 5 arasında çocuk sahibi olduğu, en yüksek oranın % 39,30 ile 2 çocuk, en düşük oranın ise %8,60 ile 5 çocuk sahibi balıkçılardan oluştuğu belirlenmiştir.

%31,60 oranında 11-20 yıllık mesleki tecrübeye sahip balıkçıların %88,40'ının sosyal güvencesinin olduğu tespit edilmiştir. Özellikle kıyı sahil şeridinde tarım arazisinin yeterli olmaması ve işsizlik sorunu, yöre halkını balıkçılık yapmaya yönlendirmekle birlikte, katılımcıların %60'ının baba mesleği olmasından dolayı balıkçılığı tercih ettikleri belirlenmiştir. Mesleki tecrübelerine bakıldığında ise %31,60'ının 11-20 yıl, %7,60'ının ise 41 yıl ve üzeri balıkçılıkla uğraştıkları belirlenmiştir. Buna göre, balıkçılık yapmaktan başka

alternatifi olmayan insanların aile geçimini sağlamak için uzun yıllar bu mesleği yapmak zorunda kaldığını söyleyebiliriz. Diğer meslek gruplarında olduğu gibi balıkçılık yapan kişilerinde mesleki birikimlerini değerlendirdikleri yatırımların başında konut alımı gelmektedir. Buna göre mülkiyet durumlarına bakıldığında %50'sinin ev, %29,30'unun araba sahibi olduğu tespit edilmiştir. Doğan ve Gönülal, balıkçıların %62,5'inin sosyal güvencesinin olduğunu, %45,8'inin deniz kenarında yaşadıklarından dolayı balıkçılığı tercih ettiğini bildirmişlerdir (Doğan ve Gönülal, 2011). İstanbul balıkçıları ile yapılan çalışmada, %44,3'lük en yüksek oranla işsizlikten dolayı balıkçılığın tercih edildiği bildirilmiştir. Bunu %17,3 ile aile bütçesine katkı sağlamak, %15,0 ile hobi amacıyla ve %14,4 ile baba mesleği olması nedenleri izlemektedir (Doğan, 2010). Erdoğan Sağlam ve ark., Ordu ili balıkçılığının yapısını değerlendirdikleri çalışmalarında balıkçılığı seçme nedenin %43 ile en yüksek oranda ek gelir sağlamak amacıyla yapıldığını, balıkçıların %64'ünün sosyal güvencesinin olduğu bildirmişlerdir (Erdoğan Sağlam ve ark., 2013). Küçük ölçekli balıkçılıkta en önemli av araç ve gereçleri tekne, olta ve ağ takımından oluşmaktadır. Balıkçıların ticari üretim yaparken kullandıkları aktif sermaye tekne ve av araç-gereç sermayesidir (Doğan ve Gönülal, 2011). Çalışma sezonu içerisinde toplam giderlerin %66,60'ını ağ bakım ve mazot gideri, %20,20'sinin tekne bakım gideri, %13,60'ını ise motor bakım giderleri oluşturmaktadır. Balıkçıların sosyo-

ekonomik yapıları ne yazık ki istenilen düzeyde değildir. Üretimin daha sağlıklı yapılabilmesi ve çevreye duyarlı balıkçılığın gerçekleştirilebilmesi için daha iyi sosyo-ekonomik koşulların yaratılması ve yeterli miktarda nitelikli mesleki eğitime sahip bireylerin yetiştirilmesi gerekmektedir. Ancak bu şekilde var olan kaynaklarımızın daha verimli ve ekonomik kullanımı mümkündür.

5. Kaynaklar

Yücel, Ş. (2006). Orta Karadeniz Bölgesi Balıkçılığı ve Balıkçıların Sosyo-Ekonomik Durumu. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23(1/3):529-532.

Ünal, V. (2003). Yarı Zamanlı Küçük Ölçekli Balıkçılığın Sosyo-Ekonomik Analizi, Foça (Ege Denizi). *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 20(1-2):165-172.

Anonim, (2015). Ordu İl Gıda Tarım Ve Hayvancılık Müdürlüğü.

Doğan, K., Gönülal, O., (2011). Gökçeada (Ege Denizi) Balıkçılığı ve Balıkçıların Sosyo-Ekonomik Yapısı. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi / The Black Sea Journal of Science*, 2(5): 57-69.

Yağlıoğlu, D. (2013). Akçakoca (Batı Karadeniz) Balıkçılığı ve Balıkçıların Sosyo-Ekonomik Analizi. *Ormanlık Dergisi*, 9(1):35-42.

Doğan, K. (2010). İstanbul Su Ürünleri Kooperatifleri ve Ortaklarının Sosyo-Ekonomik Analizi. *Journal of FisheriesSciences*, 4 (4):318-328. DOI:10.3153/jfscom.2010035

Erdoğan Sağlam, N., Sağlam, C., Özbek, G., Demir Sağlam, Y., 2013. Ordu İli (Karadeniz) Balıkçılığının Yapısı, 17. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 3-6 Eylül 2013, İstanbul.

An Evaluation on the Socio-Demographic Aspects of Employees in the Wholesale Fish Markets

Balık Hali Çalışanlarının Sosyo-Demografik Özellikleri Üzerine Bir Değerlendirme

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 1 Sayı: 2 (2015) 114-123

Burak Rahmi YILDIRIM¹, Okan AKYOL^{2,*}

¹ *Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, AB ve Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü, Ankara*

² *Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Urla, İzmir*

ABSTRACT

This study was carried out intermittently in four major fish markets, Ankara, Istanbul, Izmir and Trabzon between 2007 and 2011. A total of 151 employees, randomly selected were taken into consideration via face-to-face interviewing with questionnaire. The questionnaire includes age, marital status, work experience, duty, main job, supplementary work, run time, incomes, social insurance, smoke-alcohol consumptions and job security of the

employee, and social conditions, work-wear, meals, etc. of the markets. The handling procedures in wholesale fish markets are very important issue and these issues are concerning with education, level of knowledge and socio-demographic aspects of employees. However, determining of these knowledge levels is indispensable in terms of food safety.

Keywords: Socio-demography, fish markets, employee, questionnaire

Article Info

Received: 11 April 2015

Revised: 23 December 2015

Accepted: 29 December 2015

* (corresponding author)

E-mail: okan.akyol@ege.edu.tr

ÖZET

Bu çalışma, 2007 ve 2011 yılları arasında dört önemli balık hali (Ankara, İstanbul, İzmir ve Trabzon) yürütülmüştür. Rasgele seçilmiş toplam 151 balık hali çalışması ile yüz yüze anket yapılmıştır. Anket formlarında yer alan sorular; personelin yaşı, medeni durumu, kentli ya da göçmen olması, ev sahipliği, eğitim düzeyi, mesleki tecrübesi, haldeki görevi, asıl mesleği, yan meslekleri, çalışma süresi, gelir türü, sosyal güvencesi, sigara-alkol tüketimi ve iş güvenliği, halin sosyal şartları, iş kıyafeti, yemekler, vb. üzerine görüşleri şeklindedir. Balık hallerinde elleme işlemleri çok önemli konudur ve bu konular çalışanların eğitim, bilgi seviyesi ve sosyo-demografik özellikleriyle ilgilidir. Bunun yanı sıra bu bilgi seviyelerinin saptanması gıda güvenliği açısından da elzemdir.

Anahtar Kelimeler: Sosyo-demografi, balık hali, çalışanlar, anket

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun artmasına bağlı olarak hayvansal protein ihtiyacı da artmaktadır. Balık, diğer hayvansal besinlere nazaran daha sağlıklı bir gıda olarak görülmekte ve gelişen toplum bilinci ile birlikte her geçen gün daha değerli bir ürün haline almaktadır. Balık kolay bozulabilen özelliği nedeniyle avlandığı andan tüketiciye ulaşınca kadar çok sıkı hijyenik tedbirler gerektirmekte ve bu

tedbirlerin uygulanmasında, balık halleri ve balığı elleme şartları büyük önem taşımaktadır.

Türkiye’de 13 adet su ürünleri toptan satış yeri bulunmaktadır (Tablo 1). İstanbul’da bir özel işletme hariç, tüm su ürünleri satış yerleri yerel yönetimler (belediye) tarafından kurulmuş ve işletilmektedir (BSGM, 2012). Yıllık tahmini 200 – 300 bin ton civarında su ürünü toptan satış yerlerinde satılmaktadır (TÜİK, 2014).

Tablo 1. Türkiye’deki toptan balık hallerinin bulunduğu iller

Balık Hali	Yönetim
İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı Su Ürünleri Hali	Belediye
Kemal Balıkçılık İhracat Ltd. Şti. Su Ürünleri Toptan Satış Merkezi	Özel
Ankara Büyükşehir Belediye Başkanlığı Su Ürünleri Hali	Belediye
İzmir Büyükşehir Belediye Başkanlığı Su Ürünleri Hali	Belediye
Samsun Büyükşehir Belediye Başkanlığı Su Ürünleri Hali	Belediye
Bursa Büyükşehir Belediye Başkanlığı Su Ürünleri Hali	Belediye
Kocaeli Büyükşehir Belediye Başkanlığı Başiskele Balık Hali	Belediye
Kocaeli Büyükşehir Belediye Başkanlığı Ereğli Su Ürünleri Hali	Belediye
Çanakkale Belediye Başkanlığı Su Ürünleri Toptan Satış Merkezi	Belediye
Trabzon Belediye Başkanlığı Su Ürünleri Hali	Belediye
Ordu Belediye Başkanlığı Su Ürünleri Toptan Satış Merkezi	Belediye
Bandırma Belediye Başkanlığı Su Ürünleri Hali	Belediye
Rize Belediye Başkanlığı Su Ürünleri Hali	Belediye

Türkiye’de avlanan balıkların bir kısmı iskelelerde, yöresel pazarlarda, meydanlarda, tabla ve sergilerde pazarlanmakta ve bu şekilde yapılan ticaret toplam satışın %25’ini oluşturmaktadır; %75’lik kısım ise kooperatifler ve komisyoncular tarafından pazarlanmaktadır (Orsay ve Duman, 2008). Kayıt dışı su ürünleri üretiminin ise çok fazla olduğu balıkçılık uzmanları arasında bilinmekte, ancak resmi kayıtlarda yer almaması nedeniyle gerek su ürünleri politikamız oluşturulurken gerekse uluslararası platformda haklarımız söz konusu olduğunda büyük dezavantajlara neden olmaktadır. Bu kapsamda gerek gemide gerekse karaya çıkış noktalarında etkin denetimlerin yapılması gerekmektedir. Bir diğer önemli konu ise balığın soğuk taşıma zinciri ve hallerde toptan satışıyla ilgili personelin hijyen, sanitasyon, vb. konulardaki bilgi düzeyi ile sosyo-demografik profillerinin ortaya konmasıdır. Bu sayede, personelin sosyal şartları iyileştirilip, eğitim eksiklikleri giderilebilir ve böylece hem kendilerinin iş güvenliği hem de gıda güvenliği artırılabilir.

Balıkçılık üzerine sosyo-ekonomik ve demografik çalışmalar son yirmi yıldır dünya genelinde oldukça yoğun ilgiyle karşılanmaktadır. Türkiye’de balık halleri (ya da balıkthane) yönetimi, fiziki koşulları ve pazarlanan türler üzerine yapılmış bazı çalışmalar bulunmasına rağmen (Timur ve Doğan, 1999; Tekinay ve ark., 2002; Mol ve Sağlam, 2004; Akyol ve Perçin, 2005; Erdoğan ve Düzgüneş, 2006; Yıldırım ve Akyol, 2012, 2013), balık hali çalışanları üzerine araştırma hemen hiç yoktur. Sadece, Çakır vd. (2006) Çanakkale bölgesinde su ürünleri işleyen ve satan yerlerde çalışanların sanitasyon konusunda bilgi düzeylerini araştırmışlardır.

Balıkhanelerde elleme şartları hususunda balık hali çalışanlarının eğitim, bilgi düzeyi ve hijyen-sanitasyon bilinci, hal çalışanlarının sosyo-demografik özellikleriyle de yakından ilişkilidir. Bu özelliklerin ortaya konması ile ortaya çıkabilecek eğitim, bilgi, sorumluluk vb. eksikliklerin saptanıp, gerekirse eğitim yoluyla tamamlanması gıda güvenliği açısından oldukça önemlidir. Bu bağlamda bu çalışmayla bazı büyük merkezlerde (İstanbul, İzmir, Ankara, Trabzon) hal çalışanlarının bazı sosyo-demografik özelliklerinin ortaya konması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

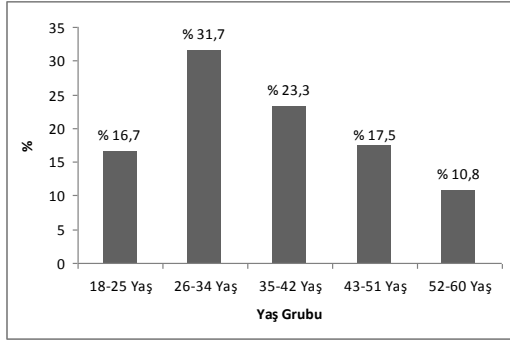
Bu çalışmada, 2007–2011 yılları arasında İstanbul (n=73), İzmir (n=46), Trabzon (n=15) ve Ankara (n=17) balık hallerinden rasgele seçilmiş, balık hali personeli, komisyoncular ve balıkçıların bazı sosyo-demografik özelliklerinin ortaya konulabilmesi için toplam 151 kişi ile yüz yüze anketler gerçekleştirilmiştir. Balık hallerinde çalışan komisyoncu ve balıkçı sayıları değişkenlik göstermekle birlikte, halin büyüklüğüne göre mevcut kitlenin yaklaşık %30’unu oluşturacak şekilde bir örnekleme gerçekleştirilmiştir. Anket formlarında yer alan sorular; personelin yaşı, medeni durumu, kentli ya da göçmen olması, ev sahipliği, eğitim düzeyi, mesleki tecrübesi, haldeki görevi, asıl mesleği, yan meslekleri, çalışma süresi, gelir türü, sosyal güvencesi, sigara- alkol tüketimi ve iş güvenliği, halin sosyal şartları, iş kıyafeti, yemekler, vb. üzerine görüşleri şeklindedir.

Tüm bu veriler SPSS 20.0 paket programına aktarılmıştır. Seçilen gruplarda çapraz tablo yapılarak ilişkili bulunan değerlerin anlamlı olup olmadığının tespit edilebilmesi için ki-kare testi uygulanmıştır. Elde edilen P (Pearson) değeri 0,05 ten küçük değerler

istatistikî olarak anlamlı değerlendirilmiştir.

3. Bulgular

İstanbul, İzmir, Trabzon ve Ankara balık hallerinde, Balık Hali Müdürlüğü personeli, komisyoncu, balıkçılardan oluşan toplam 151 balık hali personeli ile yüz yüze yapılan anket çalışmaları sonucunda, çalışanların %55'inin 26–42 yaş aralığında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1). Personel %44 oranında doğdukları yerde çalışırken, %12'sinin ailesi başka bir şehirde yaşamaktadır. Personelin %25'i bekârdır, yapılan çapraz test sonucunda personelin ailelerinden uzakta yaşamaları ile medeni durumları arasında istatistiksel bir ilişki bulunamamıştır ($P>0,05$).

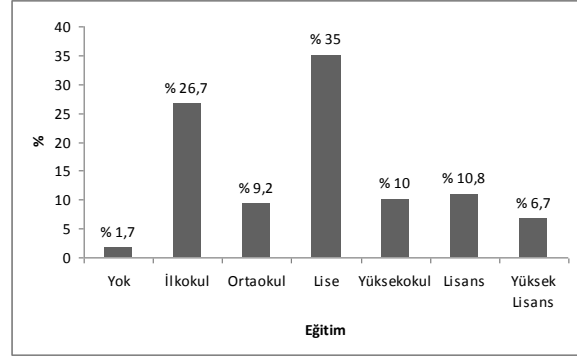


Şekil 1. Personelin yaş grubu

Çalışanların %49'unun ailelerinde balıkçılık sektöründe çalışanların bulunduğu, asıl mesleği balıkçılık olanların %62,5'inin ailelerinde de balıkçılık sektöründe çalışanların olduğu saptanmış, istatistikî olarak ailede balıkçılıkla ilgili çalışanların olması ile çalışanların asıl mesleğinin balıkçılık olması arasında anlamlı bir ilişki görülmüştür ($P<0,05$).

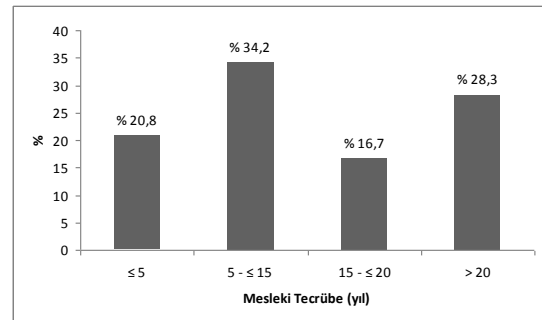
Çalışanların %59'u kendi evlerine sahipken, %41'i kirada oturmaktadır. Personelin eğitim durumlarına

bakıldığında, %35 lise ve %27 ilkokul mezunlarının önemli bir çoğunluğu oluşturduğu görülmüştür (Şekil 2).



Şekil 2. Personelin eğitim düzeyi

Personelin mesleki tecrübeleri göz önüne alındığında, %55 oranında 5–15 yıl, %17 oranında 15–20 yıl ve %28 oranında 20 yıldan fazla süredir bu işle uğraştıkları tespit edilmiştir (Şekil 3). Mesleki tecrübe ile yaş aralıkları arasında istatistiksel ilişkinin anlamlı olduğu bulunmuştur ($P<0,05$).

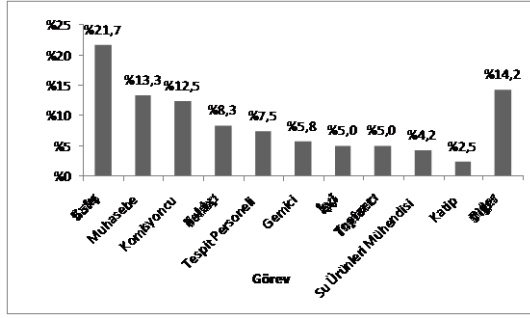


Şekil 3. Personelin mesleki tecrübesi

Çalışanların kamu ve özel sektörde çalışma durumları incelendiğinde %75'i özel firmalarda çalıştığı, %25'inin ise balık hali müdürlüklerinde istihdam edilen personel olduğu tespit edilmiştir.

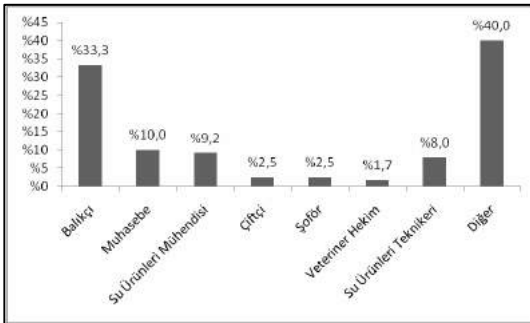
Balık halinde görev yapan personelin %8'inin balıkçı, %35'inin satış ve muhasebe işleriyle meşgul olduğu,

%13'ünün ise komisyoncu olduğu tespit edilmiştir. Bunların dışında balık hali bünyesinde görevli diğer memur, bıçakçı, evrakçı, garson, peştekar (madrabaz, aracı), plasiyer, şoför, vb.'nin %14 oranında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Personelin haldeki görevi

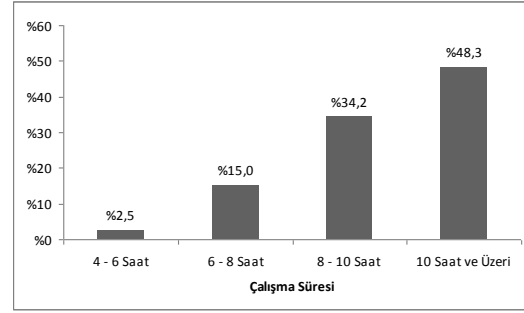
Personelin asıl mesleklerine bakıldığında %33'ünün balıkçı, %9'unun su ürünleri mühendisi olduğu, %10'unun muhasebe işleri ile ilgilendiği ve %40'lık bölümün ise ticaret, turizm, metal işleri ile uğraştığı veya tekniker, öğretmen, bandocu, serbest vb. çeşitli mesleklere sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Personelin asıl meslekleri

Çalışma süreleri incelendiğinde, personelin %48'inin 10 saatin üzerinde çalıştığı (Şekil 6), çalışma süresi ile haldeki görevler arasındaki ilişkinin anlamlı olduğu bulunmuştur ($P < 0,05$). Buna göre satış, özellikle muhasebeci ve

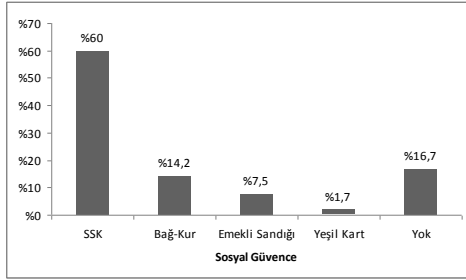
komisyoncuların büyük bir kısmının >10 saat çalıştığı tespit edilmiştir. Çalışanların %80'i izin kullandıklarını ve bu iznin av yasağının olduğu yaz ayları olduğunu ifade etmişlerdir.



Şekil 6. Personelin çalışma süreleri

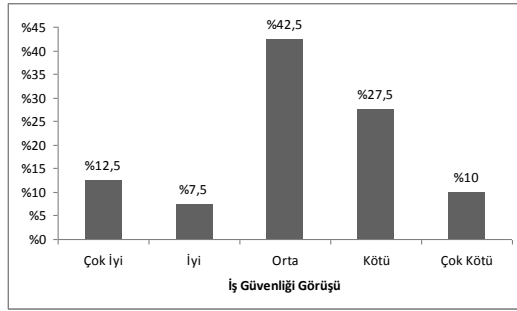
Personelin gelir tipine bakıldığında, %70 maaş, %23 pay ve %7 yevmiye olduğu belirlenmiştir. Gelir memnuniyeti ile ilgili sorulara ise %47 oranında iyi, %32 oranında orta ve %21 oranında kötü olarak cevap verilmiştir. Gelir memnuniyeti ile eğitim düzeyi arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($P > 0,05$).

Personelin sosyal güvencesinin %60 ile Sosyal Sigortalar Kurumu (SSK) ve %14 ile Bağ-Kur aracılığıyla sağlanmakta olduğu, %17'sinin ise hiçbir sosyal güvencesinin olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 7). Personelin iş kolu ile sosyal güvencesi arasında bir ilişkinin olduğu ve bu ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ($P < 0,05$). Buna göre, balık hali personelinin tamamı bir sosyal güvenceye sahipken, sosyal güvencesi bulunmayanların tamamı özel sektörde çalışmaktadır. Personelin sosyal üyeliklerine bakıldığında %80 oranında hiçbir sosyal üyeliklerinin olmadığı, %8 dernek, %6 sendika ve %5 oranında kooperatif üyesi olduğu tespit edilmiştir. Sosyal üyelik ile öğrenim düzeyi arasında ise anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($P > 0,05$).



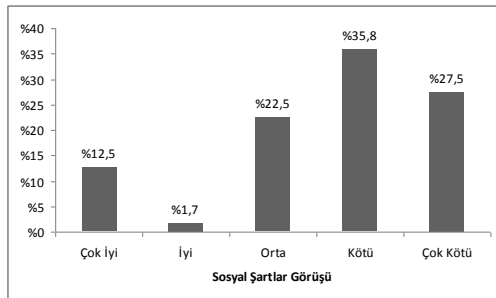
Şekil 7. Personelin sosyal güvence dağılımı

Balık halinde personelin iş güvenliği şartlarını %38 kötü ve çok kötü, %43 orta ve %20 iyi ve çok iyi olarak nitelendirmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Balık halinde personelin iş güvenliği konusundaki görüşü

Personel, halin sosyal şartlarını %63 oranında kötü ve çok kötü, %23 oranında orta düzeyde ve %14 oranında iyi ve çok iyi olarak ifade etmişlerdir (Şekil 9).



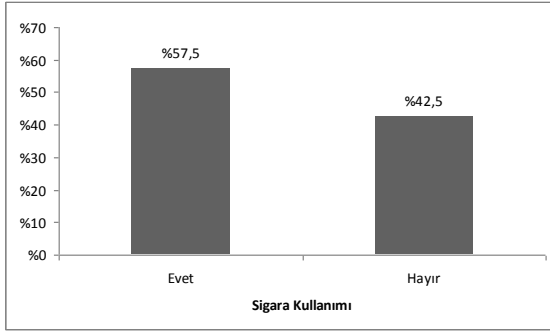
Şekil 9. Balık hali personelinin sosyal şartlar konusunda görüşü

Yapılan anketlerde İstanbul ve İzmir balık hallerinde güvenlik görevlileri ve bazı özel firmalar hariç kıyafet zorunluluğu (tek tip iş kıyafetleri, çizme, galoş, eldiven) bulunmadığı, Ankara ve Trabzon balık hallerinde ise hiçbir kıyafet zorunluluğu bulunmadığı tespit edilmiştir.

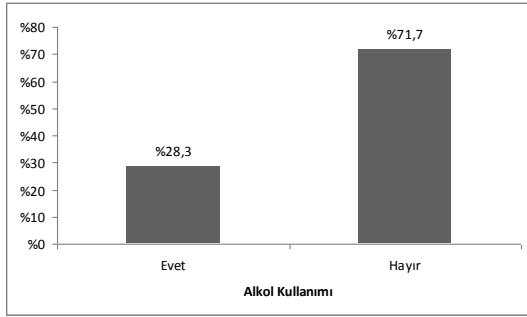
Çalışmanın yürütüldüğü balık hallerinin hiçbirinde personel için ortak yemek çıkmamaktadır. Bu kapsamda %56'lık kısım yemek olmadığını ifade etmiş olup, %30'luk kısım ise özel firmalar bünyesinde temin edilen yemekleri orta ve çok kötü olarak nitelendirmişlerdir.

Personelin ortak kullanılan tuvaletler hakkındaki görüşleri ise tuvaletlerin hijyenik ve altyapı özellikleri açısından durumunun %55 oranında kötü ve çok kötü düzeyde olduğu ifade edilmiştir. Orta düzeyde diyenlerin oranı ise %29'dur.

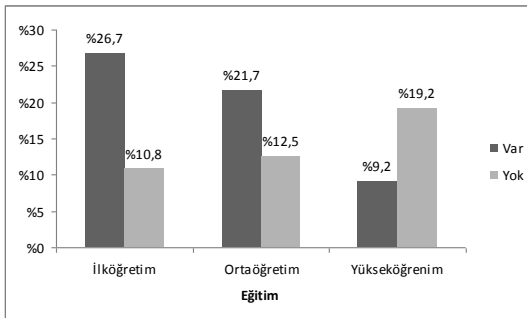
Araştırma sırasında çalışanların hal içerisinde, mezat sırasında gerek ürünler ile temas halindeyken, gerekse buz üretimi sırasında sigara kullandığı gözlemlenmiştir. Personelin %58'i sigara, %28'i ise alkol kullanmaktadır. Eğitimleri ilk ve orta öğrenim düzeyinde olan personelin %34'ü alkol kullanırken, %67'si sigara kullanmaktadır. (Şekil 10, 11). Eğitim düzeyi ve sigara kullanımı arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($P < 0,05$) (Şekil 12). Bu bağlamda öğrenim düzeyi düştükçe sigara kullanımı artmaktadır. Alkol kullanımı da oransal olarak öğrenim düzeyi ile ters artış gösterse de istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P > 0,05$).



Şekil 10. Personelin sigara tüketim alışkanlığı



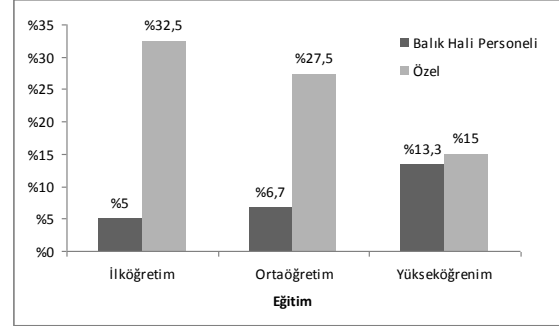
Şekil 11. Personelin alkol tüketim alışkanlığı



Şekil 12. Öğrenim düzeyine göre sigara tüketimi

Personelin çalıştığı iş kolu ile eğitim düzeyi arasında bir ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($P < 0,05$). Buna göre, balık hali personelinin %53'ü yükseköğretim kurumlarından, özel sektörde çalışanların

ise %43'ü ilköğretim kurumlarından mezundur (Şekil 13).



Şekil 13. İşkoluna bağlı öğrenim durumları

Personelin %63'ü işlerinin sağlıklarına olumsuz etkisinin olduğunu düşünmektedir. Buna bağlı olarak, personelin %36'sının eklem, omur, cilt, tansiyon, kemik ve solunum rahatsızlıkları yaşadıkları tespit edilmiştir. Buna karşın, personelin %63'ünün hiç doktora gitmediği tespit edilmiş olup, bunun öğrenim durumuyla istatistiksel ilişkisi anlamlı bulunmamıştır ($P > 0,05$).

Personelin %75'inin yaptıkları işi bırakmak istemediği, %25'inin ise yaptıkları işten memnun olmadığı ve ayrılmak istediği belirlenmiştir. İşlerini bırakmak istemeyen personelin %78'i çocuklarının bu işi yapmasını istemediği, %22'sinin ise çocuklarının da aynı sektörde çalışması taraftarı olduğu ifade edilmiştir. Bu işi bırakmayı düşünen personelin hiçbirisi çocuklarının da bu işi yapmasını istememektedirler. İş memnuniyeti ile çocuklarının bu işi yapma istekleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($P < 0,05$). Yine personelin işi bırakmak istememesiyle gelir memnuniyeti arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ($P < 0,05$). Buna göre, işi bırakmak istemeyen personelin gelir

memnuniyetine bakıldığında %53'ünün iyi, %30'unun orta, %17'sinin ise kötü olduğu ifade edilmiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

Balık hallerinde yönetim belediyelere verilmiştir; ancak mevcut düzenlemelere göre denetimlerin Gıda, Tarım, Hayvancılık Bakanlığı, Hal Müdürlükleri, Gümrük ve Ticaret Bakanlığı kontrolörleri tarafından yapılabileceği belirtilmesine karşın, hangi personelin hangi denetimden sorumlu olduğu belirsizdir. Bu çalışmada, hallerde farklı uygulamalar görülmüştür. İstanbul ve İzmir'de hal müdürlüğü personeli ve mezat sırasında gelen Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı kontrolörleri rasgele hijyen denetimleri yapmaktadır. Ankara ve Trabzon'da ise denetimlerin oldukça nadir olduğu ifade edilmiştir.

Bu çalışmada, İstanbul balık halinde herhangi bir su ürünleri mühendisinin görevlendirilmediği, diğer hallerde ise az sayıda su ürünleri mühendisinin çalıştığı görülmüştür. İlgili bakanlıkta gerek karaya çıkarma noktalarında gerekse tüm denetim birimlerinde su ürünleri mühendisi istihdam edilmesi ihtiyacının yanı sıra, balıkhanelerde de yeterli sayıda su ürünleri mühendisi istihdam edilmesi uygun olacaktır.

Uğur (2004), İzmir'de faaliyet gösteren esnafın sektörde bulunma sürelerini incelemiş %11 oranında 1-5 yıl, %44 oranında 11-21 yıl ve %45 oranında 21 yıldan uzun süreli çalıştığını ifade etmiştir. Bu çalışmada ise anket yapılan personelin %55'i 5-15 yıl, %17'si 15-20 yıl ve %28'i 20 yıldan fazla tecrübeye sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar ile sektöre yeni giren personel sayısında bir artış olduğu da görülmektedir.

Çalışanların %49'unun ailelerinde balıkçılık sektöründe çalışan başka bireylerin bulunduğu görülmüştür. Bu

haliyle balık hallerinde çalışan personelin büyük oranda balıkçı kökenli olması ve balıkçılığın geleneksel olarak babadan oğula geçen bir meslek olma özelliğinin burada da devam ettiği düşünülmektedir. Ancak personelin %75 oranında yaptıkları işi bırakmak istemedikleri ancak bu çoğunluğun %78'inin çocuklarının bu işi yapmasını istemedikleri göz önünde bulundurulduğunda, gelir memnuniyetsizliği, iş güvenliği, çalışma şartları ve sosyal şartların oldukça düşük standartlarda olmasından kaynaklandığı açıktır. Çeliker (2008), balıkçıların büyük çoğunluğunun (%91,6) çocuklarının balıkçı olmasını istemediğini ifade etmiştir.

DPT (2007) tarafından yayınlanan IX. beş yıllık kalkınma planında kamu ve özel kuruluşların su ürünleri konularında mevcut istihdam politikalarının yetersiz olması nedeniyle su ürünleri mühendislerinin büyük çoğunluğunun meslekleri ile ilgili iş bulamadığı ifade edilmektedir. Bu çalışmada, çalışanların asıl mesleklerine bakıldığında %33 oranında balıkçı, %10 oranında su ürünleri mühendisi ve teknikeri olduğu, ancak büyük bir çoğunluğun diğer sektörlerden geçiş yaptığı görülmüştür. Bu konuda dört yıl eğitim almış su ürünleri mühendislerinin büyük kısmı düşük ücretlerle başka mesleklere yönelirken, bu alanda %57 oranında diğer meslek erbabının çalıştırılıyor olması, eğitilmiş insan kaynaklarımızın verimli kullanılmadığının bir göstergesidir.

Bu çalışmada, balık hali personelinin %83'ünün sosyal güvencesinin olduğu, %17'sinin ise hiçbir sosyal güvencesinin olmadığı; bununla beraber, balık hali Müdürlüğü'nde çalışan personelin tamamının sosyal güvenceye sahip olduğu, ancak özel firmalarda çalışan personelin %23 oranıyla hiç sosyal güvencesinin olmadığı görülmüştür. Kayıt

dışı personelin sosyal güvencelerinin garanti altına alınması mutlak suretle sağlanmalıdır

Araştırmada, hal çalışanlarında sağlık probleminin yüksek olduğu, kayma, düşme, çarpma gibi kazaların ve zaman zaman kavgaların meydana geldiği, ayrıca çalışma şartlarından meydana gelen rahatsızlıkların oldukça fazla yaşandığı görülmüştür. Bu kapsamda personelin %60'ı işlerinin sağlıklarına olumsuz etkisinin olduğunu düşünmekte, buna bağlı olarak tüm personelin %39'unun eklem, omur, cilt, tansiyon, kemik ve solunum rahatsızlıkları yaşadıkları tespit edilmiştir. Bu tip olumsuzlukları en aza indirmek ve iş güvenliğini sağlamak için mutlaka koruyucu giysi, çizme, bone, eldiven kullanımı ve özellikle ağır işlerin makineler aracılığı ile yapılması, hem insan sağlığı hem de gıdaların hijyen ve insan aracılığıyla kontamine olmasını engelleyecektir.

Bu çalışmada, balık hali çalışanlarının %35 oranında lise, %27 oranında ilkokul mezunu olduğu, yükseköğrenim görmüş personelin %28 oranında olması ise hal müdürlüğünde istihdam edilmiş mühendis ve diğer personelden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Personelin sigara ve alkol tüketimi ile eğitim düzeyleri arasında bir bağlantı olduğu, eğitim düzeyi arttıkça bu tüketimin azaldığı görülmektedir. Ayrıca, kapalı mezar alanı içerisinde de sigara tüketildiği gözlenmiştir.

Çalışanların %83'ünün hiçbir sosyal üyeliği olmadığı, %4 oranında kooperatif üyeliğinin olduğu görülmüştür. Bunun nedeninin Türkiye'de balık hallerinde örgütlenmenin zayıf olması ve çalışanların bu konudaki bilgi eksikliği olduğu tespit edilmiştir.

Erkan (2010), hal personeli için işe başlamadan önce sağlık raporu talep edildiği ayrıca periyodik olarak sağlık kontrolleri, portör ve akciğer muayeneleri

yapıldığını ifade etmiştir. Bu çalışmada ise, sağlık kontrollerinin düzenli olarak yapılmadığı ortaya çıkmıştır. Balıkla devamlı ve direkt temasta bulunan hal personelinin sağlık durumu ve bulaşıcı hastalıklar bakımından düzenli olarak kontrolü, ürünlerin hijyenik durumu açısından oldukça önemlidir. Hal yönetimini sağlayan Belediyelerin kendi çalışanlarında olduğu gibi diğer hal personeli için de sağlık kontrollerinin düzenli olarak yapılmasının sağlanması gerekmektedir.

Toptan satış yeri içerisindeki insan gücüne dayanan ürün taşıma ekipman sistemleri yerini taşıma ekipmanlarına bırakmalıdır. İzlenebilirliği sağlayıcı tartım, etiket, barkot sistemlerinin kurulması gerekmektedir. Strafor öğütme ve depolama sistemleri kurulmalıdır.

Dokuzuncu beş yıllık kalkınma planı raporunda mal kabulü, mezadı ve yüklemesinde deneyimli ve bilgili eleman yetersizliği balık hallerinin zayıf yönleri olarak nitelendirilmiştir (DPT, 2007). Bu çalışmada da balık hallerinde istihdam edilen su ürünleri mühendisi sayısının ve etkinliğinin düşük olduğu görülmüştür. Balığın biyolojisi, fizyolojisi, tazelik kriterleri, hastalıkları ve hijyeni konularında eğitilmiş olan su ürünleri mühendislerinin yeterli sayıda istihdamı ve başta yönetim, denetim ve kontrol olmak üzere tüm aşamalarda sorumluluk verilmesi gerekmektedir.

Sonuçta, hal çalışanları, üreticiler ve pazarlamacılar bilinçlendirilerek, su ürünleri biyolojisi, elleme koşullarının halk sağlığı, ürün kalitesi ve ekonomik değer gibi kriterleri nasıl etkilediği yönünde eğitimler düzenlenmelidir. Ayrıca, sektörün her kesiminin bir araya gelebildiği sosyal bir ortam olarak balık hallerinde, insanların çocuklarıyla bu alanı değerlendirebileceği de göz önünde bulundurularak, kafe, restoran, spor

salonu, müze ve hatta eğlence merkezli sosyal tesisler oluşturulmalı ve balık halleri bir cazibe merkezi haline getirilmelidir. Bu durum beraberinde deniz ve balık sevgisini de getirecektir.

5. Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleşmesine yardımcı olan başta Balık Hali Müdürleri olmak üzere, sorulara içtenlikle yanıt veren tüm balık hali personeline teşekkürü bir borç biliriz.

6. Kaynakça

BSGM, (2012). Su Ürünleri Toptan Satış Yerleri, <http://www.bsgm.gov.tr>, Erişim tarihi (12 Kasım 2012).

TÜİK, (2014). Su Ürünleri İstatistikleri 2013. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara, 61 s.

Orsay, B., Duman, E., (2008). Elazığ Balık Pazarında 2001-2005 Yılları Arasında Satışa Sunulan Balık Türleri ve Miktarlarının Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi*, 20: 439-447.

Timur, M., Doğan, K., (1999). İstanbul Balık Hali (Türkiye) ve Halde Pazarlanan Su Ürünleri. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 16(1-2):1-17.

Tekinay, A., A., Alpaslan, M., Özen, Ö., Akyüz, P., Güroy, D., (2002). 1996-2001 Yılları Arasında Çanakkale Balık Halinde Pazarlanan Su ürünleri ve Çanakkale Bölgesi Üretim Miktarlarının Karşılaştırılması. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 19(3-4):455-463.

Mol, S., Sağlam, Ö., E., (2004). Investigating Seafood Marketing Conditions Some Important Turkish Seafood Markets with European Countries.

Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 4: 65-70.

Akyol, O., Perçin, F., (2005). İzmir Balık Halinde 1993-2004 Yılları Arasında Pazarlanan Balıklar Üzerine Bir Araştırma. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 22(1-2):125-128.

Erdoğan, N., Düzgüneş, E., (2006). Karşılaştırmalı Bir Yaklaşımla İstanbul Balık Hali. www.akuademi.net/USG/USG2004 (erişim tarihi: 23.12.2015).

Yıldırım, B., R., Akyol, O., (2012). İzmir Balık Hali: Mevcut Durum, Pazarlanan Türler (2007-2011) ve Sorunlar. *Ege J. Fish. Aqua. Sci.*, 29(4):151-155.

Yıldırım, B., R., Akyol, O., (2013). İstanbul Balık Halinin Fiziki Koşulları ve Pazarlanan Türler (2007-2011). *Ege J. Fish. Aqua. Sci.*, 30(1):25-29.

Çakır, F., Arık Çolakoğlu, F., Berik, N., (2006). Su Ürünleri İşleyen ve Satan Yerlerde Çalışanların Sanitasyon Konusunda Bilgi Düzeyleri. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23(ek1/3): 377-381.

Uğur, E., (2004). İzmir Balık Hali Toptancılarının Sorunları ve Çözüm Yolları, *A&G Bülteni*, 2004, İzmir, 8 s.

Çeliker, S., A., (2008). *Ege Bölgesi'nde Su Ürünleri Avcılığı Yapan İşletmelerin Sosyo-Ekonomik Analizi*, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, 107 s.

DPT, (2007). Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007–2013, Balıkçılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Başbakanlık DPT Müsteşarlığı, Ankara, 127 s.

Erkan, Ç., F., (2010). İstanbul Balık Hali'nin Yapısal Analizi Üzerinde Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 94 s.

Determination of Artificial Reef Areas in Ordu Region and Preliminary Applications

Ordu Bölgesi'nde Yapay Habitat Alanlarının Belirlenmesi ve Ön Deneme Çalışmaları

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 1 Sayı: 2 (2015) 124-134

Mehmet AYDIN^{1,*}, Selman ALTAŞ¹

¹Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi

ABSTRACT

Artificial reefs are man made structures placed on the sea floor for the purpose of providing shelter, nutrition, protection and breeding areas for fish and other sea creatures. In this research study, not only the suitable areas for artificial reefs in the region were determined but also the applicability of artificial reefs in the Black Sea was investigated. Within the scope of

this study, an artificial reef built up in Ünye District of Ordu by use of 100 concrete blocks and 3 coach scraps was monitored for two years, a second reef was built by 70 blocks in Mersin Village of Perşembe District and has still been monitored.

Keywords: Artificial reefs, Black Sea

ÖZET

Yapay resifler, balık ve deniz canlılarına barınma, beslenme, korunma ve üreme alanı sağlanması amacıyla deniz tabanına insan eliyle yerleştirilmiş yapılardır. Bu araştırma ile bölgedeki uygun yapay habitat alanları belirlenmiş ve yapay habitatların Karadeniz'de uygulanabilirliği araştırılmıştır. Araştırma kapsamında; 100 adet beton blok ve 3 adet yolcu otobüsü hurdası ile Ordu'nun Ünye İlçesinde oluşturulan bir resif 2 yıl süre ile izlenmiştir, Perşembe İlçesinin Mersin Köyü sahilinde 70 adet beton blok ile oluşturulan resif ise halen izlenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yapay resifler, Karadeniz

Article Info

Received: 12 December 2015

Revised: 28 December 2015

Accepted: 29 December 2015

* (corresponding author)

E-mail: maydin69@hotmail.com

1. Giriş

Su ürünlerimiz yıllarca sürdürülen bilinçsiz ve kontrolsüz avcılık yöntemleri ile aşırı kirlilikten olumsuz etkilenmekte, balık stokları giderek azalmakta ve denizlerimizin sağlığı her geçen gün daha da bozulmaktadır. Hassas ekosistemlerin ve doğal resiflerin çevresel etkilerden zarar görmesi, denizel yaşamı ve bazı önemli türleri tehdit altına sokmaktadır. Bu sorunla mücadelenin en uygun yollarından biri de kıyısal alanlarda yapay

resif uygulamalarının gerçekleştirilmesidir (Jensen, 2002; Lök, 1995). Etkili habitat-arttırma uygulamaları küçük ölçekli sınırlı çevre değişikliklerinden karmaşık büyük yapıların mühendisliğine uzanan geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır (Seaman ve Sprague, 1991). Deniz yaşamının korunması ve yeniden yapılandırılmasında kullanılabilecek bir araç olduğu düşünülen yapay resiflerin (Einbinder ve ark., 2006), öncelikli amacı küçük ölçekli balıkçılığı desteklemek ve geliştirmek olmakla birlikte, yapay resifler habitatların korunması ve restorasyonu, sportif balıkçılık, dalış turizmi gibi yeni amaçlara da hizmet etmektedir (Erdem, 2006). Yapay resiflerin yerleştirilebilecekleri yerlerin seçimi oldukça önemlidir. Uygulamanın işlevini tam olarak yerine getirebilmesi için çalışma alanının yeterince büyük olması gerekir. Ancak bu büyüklük uygulama alanındaki hidrolojik koşulları değiştirmeyecek ve mevcut deniz trafiğine de engel olmayacak nicelikte olmalıdır. Ayrıca uygulama için deniz suyunun bulanık olmadığı kirlenmemiş denizel alanların seçilmesine dikkat edilmelidir (Cirik ve Neşer, 1999). Resiflerin tasarımı ve tasarımın yapıtaşı olan malzemenin seçimi; proje amacına, uygulama alanının topoğrafik özelliklerine ve o bölgenin biyolojik faktörlerine uygun olarak gerçekleştirilmelidir. Resiflerin inşasında yapımı basit ve hızlı üretilebilecek tasarımlar tercih edilmesi proje maliyeti açısından önemlidir (Cirik ve Neşer, 1999). Yapım malzemelerinin seçiminde dayanıklılık, güvenilirlik ve maliyet temel kriterlerdir. Yapım malzemeleri taşıma ve yerleştirme esnasındaki çarpmalara, serbest düşüşe, dalgalara, akıntı kuvvetlerine, delici organizmalara karşı dayanıklı olmalı ve uzun bir çalışma ömrüne sahip olmalıdır (Lök, 1995). Malzemenin en az 30 yıllık çalışma ömrüne sahip olması ve toksik

maddeler içermemesi gereklidir. Resif uygulamalarının çok eskiye dayandığı Japonya'da, bu nitelikler devlet tarafından belli standartlarla belirlenmiştir. Resif-malzeme ilişkisine bağlı olarak, en az 1 yıl sonrasında yerleştirme alanında balık cezbetme yeteneğinin ortaya çıkarılması ve işlevinin tespiti sağlanmalıdır. Tüm yapay ortam uygulamaları ekonomik açıdan kazançlı olmalıdır (Sonu ve Grove, 1985). Yapay resif uygulamalarında pişmiş toprak, cam takviyeli plastik, PVC borular, kaya blokları, hurda yapılar (otomobil, gemi, otobüs, vagon vb.) kullanılmaktadır. Hurda yapılar ömürlerinin kısa olması ve yapılarında bulunan metalik yağlardan dolayı denizel ortamın kirlenmesine neden oldukları için uygun olmamakla birlikte, eğer hurda malzemeler resif yapımında değerlendirilecekse bunların mümkün olduğunca kimyasal maddelerden arındırılması gereklidir (Cirik ve Neşer, 1999). Beton; deniz suyuna karşı dayanıklı olması, farklı özelliklere göre şekillendirilebilmesi ve tropik sularda mercan resiflerine benzer şekilde tasarlanabilmesi sebebiyle resif yapımında tercih edilen bir malzemedir (Ulugöl, 2008). Resif elemanlarının şekli ve boyutu, hedef türlere ve onların biyolojik niteliklerine göre değişiklik göstermesi nedeniyle önem taşımaktadır (Ulugöl, 2008). Basit şekilli resiflerin yerine daha karmaşık tasarlanmış, daha küçük ve çok sayıda boşluğa sahip olan resifler avcı türlere karşı sığınak bulan birey sayısını artırması sebebiyle verimlilik açısından önemlidir (Ulugöl, 2008). Ülkemizde bilinen ilk yapay resif çalışması 1983 yılında başlamış olmakla birlikte, izleme çalışmalarını da içeren ilk proje İzmir Körfezi, Hekim Adası kıyılarında gerçekleştirilmiştir (Lök ve Gül, 2005). Türkiye'deki en büyük proje; Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı

(GTHB) tarafından Balıkesir - Altınoluk bölgesinde gerçekleştirilmiştir (Savut, 2012). Ülkemizde yapay resiflerle ilgili ilk yasal düzenleme 1999 yılında yapılmış ve bununla ilgili bir kılavuz yayınlanmıştır. Günümüzde, resif çalışmaları Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü'nün sorumluluğunda yürütülmektedir.

Bu çalışmada Ordu Bölgesi'ndeki uygun yapay habitat alanları belirlenmiş ve yapay habitatların Karadeniz'de uygulanabilirliği araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışmada kullanılan materyal ve yöntemlerde yapay resiflerde uygulanması ve uyulması gerekli olan aşağıda belirtilen genel kurallar esas alınmıştır.

2.1. Yapay habitat oluşturmanın amaçları

Yapay habitat uygulamalarının farklı bölgeler için farklı gerekçeleri olmakla birlikte, genel yaklaşım aşağıda maddeler halinde verilmiştir;

- Önemli denizel habitatları ve tehlike altındaki türleri korumak
- Yavru balıkların beslenmesi ve barınması için korunaklı alanlar oluşturmak
- Istakoz, böcek ve ahtapot gibi habitat bağımlısı türlere habitat sağlamak
- Sportif balıkçılık ve dalış turizmini geliştirmek
- Küçük balıkçının av verimini artırmak
- Hassas ekosistemlerin ve popülasyonların korunmasına katkı sağlamak
- Yasadışı balıkçılık faaliyetlerini engellemek

- Kıyıların doldurulması sonucu gerçekleşen habitat kaybını dengelemek
- Biyolojik çeşitliliği artırmak
- Dalga kaynaklı erozyonu önlemek
- Bilimsel araştırma yapmak

Yapay habitat alanları oluşturmadaki genel amaçların yanı sıra, yapay resif projelerinde, resif çalışmasının planlandığı bölgenin ihtiyaçlarının göz önünde bulundurulduğu özel amaçlar da belirlenmelidir. Bunlar, bölgenin ihtiyaçları ve sorunlarına uygun nitelikte katkı vermeli ve yürürlükteki kanunlarla çatışmamalıdır. Eğer mümkünse söz konusu yapay resiflerin kullanıcı kitlesinin belirlenmesi, ileride çıkabilecek çatışmaları engellemek açısından önemlidir.

2.2. Yer tespit çalışmaları

Resif çalışmalarının başarılı olabilmesi için yer seçiminde dikkat edilmesi gerekenler;

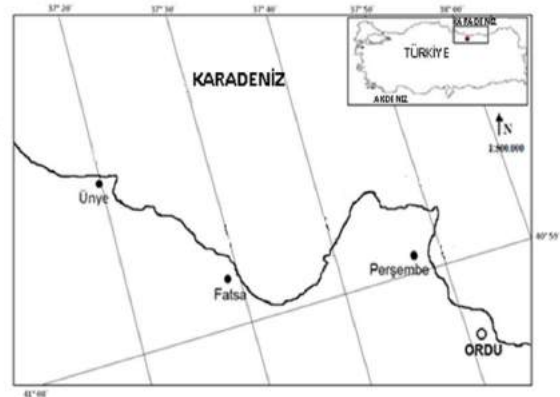
- ✓ Yapay resiflerin yerleştirileceği yerin seçimi, yürürlükte olan yasal faaliyetlere (askeri, turizm, balıkçılık, akuakültür, kıyı idaresi gibi) uygun olarak yapılmalıdır
- ✓ Yerleştirilen resif gruplarının yüksekliği, su derinliğinin 1/3'ünden fazla olmamalı ve bu resif gruplarının yerleşimi en fazla 40 m ile sınırlandırılmalıdır
- ✓ Resif alanlarının zemini balçık ve çamur yapıda olmamalıdır
- ✓ Resif zeminlerinin eğimi 30°'den fazla olmamalıdır
- ✓ Resif alanı şiddetli akıntıların etkisinde olmamalıdır
- ✓ Akarsu deltaları ve deşarj alanları gibi sedimantasyonun yoğun olduğu sahalara resif yerleştirilmemelidir

- ✓ Deniz çayırlarının az bulunduğu alanlarda, bitkilerin üzerine resif modülleri yerleştirilmemelidir
- ✓ Balıkçılık ve ekolojik açıdan önemli olan fiziko-kimyasal parametreler (akıntı, ışık geçirgenliği, sıcaklık, oksijen, tuzluluk, kirleticiler gibi) göz önünde bulundurularak, bölgenin bu kriterler için uygunluğu araştırılmalıdır
- ✓ Resif oluşturmak için kirlenmemiş bölgeler seçilmeli ve deniz suyunun bulanık olduğu alanlar kullanılmamalıdır (Cirik ve Neşer, 1999).

Kıyıya yakın resifler insan kaynaklı karasal etkiler ve deniz trafiğinden olumsuz etkilenecek, kıyıya çok uzak resifler ise balıkçıların akaryakıt giderini artıracaktır. Bu sebeple, balıkçılık amaçlı yapay habitatlar kıyıya ne çok yakın ne de çok uzak olmalıdır. Eğer resif, habitat artırımı veya bazı özel bölgelerin korunması amacını güdüyorsa kıyıya olan uzaklık göz önünde bulundurulmaz. Çevredeki doğal resifler ile yapay resifler arasındaki etkileşimleri minimize etmek için, resifler arasındaki mesafe en az 600–1000 m civarında tutulmalıdır (Lök, 1995).

2.3. Proje çalışma alanı

Bu çalışma 2012-2014 yılları arasında Ordu ili sınırlarında gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda Seyir Hidrografi ve Oşinografi Daire Başkanlığı'nın batimetrik haritaları kullanılarak bölgede resif için uygun, muhtemel alanlar belirlenmiştir (Şekil 1). Bu alanlara yapılan dalışlarla, zeminin yapay habitat yerleştirmeye uygunluğu incelenmiştir.



Şekil 1. Çalışma sahası

3. Bulgular

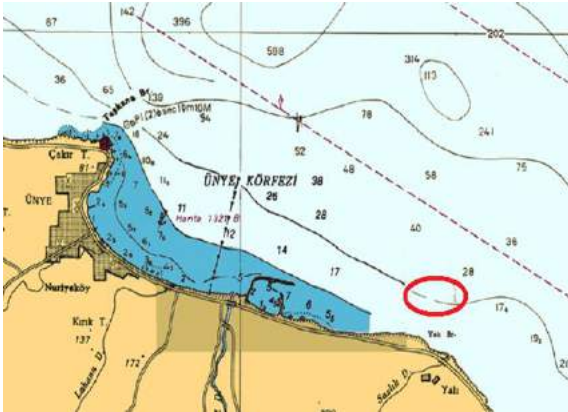
3.1. Yapay habitat alanlarının belirlenmesi

Araştırma kapsamında, belirlenen istasyonlara 2012 ve 2014 yılları arasında dalışlar yapılarak zemin etütleri yapılmış ve uygun alanlar belirlenmiştir. Ordu ili sınırları içerisinde; Ünye ve Fatsa ilçelerinin yapay habitat uygulamaları için çok uygun olmadığı, Bolaman mevki ile Perşembe arasında ise resif çalışmasına uygun alanlar olduğu tespit edilmiştir. Fatsa bölgesinde yapılan çalışmalarda denizel alanın ya çok sığ yada çok derin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, bu bölgedeki büyük ırmaklar, deniz tabanında yüksek miktarda yumuşak sediment oluşmasına ve bulanıklığın yüksek olmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, Fatsa kıyılarının yapay habitatlar için uygun olmadığı kanaatine varılmıştır.

3.2. Ünye bölgesinde yapılan çalışmalar

Gıda, Tarım ve Hayvancılık İlçe Müdürlüğü'nün Doğu Karadeniz Kalkındırma Ajansı (DOKA) desteğiyle gerçekleştirilen proje kapsamında; özellikle dalış turizmini geliştirmek ve küçük balıkçılığı desteklemek amacı ile Ünye sınırları içerisinde üç adet hurda otobüsün denize atılması planlanmış, ancak proje sırasında bölgeye hurda

otobüslere ilaveten beton blokların da yerleştirilmesine karar verilmiştir. Zemin etüt çalışması kapsamında, Ünye bölgesinde, ilçe merkezi açıklarında 6 adet istasyon belirlenmiş ve bu istasyonlara dalışlar gerçekleştirilmiştir. Dalga hareketlerinden ve akıntılardan fazla etkilenmeyen koy içerisinde, yapay resif yerleştirilmesine uygun olan 14-22 m derinlikleri arasında yapılan bu dalışlarda, zeminin en az 1m kalınlığında yumuşak çamur ve balçıktan oluştuğu tespit edilmiştir. Bölgenin geneli, zemin yapısı sebebi ile yapay resif çalışması için uygun olmamakla birlikte, bölgenin doğu kısmında resif için uygun bir alan tespit edilebilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Ünye bölgesindeki resif alanı

Yapay habitatlar karadan yaklaşık 1 km uzaklıkta, derinliği 18-22 m olan bu alana yerleştirilmiştir. Oluşturulan bu resif alanlarının balıkçılık faaliyetlerinin gerçekleştirildiği liman bölgesine ve potansiyel dalış teknelerinin kullanabileceği bir limana yakın olması da büyük bir avantaj olarak değerlendirilmiştir. Bölgenin çok az sayıda turistik dalış noktasına sahip olduğu düşünüldüğünde, gerçekleştirilen bu resif çalışmasının başarısının bölgedeki dalış turizmine de katkı sağlayacağı şüphesizdir.

Zemin etüt çalışması kapsamında yapılan dalışlarda, yapay resif bölgesinde sadece 2 tür kaya balığı gözlenmiş ve neredeyse başka canlı türü ile karşılaşılmamış, ancak kum midyesi, kara midye, tarak ve istiridyelere ait bol miktarda ölü kabuk tespit edilmiştir.

3.3. Ünye bölgesinde yapılan çalışmada kullanılan malzemeler

Çalışma kapsamında 3 adet yolcu otobüsü kullanılmıştır (Şekil 3). Bu kapsamda hurda olarak satın alınan otobüslerin ekosisteme zarar vermemesi için motor aksamları çıkartılmış, yağ ve boya kısımları temizlenmiştir.



Şekil 3. Kullanılan hurda otobüsler

Ayrıca çalışma kapsamında Şekil 4'te gösterilen formda 100 adet beton blok imal edilmiştir.



Şekil 4. Transfer yapılacak limana istiflenmiş beton bloklar



Şekil 5. Yapay habitat olarak bırakılan otobüsün bir yıl sonraki görüntüsü

3.4. Ünye bölgesindeki yapay habitatların transferi ve sualtına yerleştirilmesi

Hurda otobüsler ve beton bloklar yapay resif alanına yakın olan Ünye limanında istiflenmiş ve bir trol teknesi ile taşınarak denize bırakılmıştır. Yapay resif elemanları, dalga etkisi ile sürüklenmelere önlem olarak kalın halatlarla birbirine bağlanmıştır.

3.5. Ünye bölgesinde oluşturulan resiflerin izlenmesi

Bölgede, yapay resiflerin izlenmesi amacıyla bir yıl sonra dalışlar gerçekleştirilmiştir (Şekil 5 ve Şekil 6). Yapılan araştırma dalışlarında resifler yerleştirildikleri alanda bulunmuş fakat resiflerin üzerine beklenen düzeyde bir canlı yerleşimi saptanmamıştır. Bu durumun, bölgede yüksek miktarda bulunan sudaki askı maddelerin yapay habitat üzerine tutunan canlı organizmaların üzerini kaplayarak çoğalmalarını engellemesinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir.



Şekil 6. Yapay habitat olarak bırakılan beton blokların bir yıl sonraki görüntüsü

Yapay habitatların üzerlerinin farklı bitkisel organizmalar ve bazı Mollusca türleri tarafından kaplandığı, bazı yengeç ve balık türlerinin de yaşam alanı olarak bu habitatları kullanmakta oldukları gözlemlenmiştir.

Bir yıl sonra, bölgedeki deniz canlılarının biyolojik çeşitliliğini tespit etmek için resif alanında farklı göz açıklığındaki 2 parça uzatma ağıyla avcılık yapılmış ve tek bir operasyonda 4 adet iğneli vatoz (*Dasyatis pastinaca*), 67 adet göğebakan

balığı (*Uranoscopus scaber*), 22 adet trakonya (*Trachinus radiatus*), 4 adet dil (*Platichthys flesus luscus*), 15 adet rapana (*Rapana venosa*), 53 adet iskorpit (*Scorpaena porcus*), 50 adet barbun (*Mullus barbatus*), 1 adet mezgit (*Merlangius merlangius euxinus*), 1 adet istavrit (*Trachurus mediterraneus*), 4 adet hamsi (*Engraulis encrasicolus*), 340 adet *Liocarcinus depurator* türü yengeç, 2 adet pavurya (*Eriphia verrucosa*), 14 adet kum yengeci (*Carcinus aestuarii*) yakalanmıştır.

3.6. Perşembe bölgesinde yapılan çalışmalar

Bölgede, yapay habitat çalışmalarına uygun alanların tespiti için gerçekleştirilen dalışlarda; Perşembe Çamburnu'nun doğu tarafının fazla derin (40-50 m) ve yüksek eğimli olması sebebi ile yapay habitat çalışmalarına uygun olmadığına karar verilmiştir. Bununla birlikte, bu bölgede zeminin boş istiridye kabukları ile kaplı olduğu ve zemindeki kabukların yüksekliğinin 20-30 cm'yi bulduğu görülmüştür.

Yason Burnu'nun batı kısmında yapılan dalışlarda bölgenin derin olmasına rağmen zemin yapısı açısından yapay habitat için uygun alanlara sahip olduğu fakat bu bölgenin şiddetli dalgalara ve hakim rüzgarlara açık olması sebebi ile uygun bir tercih olmayacağı düşünülmüştür.

Yapılan çalışmalarda Mersin Köyü ile Yason Burnu arasında yapay habitat için uygun alanların olduğu tespit edilmiştir.

Mersin Köyü açıklarında yapılan dalışlarda zeminin yapay habitat yerleştirmek için oldukça uygun olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, bu bölgenin batıdan gelen şiddetli dalgalara karşı Yason Burnu'nun korunağında olması ve bölgede bir de balıkçı barınağının bulunması sebebiyle, bu bölgenin yapay resif çalışmaları için uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

3.7. Mersin Köyü yapay habitat çalışmaları

Mersin Köyü Ordu iline 26 km, Perşembe ilçesine 11 km uzaklıkta nüfusunun çoğunluğu balıkçılık ile geçimini sağlayan küçük bir yerleşim yeridir. Başlıca gelir kaynağı tarım ve balıkçılık olan Mersin Köyü'nde bir de liman mevcuttur. Bu bölgede deniz tabanı 1 m derinliğe kadar kayalık, daha derinlerde ise kumluktur. Bölgede zemin eğimi oldukça düşüktür. Yıl boyunca yoğun olarak uzatma ağları ile mezgit, istavrit, barbun, iskorpit ve palamut avcılığı yapılmaktadır. Palamut avının serbest olduğu dönemlerde voli avcılığı, yine yıl boyunca olta ile sportif avcılık yapıldığı da bilinmektedir. Bunların dışındaki insan faaliyetleri oldukça azdır. Mersin Köyü'nde bulunan balıkçı limanında; sezon içerisinde gırgır tekneleri, diğer dönemlerde ise liman kütüğüne bağlı 4-12 m uzunluğundaki küçük balıkçı tekneleri faaliyet göstermektedir.

Mersin Köyü balıkçı barınağının sahip olduğu geniş alanlar, resif bloklarının depolanmasına olanak sağlamış ve bu blokların transferini yapan tırların manevralarını da kolaylaştırmıştır. Barınağın, büyük balıkçı gemilerin de girebileceği kadar derin olması, resiflerin limandan atım bölgesine transferini sağlayan geminin mendireğe yanaşabilmesine müsaade etmiştir.

Ön deneme çalışmaları için bölge paydaşları ile toplantılar düzenlenmiştir. Bu kapsamda, bilgilendirme toplantılarına; bölge balıkçıları, bölge kooperatif başkan ve üyeleri, bölge yöneticileri ve Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, İl ve İlçe Müdürlükleri ilgili personelleri iştirak etmişlerdir. İlgili paydaşlar konu hakkında bilgilendirilmiş, sunumlar yapılmış, projenin bölgeye ve bölge halkına sağlayacağı faydalar açıklanmıştır. İlgili

paydaşların görüşleri alınmış ve proje bu kapsamda biçimlendirilmiştir.

Mersin Köyü açıklarında zeminin uygunluğu için yapılan dalışlarda en uygun alanın Mersin Koyu'nun doğu kısmında, 41°11'828" Kuzey ve 37°77'477" Doğu lokasyonunda olduğu tespit edilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Mersin Köyü'ndeki resif alanı

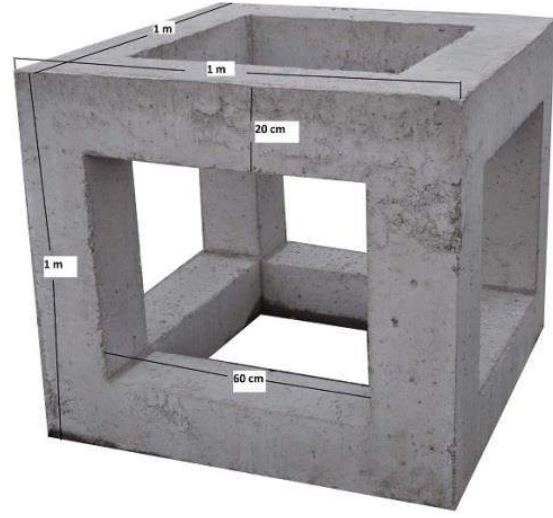
Yapılan dalışlarda, bölgede deniz zemininin 17-18 m derinliklerde yapay resif çalışmasına çok uygun olduğu belirlenmiştir. Bu bölge; düz, resiflerin batmayacağı sertlikte kumlu bir zemin yapısına sahip ve bölgenin 300 m uzağında küçük bir kayalık yapı mevcuttur.

3.8. Beton blokların imalatı

Çalışma kapsamında Şekil 8'de gösterilen sac kalıp modeli tasarlanmış ve toplamda 3 adet kalıp imal edilmiştir.



Şekil 8. Çalışmada kullanılan sac kalıp



Şekil 9. Resif ünitesi ölçüleri

Çalışma bir beton şirketi sponsorluğunda gerçekleştirilmiş olup, şirketin mikserlerinde kalan harç kullanılarak beton bloklar imal edilmiştir. Demir döşenmiş kalıplara beton mikserlerinde kalan artık malzeme boşaltılarak, kurumaya bırakılmıştır. Beton bloklar kuruduktan sonra kalıplar açılarak yeniden beton dökülmeye hazır hale getirilmiştir. Bu şekilde 70 adet beton blok üretilmiştir. Beton blokların dış yüzey kenar uzunlukları 1 m x 1 m x 1 m küp şeklinde, iç yüzey kenar uzunlukları 60 cm x 60 cm x 60 cm ve her bir yüzeyin et kalınlığı 20 cm'dir (Şekil 9).

Beton blokların deniz suyuna karşı dayanımını artırmak için TSE standartlarına uygun olarak gerekli katkıları kullanılmıştır. Beton blok imalatı sırasında, yapım tekniğine uygun olarak beton vibratörü kullanılmış, gerekli bakım ve kürler uygulanmış ve beton dayanımlarının C30 beton kalitesini yakaladığı test edilmiştir. Beton bloklar imalat sonrası iç ve dış yüzeylerinde kesici ve delici nitelik taşıyan, demir ve kalıp parçalarından temizlenmiştir.

3.9. İmal edilen beton blokların transferi

İmal edilen beton bloklarını inşaat alanında depolandıktan sonra Mersin Köyü balıkçı barınağına taşınmıştır. Bir gemi yardımı ile atım bölgesine transferi sağlanmış ve vinç yardımı ile bloklar resif çalışması için belirlenmiş olan bölgeye dökme yöntemi ile bırakılmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. Beton blokların denize atılması

Beton bloklar, zemine sabitlenmiş bir şamandıra etrafına atılmış dolayısıyla blokların birbirinden çok ayrılmadan, amaca uygun bir şekilde, 17 metre derinlikteki kum zemin üzerinde bir arada kalması sağlanmıştır. Yapılan kontrol dalışında hemen hemen bütün blokların yaklaşık 200 m²'lik bir alana yayılı bir şekilde bir arada ve yan yana durduğu, birkaç adedinin de üst üste bindiği tespit edilmiştir (Şekil 11).



Şekil 11. Blokların sualtındaki görüntüleri

Biyolojik izleme çalışmaları resiflerin atıldığı tarihten itibaren devam etmektedir. Bu kapsamda, farklı göz açıklığındaki uzatma ağları kullanılarak biyolojik çeşitlilik ve av miktarlarındaki farklılıklar belirlenmektedir. Ayrıca video, fotoğraflama ve görsel izleme yöntemleri de uygulanmaktadır.

4. Sonuç ve Öneriler

Yapay resif çalışmaları dünya genelinde yaygın olmakla birlikte ülkemizde sınırlı sayıdadır. Ancak son yıllarda bu konuya ilgi duyan araştırmacıların sayısı artmış, konunun önemini fark eden merkezi ve yerel idareler ile balıkçılar arasında önemli işbirlikleri yapılmaya başlanmıştır. Ülkemizde en büyük proje Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi işbirliği ile gerçekleştirilmiş ve bir "Ulusal Master Planı" hazırlanmıştır. Bu master planı sonrasında Ülkemizde hatta Avrupa'daki en büyük yapay resif uygulaması Edremit Körfezi Bölgesi'nde ilgili Bakanlık ve Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi ortaklığında gerçekleştirilmiştir (Savut, 2012). Avrupa'nın en büyük resif projesi olan bu projede toplam 9900 adet beton blok ve 330 adet trol savar blok yerleştirilmiştir. Ülkemizde gerçekleştirilen bu büyük resif projesi sayesinde yapay habitatlar hakkında artan bilinçle birlikte Bakanlığa birçok küçük proje başvurusu yapılmıştır. Bakanlığın ilgili daire başkanlığı ulusal resif projesinin sonuçlarına göre diğer projelerin değerlendirileceğini açıklamışlardır (Bakanlık yetkilileri ile ikili görüşme).

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'ndan özel izinle gerçekleştirilen Karadeniz Bölgesi'ndeki bu projede, Karadeniz'deki resif çalışmalarının etkileri incelenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın başarılı olup olmadığının daha

sağlıklı yorumlanabilmesi ve gerek biyolojik açıdan gerekse balıkçılık açısından ekosisteme etkilerinin belirlenebilmesi için en az 3-5 yıl daha izlenmesi gerekmektedir.

Bu proje ile ilgili olarak önümüzdeki süreçte izlenecek adımlar çok önemlidir. Gerekli izleme çalışmaları mutlaka gerçekleştirilmelidir. Elde edilecek sonuçlar, bundan sonra yapılacak yapay resif çalışmaları için de oldukça önemlidir.

Dünyada çeşitli izleme yöntemleri kullanılmaktadır. Bunların yaygın olanları; av araçları kullanılarak yapılan izleme çalışmaları, video kayıt sistemiyle izleme çalışmaları ve görsel sayım teknikleridir.

Av araçları kullanılarak yapılan izleme çalışmalarının biyolojik veri alınabilmesi ve düşük maliyetle gerçekleştirilebilmesi gibi avantajları vardır. Ancak bu yöntem, kısa süre içinde hızla tekrarlanamaz ve yaşam alanına zarar verir.

Video kayıt izleme sistemi, oldukça maliyetlidir, ve görsel sayım yöntemi ortama zarar vermeyen, kısa süre içinde hızla tekrarlanabilir teknikleridir. Görsel sayım teknikleri davranışa yönelik çalışmalar için de doğrudan gözlem imkanı sağlamaktadır. Ancak, suyun temizliği, görüş mesafesi ve gözlemcinin tecrübesi ve yeterliliği bu tekniğin sınırlayıcı etkenlerdendir. Biyolojik veri alınamaz (Harvey ve ark., 2001).

Bu proje kapsamında, izleme çalışmaları için hem görsel yöntem hem de örnekleme amacıyla uzatma ağları kullanılmıştır. Karadeniz'in çok yağış alan ve birçok küçük ve büyük ırmağın denize döküldüğü bir bölge olması sebebiyle deniz suyu bol miktarda askı maddesi ihtiva eder ve oldukça bulanıktır. Dolayısıyla, görsel yöntemlerin uygulanabilirliği neredeyse mümkün

değildir. Bu nedenle, bu çalışmada her iki yöntem de uygulanmıştır.

Bu çalışma kapsamında, 60 adet resif bloğunun beton mikserlerinde kalan harç kullanılarak imalatı gerçekleştirilmiştir. Ülkemizde inşaat sektörünün büyüklüğü düşünüldüğünde, iyi bir planlama ile mikser kamyonlarında kalan harçların değerlendirilmesiyle binlerce resif beton bloğunun üretilebileceği düşünülmektedir. Ayrıca, kanalizasyon işlerinde kullanılan faklı çaplardaki beton büzler, imalat veya nakliyat sırasında kırılmakta ve kullanım dışı olmaktadır. Bu kırılan beton büzlerle çevremizde yol kenarlarında sıkça karşılaşmaktadır. Bu büzler balıkların barınak olarak kullanabileceği çok ideal ortamlardır. Özellikle Karadeniz Bölgesi'ndeki demersal balık türleri (Kötek, Karagöz, Eşkına, İsparoz vb.) bu tip habitatları yoğunlukla tercih etmektedirler. Bu büzlerin iyi bir organizasyonla, toplanarak yapay habitat olarak değerlendirilmesinin, balıkçılığımıza ekonomiye ve dalış turizmine çok fazla katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışma kapsamında Ordu Bölgesi'nde yapay habitatlar için en uygun alanların Perşembe – Çamburnu ile Bolaman arasında kalan çamurlu olmayan 15-35 m derinliklerdeki kum zeminler olduğu tespit edilmiştir. Beton blokların yapay habitatlar için dayanıklı, çevre dostu ve kolay uygulanabilir malzemeler olduğu görülmüştür.

Beton blokların deniz tabanına yerleştirilmesinden bugüne kadar geçen bir yıllık süre, yapay habitat uygulamalarının neticelerini değerlendirebilmek adına oldukça kısa bir süre olmakla birlikte, bugüne kadar elde edilen sonuçlar, bölgede yapay resif uygulamaları için beton blokların kullanımının uygun olduğuna işaret etmektedir. Daha güvenilir sonuçların elde

edilebilmesi için, birkaç kış geçmesi ve ağır deniz koşullarına karşı dayanıklılığının da test edilmesi gerekmektedir.

Ekosisteme ve balıkçılığa olumlu yönde verdiği katkıları tartışılmayan yapay habitatların; bölgede uygulanabilirliğine, farklı derinliklerde denemelerin gerçekleştirilmesi sonrası karar verilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Karadeniz dalga yapısı, sıklığı ve yüksekliği açısından diğer denizlere oranla daha ağır şartlara sahiptir. Yapay resiflerin uygulamasında binlerce lira harcanmaktadır. Bu masrafların boşa gitmemesi için yapılan bu araştırmanın sonuçlarının beklenmesi ve olumlu sonuçların alınması durumunda yeni çalışmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.

5. Teşekkür

Bu araştırma Ordu Üniversitesi, Bilimsel Araştırmalar Koordinasyon Birimi tarafından, AR-1204 proje numarası ile desteklenmiştir.

6. Kaynaklar

Cirik, Ş., Neşer, G., 1999. Ülkemiz deniz teknolojisinde yeni bir uygulama alanı: yapay barınaklar. İstanbul 1999. Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojisi teknik Kongresi Bildiri Kitabı. (Editörler: Aldoğan, A., İ., Ünsal Y., Bayraktarkatal, E.) Yapım Matbaacılık Ltd. İstanbul.

Einbinder S., Perelberg, A., Ben-Shaprtur, O., Foucart, M., H., Shasar, N., 2006. Effects of artificial reefs on fishing grazing in their vicinity: evidence from algae presentation experiments, *Marine Environmental Research*, 61(1): 110-119.

Erdem, E., 2006. Sinop iç liman bölgesinde kurulan yapay resiflerin etkinliği üzerine bir çalışma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi A.B.D. Yüksek Lisans Tezi, Samsun, 58 sayfa.

Harvey, E., Fletcher, D., Shortis, M., 2001. Improving the statistical power of length estimates of reef fish: a comparison of estimates determined visually by divers with estimates produced by a stereo video system. *Fish. Bul.*, 99:72-80.

Jensen, A., 2002. Artificial reefs of Europe: perspective and future. *ICES Journal of Marine Science*, 59:3-13.

Lök, A., 1995. Yapay resiflerin uygulanabilirliği üzerine bir araştırma. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri A.B.D. Doktora Tezi, İzmir, 62 sayfa.

Lök, A., Gül, B., 2005. İzmir Körfezi Hekim Adası'ndaki deneysel amaçlı yapay resiflerde balık faunasının değerlendirilmesi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi* 22 (1-2):109-114.

Savut, 2012. Altınoluk yapay resif projesi örneğinde yapay resiflerde planlama ve uygulama. ODU. Fen Bilimleri Ens. Yüksek lisans tezi. 47 s.

Seaman Jr. W., Sparague L., M., 1991. Artificial habitat practices in aquatic systems. *In* Seaman Jr. W., Sparague, L.M.(Eds.), *Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries*. Academic Press, pp.1-29.

Sonu, C., J., Grove, R., S., 1985. Typical Japanese reef modules. *Bulletin of Marine Science*, 37: 348-355.

Ulugöl, M., 2008. Güney Avrupa Ülkelerinde Yasadışı Balıkçılığın Engellenmesinde Yapay Resiflerin Kullanımı. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojileri A.B.D. Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 108s.