



Mehmet Akif Ersoy  
Üniversitesi

# UYGULAMALI BİLİMLER DERGİSİ



[dergipark.gov.tr/makuubd](http://dergipark.gov.tr/makuubd)

Yıl 2018

Cilt 02

Sayı 02

**MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ**  
**UYGULAMALI BİLİMLER DERGİSİ**

**(MAKÜ-Uyg. Bil. Derg.)**

*(Cilt/Volume:2 Sayı/Issue:2 Yıl/Year:2018)*

***Sahibi / Publisher***

*Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi*  
*Rektör, Prof. Dr. Adem KORKMAZ*

***Sorumlu Yazı İşleri Müdürü / Correspondence Manager in Charge***

*Dr. Öğr. Üyesi Ali APALI*

***Editörler / Editors***

*Doç. Dr. Adnan KALKAN (Teknik Bilimler/Technical Science)*  
*Dr. Öğr. Üyesi Ali APALI (Sosyal Bilimler/Social Science)*

***Editör Yardımcısı / Associate Editor***

*Dr. Öğr. Üyesi İhsan PENÇE*

***Yazışma Adresi / Correspondence***

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi  
Bucak Zeliha Tolunay Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu  
BURDUR / Bucak  
<http://dergipark.gov.tr/makuubd>  
[makuubd@mehmetakif.edu.tr](mailto:makuubd@mehmetakif.edu.tr)

***Mizanpaj Editörü / Layout Editor***

*Arş. Gör. İlknur KORKMAZ*

***Kapak Tasarım / Cover Design***

*Öğr. Gör. Yasemin KAYABAŞI*

***Baskı / Print***

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi  
MAKÜ Rektörlüğü Basım Merkezi-100

### ***Yayın Kurulu / Editorial Board***

Doç. Dr. Özlem ÇETİNKAYA BOZKURT  
Dr. Öğr. Üyesi Melike ŞİŞECİ ÇEŞMELİ  
Dr. Öğr. Üyesi Nil Esra DAL  
Dr. Öğr. Üyesi Ferhat BİTLİSLİ  
Dr. Öğr. Üyesi Süreyya KOVACI  
Dr. Öğr. Üyesi Hakkı KIYMIK  
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÖZMEN

### ***Danışma Kurulu-Bilim Kurulu /Advisory Board***

Prof. Dr. Adem KORKMAZ (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)  
Prof. Dr. Ali M. AKHMEDOV (Baku State University, Azerbaijan)  
Prof. Dr. Asiya CHAUDHARY (Aligarh Muslim University, India)  
Prof. Dr. Arzu ŞENCAN ŞAHİN (Süleyman Demirel Üniversitesi)  
Prof. Dr. Berrin ONARAN (Dokuz Eylül Üniversitesi)  
Prof. Dr. Birgül KUTLU BAYRAKTAR (Boğaziçi Üniversitesi)  
Prof. Dr. Cemal ZEHİR (Yıldız Teknik Üniversitesi)  
Prof. Dr. Diana DZIDZIGURI (Tbilisi State University, Georgia)  
Prof. Dr. Durmuş ACAR (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)  
Prof. Dr. Erdoğan GAVCAR (Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi)  
Prof. Dr. Erkan POYRAZ (Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi)  
Prof. Dr. Erman COŞKUN (Sakarya Üniversitesi)  
Prof. Dr. Fatma Neval GENÇ (Adnan Menderes Üniversitesi)  
Prof. Dr. Feriştah SÖNMEZ (Adnan Menderes Üniversitesi)  
Prof. Dr. Hakkı BÜYÜKBAŞ (Ardahan Üniversitesi)  
Prof. Dr. Hasan DAĞ (Kadir Has Üniversitesi)  
Prof. Dr. Hayrettin USUL (İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi)  
Prof. Dr. Himmet KARADAL (Aksaray Üniversitesi)  
Prof. Dr. Imran SALEEM (Aligarh Muslim University, India)  
Prof. Dr. İbrahim Atilla ACAR (İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi)  
Prof. Dr. İsmail BEKCİ (Süleyman Demirel Üniversitesi)  
Prof. Dr. Kemaleddin TAŞ (Süleyman Demirel Üniversitesi)  
Prof. Dr. Lütfihak ALPKAN (İstanbul Teknik Üniversitesi)  
Prof. Dr. Mehmet GENÇTÜRK (Süleyman Demirel Üniversitesi)  
Prof. Dr. Mehmet KARACA (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)  
Prof. Dr. Mehmet KARAGÜL (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)  
Prof. Dr. Meltem ÖZTURAN (Boğaziçi Üniversitesi)  
Prof. Dr. Mohd. Ashraf ALİ (Aligarh Muslim University, India)  
Prof. Dr. Muazzez BABACAN (Dokuz Eylül Üniversitesi)  
Prof. Dr. Nawab Ali KHAN (Aligarh Muslim University, India)  
Prof. Dr. Nezihe Figen ERSOY (Anadolu Üniversitesi)  
Prof. Dr. Nilüfer KOÇAK (Dokuz Eylül Üniversitesi)  
Prof. Dr. Oya ERDİL (Gebze Teknik Üniversitesi)  
Prof. Dr. Petraq MILO (University of Tirana, Albania)  
Prof. Dr. Ramazan ERDEM (Süleyman Demirel Üniversitesi)  
Prof. Dr. Selahattin KARABINAR (İstanbul Üniversitesi)  
Prof. Dr. Selim ÇAĞATAY (Akdeniz Üniversitesi)  
Prof. Dr. Sotiraq DHAMO (University of Tirana, Albania)  
Prof. Dr. Yusuf KADERLİ (Adnan Menderes Üniversitesi)  
Prof. Dr. Yücel BOZDAĞLIOĞLU (Adnan Menderes Üniversitesi)  
Prof. Dr. Zihni TUNCA (Süleyman Demirel Üniversitesi)  
Assoc. Prof. Dr. Dababrata CHOWDHURY (University of Suffolk, United Kingdom)

## **Derginin Amacı ve Kapsamı**

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi, 6 ayda bir olmak üzere (Mart ve Eylül) yılda 2 sayı olarak yayımlanan, elektronik ortamda uygulamalı bilimlerle ilgili olan tüm taraflara ulaşmayı hedeflemektedir. Kısaltılmış adı “MAKÜ-Uyg. Bil. Derg.” olan dergi, bilimsel ve hakemli bir dergi olup, yayım dili Türkçe ve İngilizce dilleridir. Uygulamalı Bilimler Dergisi, tüm uygulamalı bilimler yüksekokullarının ve uygulamalı bilimler fakültelerinin bünyelerindeki bölümlerden ve bu bölümler ile ilişkili sosyal ve teknik uygulamalı bilimleri kapsayacak şekilde üretilen özgün bilimsel çalışmaları yayımlamayı amaçlamaktadır.

## **Dergi Kurulları**

Dergi yayım kurulunun üç sosyal bilimler alan üyesi, sosyal bilimler alan editörü tarafından, diğer üç yayım kurulunun teknik bilimler alan üyesi ise teknik bilimler alan editörü tarafından üç yıllığına görevlendirilir. İlgili editörler, yayım kurulu üyelerini gerektiğinde değiştirebilir. Yayım Kurulu ve Editörlerin görevleri, yüksekokuldaki kadrolarına bağlı olup, herhangi bir nedenden dolayı yüksekokuldan ayrılanların görevleri de otomatik olarak sonlanmaktadır. Bu durumda ilgili editör, görevi yüksekokul kadrosunda bulunan bir başka öğretim üyesine devreder. Bilim/Danışma Kurulu üyeleri, editörler tarafından, belirlenen profesör ünvanlı öğretim üyelerinden izinleri doğrultusunda belirlenir. Dergiye gönderilen çalışmaları değerlendirecek olan hakem kurulu üyeleri ise doktor unvanına sahip, öğretim üyelerinin izinleri doğrultusunda ilgili alan editörleri tarafından belirlenir.

## **Dergi Yayım Süreci ve Kuralları**

Dergide yayımlanmak üzere gönderilen bilimsel çalışmalar, editör ve/veya yayım kurulu tarafından dergi ilke ve yazım kurallarına uygunluğu incelenir. Uygun bulunan özgün çalışmalar, bağımsız hakemlik “peer-review” ilkeleri doğrultusunda hakem kurulundan en az 2 hakeme gönderilir. Hakemlerden 15 gün içerisinde değerlendirme kabul onayı gelmediği takdirde çalışma başka bir hakeme gönderilir. Ayrıca değerlendirilmesi amacıyla hakemlerden 1 ay içerisinde değerlendirme raporu gelmediğinde çalışma değerlendirilmek üzere başka bir hakeme gönderilir. Hakemlerden gelecek kararlar doğrultusunda özgün çalışmalarla yayımlanır ya da reddedilir. Dergi yayım ilkelerine ve yazım kurallarına uygun olmayan çalışmalar çalışma sahibine/sahiplerine düzeltmeleri sağlamaları için geri gönderilir.

Dergide yayımlanan çalışmalar için ücret alınmamakla birlikte, çalışması yayımlanan yazar/yazarlara da ücret ödenmemektedir. Ayrıca yazar/yazarlar, dergiye gönderilen çalışmaların tüm yayım haklarının Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi’ne ait olduğunu kabul eder. Dergide yayımlanan çalışmaların bilimsel ve hukuksal sorumluluğu yazarlarına aittir.

*Dergimizin bu sayısı,  
El-Battani (MS 858-929)  
(Ebu Abdullah Muhammed bin Cabir bin Sinan er-Rekki es-Sabi el-Battani) 'ye  
ithaf edilmiştir...*

## **Editörler'den**

T.C. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Zeliha Tolunay Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu kurulduğu günden itibaren çağın gerektirdiği bilimsel yeterliliklere sahip, yerele kök salmış ancak evrensel değerlere açık, bilimin rehberliğini ilke edinen, yaratıcı ve eleştirel düşünebilen, özgür ve özgürlükçü, etik değerleri önemseyen, doğa ve çevre bilinci gelişmiş, dinamik, araştırmacı, girişimci özelliklere sahip, sanat ve spor alanlarıyla da ilgili bireyler yetiştirmek ve bilimsel araştırma geliştirme faaliyetleri ile bölgesel ve ulusal sorunlara yönelik çözümler sunan misyonu ve vizyonu doğrultusunda 10. yılını tamamlamıştır. Geçtiğimiz on yılın genç ve aktif kadrosu ile yurtiçi ve yurtdışı bilimsel etkinliklere katılmak başta olmak üzere birçok bilimsel çalışmanın içerisinde bulunmuş ve elde ettiği bilgi ve deneyimi ile **Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi**'ni bilim dünyasına kazandırmıştır.

**Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi**, “İstiklalden İstikbale” sloganı ile bilim üreten üniversiteler arasında araştırmacı bir üniversite olarak Mehmet Akif Ersoy'un yaktığı ışık ile özgün sosyal ve teknik bilimler alanlarına ait çalışmaları bilim dünyası ile buluşturma amacı ile ilk sayısını 2017 yılının Ekim ayında yayınlamıştır. Dergimiz siz bilim insanlarının sağlayacağı katkılar ile varlığını sürdürmeye ve gelişmeye devam edecektir.

Editörler

Doç. Dr. Adnan KALKAN

Dr. Öğr. Üyesi Ali APALI

## **Bu sayının hakemleri (Reviewers for this issue)**

Prof. Dr. İsmail TUFAN (Akdeniz Üniversitesi)  
Doç. Dr. Cem ERGUN (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)  
Dr. Öğretim Üyesi Ahmet Ali SERETKAYA (Selçuk Üniversitesi)  
Dr. Öğretim Üyesi Ali Özhan AKYÜZ (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)  
Dr. Öğretim Üyesi Ahmet UYANIKER (Ardahan Üniversitesi)  
Dr. Öğretim Üyesi Ercüment DOĞRU (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)  
Dr. Öğretim Üyesi Erkan DİKMEN (Süleyman Demirel Üniversitesi)  
Dr. Öğretim Üyesi Halil İbrahim Demir (Sakarya Üniversitesi)  
Dr. Öğretim Üyesi İhsan PENÇE (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)  
Dr. Öğretim Üyesi Kerem HEPDENİZ (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)  
Dr. Öğretim Üyesi Melike ŞİŞECİ ÇEŞMECİ (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)  
Dr. Öğretim Üyesi Mehmet ÖZMEN (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)  
Dr. Öğretim Üyesi Muhammed Emre KESKİN (Atatürk Üniversitesi)  
Dr. Öğretim Üyesi Nurullah GÜLTEKİN (Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi)  
Dr. Öğretim Üyesi Recep Çağrı ORMAN (Gazi Üniversitesi)  
Öğretim Görevlisi Dr. Sema SARI (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)

## **Dizinler ve Platformlar (Indexes and Platforms)**

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi, Uluslararası hakemli ve indeksli bir dergi olup aşağıdaki dizinlerde taranmaktadır.

### **Directory of Research Journals Indexing**



### **Index Copernicus**



### **Google Scholar**





# MAKÜ UYGULAMALI BİLİMLER DERGİSİ

(MAKÜ-Uyg. Bil. Derg.)

Cilt/Volume 2, Sayı/issue 2, Yıl/Year 2018

## İÇİNDEKİLER

Yayın Kurulu ve Bilim Kurulu .....	i
Derginin Amacı ve Kapsamı .....	ii
Editörler'den .....	iv
Bu sayının hakemleri .....	v
Dizinler ve Platformlar .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
<b>Comparison of Different Normalization Techniques on Speakers' Gender Detection</b> (Konusmacı Cinsiyetinin Tespitinde Değişik Normalizasyon Tekniklerinin Kıyaslanması) <i>Serhat Celil İLERİ, Armağan KARABİNA, Erdal KILIÇ</i> .....	1
<b>Kamu Üniversitelerinde İç Kontrol ve Kalite Uygulamaları: Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Örneği</b> (Internal Audit and Quality Practices in Public Universities: A Case Study of Mehmet Akif Ersoy University) <i>Adnan KALKAN, Mehmet TEPELİ</i> .....	13
<b>Gerontoloji Lisans Eğitiminde Veri Araştırmaları Yoluyla İstatistik Öğretimi</b> (Teaching Statistics Through Data Investigations In Gerontology Undergraduate Education) <i>Kemal AKOĞLU</i> .....	28
<b>Lojistikte Taşıma Şekillerinin Belirlenmesi: Bir Kombine Taşımacılık Örneği</b> (Determining Transportation Types in Logistics: An Application of Combined Transportation) <i>Bahadır GÜLSÜN, Burak ERKAYMAN</i> .....	37
<b>Influence of Fluid Charge Rate on Gravity Assisted Heat Pipe Performance at Low Temperatures</b> (Akışkan Şarj Oranının Düşük Sıcaklıklarda Yerçekimi Destekli Isı Borusu Performansına Etkisi) <i>Ragıp YILDIRIM, Abdullah YILDIZ, Ahmet ÖZSOY</i> .....	52
<b>Lpg (R1270-Propilen) Soğutucu Akışkan Kullanılan Buhar Sıkıştırma Soğutma Sisteminin Enerji Analizi</b> (Energy Analysis of Vapor Compression Refrigeration System Using Lpg (R1270-Propylene) As Refrigerant) <i>Bayram KILIÇ, Emre ARABACI</i> .....	75
<b>İhracatın Finansmanında Şer'i Kurallara Uygun Alternatif Yaklaşım; Türkiye Örneği</b> (Alternative Approach to Shar'i Rules in Export Financing; The Case of Turkey) <i>Serdar KUZU, Hakan BEROĞLU, Halil ARSLAN, Temur KAYHAN, Seyit Ali EREN</i> .....	82
<b>Kurs Oranı ve Artık Gaz Kesrinin Otto Çevrimli Bir Motorun Performansına Etkisi</b> (Effect of Stroke Ratio and Residual Gas Fracton on Performance of An Otto Cycle Engines) <i>Emre ARABACI, Bayram KILIÇ</i> .....	100
<b>Dergi Yayın İlkeleri ve Yazım Kuralları</b> .....	112
<b>Hakem Değerlendirme Formu</b> .....	116



## Comparison of Different Normalization Techniques on Speakers' Gender Detection

Serhat Celil İLERİ<sup>1\*</sup>, Armağan KARABİNA<sup>2</sup>, Erdal KILIÇ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, orcid id: 0000-0002-0259-0791

<sup>2</sup>Öğr. Gör., Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rektörlük, Enformatik Bölümü, orcid id: 0000-0002-4905-5761

<sup>3</sup>Doç. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, orcid id: 0000-0003-1585-0991

Geliş Tarihi/Received: 28.03.2018

Kabul Tarihi/Accepted: 12.04.2018

Araştırma Makalesi/Research Article

### ABSTRACT

In this study, the effect of Short-time Mean and Variance Normalization (STMVN), Short-time Cepstral Mean and Scale Normalization (STMSN), Min-Max Normalization, Z-Score Normalization and Standard Deviation Normalization techniques on the classification performance was investigated in determining speakers' gender. In the study, voice records which belongs to 192 male and 192 female speakers from TIMIT data set were used as data set. Features were extracted from Mel Frequency Cepstral Coefficients (MFCC) technique by using voice records and extracted features' dimension was reduced to Principal Component Analysis (PCA), then normalized with different techniques. Support Vector Machine (SVM) was used as classifier. As a result of study, it was observed that, the highest accuracy in speakers' gender estimation is obtained as 98.18% from features which were normalized with Standard Deviation Normalization technique and other normalization techniques were reduced accuracy.

**Keywords:** Max-Min Normalization, Z-Score Normalization, Standard Deviation Normalization, Short-time Mean and Variance Normalization, Short-time Cepstral Mean and Scale Normalization.

## **Konuşmacı Cinsiyetinin Tespitinde Değişik Normalizasyon Tekniklerinin Kıyaslanması**

### **ÖZET**

Bu çalışmada Kısa-zaman Ortalama ve Değişinti Normalizasyonu (Short-time Mean and Variance Normalization - STMVN), Kısa-zaman Sepstral Ortalama ve Ölçeklendirme Normalizasyonu (Short-time Cepstral Mean and Scale Normalization - STMSN), Asgari – Azami (Min-Max) Normalizasyonu, Z-Skor (Z-Score) Normalizasyonu ve Standart Sapma (Standard Deviation) Normalizasyon tekniklerinin, konuşmacı cinsiyetinin tespitinde sınıflandırma başarımına etkisi araştırılmıştır. Çalışmada veri seti olarak TIMIT veri setindeki 192 erkek ve 192 kadın konuşmacıya ait ses kayıtları kullanılmıştır. Ses kayıtlarından Mel Frekansı Sepstral Katsayısı (Mel Frequency Cepstral Coefficient – MFCC) tekniği ile öznelik çıkarılmış ve çıkarılan özneliklerin boyutu Temel Bileşen Analizi (Principal component analysis – PCA) ile indirgenerek, değişik teknikler ile normalize edilmiştir. Sınıflandırıcı olarak Destek Vektör Makinesi (Support Vector Machine – SVM) kullanılmıştır. Çalışma sonucunda konuşmacı cinsiyeti tahmininde en yüksek başarımın %98.18 ile Standart Sapma Normalizasyon Tekniği ile normalize edilmiş özneliklerden elde edildiği gözlemlenmiş olup diğer tekniklerin başarımı düşürdüğü gözlemlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Asgari – Azami Normalizasyonu, Z-Skor Normalizasyonu, Standart Sapma Normalizasyonu, Kısa-zaman Ortalama ve Değişinti Normalizasyonu, Kısa-zaman Sepstral Ortalama ve Ölçeklendirme Normalizasyonu.

### **1. INTRODUCTION**

Speaking, the fundamental form of the communication among people, is transferred physical and emotional information not only to the voice but also to words. (Nabiyev, Yücesoy, 2009) In the previous studies, various physical and mental state estimations were made, including gender (Yücesoy, Nabiyev, 2009), age (Yücesoy, Nabiyev, 2016) and emotional (Durukal, Hocaoglu, 2015) characteristics.

In paper (Nabiyev, Yücesoy, 2009), the authors aimed to estimate the gender of the speaker independently of the text. The feature vectors were extracted with MFCC by using TIMIT data set.

The obtained feature vectors were classified by VQ method and recorded in database. The test phase including 1680 sound data consisting of 10 sentences, was carried out. The

result performance was 1646 correct and 34 incorrect estimation, which means 98.80% success. (Nabiyev, Yücesoy, 2009)

The study (Yücesoy, Nabiyev, 2009) aims automatically determining the sex of an individual from speaker independent voice signals. First, the feature vectors extracted from MFCC later removed the time shift occurring during the distance evaluation of the feature vectors with using DTW. One and multiple word data were recorded in different languages such as Turkish, English, and German. The tests' success rate were 100% with sound that consisting single word phrase and 98% with sound multi-word phrases in different languages. (Yücesoy, Nabiyev, 2009)

Heerden et al. were increased the performance of the proposed method from 45% to 50.7% by using the age regression and gender classifier together. (Heerden et. al. 2010)

In the study performed by Djemili et al. extracted the feature vectors with MFCC, and obtained the feature vectors to Learning Vector Quantization (LVQ), Multilayer Perceptron (MLP), Gaussian Mixture Model (GMM) and Vector Quantization (VQ), and achieved a 96.4% success in estimating gender of the speaker by classifying with four different classifiers. (Djemili et. al. 2012)

Oscal et al. conducted a study with 3564 voice data in 2015. The speakers were divided into 3 groups according to their age and 2 groups according to their gender. Different characteristics were selected for voice data divided into low and high according to stimulation densities. The performance rate, which was 71.6% and 97.2% in gender estimation, increased by 1.7% to 98.9%. (Chen, Gu, 2015)

In the study of Pşibil and colleagues, age was determined in four age groups of children, young, adult and elderly from the audio signal using GMM in two levels in Czech and Slovak languages. As a result of this study, 90.4% in children, 95.1% in young men, 92.4% in adult men, 93.2% in elderly men, 100% in young women, 86.7% in adult women and 88.7% in elderly women. Using the GMM as a result of the study, the two-level speaker was convinced that gender / age determination architecture was comparable to standard listening-based methods.(Pşibil et. al. 2016)

In Islam's work, Gammatone Frequency Cepstral Coefficient (GFCC) -based robust gender classification method is presented. The text was used to perform better in the gender behavioral model with the Gaussian mixture model (GMM) in the study where an

independent speech data was used and only clean signals were used in the training set. The clean sound signal is converted into noisy sound signals ranging from 0dB to 10dB using five different noise samples. In the case of TSTs made with 0dB noise, 100% for females and 92% for males were obtained. According to the result of this study, this method is interpreted as a method which is not affected by noise. (Islam, 2016)

In the study (Khanum, Firos), the success rate in determining speaker gender was investigated not only in text but also in noisy environments such as train station, restaurant, airport. MFCC for attribute extraction, Artificial Neural Network (ANN) for classification, and 6 fuzzy clusters and 10 hidden neurons for optimum results, and a slight increase in noisy ambient noises. (Khaum, Firos, 2017)

In the study of Yusnita and colleagues, we used the Linear Prediction Coefficients (LPC) to derive the sixteen feature of 93 speakers and used Artificial Neural Network (ANN) recognition engine through Multi-Layer Perceptron (MLP). Experimental results have yielded an average of up to 93.3%. (Yusnita et al., 2017)

In this study, the feature vectors were extracted using the Mel Frequency Separation Coefficient of the voice data. The dimensions of the feature vectors were reduced to PCA. The classification was performed with and without normalization and the changes in the performance was observed. After reducing of the obtained feature vectors, the effect of the normalized data on the classification performance by using five different normalization methods is investigated. The aim of the study is to obtain a higher success rate in estimating gender by normalizing the reduced data.

In Section 2, the used methods MFCC, STMVN, STMSN, Z-Score Normalization, Min-Max Normalization, Standard Deviation Normalization techniques and materials are explained. In Chapter 3, the effects of the applied normalization techniques on sex ratio, the effect on achievement rate, and the change in gender estimation of male and female speakers were investigated. In the results section, the effects of different normalization techniques on speaker gender determination performance and possible future research topics were investigated.

## **2. METHOD AND MATERIALS**

In this study, voice files of 192 female and 192 male speakers were used from the TIMIT Acoustic-Phonetic Continuous Speech Corpus Dataset. Feature extraction was

performed through Mel-frequency Cepstral coefficients of the sound data in the test set obtained by the MFCC method. The feature vectors obtained by MFCC method have different dimensions for each voice file, depending on the length of the audio file, the number of bits per second, and so on.

Since the dimensions of the data used in the classification stage must be equal, hence the feature vectors dimensions were reduced by PCA method to uniform the dimensions. The dimensional reduced feature vectors were prepared to classify. STMVN, STMSN, Z-Score Normalization, Min-Max Normalization and Standard Deviation Normalization techniques were separately applied to the obtained reduced feature vectors. They were recorded and compared.

Finally, the files containing normalized and non-normalized feature vectors were classified by Support Vector Machine. The obtained results were noted and compared.

## 2.1. Feature Extraction

While estimating speech from speech data, the speech signals are firstly converted to parametric values which give information about speech and speaker characteristics. It has lower discriminative properties, and less variables. (Yücesoy, Nabiyev, 2014) Feature extraction can be performed to use different methods. One of them is MFCC used in this study.

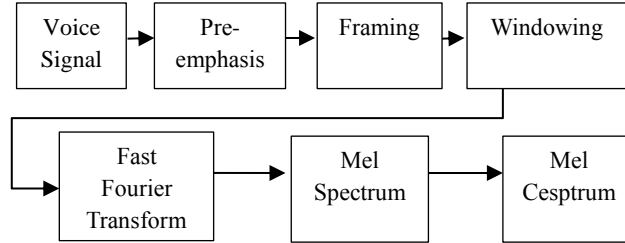
### 2.1.1. MFCC

The Mel in the MFCC method is a unit of measure generated by the difference of the frequency of a voice tone detected by the human ear with the actual frequency. The reason why the physical frequency and its value that perceived by the human ear is that the perceived sound waves of the human are not linear. The relationship between linear frequency and Mel frequency is given by (1) (Yücesoy, Nabiyev, 2014).

$$F_{mel} = 2595 \log_{10} \left( 1 + \frac{f}{700} \right) \quad (1)$$

Mel Frequency Cepstral Coefficients method is the most commonly used method of extracting features that gives high performance in speaker recognition applications. Pre-emphasis, framing, windowing, and Fast Fourier Transform is applied to voice signals.

Mel spectrum and Mel frequency cepstral coefficients are obtained by processing with a filter sequence generated by the Mel scale and by performing discrete cosine transform of the logarithm of the Mel spectrum respectively. (Kizrak, Bolat, 2014) The steps of the Mel frequency Cepstral Coefficients method are shown in Figure 1 as a block diagram.



**Figure 1.** Feature vector extraction steps

## 2.2. Normalization Techniques

### 2.2.1. Short-time mean and variance normalization

Short-time Mean and Variance Normalization formula is shown in equation (2). Here,  $m$  and  $k$  represent frame and feature vector, respectively.

$$C_{STMVN}(m, k) = \frac{C(m,k) - \mu_{ST}(m,k)}{\sigma_{ST}(m,k)} \quad (2)$$

In the formula (2),  $\mu_{ST}(m, k)$  obtained from formula (3) and  $\sigma_{ST}(m, k)$  calculated with formula (4) are Short-time Mean and Short-time standard variation. (Alam et. al. 2011)

$$\mu_{ST}(m, k) = \frac{1}{L} \sum_{j=m-\frac{L}{2}}^{m+\frac{L}{2}} C(j, k) \quad (3)$$

$$\sigma_{ST}(m, k) = \frac{1}{L} \sum_{j=m-\frac{L}{2}}^{m+\frac{L}{2}} (C(j, k) - \mu(m, k))^2 \quad (4)$$

### 2.2.2. Short-time cepstral mean and scale normalization

Short-time Cepstral Mean and Scale Normalization is shown in equation (5). Here,  $m$  and  $k$  shows frame and feature vector.

$$C_{STMVN}(m, k) = \frac{C(m,k) - \mu_{ST}(m,k)}{d_{ST}(m,k)} \quad (5)$$

In formula (5),  $d_{ST}(m, k)$  represents Short-time lower and upper bound difference and is calculated by using the equation (6). The range of the  $j$  parameter is given by equation (7). (Alam et. al. 2011)

$$d_{ST}(m, k) = \max C(j, k) - \min C(j, k) \quad (6)$$

$$\left(m - \frac{L}{2}\right) \leq j \leq \left(m + \frac{L}{2}\right) \quad (7)$$

### 2.2.3. Max-min normalization

Max – Min Normalization is one of the most fundamental normalization techniques and shown in equation (8). Here,  $m$  and  $k$  shows frame and feature vector.

$$C_N(m, k) = \frac{C(m, k) - \min C(m, k)}{\max C(m, k) - \min C(m, k)} \quad (8)$$

### 2.2.4. Z-score normalization

Z-Score Normalization and Standard Deviation Normalization represented in equation (9) and (10), respectively. Here  $std C$  shows standard deviation of  $C$  and  $\bar{C}$  Shows mean value of  $C$ .

$$C_Z(m, k) = \frac{C(m, k) - \bar{C}}{std C} \quad (9)$$

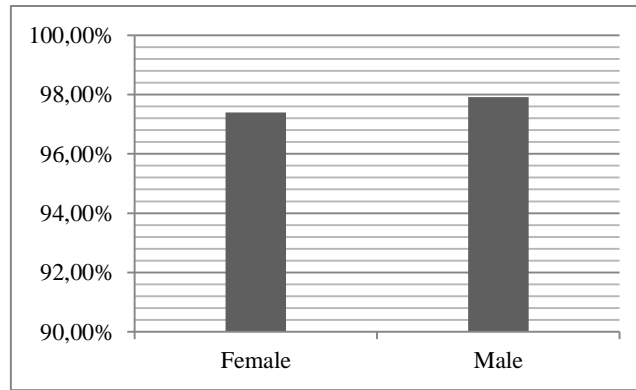
$$C_S(m, k) = \frac{C(m, k)}{std C} \quad (10)$$

## 3. EXPERIMENTAL RESULTS

By using the reduced feature vectors obtained from 192 female speakers without any normalization, the gender of 187 female speakers was correctly estimated. But five female speakers' gender was estimated as male. The estimation success rate was 97.3958%. From the 192 male speakers, the gender of 188 male speakers was correctly estimated and four male speakers' gender is estimated as female. The estimation success rate was 97.9166%.

In total 375 of the 384 speakers gender were correctly estimated and the gender of 9 speakers was incorrectly estimated. Classification success rate without applying any normalization is shown in Figure 2.





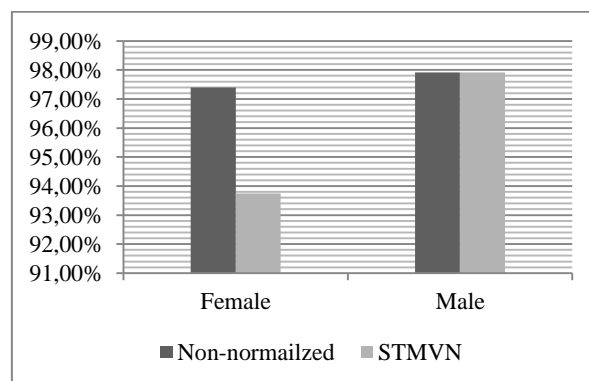
**Figure 2.** Classification success results without applying normalization

After applied Short-time Mean and Variance Normalization to the reduced feature vectors, the gender of 188 male speakers was correctly estimated. But four male speakers' gender was estimated as female. The estimation success rate was 97.9166%.

While the gender of 180 of 192 female speakers was correctly estimated, the gender of 12 speakers was incorrect. In total the gender of 368 of 384 speakers was successfully predicted, while the gender of 16 speakers was unsuccessfully estimated. Total success rate was %95.8333.

Results shows that estimation success for female speakers is decreased and estimation success for male speakers does not changed when features which normalized by Short-time Mean and Variance Normalization. So it could be said that Short-time Mean and Variance Normalization is not a good choice for speakers' gender estimation.

Comparison of success rates between before normalizing and after are given in Figure 3.



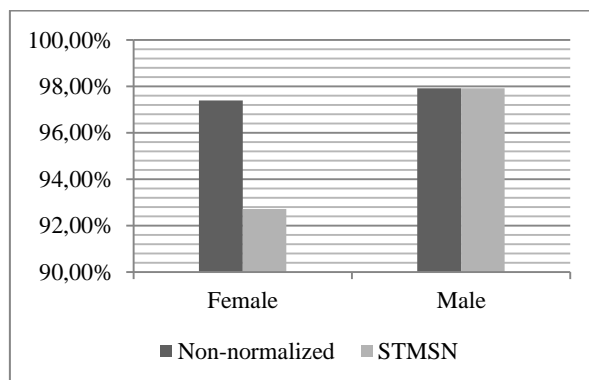
**Figure 3.** Classification success results for STMVN

After applied Short-Time Cepstral Mean and Scale Normalization the reduced feature vectors, the gender of 188 male speakers was correctly estimated. But 4 male speakers' gender was estimated as female. And the estimation rate was 97.9166%.

While the gender of 178 of 192 female speakers was correctly estimated and the gender of other 14 females speakers was incorrect. And success rate was 92.7083 for female speakers. In total the gender of 368 of 384 speakers was successfully predicted, while the gender of 16 speakers was unsuccessfully estimated.

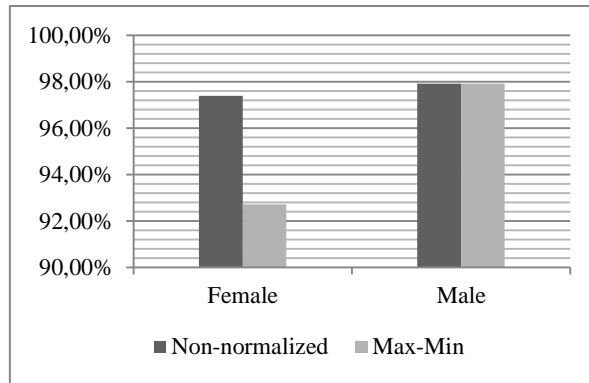
Total success rate was %95.3125. According to this results, success rate of gender estimation for females is decreased and success rate of gender estimation for males is not changed. Similarly to short-time mean and variance normalize, short-time mean and scale normalization is also not a good normalizing technique to use for speakers' gender estimation.

Comparison of success rates between before normalizing and after are given in Figure 4.



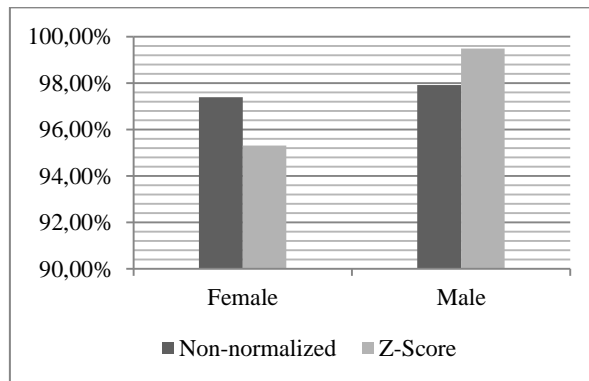
**Figure 4.** Classification success results for STMSM

For max-min normalized feature vectors, it is seen that gender of 181 of 192 female and 181 of 192 male speakers was correct from the test results. Success rate was %94.2708. This results shows us, using max-min normalized feature vectors to estimate speakers' gender decreases success rate for both male and female speakers. So max-min normalization is another bad choice to use for speakers gender estimation. Comparison of success rates between before normalizing and after are given in Figure 5.



**Figure 5.** Classification success results for max-min normalization

After applied Z-Score Normalization to the reduced vectors, the gender of 183 of 192 female speakers with a success rate as 95.3125%. And the gender of 191 of 192 male speakers was estimated correctly with a success rate as 99.4791%. General success rate for both gender was 97.3958%. It shows that in spite of the increasing success rate of estimating male speakers, success rate of estimating gender for all speakers is decreased because of decreasing success rate of estimating female speakers. Comparison of success rates between before normalizing and after are given in Figure 6.



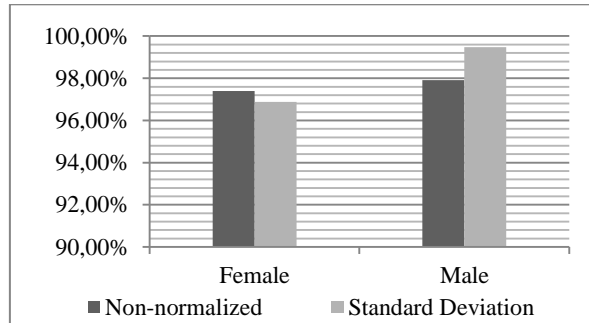
**Figure 6.** Classification success results for z-score normalization

In contrast to other normalizing techniques, standard deviation normalizing gives better results and improves success rate for speakers' gender estimation with an average success rate as 98.1771%. When feature vectors that normalized by using standard deviation normalizing were used, the gender of 186 of 192 female speakers and gender of 191 of 192 males was predicted successfully.

And success rates were 96.8750% for females and 99.4791% for males.

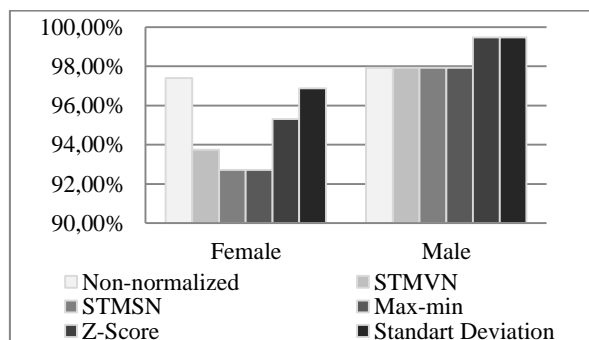
In spite of decreasing success rate of estimating gender of female speakers, average success rate is increased because of significant increase of estimation success rate for male

speakers. As a result, it could be said that standard deviation normalization may be a good choice for speakers gender estimation. Comparison of success rates between before normalizing and after are given in Figure 7.



**Figure 7.** Classification success results for standard deviation normalization

Comparison of success rates for non-normalized features and normalized ones by each normalizing techniques are given in Figure 8.



**Figure 8.** Compare of non-normalized and all normalization techniques

#### 4. RESULTS AND DISCUSSION

When comparing the obtained results with and without any normalization techniques the below following conclusions can be reached: The highest success rate is taken by Standard Deviation Normalization technique within STMVN, STMSN, Z-Score Normalization, Min-Max Normalization and Standard Deviation Normalizations. The other normalization techniques decreases the total success rate in the test scenarios.

#### REFERENCES / KAYNAKLAR

Alam, M. J. vd. (2011) Comparative Evaluation of Feature Normalization Techniques for Speaker Verification. International Conference on Nonlinear Speech Processing, Springer Berlin Heidelberg.

Chen, O. T-C. & Gu, J. J. (2015) Improved Gender/Age Recognition System Using Arousal-Selection and Feature-Selection Schemes. Digital Signal Processing (DSP), 2015 IEEE International Conference on. IEEE

- Djemili, R. vd. (2012) A Speech Signal Based Gender Identification System Using Four Classifiers. Multimedia Computing and Systems (ICMCS), 2012 International Conference on. IEEE
- Durukal, M. & Hocaoğlu A. K. (2015) Performance Optimization on Emotion Recognition from Speech. Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 2015 23th. IEEE
- Heerden C. vd. (2010) Combining Regression and Classification Methods for Improving Automatic Speaker Age Recognition. Acoustics Speech and Signal Processing (ICASSP), 2010 IEEE International Conference on. IEEE
- Islam, M. A. (2016). GFCC-Based Robust Gender Detection. In Innovations in Science, Engineering and Technology (ICISSET), International Conference on. IEEE.
- Khanum, S., & Firos, A. (2017). Text Independent Gender Identification In Noisy Environmental Conditions. In Computing, Communication and Automation (ICCCA), 2017 International Conference on. IEEE.
- Kızrak, M. A. & Bolat, B. (2014) Klasik Türk Müziği Makamlarının Tanınması. Akıllı Sistemlerde Yenilikler ve Uygulamaları Sempozyumu (ASYU), 2-6.
- Nabiyev, V. V. & Yücesoy, E. (2009) VQ Yöntemiyle Konuşmacı Cinsiyetinin Belirlenmesi. Turkish Journal of Computer and Mathematics Education Vol 1.1, 35-47.
- Pşibil, J. vd. (2016) GMM-Based Speaker Gender and Age Classification After Voice Conversion. Sensing, Processing and Learning for Intelligent Machines (SPLINE), 2016 First International Workshop on. IEEE
- Yücesoy, E. & Nabiyev, V. V. (2014) Comparison of MFCC, LPCC and PLP Features for The Determination of A Speaker's gender. Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 2014 22nd. IEEE
- Yusnita, M. A. vd. (2017) Automatic Gender Recognition Using Linear Prediction Coefficients and Artificial Neural Network on Speech Signal. In Control System, Computing and Engineering (ICCSCE), 2017 7th IEEE International Conference on. 2017
- Yücesoy, E. & Nabiyev, V. V. (2009) Gender Identification of The Speaker Using DTW Method. Signal Processing and Communications Applications Conference, SIU 2009. IEEE 17th. IEEE
- Yücesoy, E. & Nabiyev, V. V. (2016) Konuşmacı Yaş ve Cinsiyetinin Gkm Süpervektörlerine Dayalı Bir Dvm Sınıflandırıcısı ile Belirlenmesi. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 31.3



## Kamu Üniversitelerinde İç Kontrol ve Kalite Uygulamaları: Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Örneği

Adnan KALKAN<sup>1\*</sup>, Mehmet TEPELİ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doç. Dr., Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, İşletme Fakültesi, orcid id: 0000-0002-2270-4100

<sup>2</sup>Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, orcid id: 0000-0001-6054-9562

Geliş Tarihi/Received: 26.03.2018

Kabul Tarihi/Accepted: 18.07.2018

Araştırma Makalesi/Research Article

### ÖZET

Üniversiteler bilimsel özerkliğe ve kamu tüzel kişiliğine sahip yüksek düzeyde eğitim-öğretim, bilimsel araştırma-geliştirme, yayın ve danışmanlık yapmak üzere kurulan yükseköğretim kurumlarıdır. Üniversitelerde denetim faaliyetlerinin gerçekleşmesi ile kalite uygulamalarının yerleşmesi ve yaygınlaştırılması çalışmalarını yürütmek amacıyla 23 Temmuz 2015 tarih ve 29423 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Yükseköğretim Kalite Güvencesi Yönetmeliği kapsamında Yükseköğretim Kurulundan bağımsız olarak Yükseköğretim Kalite Kurulu oluşturulmuştur. Bu yönetmeliğe dayanılarak “Yükseköğretim Kalite Kurulunun Çalışma Usul ve Esasları” belirlenmiştir. Bu mevzuat çerçevesinde Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Kalite Güvence çalışmalarını 2016 yılından itibaren başlatmış ve o günden bugüne kadar kurum iç değerlendirme raporlarını oluşturmaktadır. Bu çalışmanın amacı Mehmet Akif Ersoy Üniversitesinde Bölgesel Kalkınma Odaklı Misyon Farklılaşması ve Tarım ve Hayvancılık Alanında İhtisaslaşma Programı ile bütünleşik olarak yürütülen Kalite Güvence Sistemi uygulamaları irdelenmeye çalışılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** İç Kontrol, Kalite Güvence Sistemi, Kurum İç Değerlendirme, Kurumsal Dış Değerlendirme, Üniversite.

## **Internal Audit and Quality Practices in Public Universities: A Case Study of Mehmet Akif Ersoy University**

### **ABSTRACT**

Universities are institutions of higher education established to carry out high-level education-training, scientific research & development, publication and counseling, with scientific autonomy and public legal entity. The Higher Education Quality Board has been established independently from the Higher Education Council within the scope of the Higher Education Quality Assurance Regulation, which was enacted by publishing the Official Gazette dated July 23, 2015 and numbered 29423 with the aim of realizing audit activities at universities and carrying out studies for the settlement and dissemination of quality applications. Based on this regulation, “Working Procedures and Principles of Higher Education Quality Board” has been determined. Within the framework of this legislation, Mehmet Akif Ersoy University has started Quality Assurance studies since 2016 and has created internal evaluation reports so far. The purpose of this paper was to examine the applications of the Quality Assurance System, which is carried out in Mehmet Akif Ersoy University integrated with the Regional Development Focused Mission Discrimination and Specialization Program in Agriculture and Livestock Field.

**Keywords:** Internal Audit, Quality Assurance System, Internal Evaluation of Institution, Institutional External Evaluation, University.

### **1. GİRİŞ**

Üniversiteler yasal mevzuatlar gereği 2547 sayılı Yükseköğretim Kanunu ve 124 sayılı *Yükseköğretim Üst Kuruluşları ile Yükseköğretim Kurumlarının İdari Teşkilatı Hakkında Kanun Hükmünde Kararname* hükümleri çerçevesinde kurulurlar. Üniversitelerin teşkilatlanma politikası ile denetimi kuruluş mevzuatları gereği Yükseköğretim Kurulu tarafından yapılmaktadır. Bu çerçevede üniversitelerde denetim faaliyetlerinin gerçekleşmesi ile kalite uygulamalarının yerleşmesi ve yaygınlaştırılması çalışmalarını yürütmek amacıyla Yükseköğretim Kurulu bünyesinde **Yükseköğretim Kalite Kurulu** oluşturulmuştur.

Üniversiteler bilimsel özerkliğe ve kamu tüzel kişiliğine sahip olarak yüksek düzeyde eğitim-öğretim, bilimsel araştırma, yayın ve danışmanlık yapmak üzere kurulan yükseköğretim kurumlarıdır. Bu amaçla Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi 17 Mart 2006 tarih ve 26111 sayılı resmi gazetede yayınlanan 5467 sayılı kanunla kurulmuş ve 2017 yılı

itibariyle hızlı bir ilerleme kaydederek kendisi ile birlikte kurulan üniversiteler içerisinde ilk sıralarda yerini almıştır. Yine Üniversitemiz, Bölgesel Kalkınma Odaklı Misyon Farklılaşması ve İhtisaslaşması Programı Tarım ve Hayvancılık Alanında öncelikli üniversite olarak faaliyetlerini sürdürmektedir.

Yükseköğretim Kurulu bünyesinde 23 Temmuz 2015 tarih ve 29423 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren **Yükseköğretim Kalite Güvencesi Yönetmeliği** kapsamında Yükseköğretim Kalite Kurulu oluşturulmuş ve üye sayısı 13 olarak belirlenmiştir. Bu yönetmeliğe dayanılarak “Yükseköğretim Kalite Kurulunun Çalışma Usul ve Esasları” belirlenmiştir. Bu usul ve esaslar kapsamında, Yükseköğretim Kalite Kurulu üniversitelerde kalite politikasının oluşturulması ve yaygınlaştırılması, akredistasyon, iç ve dış değerlendirme süreçlerinin gerçekleştirilmesi faaliyetlerini yürütmektedir.

Kamu yönetimi ile kamu mali yönetiminde yaşanan gelişmeler dikkate alınarak yapılan reformlar ışığında üniversitelerde İç Kontrol Sistemi ile Kalite Uygulamalarının gerçekleşmesi ve yaygınlaşması amacıyla çıkarılan yasal mevzuatlar aşağıda belirtilmiştir:

- 5018 sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu
- İç Kontrol ve Ön Mali Kontrole İlişkin Usul ve Esaslar
- Kamu İç Kontrol Standartları Tebliği
- Kamu İç Kontrol Rehberi
- Kamu İç Kontrol Standartlarına Uyum Eylem Planı Rehberi
- Yükseköğretim Kalite Güvencesi Yönetmeliği
- Strateji Geliştirme Birimlerinin Çalışma Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik
- Kurumsal Dış Değerlendirme Yönergesi
- Kamu İdareleri İçin Stratejik Planlama Kılavuzu
- Üniversiteler İçin Stratejik Plan Hazırlama Rehberi

Üniversitelerde kalite çalışmaları, iç denetim ve dış denetime ilişkin süreçler aşağıdaki başlıklar altında anlatılmıştır.

## **2. İÇ KONTROL SİSTEMİNİN OLUŞTURULMASI**

İç kontrol sistemi, kurumun yasal mevzuatlar çerçevesinde ve belirlenmiş politikalarına uygun olarak faaliyetlerinin etkili, ekonomik ve verimli bir şekilde yürütülmesini, iş ve işlemler ile kayıtlarının doğru ve eksiksiz bir şekilde kaydedilmesini,



kaynaklarının korunmasını, mali ve yönetim bilgisinin zaman kaybı olmaksızın güvenilir olarak üretilmesini sağlamak üzere kuruluş tarafından oluşturulan etkinlik, yöntem, süreç ve denetimini kapsayan mali ve mali olmayan kontroller bütünüdür (Arslan, 2012:128-129).

Ülkemiz kamu kurumlarında kamu mali yönetiminin saydamlığı ve hesap verilebilirliğini arttırmak, kuruluşlarda etkin bir iç kontrol sisteminin oluşturulması amacıyla Kamu İç Kontrol Rehberi yayımlanmıştır. Bu rehber ile COSO küpü örnek alınarak, iç kontrol bileşenleri ve standartları belirlenmiş, iç kontrol sisteminin işleyişi ve sistemdeki kullanıcıların rol ve sorumlulukları belirlenmiş, iç kontrol süreçlerine ilişkin standartlar tanımlanmış ve böylece kamu idarelerine örnek teşkil etmesi sağlanmıştır.

Kamu İç Kontrol Rehberinde iç kontrol bileşenleri aşağıdaki gibi belirlenmiş ve tanımlanmıştır:

a. Kontrol Ortamı: Kuruluşun iç kontrol uygulamalarını kabullendiği ve iç kontrolün temelini oluşturulduğu bileşendir. Kamu kurumlarında iç kontrol uygulamalarının gerçekleştirilebilmesi için makul düzeyde kontrol ortamına ihtiyaç duyulmaktadır.

b. Risk Değerlendirme: Bu standart, kamu kurumundaki riskin tespit edilmesini, değerlendirilmesini ve önlemler alınmasını, önlemlerin performansının ölçülmesini ve raporlanmasını kapsamaktadır.

c. Kontrol Faaliyetleri: Bu standart kamu kurumlarında mali ve mali niteliği olmayan faaliyetleri kapsamak ile birlikte tespit edilen risklerin etki/olasılığını azaltıcı önlemleri kontrol etmeyi amaçlayan eylemleri içermektedir.

d. Bilgi ve İletişim: Kamu kurumlarının amaç ve hedefleri doğrultusunda yürüttüğü faaliyetler ile iç kontrol süreçlerinin uygulanması sırasında bilgi verme, raporlama, kayıt ve dosyalama, kanuna uygun olmayan işlemlerin bildirilmesi vb. eylemlerin kamuoyuna veya muhataplarına aktarılmasını sağlayan süreçleri belirleyen standarttır.

e. İzleme: İç kontrol sisteminin kalitesini değerlendirmek amacıyla kamu kurumu genelindeki tüm faaliyetler için gerçekleştirilen değerlendirme süreçlerine yardımcı olacak eylemlerdir.

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi belirlediği amaç ve hedeflerine ulaşmada mevcut yasa ve mevzuatlara uygun olarak faaliyetlerini sürdürmek, iç kontrol uygulamalarını tüm birimlerinde yaygınlaştırmak ve bunu kurum kültürü haline getirmek amacıyla iç kontrol

süreçlerini uygulamaya koymuştur. Bu amaçla kendisine pilot birimler belirlemiştir. Pilot birimler üzerinde öncelikle mevcut durum analizi yapılarak birimin misyon, vizyon ve hedeflerine ulaşmada hangi yöntemleri izlediği tespit edilmiştir. Daha sonra bu yöntemleri kullanarak hangi faaliyetleri gerçekleştirdiği belirlenmiş ve iş tanım formları oluşturulmuştur. İş tanım formlarında işin adı, yasal süre, işin sorumlusu ve kim tarafından yerine getirildiği, kullanılan sistemler vb. bilgilere yer verilmiştir. İş tanım formu ile tanımlanan her işin iş analizleri yapılarak işin hangi aşamaları kapsadığı ve nasıl yapıldığı, sürece ilişkin girdi ve çıktılar, sürecin akış diyagramı, izleme ve ölçme kriterleri, vb. tanımlanmıştır. Daha sonra yine iş tanım formları dikkate alınarak görev tanım formları oluşturulmuştur. Görev tanım formları ile birimlerdeki personele ait roller belirlenmiştir. Görev tanım formunda bu rollerin amacı, role sahip olabilmek için gerekli nitelikler ve şartlar, temel iş ve sorumluluklar, yetki düzeyleri vb. tanımlanmıştır.

İç kontrol bileşenlerinden risk değerlendirme sürecini gerçekleştirmek amacıyla tanımlanan işler ana faaliyet bazında belirlenmiştir. Tanımlanan tüm işler kalite komisyonu tarafından gözden geçirilmiş ve birbirine yakın veya birbiri ile ilişkili işler bir araya getirilmiştir. Bu işlerin tümünü kapsayacak şekilde ana faaliyetin adı oluşturulmuştur. Ana faaliyetlerin her biri için risk analizi yapılmış ve her bir faaliyet için risk düzeyi belirlenmiştir. Risk analizleri, Kamu İç Kontrol Rehberinde yer alan risk yönetim süreci takip edilerek yapılmıştır. Bu kapsamda öncelikle idari, birim ve alt birim düzeyinde riskler belirlenmiş ve risk hiyerarşisi oluşturulmuştur. Daha sonra bu sürecin ilk basamağı olan risklerin tespit edilmesi aşamasına geçilmiş ve faaliyetler üzerinde riskler belirlenmeye çalışılmıştır. Bu aşamada kurumun hedefleri, paydaşlar ve belirlenen riskin kategorisine de ayrıca dikkat edilmiştir. Stratejik risklerin stratejik plan hazırlanırken belirlenmesi nedeniyle riskler belirlenirken faaliyet düzeyinden stratejik düzeye gidilmiştir. Riskler belirlenirken PESTLE, GZTF/SWOT analizleri ile beyin fırtınası yöntemleri kullanılmıştır. Belirlenen risklerin stratejik riskler ile ilişkisi kurulmuştur. Faaliyet üzerinde belirlenen riskler değerlendirilerek etki derecesinin ve gerçekleşme olasılığı hesaplanmıştır. Bu aşamada karşılaşılabilecek olaylar göz önünde bulundurulmalıdır. Risklerin değerlendirilmesi aşaması, tespit edilen risklerin ölçülmesi, riskin önceliklendirilmesi ve kaydedilmesi aşamalarından oluşmaktadır. Bu noktada ilk iş olarak her riskin etki-olasılık düzeyi ölçülmüş ve bir risk haritası oluşturulmuştur. Risk haritaları, belirlenen risklerin risk seviyelerinin daha rahat görünmesini sağlayarak risk çalışmasının yürütülmesini kolaylaştırmaktadır. Belirlenen riskler önem derecelerine göre önceliklendirilmiş ve önem derecesine göre sıralanarak kaydedilmiştir.

Belirlenen her risk için bir risk düzeyi tespit edilmiştir. Risk düzeyi tespit edilirken kurumun o risk için katlanacağı seviye temel alınmış ve bu doğrultuda risk düzeyi belirlenmiştir. Risk düzeyi temel alınarak riskin etki ve olasılığını düşürmek ve risk düzeyini indirmek amacıyla önleyici ve düzeltici faaliyetlerden hangisinin kullanılacağına karar verilmiştir. Belirlenen faaliyetler ışığında tekrar risk analizi yapılarak riskin son etki ve olasılık puanı hesaplanmıştır. Son risk puanı üzerinden riski kabul et, gözlemlerle vd. faaliyetlerin yürütülmesi kararlaştırılmıştır. Böylece birim üzerinde gerçekleşebilecek tüm riskler ile izleme ve yönlendirme kontrolleri ortaya konulmuştur.

### **3. STRATEJİK PLAN PERFORMANS PROGRAMI VE FAALİYET RAPORU**

Stratejik plan 5018 sayılı *Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu*'nda "kamu idarelerinin orta ve uzun vadeli amaçlarını, temel ilke ve politikalarını, hedef ve önceliklerini, performans ölçütlerini, bunlara ulaşmak için izlenecek yöntemler ile kaynak dağılımlarını içeren plan" olarak tanımlanmıştır.

Kamu kurumları için amaç ve hedeflerine ulaşmada faaliyetlerini planlı bir şekilde yürütmek; kaynaklarını etkili, ekonomik ve verimli kullanmak hayati önem arz etmektedir. Bu amaçla kamuda uygulanan stratejik yönetim modeli ile kamu kurumunun orta ve uzun vadeli planları ile odaklanmak istediği önceliklerini belirlemesine; bütçe hazırlama ve uygulama süreçlerinde kaynaklarını stratejik önceliklere göre tespit etmesine ve dağıtımını sağlamasına; faaliyet ve performans programları ile performans göstergelerini izlemesine ve bu yapıyı sağlayacak bir hesap verme sorumluluğu sisteminin geliştirilmesine temel oluşturulmaktadır.

Kalkınma Bakanlığı tarafından hazırlanan "*Kamu İdareleri İçin Stratejik Planlama Kılavuzu*" kamu idarelerine stratejik planlama sürecinde yardımcı olmak amacıyla ilk olarak 2003 yılında hazırlanmış ve 2006 yılında Kılavuzun ikinci sürümü uygulamaya konulmuştur. Son olarak da yaşanan gelişim ve değişimler çerçevesinde, merkezine kamu idarelerini alarak 2018 yılında güncellenmiş ve üçüncü sürüm olarak yayımlanmıştır.

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi kalite çalışmalarına 5018 sayılı *Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu* çerçevesinde 2014 yılında başlamış, *Yükseköğretim Kalite Güvencesi Yönetmeliği*'nin yürürlüğe girdiği 2015 yılı itibariyle bu çalışmalar daha da önem kazanmıştır. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi mevcut yasa ve mevzuatlar çerçevesinde stratejik yönetim döngüsünü bütünüyle kapsayan "2017–2021 Dönemi Stratejik Planını" oluşturma çalışmalarına ise 2016 yılı itibariyle başlamış ve kalite uygulamalarının da gerçekleşebileceği

bir ortam hazırlamıştır. Bu nedenle 2016 yılında oluşturulmasına başlanılan Stratejik Planda kalite, iç kontrol, kurumsal iç ve dış değerlendirme süreçlerine destek olacak hususlara yer verilmiştir. Stratejik Plan oluşturulurken öncelikle planın sahiplenilmesi sağlanmış, hazırlık ve sürecin organizasyonu için Stratejik Plan Yönlendirme Kurulu oluşturulmuştur. Daha sonra Stratejik Planlama Ekibi oluşturulmuştur. Stratejik Plan Yönlendirme Kurulu stratejik plan üzerinde genel değerlendirme yapmaktadır ve stratejik planlama ekibinin çalışmalarını değerlendirmektedir. Bu iki ekip oluşturulacak olan stratejik planın sınırlarını ve içeriğini oluşturmuşlardır.

Stratejik planın hazırlık faaliyetleri kapsamında sürecin aşamaları ve sürece ilişkin zaman çizelgesi belirlenmiş ve sürece ilişkin eğitim ihtiyacı tespit edilmiştir. Tüm bu tespitler üst yöneticinin onayına sunulmuş ve üst yönetici onayıyla süreç işlemeye başlamıştır.

Stratejik planlamanın ilk aşaması olarak durum analizi yapılmış ve “kurum olarak neredeyiz sorusuna” yanıt aranmaya çalışılmıştır. Bu aşamada kurumun tarihçesi, mevcut stratejik plan analizi, mevzuat analizi, PESTLE ve GZTF analizi, kurum içi analizi, paydaş vd. analizler yapılmıştır. Üniversite olarak kurum içi analiz ve paydaş analizlere dikkat edilmiştir. Bu iki çevre de stratejik planın sahiplenilmesi açısından hayati öneme sahiptir. Kurum içi analiz süreci sadece memnuniyet olarak görülmemiş ve iç paydaşların neredeyse tamamına yakını ile çeşitli toplantılar düzenlenerek görüş alışverişinde bulunulmuştur. Yine paydaş analizi sürecinde kurumun dış paydaşları belirlenmiş ve bu paydaşlar ile toplantılar düzenlenmiş ve paydaşların görüş ve önerileri de dikkate alınarak iç kontrol ve kalite uygulamalarının gereği yerine getirilmiştir. Her iki paydaş grubu ile yapılan bu etkinlikler stratejik planın benimsenme düzeyinin ve kalitesinin artırılmasını sağlamıştır.

Durum analizi aşamasında elde edilen sonuçlar kurumun tespitlerini ve ihtiyaçlarını oluşturmuştur. Böylece kurumun hedeflerini belirlemede en önemli yardımcı kaynak oluşturulmuştur. Bu veriler ışığında kurumun misyon, vizyon ve temel değerleri belirlenmiştir.

Paydaş toplantılarından elde edilen sonuçlar ışığında stratejik planlama ekibinin desteğiyle amaç ve hedefler ile performans göstergeleri belirlenmiştir. Daha sonra beyin fırtınası, mülakat, odak grup, kıyaslama vd. yöntemler kullanılarak stratejiler belirlenmiştir. Daha sonra hedefe ulaşma düzeyini gösterecek performans göstergeleri belirlenmiş ve bu göstergelere ulaşmayı ölçecek kontrol ve riske ilişkin faaliyetler tespit edilmiştir. Amaç ve hedeflere ulaşmada yürütülecek tüm bu faaliyetler maliyetlendirilmesi de yapılarak kurumun

tüm kesimlerinin sahipleneceği; amaç, hedef ve göstergeleri somut olarak belirlenmiş olan stratejik plan oluşturulmuştur.

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, 5018 sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu'nun 9. maddesine dayanılarak çıkarılan *Performans Programları Hakkında Yönetmelik ile Performans Programı Hazırlama Rehberine* uygun olarak Performans Programı hazırlamaktadır. Bu kapsamda kurum bütçesi stratejik planda yer alan misyon, vizyon, amaç ve hedefleri gözetilerek ve performans esası dikkate alınarak hazırlanmıştır. Hazırlanmış olan stratejik plan ile bütçeyi ilişkilendirmek ve bir köprü görevi görmesi amacıyla da performans programı düzenlenmektedir. Genel bütçe kapsamındaki idareler ile özel bütçeli idarelerin performans programları kurum üst yöneticisi tarafından nihai hali verilerek kamuoyuna açıklanmakta ve Bakanlığa ve Devlet Planlama Müsteşarlığına gönderilmektedir.

Kurumumuz performans programı idare düzeyinde hazırlanmıştır. Hazırlık sürecine üst yönetici ve harcama yetkililerinin katılımı ile hedefler ve bu hedeflere ulaşmada kullanılan göstergelerden sorumlu harcama birimlerinin tespiti ile başlanmıştır. Stratejik plan ile de belirlenmiş olan sorumlu birimler tarafından faaliyetlerin maliyetleri belirlenmiş ve kurum mali hizmetler birimine bildirilmiştir. Bu veriler üst yöneticinin katılımı ile konsolide edilmekte ve kurumun öncelikleri, hedefleri, maliyet ve kaynak ihtiyaçları belirlenmektedir.

Performans Programı stratejik plan ile belirlenen amaç ve hedeflere ışık tutmakta ve bu hedeflerin yıllık dilimler halinde gerçekleşme performanslarını görmeyi sağlamaktadır. Böylece kamu kurumu için daha etkin bir yönetim, saydamlık ve hesap verilebilirlik gerçekleştirilmektedir. Ayrıca bu hedefler ile bütçe arasında bağlantı kurularak idarenin kaynakların tahsisinde ve kullanımında etkinliği sağlanmaktadır. Yine bu işlevleri nedeniyle performans programı kalite uygulamalarında izleme ve denetim işlevini de yerine getirmektedir.

Kamu kurumları orta ve uzun vadeli hedeflerine ulaşma sürecinde, kurumsal kapasitesini ve kabiliyetini, hedeflerinde meydana gelebilecek değişiklikleri ve karşılaşılabileceği riskler ile bu risklere karşı alacağı önlemleri değerlendirebilmek amacıyla faaliyet raporu hazırlamaktadır. Faaliyet raporu hazırlanırken dikkat edilmesi gereken ilkeler:

- Yıllık olma ve sorumluluk ilkesi,
- Açıklık, doğruluk ve tarafsızlık ilkesi,

- Açıklama ve tutarlılık ilkesidir.

5018 sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu gereği kamu kuruluşları faaliyet raporlarında sunacakları verilerin kalitesinden sorumludur. Genel bütçe kapsamındaki idareler ile özel bütçeli idarelerin performans programları kurum üst yöneticisi tarafından nihai hali verilmekte ve kamuoyuna açıklanarak Bakanlığa ve Sayıştay'a gönderilmektedir. Bu kapsamda Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi faaliyet raporunu her yıl düzenli olarak hazırlamakta ve ilgililerine göndermektedir. Bu raporda, stratejik plan ile belirlenen faaliyetler ve bu faaliyetlere ilişkin göstergeler değerlendirilmekte, yeni yılın planlaması yapılmaktadır. Bu rapordan elde edilen veriler diğer kalite süreçlerine de katkı sağlamaktadır. Faaliyet raporu hazırlanırken genel bilgiler alanında, kurumun misyon ve vizyonuna, sunulan hizmetlere, görev ve sorumluluklara ve idareye ilişkin bilgilere yer verilmiştir. Amaç ve hedefler alanında kurum amaç ve hedeflerine, temel politika ve önceliklere yer verilmiştir. Faaliyetlere ilişkin bilgiler alanında mali bilgilere ve faaliyet ve projeler ile ilgili bilgilere yer verilmiştir. GZTF analizi yapılarak kurumsal kabiliyet ve kapasite değerlendirilmiştir. Tüm bu bilgi ve değerlendirmeler ışığında da öneri ve tedbirler öne sürülmüştür.

#### 4. İÇ KONTROL EYLEM PLANI

Kamu kurumlarında iç kontrol sisteminin oluşturulması ya da mevcut iç kontrol uygulamalarının Kamu İç Kontrol Standartları ile uyumlu hale getirilmesi amacı ile *Kamu İç Kontrol Standartlarına Uyum Eylem Planı Rehberi* yayımlanmıştır. Kamu kurumları iç kontrol sistemini oluştururken veya uyumlu hale getirirken bu rehber yardımı ile gerekli prosedürleri ve diğer düzenlemeler için bir eylem planı oluşturmalıdır. Bu rehber ile kurumlardan beklenen davranış, iç kontrol sistemini oluşturan beş standardı sağlayabileceği bir takvim oluşturması ve bunu kamuoyu ile paylaşmasıdır.

Kamu Kurumlarınca hazırlanacak bir İç Kontrol Eylem Planı azami aşağıdaki bilgileri içermelidir:

- İç kontrol standardı bileşeni, kod numarası ve genel şartını,
- Mevcut durum analizini,
- Eylem kod numarasını,
- Yapılması planlanan eylem veya eylemler ile eylemlerden sorumlu birimlerden oluşturulacak çalışma gruplarını
- İşbirliği yapacak birimler veya çalışma gruplarını

- Eylemin gerçekleştirilmesinden elde edilecek standart, rapor, çizelge, rehber el kitabı vb. çıktıları veya sonuçları,
- Eylem için planlanan tamamlanma tarihini ve
- Açıklamalar.

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi yayınlanan bu rehber yardımı ile ve kurum yönetiminin sorumluluğunda öncelikle iç kontrol sistemini oluşturmak ve bu sistemin işleyişini sağlamak amacıyla yönetim modelini ve yöntemini belirlemiş, iç kontrol standartlarına uyum eylem planını oluşturmuş ve kalite standartlarını sağlayacak genel şartlar ile bu şartları hangi tarihte sağlamaya başlayabileceğini taahhüt etmiştir. Eylem planının hazırlanmasına üst yöneticinin liderliğinde ve onayıyla, strateji biriminin desteğiyle ve harcama birimlerinin katılımıyla başlanmıştır. Gerekli hallerde iç denetim biriminden de destek alınmıştır. Çalışmanın amacı, kapsamı, birimler, oluşturulacak kurullar ile bu kurullarda görev alacak personele ilişkin veriler, sürecin izlenmesine ilişkin süreçler belirlenmiştir. Hazırlanan eylem planına kurumun tüm birimlerinin mali ve mali olmayan süreçleri ile eylem ve kararları da dahil edilmiştir. Eylem planında yer alan tüm düzenlemeler yanlış anlaşılmaya mahal vermeyecek açıklıkta anlatılmıştır. Planının “mevcut durum” alanında, tüm düzenleme veya uygulamaların makul güvence sağladığı, “açıklama” bölümünde de bu nedenle yeni bir düzenleme veya uygulamaya gerek bulunmadığı hususuna yer verilmiştir. Hazırlanan rapor değerlendirilmek ve varsa düzenleme yapılması amacıyla üst yöneticinin onayına sunulmuştur. Son hale getirilen ve üst yöneticinin onayından geçen iç kontrol eylem planı kamuoyu ile de paylaşılmıştır.

## **5. KURUM İÇ DEĞERLENDİRME RAPORU**

Üniversiteler, kurumlarında uygulayacağı iç ve dış kalite güvence sisteminin ve uygulamalarının oluşturulmasından ve sürdürülmesinden sorumludur. Bu sorumluluğunu yerine getirdiğinin göstergesi olarak hazırlanan raporlardan birisi de Kurum İç Değerlendirme Raporudur. Kurum İç Değerlendirme raporu üniversitelerin eğitim-öğretim ve araştırma faaliyetleri ile idari faaliyetleri de kapsamakta; kurum stratejik planı, faaliyet raporu ve performans programı ile bir bütün olarak değerlendirilmekte ve hazırlanmaktadır.

Kurum iç değerlendirme raporu, kurumun yıllık iç değerlendirme süreçlerini izlemek, iç kontrol sisteminin izleme ve değerlendirme standartlarını karşılamak ve en az bir defa gerçekleştirilecek olan dış denetim sürecinde de esas alınmak amacıyla kurum tarafından düzenli dönemler halinde hazırlanmalıdır.

Kurum İç Değerlendirme Raporu, Kalite Güvencesi, Eğitim-Öğretim, Araştırma Geliştirme ve Yönetim Sistemi olmak üzere dört ana temayı içerecek şekilde hazırlanmalıdır. Bölgesel Kalkınma Odaklı Misyon Farklılaşması ve İhtisaslaşması Programını yürüten üniversiteler bu dört ana temaya ek olarak bu program kapsamındaki faaliyetlerini de beşinci tema olacak şekilde eklemelidir. Kurumun ilk yıl sunduğu Kurum İç Değerlendirme Raporunda yer verdiği bu temalar ile ilgili bilgilere ikinci yılda yer vermesine gerek yoktur. Sadece değişen ve geliştirilen yönler ile başarı sağlanamayan noktalara ilişkin hususları nedenleriyle birlikte açıklaması yeterlidir.

Kurum iç değerlendirme raporu, Yükseköğretim Kalite Kurulu tarafından kurumun nitelik ve nicelik yönünden değerlendirilebilmesi için gerekli verilerin sağlanması amacıyla, yasa ve mevzuatında belirlenen standartları sağlamalı ve tüm bilgi ve belgeleri içermelidir. Bu kapsamda kurumlar, Kurum İç Değerlendirme Raporunu hazırlarken asgari aşağıdaki sorulara cevap verebilmelidir:

- “Kurum ne yapmaya çalışıyor?” sorusuna cevap olarak kuruluşun misyon, vizyon ve hedefleri belirtilmelidir,
- “Kurum misyon ve hedeflerine nasıl ulaşmaya çalışıyor?” sorusuna cevap olarak kuruluşun yönetim ve organizasyon yapısı, yönetsel süreçler ve faaliyetleri hakkında bilgi verilmelidir,
- “Kurum misyon ve hedeflerine ulaştığına nasıl emin oluyor?” sorusuna cevap olarak kuruluşun kalite ve iç değerlendirme süreçleri hakkında bilgi verilmelidir,
- “Kurum geleceğe yönelik süreçlerini nasıl iyileştirmeyi planlıyor?” sorusuna cevap olarak, kuruluşun rekabet avantajı yaratabilmek veya rekabet gücünü koruyabilmek için yapabileceği faaliyetler hakkında bilgi verilmelidir.

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Yükseköğretim Kalite Güvencesi Yönetmeliği'nde belirtilen esaslar çerçevesinde hazırlamış olduğu Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Kalite Güvencesi Yönetmeliği'nce iç ve dış değerlendirme ile kalite geliştirme çalışmalarının yürütülmesi için Kalite Komisyonu ve Kalite Alt Komisyonlarını oluşturmuştur. Kalite Komisyonunda üst yönetimden yöneticilerin yer almasına dikkat edilmiştir. Kalite Alt Komisyonlarında da yönetmelik ile belirtilen temalara yönelik uzman personel görevlendirilmiştir. Kurum, Kalite Komisyonunun koordinatörlüğünde Kalite Alt Komisyonlarınca Kurum İç Değerlendirme Raporu hazırlama çalışmalarına başlamakta ve yürütmektedir. Kalite alt komisyonları, raporun hazırlanma safhasında ilgili birimlerden



destek almaktadır. Bu çerçevede hazırlanan Kurum İç Değerlendirme Raporu değerlendirilerek üst yönetici onayına sunulmaktadır. Üst yönetici onayı ile kesinleşen rapor Yükseköğretim Kalite Kuruluna bildirilmekte ve Kurum internet adresi üzerinden tüm paydaşlarına da ilan edilmektedir.

## **6. KURUM DIŞ DEĞERLENDİRME RAPORU**

*Yükseköğretim Kalite Güvencesi Yönetmeliği*'nde dış değerlendirme, “Bir yükseköğretim kurumunun veya programının, eğitim-öğretim ve araştırma faaliyetleri ile idarî hizmetlerinin kalitesinin, Yükseköğretim Kalite Kurulu tarafından yetkilendirilen dış değerlendiriciler veya Yükseköğretim Kurulunca tanınan, bağımsız Kalite Değerlendirme Tescil Belgesine sahip dış değerlendirme kuruluşları tarafından yürütülen dış değerlendirme süreci” olarak tanımlanmıştır. Bu kapsamda Yükseköğretim Kalite Kurulu tarafından değerlendirme esasları, *Avrupa Standartlar Rehberi (ESG)*, *Avrupa Üniversiteler Birliği Kurumsal Değerlendirme Programı Rehberi (EUA-IEP)* ve *Kurumsal Dış Değerlendirme Yönergesi* dikkate alınarak belirlenmiştir.

Tüm bu veriler ışığında dış değerlendirme, uluslararası kabul görmüş standartlar çerçevesinde ulusal değerlendirme; kuruluşun misyon, vizyon ve hedeflerine ulaşma düzeyini ölçmeye çalışan; kuruma öz değerlendirme yapma fırsatı sağlayan; kurumun iç ve dış paydaşlarının görüşlerini, akran değerlendirmesi yöntemiyle değerlendirilmesini sağlayan; kurumun GZTF analizi yapmasını ve PUKO döngüsü ile değerlendirme fırsatı sağlayan süreçler bütünüdür. Kurumsal dış değerlendirme sürecinin başlayabilmesi için kurumun dış değerlendirme talebinde bulunması gerekir. Bu talebi Yükseköğretim Kalite Kuruluna Kurum İç Değerlendirme Raporu ile yapar. Yükseköğretim Kalite Kurulu tarafından Kurum Dış Değerlendirme Komisyonu oluşturulur ve bu komisyon kurumlardan gelen Kurum İç Değerlendirme raporlarını inceleyerek, ilgili yılda dış değerlendirme takvimine alınacak kurumları belirler. Komisyon takvime dahil edilen kurumlara bilgi verir. Daha sonra değerlendirici listesi ve değerlendirme takımları belirlenerek yükseköğretim kurumları ile eşleştirilir. Eşleştirmesi yapılan değerlendirme takımları ilgili kurumlar ile iletişime geçerler. Kurumsal dış değerlendirme süreci, ziyaret öncesi etkinlikler, kurum ziyareti ve ziyaret sonrası etkinlikler olmak üzere üç evreden oluşmaktadır. Ziyaret öncesi etkinlikler ilgili yılın Temmuz-Ekim ayları arasında yapılmaktadır. Bu evrede değerlendirme takımı, kurumun iç değerlendirme raporu üzerinden değerlendirme yapar ve saha ziyareti programını hazırlar. Kurum ziyareti evresi Ekim-Kasım aylarında gerçekleştirilir. Bu evrede değerlendirme takımı,

üç günlük takvim çerçevesinde saha ziyaretlerini gerçekleştirir. Ziyaret sonrası etkinlikler evresi ise Kasım-Aralık aylarında gerçekleştirilen faaliyetlerdir. Bu evrede değerlendirme takımı, Kurumsal Geri Bildirim Raporunu hazırlar ve ilgili kurum ile paylaşır. Bu raporun kuruma bildirilmesinden 30 gün sonra nihai Kurumsal Geri Bildirim Raporu oluşturulmaktadır.

Kurumsal dış değerlendirme sürecinde karşılıklı bir değerlendirme söz konusudur. Yani değerlendirme takımı kurumu ve faaliyetlerini değerlendirirken kurumda değerlendirme takımını ve değerlendirme sürecini değerlendirmektedir. Kurum bu değerlendirmesini Yükseköğretim Kalite Kuruluna iletir. Böylece sürecin ve değerlendirme takımının iyileştirilmesi fırsatı yaratılmış olur.

## **7. SONUÇLAR**

Sonuç olarak ülkemizde üniversitelerde iç kontrol ve kalite standartlarının oluşturulması ve yerleştirilmesi; izleme ve değerlendirme süreçlerinin geliştirilmesi ve standardizasyonu konusunda son yıllarda hem yasal mevzuat yönünden hem de uygulama örnekleri yönünden hızlı gelişmeler yaşanmaktadır. Yönetmeliklere yadsınamayacak bir destek sağlayan bu standart ve raporlar, kurum kültürünün oluşmasına ve korunmasına da katkı sunmaktadır. İç Kontrol sisteminin oluşturulması ve uygulamalarında kurum üst yöneticileri süreçlere dahil edilmiştir. Uygulama sonuçları incelendiğinde iç kontrol sistemi ve uygulamalarının sahiplenilmesi, yetkilendirme ve izleme çalışmalarının sürdürülmesi çalışmalarında üst yöneticilerin desteği ve katılımı büyük önem arz etmektedir. Süreçlerin uygulama ve iyileştirilmesi çalışmalarında üst yöneticiler büyük katkı sağlamaktadır.

Kamu kurumları yayınlanan rehberlerden faydalanarak yönergeler hazırlamakta ve belirleyeceği ilke ve yöntemler için dayanak oluşturmaktadır. Bu sayede kuruma özgü süreçler hazırlanabilmektedir.

Üniversiteler hem yasal zorunluluğun gereği olarak, hem de gelişim ve değişime ayak uydurarak kurumsal performans yönetimini gerçekleştirmek için belirlenen bu standartları uygulamaya koymaya çalışmaktadır. Yönetmeliklerde ve rehberlerde kamuoyunun bilgilendirilmesine yönelik maddeler bulunmakta ve kurumlar bu sayede teşvik edilmektedir. Yine kurumlar bu uygulamalar sayesinde şeffaflık ve hesap verilebilirliği güçlendirmekte, kamuoyunu bilgilendirmede de bir standart oluşturmaktadır. Oluşturulan standartlar sayesinde kurum paydaşları sunulan bilgilere kolaylıkla erişebilmektedir. Kamuoyuna ilan edilen

raporlar dış denetim süreçlerine katkı sağlamakta ve dış denetimler için standart bilgi oluşturmaktadır.

Sonuç olarak Üniversite, İç Kontrol ve Kalite uygulamalarını arttırdıkça ve geliştirdikçe gelişim ve değişime açık olacak, şeffaflığını ve hesap verebilirliğini güçlendirecek, kurumsal yönetim uygulamalarının gelişimine katkıda bulunacaktır.

## **REFERENCES / KAYNAKLAR**

Arslan, A. (2012). Kamu İdarelerinde Stratejik Planlama-Performans Programı-Faaliyet Raporlaması-İç Kontrol Sistemi, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 128-129.

İç Kontrol ve Ön Mali Kontrole İlişkin Usul ve Esaslar, RG Tarihi: 31.12.2005, RG Sayısı: 26040, Erişim Tarihi:26.03.2018,<http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.9813&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=%C4%B0%C3%A7%20Kontrol%20ve%20%C3%96n%20Mali%20Kontrol%20%C4%B0li%C5%9Fkin%20Usul%20ve%20Esaslar>

Kamu İç Kontrol Standartları Tebliği, RG Tarihi: 26.12.2007, RG Sayısı: 26738, Erişim Tarihi: 26.03.2018, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/12/20071226-21.htm>

Kamu İç Kontrol Rehberi, T.C. Maliye Bakanlığı, Bütçe ve Mali Kontrol Genel Müdürlüğü, Ver: 1., Erişim Tarihi: 26.03.2018, <http://www.bumko.gov.tr/TR,5559/kamu-ic-kontrol-rehberi-yayimlanmistir.html>

Kamu İç Kontrol Standartlarına Uyum Eylem Planı Rehberi, Erişim Tarihi: 26.03.2018, <http://kontrol.bumko.gov.tr/TR,2260/kamu-ic-kontrol-standartlarina-uyum-eylem-planı-rehberi.html>

Kamu İdareleri İçin Stratejik Planlama Kılavuzu, 2. Sürüm, DPT (2006). RG Tarihi: 26.05.2006, [www.sp.gov.tr](http://www.sp.gov.tr).

Strateji Geliştirme Birimlerinin Çalışma Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik, Yayımlandığı R.G Tarihi: 18.02.2006, RG No: 26084, Erişim Tarihi: 26.03.2018, <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=3.5.20069972&sourceXmlSearch=&MevzuatIliski=0>

124 sayılı Yükseköğretim Üst Kuruluşları İle Yükseköğretim Kurumlarının İdari Teşkilatı Hakkında Kanun Hükmünde Kararname, RG: 21.11.1983, RG No: 18228, Erişim Tarihi: 26.03.2018, <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin1.Aspx?MevzuatKod=4.5.124&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=&Tur=4&Tertip=5&No=124>

2547 sayılı Yükseköğretim Kanunu, RG Tarihi: 06.11.1981, RG Sayı: 17506, Erişim Tarihi: 26.03.2018, <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin1.Aspx?MevzuatKod=1.5.2547&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=&Tur=1&Tertip=5&No=2547>

5018 sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu, RG Tarihi: 24.12.2003, RG Sayısı: 25326, Erişim Tarihi: 26.03.2018,<http://www.mevzuat.gov.tr/Metin1.Aspx?MevzuatKod=1.5.5018&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch&Tur=1&Tertip=5&No=5018>

Üniversiteler İçin Stratejik Plan Hazırlama Rehberi, (2016). Erişim Tarihi: 26.03.2018, <http://sgdb.gazi.edu.tr/posts/view/title/universiteler-icin-stratejik-planlama-rehberi-yayinlanmistir-184579>

Yükseköğretim Kalite Güvencesi Yönetmeliği, RG Tarihi: 23.07.2015, RG Sayı: 29423, Erişim Tarihi: 26.03.2018, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/07/20150723-3.htm>

Yükseköğretim Kalite Kurulu, Yükseköğretim Kalite Kurulu Kurumsal Dış Değerlendirme Yönergesi, 11.05.2016, Erişim Tarihi: 26.03.2018, <http://kalite.sdu.edu.tr/dosya-detay/82-yuksekogretim-kalite-kurulu-kurumsal-dis-degerlendirme-yonergesi.html>



## Gerontoloji Lisans Eğitiminde Veri Araştırmaları Yoluyla İstatistik Öğretimi

Kemal AKOĞLU<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dr., orcid id: 0000-0002-5688-1316

Geliş Tarihi/Received: 19.06.2018

Kabul Tarihi/Accepted: 25.07.2018

Araştırma Makalesi/Research Article

### ÖZET

Yayımlanan ulusal ve uluslararası raporların ve bağımsız araştırmaların gösterdiği üzere, yaşlı nüfusun toplam nüfus içindeki oranı hızla artmakta ve ortalama yaşam süresi hemen her ülkede uzamaktadır. Verilere dayanan bu öngörüler, gerontoloji disiplininin önemini arttırmıştır. Gerontoloji lisans eğitiminde önemli bir yer tutan istatistik ve veri analizi öğretiminin kalitesinin artırılması adına, veri araştırmaları üzerinden istatistik eğitimi metodu sunulmuştur. Bu makale, veri araştırmaları üzerinden istatistik öğretimi adı verilen bir metodun, gerontoloji lisans eğitimi sırasında kullanılmasını ve gerontoloji araştırmalarında kullanılmasını önermektedir.

**Anahtar kelimeler:** Gerontoloji, Yaşlılık, İstatistik Eğitimi, İstatistik, Veri Araştırmaları.

## Teaching Statistics Through Data Investigations In Gerontology Undergraduate Education

### ABSTRACT

National and international reports, as well as independent studies showed that the ratio of elderly in population tends to grow fast in near future, and the average life expectancy has been increasing for almost all countries. This data-based projection increased the importance of gerontology discipline. Teaching statistics through data investigations is presented for improving the quality of statistics and data analysis education, which occupies an essential place in gerontology undergraduate education. This paper suggests presenting teaching statistics through data investigations method to gerontology students, and thus, to use this method in gerontology research.

**Keywords:** Gerontology, Ageing, Statistics Education, Statistics, Data Investigations.

\* Sorumlu yazar/Corresponding author  
E-mail/e-ileti: kemalakoglu@gmail.com

## **1. GİRİŞ**

### **1.1. Gerontoloji Disiplinine Genel Bir Bakış**

Gerontoloji, yaşlılık, yaşlılığın birey ve topluma etkileri ile ilgilenir ve “başarılı yaşlanma” konsepti üzerine kurulu bir disiplindir (Gerst-Emerson & Jayawardhana, 2015). Son yıllarda ÷lkemizde ve dñnyamızda, hızla gelişen araştırma alanlarından biri olan gerontoloji, üniversite lisans ve lisansüstü aşamalarında ayrı bir bölüm olarak da yer almıştır. Gerontoloji, multidisipliner bir alan olduğundan değişime ve gelişime de oldukça açıktır. Biyoloji, psikoloji, sosyoloji, tarih, antropoloji, ekonomi ve istatistik gibi disiplinlerin, gerontolojiyi oluşturan disiplinlerden bazıları olduğu söylenebilir.

Yaşlılık, modern tıptaki gelişmeler, teknolojinin insan hayatına sağladığı kolaylıklar ve yıkıcı savaş ve salgınların azalmasından dolayı, birey ve toplum için gitgide daha fazla alan ve önem kazanan bir olgudur. Geçmiş yüzyıllarda, insanların ömür süresi göz önüne alındığında ‘kalan kısa zaman olarak’ bilinen yaşlılık süresi artık uzamaktadır (Ak, 2016). Bununla beraber, yaşlılığın ne zaman başladığı ve ne kadar sürdüğü sorularının cevapları da artık göreceli bir hal almıştır. Yaşlılık olgusu ve yaşlılık ile ilgili algılar sadece süre/zaman bağlamında değişmemiş, yaşlı bireye bakış da değişmeye başlamıştır. Eskiden engelli olmak ile neredeyse eş anlamlı sayılan yaşlılık, şimdi artık yaşamın olağan bir süreci olarak toplumsal bilince dahil olmuştur (Tufan, 2014). Emeklilik yaşı, son elli yılda, gelişmiş ÷lkelerin çoğunda 50’li yaşlardan 60’lı yaşlara yükselmiş; yaşlıların aktif, üretken yaşama katkısı olamayacağı bir mit haline gelmiştir.

GapMinder adlı interaktif veri sitesinin (<https://www.gapminder.org/>) yaratıcısı Hans Rosling’e göre, yirminci yüzyılın bize bıraktığı en önemli miras ‘uzun yaşamak’tır. Bu tespiti destekleyen veriler de fazlasıyla mevcuttur. 1900’de dñnyadaki ortalama yaşam süresi 47 iken, bu ortalama dñnyada bugün 70 civarındır ve 2050’de ise 80’e yükselmesi beklenmektedir. Gelişmiş ÷lkelerden Japonya özelinde ortalama yaşam süresi şu anda 83 yıldır ve bu ortalamanın, 2050’de 90’ı aşacağı beklenmektedir (United Nations, 2002).

60 yaş üstü insanların nüfus içindeki oranı yıldan yıla sürekli artmaktadır (Emerson & Gay, 2017). 2002’de yaşlıların nüfussal oranı %8 iken, bu oranın 2020’de %15, 2050’de ise %30 olacağı öngörülmektedir (Tufan, 2014).

Birleşmiş Milletler’in ‘World Population Ageing’ (United Nations, 2002) adıyla yayımladığı rapordaki bazı veriler, yaşlılık olgusuyla ilgili çarpıcı veriler sunarken, bu veriler,

makalenin devamında üzerinde duracağımız gibi, istatistik ve istatistik eğitiminin gerontoloji disiplindeki önemini ortaya koymaktadır. Sözkonusu verilerden bazıları aşağıda sıralanmıştır:

- 2050 itibariyle, 60 yaş üstü insanların sayısının (2,1 milyar), bu tür verilerin ölçülebildiği kadarıyla tarihte ilk defa 10-24 yaş aralığındaki insanların sayısından (2 milyar) daha fazla olması beklenmektedir.

- 2015'te nüfusun 8'de 1'ine denk gelen 60 yaş üstü insanların sayısı, 2030'da nüfusun 6'da 1'ini, 2050'de ise nüfusun 5'te birini oluşturacaktır.

- 2000'den 2015'e kadarki 15 yıllık dilimde, 60 yaş üstü insanların nüfusa oranı %10'dan %12,3'e çıkarken, 2015'ten 2030'a kadarki 15 yıllık dilimde aynı oranın %12,3'ten %16,5'a çıkacağı öngörülmektedir. Dolayısıyla, ardışık iki 15 yıllık dönemde dünya nüfusundaki bir yaş grubunun oranı neredeyse iki kat artan bir değişim göstermektedir.

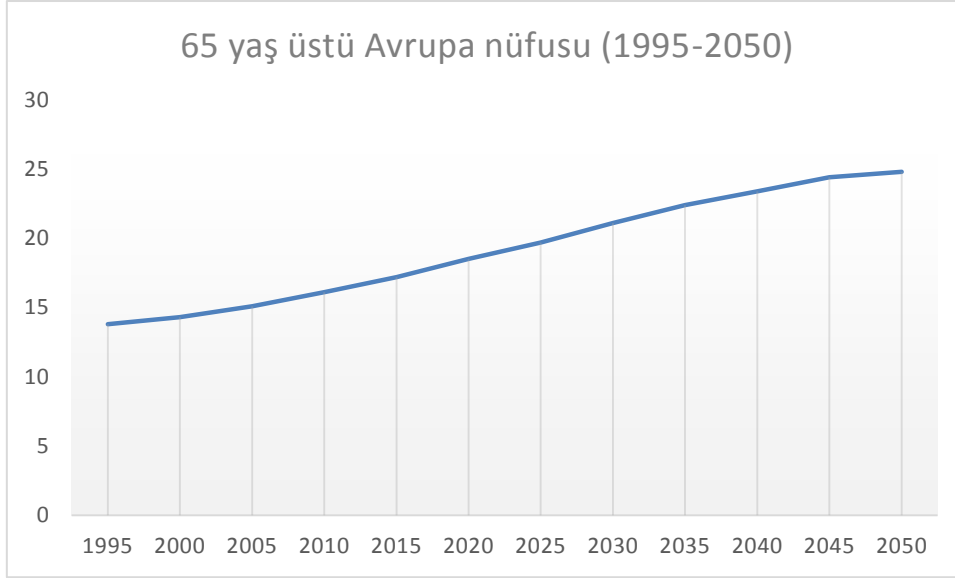
- 2030'a kadar, Avrupa ve Kuzey Amerika'da 60 yaş üstü kesimin nüfustaki oranının %25'i bulması beklenmektedir.

- Bugün gençlik sürecinde olanlar için, Afrika dışındaki tüm kıtalarda, 80 yaşına kadar yaşamının bir beklentiden çıkıp bir normale dönüşmesi beklenmektedir.

- 2000-2005 arasında doğmuş kadınların %60'ının, erkeklerin ise %52'sinin 80 yaşına kadar yaşayacağı öngörülmektedir. Bu yüzde, 1950-1955 arası doğanlar için cinsiyet ayırmaksızın %40'tı.

Yukarıdaki veri ve veri bazlı öngörüler, rapor hazırlanırken, detaylı bir istatistiki araştırmanın yapıldığını göstermektedir. Dolayısıyla gerontoloji disiplini, yoğun bir veri akışı ve verisel değişim potansiyeli taşımaktadır.

Aşağıdaki görsel (Şekil 1), bu tarz verilerde Türkiye'nin de bir parçası sayıldığı Avrupa'da, 1995-2050 arasındaki, 65 yaş üstü bireylerin nüfustaki oranını göstermektedir. Şekil 1'de görüldüğü üzere, Avrupa'da, özellikle 2010-2030 aralığında yaşlı nüfusun toplam nüfus içindeki oranı üstel şekilde artma eğilimi göstermektedir.



**şekil 1.** Avrupa kıtasında 65 yaş ¼st¼ n¼fusun t¼m n¼fusa oransal değişimi (Kaynak: UN World Population Ageing Report, 2002)

Bu durum, yani yukarıda (şekil 1) paylaşılan verilerin g¼sterdiđi ‘yaşlılığın daha g¼r¼n¼r ve yaygın olacağı’ gerçeği, gerontoloji disiplininin gitgide daha ¼nemli, gerontolog mesleki sıfatının ise daha aranır olmasına yol a¼maktadır. Dolayısıyla, gerontoloji lisans eğitiminin g¼zden ge¼irilip her a¼ıdan daha iyi bir hale getirilmesi, toplumsal gelişim ve bilimsel birikim adına ¼nem taşımaktadır.

Yaşlılık, yaşlılığın topluma, toplumun yaşlı bireye etkilerini inceleyen, sorunları tespit edip bu sorunlara ¼z¼m ¼retmeye ¼alıřan gerontoloji disiplininin eğitimi konusunda ¼zerinde durulması gereken ¼zel alt alanlar vardır ve bunlardan ¼nemli birisi de gerontoloji disiplinde hem teori oluşturma hem de uygulama alanında mutlak bir ihtiya¼ olan istatistik ve veri analizi eğitimidir. ¼zellikle, gerontolojinin g¼rece yeni bir alan olduğu T¼rkiye’deki gerontoloji b¼l¼mlerinde istatistik eğitiminin geliştirilmesi ve mezunların kaliteli istatistik bilgi ve becerileri ile işlerine başlamaları olduk¼a ¼nemlidir. Bu makalenin temel amacı, gerontoloji lisans eğitimi ¼zeline, istatistik eğitiminin g¼ncel durumuna g¼z atıp, ¼zerinde ¼alıřılmıř ve olumlu etkileri kanıtlanmış yeni bir istatistik ve veri analizi ¼đretimi metodunu okurlara sunmaktır.

## **1.2. İstatistik Eğitimine Genel Bir Bakış**

İstatistik, gerek sosyal ve beřer¼ bilimlerin araştırma d¼zleminde, gerek g¼nl¼k yaşamı etkileyen, ekonomi, siyaset, spor, tıp gibi ¼eřitli alanlarda kullanılan bir disiplindir. G¼n¼m¼z d¼nyasında veri ve veri analizi, neredeyse t¼m ¼alıřma alanlarının ihtiya¼ duyduğu konulardır.



Veri her yerdedir, çok fazladır ve ilişkili olduğu konu ne olursa olsun artarak birikmektedir. Sürekli biriken veriler işlenmedikçe, olayları ve durumları anlamak ve yorumlamak pek mümkün olamamaktadır. İstatistik eğitimi de bu nedenle, tüm araştırma ve uygulama alanlarının veriye duyduğu ihtiyaç nedeniyle, eğitim araştırmalarında önemli bir yere sahiptir. İstatistik bilmeye bu kadar acil ihtiyaç duyulan dünyamızda, istatistiği doğru bir şekilde öğretmek meselesi de özellikle matematik eğitimi alanındaki araştırmacıların gözdesi haline gelmiştir (Cobb, Wood, Yackel, & McNeal, 1992; Garfield, 1995; Batanero, Burrill, & Reading, 2011).

Eğitim teknolojisi alanındaki hızlı gelişmeler istatistik ve istatistik eğitimi ile ilgili yeni fırsatlar yaratmıştır. Ağır ve yoğun veri toplayabilen ve hızlı analiz fırsatı sunan bilgisayar yazılımları artmış, hem bilgisayar hem akıllı telefon aracılığıyla kullanılabilen simülasyon programları yaygınlaşmıştır. Yakın zamanda, istatistik eğitiminin öğrencilerin öğrenme kalitesini arttırmak için nasıl değişmesi ve düzenlenmesi gerektiği hakkında raporlar yayımlanmıştır (Franklin et al., 2007; GAISE working group, 2016). Bu raporlara göre istatistik öğretiminde, öğrencilerin olasılık ve istatistik konusunda kavram yanlışlarına da yol açan hatalar yapılmaktadır ve bunların ortadan kaldırılması için istatistik öğretiminde ciddi değişiklikler yapılmalıdır.

## 2. VERİ ARAŞTIRMALARI YOLUYLA İSTATİSTİK ÖĞRETİMİ

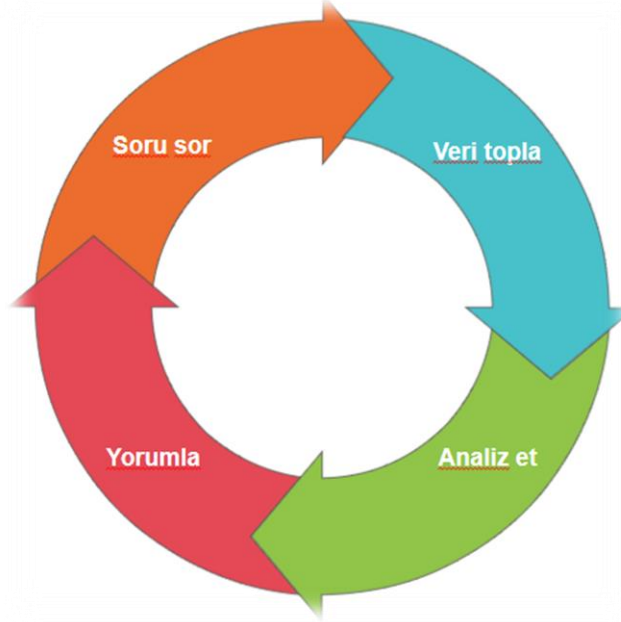
Wild ve Pfannkuch (1999), istatistik eğitimi alanında ses getiren çalışmalarında istatistik yapmanın veri araştırmaları ve veri ile ilgili düşünme süreci içerdiği öne sürmüştür. Buna göre, istatistik yapmak veya veri işlemek, dört aşamalı bir veri araştırmaları süreci içerisinde yapılmalıdır. Bu dört aşama şu şekildedir:

- Soru sor (Pose a question): İstatistiksel bir soru sorulur. Veri araştırmaları, mutlaka, istatistik analiz gerektiren bir sorunun sorulması/belirlenmesi ile başlar.

- Veri topla (Collect data): Soruyu cevaplamaya yönelik veriler toplanır. Sorulan soruyu cevaplamak için yardımcı olacak veriler ve veri toplama stratejisi belirlenir, bu çerçevede gereken veriler toplanır.

- Analiz et (Analyze data): Veriler analiz edilir. Toplanan veriler dikkatle ayıklanır/temizlenir, analiz edilmeye uygun hale getirilir ve belirlenen bir yöntem ile analiz edilir.

- Yorumla (Interpret results): Analiz sonuçları yorumlanır. Analiz sonucunda ortaya çıkan sayılar, grafikler, görseller, ya da nitel veriler yorumlanır ve araştırma soruları cevaplanmış olur.



**Şekil 2.** İstatistiki araştırma döngüsü (cycle of statistical investigation) (Franklin et al., 2007)

Yukarıdaki şekilde (Şekil 2) görüldüğü gibi, verisel araştırma safhaları döngüseldir. Yani, istatistiki araştırma, soru sormak ile başlayıp sonuç yorumlama ile biten bir süreçtir. Bu süreç, sonuç kısmında ortaya çıkan yeni bir sorunun döngüyü tekrar başlatmasıyla tekrarlanmaya da açıktır. Dolayısıyla, araştırma tek seferde sonuçlanmayabilir. Bir araştırmanın, birden fazla istatistiki araştırma döngüsünün işlemeyle sonuçlanabilmesi mümkündür.

Veri (data), günlük yaşamın tümüne nüfuz etmiş bir kavramdır. Öğrenciler (herhangi düzeyde veya disiplinde) veri ile karşılaştıklarında makul kararlar vermeye hazır olabilmelidir. İstatistik öğrenimi, öğrencilerin hem veri okuryazarlığı konusunda bilinçlenmesine, hem de veri ile ilgili anlaşılır çıkarımlar yapmalarına yardım eder. Öğrencilerin bu öğrenim sırasında gerçek veriler üzerinden araştırmalar yapması, başka deyişle 'istatistik yapması', bir hayli önemlidir. Veri araştırması ve istatistik yapma deneyimlerinin, öğrencilere verisel sorgulama ve veri analiz etme becerileri kazandırması beklenmektedir. İstatistik öğreticilerinin, öğrencilerin olasılık ve istatistiki kavram ve süreçleri daha iyi anlaması için geliştirilen SASI (Students' Approaches to Statistical Investigations / Öğrencilerin İstatistiki Soruşturmalara Yaklaşımları) çerçevesi geliştirilmiştir (Lee & Tran, 2015a).

SASI çerçevesi, Amerika İstatistik Derneği -American Statistical Association (ASA)- tarafından desteklenen ve istatistik eğitiminde bir milat kabul edilen GAISE (Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education) rehberine (Franklin et al., 2007; ASA, 2016) uyarak hazırlanmıştır. GAISE'in de önerdiği 'veri araştırmaları üzerinden istatistik öğretimi' safhaları, yani 'soru sorma-veri toplama-veri analiz etme-sonuç yorumlama', SASI çerçevesinin de temelini oluşturmaktadır. Bu safhalar çoğunlukla anıldığı sırayla uygulanırsa da, bazı durumlarda karışık sırayla ya da döngüsel de uygulanabilir (Lee & Tran, 2015a).

Verisel araştırma döngüsü (soru sor, veri topla, analiz et, yorumla) yanında, SASI çerçevesi aynı zamanda verimli istatistiki akıl alışkanlıklarının da (statistical habits of mind) öğretim sürecine dahil edilmesini tavsiye eder (Lee & Tran, 2015b). İstatistiki akıl alışkanlıkları, basit anlamda, istatistiki durumlar karşısında sahip olunması, durumu doğru algılamaya yardımcı olacak düşünme/anlama tecrübeleri olarak tanımlanabilir. İstatistiki akıl alışkanlıklarından bazıları şu şekildedir:

- Her zaman verinin ne ile ilgili olduğunun dikkate alınması
- Çeşitliliğin beklenmesi, aranması ve açıklanabilmesi
- Kullanılacak ölçülerin özenle seçilmesi ve güvenilir olması
- Örneklem ile ilgili sorunlarla ilgilenilmesi
- Verilere ilişkin görsellerin kullanılması
- Belirsizliğin farkında olunması ama güvenin olabildiğince inşa edilmesi
- Tüm araştırma süresince kuşkulu olunması

Veri araştırmaları üzerinden istatistik öğretimi modeli ve SASI çerçevesi, öğrencilerin istatistiki algısının iyileşmesini, yaş ve seviye farkı gözetmeksizin sağlar. Öğrencilere, gerçek veriler ile, kendilerinin doğrudan dahil olacağı verisel araştırma problemleri ile istatistik öğretmek, aynı zamanda öğrencilerin hem istatistiği kullanmak istedikleri disipline olan ilgilerinin artmasını, hem de yaptıkları araştırmadan zihinsel bir tatmin duymalarını da sağlayabilir.

### **3. SONUÇLAR**

İstatistik eğitimi, beşerî ve sosyal bilimlerin tümünde olduğu gibi, gerontoloji disiplininde de oldukça mühim bir yer kaplamaktadır. Sürekli ve yoğun veri akışının ve verisel değişimin gözlemlendiği ve beklendiği gerontoloji alanının araştırma sahasında çalışacak gerontolog adaylarının istatistik eğitimi, istatistik eğitiminin genelinde var olan problemlerden ve bu problemlerle başa çıkma metotlarından etkilenmektedir.

Veri araştırmaları üzerinden istatistik öğretimi yeni bir metot olup, bu metodun gerontoloji gibi, gerçek ve sürekli gelişen/değişen veri ile uğraşan bir araştırma alanında, özellikle etkili olacağı düşünülmektedir.

Veri araştırmaları yoluyla istatistik öğretimi yöntemi, lisans düzeyindeki matematik eğitimi bölümlerinde, lise matematik öğretmen adaylarına sunulmuş ve olumlu sonuçlar alınmış bir yöntemdir. Buna karşın bu yöntem, henüz herhangi bir araştırma alanında çalışma yapacak araştırmacı adaylarına istatistik öğretimi sırasında denenmemiştir. Bu tarz bir uygulama için gerontoloji lisans eğitimi oldukça uygun bir alan olma potansiyeli taşımaktadır. Bu bağlamda, gerontoloji bölümünde veri araştırmaları yoluyla istatistik öğretimi yönteminin uygulanabilirliği, bu makalenin devamı niteliğindeki bir pilot çalışma ile test edebilir.

### **REFERENCES / KAYNAKLAR**

Ak, M. (2016). Yaşlılık Olgusu Üzerine Uygulamalı Bir Araştırma. *Journal of International Social Research*, 9(42).

American Statistical Association. (2016). *Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE): College report 2016*. Alexandria, VA: Author. Retrieved from [http://www.amstat.org/asa/files/pdfs/GAISE/GaiseCollege\\_Full.pdf](http://www.amstat.org/asa/files/pdfs/GAISE/GaiseCollege_Full.pdf)

Batanero, C., Burrill, G., & Reading, C. (Eds.). (2011). *Teaching Statistics in School Mathematics Challenges for Teaching and Teacher Education: A joint ICMI/IASE study: the 18th ICMI study (Vol. 14)*. New York: Springer.

Cobb, P., Wood, T., Yackel, E., & McNeal, B. (1992). Characteristics of Classroom Mathematics Traditions: An Interactional Analysis. *American Educational Research Journal*, 29(3), 573.

Emerson, K. G., & Gay, J. (2017). Physical Activity and Cardiovascular Disease Among Older Adults: The Case of Race and Ethnicity. *Journal of Aging and Physical Activity*, 25(4), 505-509.

Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D., Moreno, J., Peck, R., Perry, M., & Scheaffer, R. (2007). *Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE) Report*. American Statistical Association.

Garfield, J. (1995). How Students Learn Statistics. *International Statistical Review / Revue Internationale De Statistique*, 63(1), 25-34. doi:10.2307/1403775.

Gerst-Emerson, K., & Jayawardhana, J. (2015). Loneliness As a Public Health Issue: The Impact of Loneliness on Health Care Utilization among Older Adults. *American Jjournal of Public Health*, 105(5), 1013-1019.

Lee, H. S., & Tran, D. (2015a). Describing the SASI Framework. In *Teaching Statistics through Data Investigations MOOC-Ed*, Friday Institute for Educational Innovation: NC State University, Raleigh, NC.

Lee, H. S., & Tran, D. (2015b). Statistical Habits of Mind. In *Teaching Statistics through Data Investigations MOOC-Ed*, Friday Institute for Educational Innovation: NC State University, Raleigh, NC.

Nations, U. (2002). *World Population Ageing: 1950-2050*. New York: Department of Economic and Social Affairs.

Tufan, İ. (2014). *Türkiye'de Yaşlılığın Yapısal Değişimi*. Koç Üniversitesi Yayınları.

Wild, C. J., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical Thinking In Empirical Enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-248. doi:10.1111/j.1751-5823.1999.tb00442.x



## Lojistikte Taşıma Şekillerinin Belirlenmesi: Bir Kombine Taşımacılık Örneği

Bahadır GÜLSÜN<sup>1\*</sup>, Burak ERKAYMAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doç. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü,  
orcid id: 0000-0003-2660-8041

<sup>2</sup>Dr. Öğr. Üyesi, Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü,  
orcid id: 0000-0002-9551-2679

Geliş Tarihi/Received: 13.07.2018

Kabul Tarihi/Accepted: 08.08.2018

Araştırma Makalesi/Research Article

### ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye'nin en büyük problemlerinden biri olan ulaştırma, lojistik sektörü içerisinde incelenmiştir. Kombine taşımacılığın önemi, uygulanabilirliği, avantajları-dezavantajları ve geleceği tartışılmıştır. Burada Türkiye için ortaya konulan problem Gezgin Satıcı Problemi (GSP)'nin bir çeşididir. GSP bir ulaştırma ağı tasarımında kullanılabilir. Gezgin Satıcı Problemlerini çözme metotları ikiye ayrılır. Bunlardan birincisi kesin sonucu bulan algoritmalar, diğeri ise yaklaşık sonucu bulan sezgisel algoritmalar. Çözümün alacağı zaman ve çözümün karmaşıklığı seçilecek olan çözüm metodunu değiştirebilir. Oluşturulan problem PyGenetix yazılımı ile çözülmüş ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Bu çalışmada çözüm için optimizasyon tekniklerinden biri olan Genetik algoritmaları önerilmiş ve bir Genetik Algoritmalar tabanlı yazılım ile çözülmüştür. Programın çıktıları, Türkiye'de verimli ve etkin bir ulaştırma ağı tasarımı konusunda gerçekçi fikirler vermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Kombine Taşımacılık, Ulaştırma Ağı, Genetik Algoritmalar, Lojistikte Taşımacılık.

## Determining Transportation Types in Logistics: An Application of Combined Transportation

### ABSTRACT

In this study, one of the major problems of Turkey; "transportation" is examined in logistics. The importance, applicability, advantages-disadvantages and the future of Combined Transport is discussed. The solution which is created for the case of Turkey here, is a kind of

Traveling Salesman Problem (TSP). TSP can be used to design a transportation network. Methods to solve the TSP problems are classified in two groups. First of these is exact algorithms, and the other is heuristics. The time of solution and the complexity of the solution can change the methods which will be used in the problem. Created problem is solved by the PyGenetix software and the conclusions are analyzed. In this study, Genetic Algorithms is proposed as an optimization technic for the problem and solved by Genetic Algorithms based software. Outputs of the program give realistic ideas to design an effective and productive transportation network in Turkey.

**Keywords:** Combined Transport, Transportation Networks, Genetic Algorithms, Transportation in Logistics.

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda tüm dünyada hızlı bir teknolojik ve ekonomik gelişme yaşanmaktadır. Bunun sonucunda tanımı, önemli değişikliklere uğrayan geleneksel taşımacılık ve ulaşım anlayışı çağımızda lojistik kavramı içinde ele alınmaktadır. Bu gelişmeler, küreselleşme dediğimiz olguyu her geçen gün daha da ileriye götürmektedir. Böylelikle rekabet ortamı da küresel düzeye taşınmaktadır. Küresel düzeyde yaşanan rekabet şirketleri pazar payını muhafaza etmek ve artırmak için ürünlerini daha hızlı hazırlamaya ve zamanında, çabuk teslim etmeye doğru zorlamaktadır. Günümüzde üretim maliyetlerinin birbirine yakın değerler arz ettiği bir ortamda rekabet edebilir olabilmek açısından lojistik hizmetlerin önemi artmıştır. Lojistik faaliyetler üzerinde yapılacak uyarlamalarla rakiplerin bir adım önünde olmak mümkün olabilmektedir. Ancak ülke sınırları içindeki işlemler ile tedarik zinciri sürecinin karmaşıklığı bütün bunların yapılmasını güçleştirmektedir. Bu değişiklik; sürekli olarak yeni pazarlar, yeni ürünler, yeni önlemler, yeni fabrika ve tesisler, yeni tehditler ve olanaklara eşlik etmektedir. Sorun; şirketlerin bu güç alanlarda piyasa payını ve karlılığı nasıl arttırmayı başarabilecekleridir. Böyle bir rekabet ortamında pazar payının ve karın arttırılabilmesinin ve muhafazasının en önemli ayağı, düşük maliyetle girdi teminini ve malların rekabet edebilir fiyatlarla ve zamanında piyasaya sunulmasını sağlayan lojistik faaliyetlerdir. Diğer bir deyişle, verilen lojistik hizmetin kalitesi uluslararası pazarlarda rekabet edebilmenin önemli bir unsuru olarak karşımıza çıkmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde ekonomik gelişme ve yaşam kalitesinin arttırılması için ulaştırma politikalarında topyekûn bir dönüşüm kaçınılmazdır. Yolcu ve eşya taşımacılığı, tüm taşıma türleri boyutunda yurtiçi ve yurtdışı

etkileşimler göz önünde bulundurularak ele alınmalıdır. Lojistik sektörünün gelişmesi birçok alanda uluslararası standartların sağlanmasından geçmektedir (Erkayman, 2007:10).

Ülkemizde ve dünyada kullanılan taşıma şekilleri havayolu, karayolu, denizyolu, demiryolu, boru hattı taşımacılığı ve günümüzde en yaygın ve çağdaş nakliye metodu olan modlar arası, çok modlu veya kombine taşımacılık, ürünün hareket hızını kesmeden, ölçeğini değiştirmeden birden fazla yöntemle yapılan taşımacılıktır. Bu çalışmanın ikinci bölümünde lojistikte taşıma ve dağıtım şekilleri, lojistikte taşıma şekillerinin önemi ve bunların şirketler arası rekabette ne oranda etkili olduğu ele alınmıştır. Üçüncü bölümde, günümüzün en çağdaş ve etkin taşıma şekli olan “Kombine Taşımacılık” tüm yönleri ile ele alınarak lojistikteki yeri ve önemi üzerinde durulmuştur. Dördüncü bölümde, taşıma şekillerinin belirlenmesinde kullanılan optimizasyon tekniklerinden biri olan Genetik Algoritmaların incelenmesine ayrılmıştır. Çalışma oluşturulan problemin bir genetik algoritma tabanlı yazılım ile çözülüp sonuçlarının değerlendirilmesi ile tamamlanmıştır.

## 2. KOMBİNE TAŞIMACILIK

Ulaştırma, “bir yarar sağlamak üzere ekonomik, hızlı ve güvenli olarak kişi veya eşyanın yerlerinin değiştirilmesi” olarak tanımlanabilmektedir.

Ulaştırma türü seçiminde birbiriyle yakından bağlantılı bazı faktörler önem kazanmaktadır. Bunlar;

- Maliyet
- Hız
- Kalite
- Verimlilik ve esneklik
- Güvenlik
- Konfor
- Çevrenin korunması
- Kullanılan enerji miktarının minimum olması
- İlk tesis ve bakım onarım kolaylığı

gibi faktörlerdir (Kayabaşı, 2007: 23) .

Yolcu ve yük taşımacılığında ekonomi, hız, güvenlik ve konfor her ulaşım türünde aranması gereken özelliklerdir. Bunların yanı sıra çevreyi en az kirletmesi, ülkede mevcut



enerji kaynaklarını kullanması ve bu sırada yolcu-km veya ton-km başına tükettiği enerjinin minimum olması, ilk tesis ve bakım / onarım kolaylığı, ulaştırma türlerinin tercihinde göz önünde tutulması gereken diğer temel unsurlardır (Şahbaz ve Yüksel, 2008: 25).

Ulaştırma sistemlerinin birbirlerine karşı avantajlarının birbirlerini bütünleyecek şekilde değerlendirilmesi ile oluşturulan “kombine taşımacılık” önemli bir seçenek olarak düşünülmektedir. Ulaştırma faaliyetinin yerine getirilmesinde farklı ulaştırma sistemlerinden yararlanılmaktadır. Bu sistemler, karayolu taşımacılığı, havayolu taşımacılığı, denizyolu taşımacılığı, demiryolu taşımacılığı ve boru hattı taşımacılığıdır.

Artan uluslararası rekabet ortamında, taşımanın daha süratli ve ekonomik bir şekilde gerçekleştirilmesi bir zorunluluk haline gelmiştir. Günümüzde işletmeler dünya pazarlarına ulaşmak için taşımacılık hizmetlerinden faydalanmak zorundadırlar. İşletmelerin rekabet avantajlarını korumak için ürünlerini müşterilerin kapısına kadar taşıyacak ekonomik çözümlere ihtiyaçları vardır. Kombine taşımacılık, daha sık yük taşımacılığı için kullanılmaktadır. Bununla birlikte, yolcu taşımacılığı için de yaygın olarak kullanılabilir. Yolcuların havaalanlarına ulaşmak için, demiryolu veya başka bir ulaşım sistemi kullanması buna örnek olarak gösterilebilir. Ne var ki, kombine yolcu taşımacılığı, yani tek bilet ile iki veya daha çok ulaşım sisteminin kullanılmasının yaygın olmadığı düşünülse de, paket halinde satılan tatiller buna örnek oluşturabilir. Hızlı tren ve uçak taşıma araçlarının ardışık ve tek bilet ile kullanılmasını sağlayan kombine yolcu taşımacılığı sistemleri mevcuttur. Karayolu taşımacılığına alternatif oluşturmak için çok modlu taşımacılığın önemine dikkat çekilmektedir. Ancak bugüne kadar iyi demiryolu ya da kanal bağlantılarına sahip birkaç liman haricinde kayda değer başarı sağlanamamıştır. Bu nedenle, tüm taşıma türlerini birleştirerek etkin şekilde yönetilen bir taşıma zinciri oluşturmak için taşımacılık kapasitesi artırılarak taşıma şekillerinin tam olarak bütünleştirilmesi amaçlanmaktadır.

Ulaştırma problemi türleri ve çözüm yöntemleriyle ilgili oldukça geniş bir literatür bulunmaktadır. Lojistik, kombine taşımacılık, optimizasyon teknikleri, simülasyonlar vb. birçok konu farklı boyutlarıyla ele alınmıştır. Çok modlu taşımacılıkta yer rotalama problemi zaman penceresi ve bulanık talepler dahil edilerek iki parçalı genetik algoritmalar yöntemi yardımıyla çözülmüştür (Fazayeli vd., 2018: 233). Bir petrokimya üreticisi için iki hedefli çok modlu taşıma planlama problemi bir uygulama olarak ele alınmıştır (Tokcaer ve Özpeynirci, 2018: 72). Şehir içi çok modlu taşımacılık ile ekonomik gelişim arasındaki birliktelik bir otopregresyon modeli yardımıyla incelenmiştir (Zhao vd., 2018: 56). Çok modlu taşıma

rotalarının düşük karbon salınımı çerçevesinde değerlendirilmesiyle ilgili bir çalışma da mevcuttur (Liu ve Liu, 2018). Çok modlu taşımacılık ağ tasarımı çok etmenli bir model kullanılarak yapılmıştır (Vanukuru ve Velaga, 2018). Kombine taşımacılıkta taşıma rotalarıyla ilgili karar verme problemi bir meşrubat firması için modellenmiştir (Kaewfak ve Ammarapala, 2018). Kombine taşımacılıkta şebeke akış probleminin çözümü için ürünlerin korunmasını da dikkate alan bir meta sezgisel yöntem önerilmiştir (SteadieSeifi vd., 2017: 321).

Taşımacılıkta lojistik anlayışının gelişmesi birçok ulaştırma türünden verimli ve etkin bir şekilde yararlanma fırsatı doğurmuştur. Daha önce de belirtildiği gibi bir ulaştırma sistemi, farklı özelliklere sahip demiryolu, denizyolu, karayolu, havayolu ve boru hattı taşımacılığı gibi çeşitli alt sistemlerden oluşur ve hepsinin artıları ve eksileri vardır. Örneğin demiryolları, yük taşımacılığında uzun mesafelerde, kendi değeri ve zaman değeri düşük olan yük cinslerinde, kapıdan kapıya taşıma zorunluluğu olmayan büyük miktardaki ve sürekli taşımalarda tercih edilmesi gereken bir ulaştırma türü iken kısa mesafelerde, kırılabilir ve bozulabilir, zaman değeri yüksek olan, kapıdan kapıya taşınması gereken mallarda karayolu ulaştırmasının kullanılması daha uygundur.

Küreselleşme ile birlikte son yıllarda tüm dünyada benimsenen yaklaşım, lojistikte taşımacılığı bütün bir sistem olarak görüp, bu sistemin alt sistemleri olarak tanımlayabileceğimiz ulaştırma alt sistemlerinden en etkin şekilde faydalanma yaklaşımıdır. Yüklerin bir ve aynı yükleme ünitesinde birbirini izleyen iki ya da daha fazla ulaştırma sistemi ile taşındığı, Avrupa kısmındaki taşımanın büyük kısmının denizyolu, demiryolu veya nehir yolu ile gerçekleştiği, yükün çıkış ve/veya varış noktasına ulaşımında karayolunun kullanılarak kapıdan kapıya taşınmasıdır (Erkayman, 2007).

Çoklu veya birleşik ulaşım hizmeti olarak tanımlanan kombine taşımacılık, tek bir ileticinin yükün yolculuğunun bütünden sorumlu olması ve yolculuk boyunca taşıma türlerinden birden fazlasının kullanılması anlamına gelmektedir.

Kombine taşımacılık; karayolu, havayolu, denizyolu, demiryolu ve boru hattı gibi taşıma sistemlerinden başka bir ifade ile kamyon, tren, gemi, uçak gibi taşıma araçlarından en az ikisini kullanarak taşımaya konu malların göndericiden alıcıya taşıma üniteleri içerisinde taşınması sürecinin tamamını kapsayan taşıma sözleşmesine dayalı bir taşımacılık türüdür. Kombine taşımacılık; genellikle taşıma isleri organizatörleri (freight forwarder) aracılığıyla,

kombine taşımacılık operatörü (Combined Transport Operatör) olarak yürütülür. Bu tür taşımacılıkta konteynerlerle taşımacılık yaygın olarak kullanılmaktadır (Demir, 2006).

Bu tanımlara göre kombine taşımacılık hizmetini kapıdan-kapıya veya depodan-depoya verilen bir hizmet olarak görmek ve malın teslimine kadar yolculuğun bütünü için müşterinin taleplerinin tümünün yerine getirildiği bir taşıma şekli olarak kabul etmek mümkündür.

Böylece taşımacılıkta etkinliği artırmak mümkün olurken, diğer taraftan ulaştırma türleri arasında da dengeli dağılımın sağlanması mümkün olacaktır. Kombine taşımacılıkta karşılaşılabileceğimiz ulaştırma biçimlerinden bazıları aşağıdaki gibidir:

Denizyolu-Karayolu (RO-RO)

Denizyolu-Demiryolu (RO-LA)

Denizyolu-Demiryolu-Karayolu

Karayolu-Denizyolu-Karayolu-Demiryolu

Son yıllarda ortaya çıkan kombine taşımacılık, farklı yapıdaki lojistik işlemlerinin uzman işletmecilik anlayışı ile bütünleştirilmesi gereğinden doğmuştur. Kombine taşımacılık yani çoklu taşımacılık, malların istenilen noktaya ulaştırılmasında karayolu, demiryolu, denizyolu ve havayolu gibi temel taşıma türleri kullanılarak, birbirine entegre ve organize biçimde gümrükleme, elleçleme ve depolama faaliyetlerini de kapsayarak etkili ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmesidir.

### **3. GENETİK ALGORİTMALAR**

Genetik algoritmalar yapay zekanın oldukça hızlı ilerleyen konularından olan evrimsel hesaplama yönteminin kullanışlı parçalarından birini oluşturmaktadır. Evrimsel hesaplama tekniğinin bir parçası olan genetik algoritmaların esin kaynağı olarak Darwin'in evrim teorisini esas aldığı adından da anlaşılmaktadır. Herhangi bir problemin genetik algoritmalar yardımı ile çözümü, problemi bilgisayar programları yardımıyla evrimden geçirilerek yapılmaktadır.

Genetik algoritma geleneksel yöntemlerle çözümü zor veya imkânsız olan problemlerin çözümünde kullanılmaktadır (Mansfield, 1990; Konuralp vd., 1998: 9; Gizolme

vd., 1998: 263). Genetik algoritmaların endüstriyel uygulamalar, optimizasyon ve sınıflandırma sistemleri olmak üzere genel anlamda üç uygulama alanı bulunmaktadır.

Genetik algoritmalar çok geniş bir alanda kendine çalışma imkanı bulmuş oldukça kullanışlı bir evrimsel yöntemdir. Gıda sektöründen ulaştırma sektörüne, üretim hattı dengelemeden parça kesim problemlerine kadar yeterince iyi sonuçlar verdiği ispatlanmıştır. Örneğin evrimsel algoritmalar için bir seçim yöntemi altın seçime dayalı olarak geliştirilmiştir (Cuevas vd., 2018: 183). GSM hücresel şebeke kullanıcılarının hareketlilik yönetimi için uyarlanabilir bir genetik algoritma geliştirilmiştir (Dahi vd., 2018: 290). Büyük ölçekli içerik teslim ağlarında veri replikasyonu için bir genetik algoritma önerilmiştir (Fatin vd., 2018). Zaman bağımlı stokastik ortamda kişisel günlük tur rotalarının oluşturulması için evrimsel bir algoritma çalışması sunulmuştur (Liao ve Zheng, 2018: 284). Bunlarla beraber, sürdürülebilir çoklu depolu acil durum tesisleri yerleşim seçimi için (Zhang vd., 2018: 506), müşteri kümelemeye dayalı zaman pencereli yerleşim rotalama problemi için (Wang vd., 2018: 244) ve sağlık sektöründe eş zamanlı teslim-toplama problemlerinin (Shi vd., 2018: 218) çözümünde de genetik algoritmalarından yararlanılmıştır.

Genetik Algoritma Tekniğinde, çözüme ilk önce kromozomlarla ifade edilen ve nüfus (popülasyon) denilen çözüm kümesi ile başlanır. Bir gruptan alınan sonuçlar bir öncekinden daha sağlıklı olması beklenen yeni bir popülasyon oluşturmak için kullanılır. Yeni popülasyon oluşturulması için bulunan çözümler arasından uyumluluklarına göre seçim yapılır. Çünkü uyumlu çözümlerin daha iyi sonuçlar üretmesi daha olasıdır. Bu adımlar arzu edilen çözüme ulaşıncaya kadar devam ettirilir.

### 3.1. Genetik Algoritma Aşamaları

1. Adım-Başlangıç: n adet kromozomdan bir popülasyon meydana getirilir (Uygun çözüm).

2. Adım- Uyumluluk: her x kromozom için  $f(x)$  uyumluluğu değerlendirilir.

3. Adım- Yeni popülasyon Oluşturulması: Yeni popülasyon meydana gelinceye kadar şu adımlar tekrar edilir:

\*Seçim: İki ebeveyn kromozom uyumluluklarına göre seçilir (seçilme şansını artırmak için daha iyi uyuma sahip olanlar daha yüksek olasılıkla seçilir).

\*Çaprazlama: Yeni bir birey meydana getirmek için ebeveynlerin genleri bir çaprazlama ihtimaline göre çaprazlanır. Çaprazlama yapılmadığı durumlarda yeni birey ebeveynlerden birinin aynısı olacaktır.

\*Mutasyon: Yeni bireyin kromozom içindeki konumu mutasyon ihtimaline göre değiştirilir.

\*Ekleme: Yeni fert yeni çözüm popülasyonuna eklenir.

4. Adım- Değiştirme: Algoritma yeniden çalıştırılır ve ortaya çıkan yeni popülasyon kullanılır.

5. Adım- Test: İyi bir sonuca ulaşıldığı düşünülüyorsa algoritma tekrar çalıştırılmaz ve elde edilen nihai popülasyon çözüm olarak kabul edilir.

6. Adım- Döngü: Eğer gerekiyorsa 2. adıma dönlür.

Genetik algoritmaların bu genel yapısı onun her hangi bir probleme kolaylıkla uygulanmasını mümkün kılmaktadır. Kromozomlar genellikle ikili düzendeki sayılarla tanımlanır. Çaprazlama için iyi bireyler seçilir.

GA kullanılarak bir problem çözülecekse algoritmanın ne zaman sonlanacağına kullanıcı karar vermektedir. GA'nın kesin bir sona erme ölçütü yoktur. Sonuç, problem çözücüyeye göre yeteri kadar uygunsa veya uyguna yakınsa algoritma durdurulabilir.

Çaprazlama ve mutasyon işlemleri Genetik algoritmaların en önemli iki sürecidir. Bu süreçler genelde rasgele, bir ihtimal değeri ile uygulanır.

Bir kromozom aşağıdaki şekilde ikili sayılarla temsil edilebilir:

A Kromozomu 1101100100110110

B Kromozomu 1101001001011010

Kromozom sunduğu çözümle ilgili bilgiyi barındırmalıdır. Her kromozom ikili diziden meydana gelir. Dizi içindeki bit denilen her bir sayı tamamen bir sayıyı temsil edilebildiği gibi bir çözümün yapısını da temsil edebilir.

Kromozom en çok ikili (binary) düzendeki sayı dizisiyle ifade edildiği bilirse de reel ya da tam sayılar şekli de faydalanılan bir ifade şeklidir. İkili düzenin tercih edilmesinin

sebebi basit olması ve bilgisayar sistemleri tarafından etkin, hızlı ve kolay işlenebilmesidir. Üreme işlemi belli bir seçme kriterine göre bireylerin seçilip yeni kuşağın oluşturulması işlemidir. Uyumluluklarına göre yeni bireyler seçilebilir ya da yeni nesle aktarılırken rasgele seçim yoluna gidilir.

Çaprazlama işlemi kromozomların temsil şekline karar verildikten sonra yapılabilir. Çaprazlama ebeveynlerden seçilen genlerin alınarak yeni fertler oluşturulması işlemidir.

Çaprazlamanın yapılacağı yer rasgele seçilir. Ortaya çıkan yeni fert ebeveynlerin çeşitli özelliklerini almış ve bir bakıma ikisinin çok benzeri olmuştur. Çaprazlama işleminin farklı yöntemlerle de yapılması mümkündür. Örneğin sadece bir çaprazlama noktası seçilmez. Daha başarılı sonuçlar almak amacıyla farklı çaprazlama şekilleri kullanılabilir.

Çaprazlama işlemi yapıldıktan sonra mutasyon işlemine geçilir. Mutasyon işleminin yapılma sebebi oluşan yeni bireylerin önceki bireylerin birebir kopyalanmasının önüne geçmek ve daha hızlı şekilde sonuca varmak amacıyla yapılır. Mutasyon işlemi ortaya çıkan yeni ferdin ikili düzende ifade edilmek koşuluyla bir bitini rasgele değiştirir.

Bütün bu işlemler gerçekleştiikten sonra en iyi uyumluluğa sahip olan fert kesinlikle bir sonraki nesle aktarılacaktır diye bir kural yoktur. Aktarılmasını sağlamak için bu işlemlerden sonra ortaya çıkan yeni kuşakta önceki kuşağın en iyi bireyi yeni kuşaktaki herhangi bir birey ile değiştirilir. Buna elitizm adı verilir.

Çaprazlama ihtimali ve mutasyon ihtimali olmak üzere genetik algoritmalarda iki basit parametre mevcuttur.

Çaprazlama ihtimali çaprazlama işleminin hangi sıklıkta yapılacağını gösterir. Çaprazlama ihtimalinin %0 olduğu yani çaprazlamanın hiç yapılmadığı durumlarda yeni fertler eski fertlerin aynısı olur ancak bu yeni kuşağın eski kuşakla aynı olacağı manasına gelmez. Eğer çaprazlama ihtimali %100 olursa yeni fertler tamamen çaprazlama yoluyla elde edilir. Çaprazlama işlemi eski fertlerin iyi tarafları alınarak elde edilecek yeni fertlerin daha iyi olması ümidiyle yapılır.

Mutasyonun yapılma sıklığını belirten mutasyon ihtimalidir. Mutasyon yapılmazsa yeni fert çaprazlama işlemi veya kopyalama işlemi sonrasında olduğu gibi kalır. Eğer mutasyon işlemi yapılırsa yeni ferdin bir kısmı değişir. Mutasyon oranı %100 olursa kuşaktaki fertler tamamen değişir, bu oran %0 olursa aynı kalır.

GA tekniğinin ihtiva ettiği farklı parametreler de vardır. Populasyon büyüklüğü en önemli parametrelerden biridir. Bu parametre bir kuşakta kaç adet fert birey olduğunu gösterir. Eğer yeterli sayıda kromozom yoksa GA çözüm aranan uzayın kısıtlı bir kısmını gezebilir ve çaprazlama işlemi için fazla seçeneği kalmaz. Eğer çok fazla sayıda kromozom varsa GA yavaş çalışır. Önceki çalışmalar göstermiştir ki belli bir sayıdan sonra populasyon sayısının artmasının bir yararı yoktur.

Yeni fertler rasgele ya da uyumluluğa göre seçilebilir. Yeni fertlerin tamamen rasgele seçilmesi yakınsamayı zorlaştırabilir. Tüm fertlerin uyumluluğa göre seçilmesi durumunda oluşan yeni kuşak içinde yerel yakınsamalar oluşması ihtimali belirir. Uyumluluk seçimi ve rasgele seçimin belli bir oranlarda yapılması bu sorunu çözebilir. Bu oranı ifade eden kavram Kuşak Farkı kavramıdır. Eğer kuşak farkı %100 ise yeni fertlerin hepsi uyumluluğa göre seçilmiş olur (ErKayman, 2007).

Ebeveynleri meydana getirmek için bazı fertlerin seçilmesi gerekir. Teoriye göre sağlıklı fertler yaşamını sürdürmeli ve bu fertlerden yeni fertler üremelidir. Seçim işlemi çeşitli ölçütlere göre yapılabilir. Rulet, Boltzman, turnuva seçimi, sıralı seçim bu işlem yöntemlerinden bazılarıdır (Kurt ve Semetay, 2001: 19).

#### **4. PROBLEMİN TANIMLANMASI VE ÇÖZÜMÜ**

Ele alınan probleme göre merkez fabrikaları İzmir ve İstanbul'da bulunan bir firmanın ürettiği ürünleri Ankara, İskenderun, Samsun ve Erzurum'daki dağıtım merkezlerine gönderdiği öngörülmüştür. Gönderilecek ürünlerin taşıma şekli için Türkiye'de kullanılan bütün taşıma türleri problemde hesaba katılmıştır. Bu çalışmanın amacına uygun olması itibarıyla de kaynaklar ve hedefler arasında gerek doğrudan gerek aktarmalı olarak bütün olası rotalar problemde düşünülmüştür.

Kaynak noktaları, diğer bir deyişle taşıma olayının başlangıç noktaları liman, hava limanı, demiryolu istasyonu ve karayolu ulaşımı imkânının bulunması ve aynı zamanda endüstri kuruluşlarının yoğun olarak bu şehirlerimizde yerleştiği göz önüne alınarak seçilmiştir.

İskenderun ve Samsun şehirleri deniz taşımacılığının da etkin kullanımının araştırılması bakımından özellikle seçilmiştir. Ankara şehrinin, Türkiye'nin coğrafi konumu itibarıyla merkezde bulunması sebebiyle ve yine ulaştırma ve dağıtım ağında kolaylık sağlayabileceği düşünülerek probleme konulmuştur. Problemde nihai maliyet hesabında

kullanılacak olan maliyet değerleri sektörde hizmet veren firmalardan temin edilmiş olup doğruluğu garanti edilmemektedir.

Problemde taşımaya konu olan ürün çürümeye ve bozulmaya karşı korumalı, kuru yükten ibaret olup, elleçlenmede ve taşınmada yüklenici firmalara hiçbir cezai sorumluluk yüklemeyen içeriktedir. Söz konusu yükün taşınması sürecinde zaman kısıtı yoktur veya yükün mahiyeti itibariyle ihmal edilebilir. Yükün akışı batıdan doğuya, kuzeyden güneye, güneyden kuzeye doğru olabilmektedir ve doğudan batıya her hangi bir akış olmamaktadır. Ayrıca kaynaklar arasında da herhangi bir alış-veriş mümkün değildir.

Taşımacılıkta kullanılan araçlar problemde bahsi geçen ulaştırma ağı içerisinde hareket edebilmektedirler. Bu maliyetlere araçların boş gitme (taşımama) maliyetleri, bakım, arıza ve yakıt giderleri de dâhil edilmiştir. Maliyet hesaplarında probleme konu olan şehirler arasındaki mesafeler her ulaştırma türü için hesaba katılmıştır.

Problemimizde toplam taşıma maliyeti hesaplanırken, taşınacak mal miktarı, taşıyacak aracın kapasitesi, yükün taşınacağı şehirlerarasındaki mesafe ve her bir taşıma aracının kilometre başına taşıma maliyeti esas alınmıştır.

$$\text{Taşıt Sayısı} = (\text{Taşınacak Miktar} / \text{Taşıt Kapasitesi}) + 1$$

$$\text{Toplam Maliyet} = (\text{Noktalar arası Mesafe}) * \text{Taşıt Sayısı} * \text{Taşıma Maliyeti}$$

İstanbul'dan Samsun'a havayolu, karayolu, denizyolu ve demiryolu ulaştırma alternatiflerinin tamamı mevcuttur. İstanbul'dan Ankara'ya havayolu, karayolu, demiryolu varken, İskenderun'a denizyolu, demiryolu ve karayolu ulaşımı vardır. Ayrıca İstanbul'dan Erzurum'a doğrudan, hiçbir yere uğramadan giden havayolu, karayolu ve demiryolu alternatifleri mevcuttur. İzmir'e gelince, İzmir'den İskenderun'a karayolu, demiryolu ve denizyolu seçenekleri bulunurken, Ankara'ya karayolu, havayolu, demiryolu ulaşımı mevcuttur. Bunun yanında İzmir'den Samsun'a aktarmasız havayolu, karayolu ve demiryolu ulaştırma türleri kullanılabilir. Bunların yansısı Ankara'dan İskenderun, Samsun ve Erzurum'a karayolu ve demiryolu seçenekleri ulaşılabilir olup, Samsun ve Erzurum'a havayolu ulaştırma türü de mevcuttur. Samsun İskenderun arasında doğrudan karayolu ve demiryolu ulaştırma türleri bulunmaktadır.



#### **4.1. Problem için PyGenetix Programının Çalıştırılması**

Problemimiz için oluşturulan fonksiyonuna taşınacak yükün, hangi şehre hangi miktarda gideceğini girdikten sonra programın “Genetik Algoritmalar” ile çözümünün elde edilmesi için şu parametrelerde karar kılınmıştır:

Populasyon Sayısı: 10,

Kromozom Uzunluğu: 8 bit ( $4 \times 2 = 8$ )

Elitleme Oranı (Elitism Rate) : 0.1

Mutasyon Oranı: 0.8

Çaprazlama Oranı: 0.3

Elitlerin Sayısı: 1

Çaprazlanan Çiftlerin Sayısı: 1

Jenerasyon Sayısı: İsteğe göre değişebilir. Problemin kolaylık-zorluk derecesi uygun çözümün bulunma zamanında etkilidir. Burada problem nispeten daha kolay bir problem olduğu için program uygun çözümü ilk denemelerinde bulabilmiştir. Bununla ilgili ayrıntılı bilgi aşağıdaki çıktılarda görülebilir.

Tablolarda J.S. jenerasyon sayısını, K.B. uygun çözümün kaçınıcı jenerasyonda bulunduğunu, Ç.S. çözüm süresini, taşıma şekillerinde G harfi gemiyi, T harfi treni, K harfi ise karayolunu göstermektedir. Çizelge 1’de İzmir’den yola çıkan 50000 birimlik yükün 30000 birimlik kısmının Ankara’ya 20000 birimlik kısmının ise Erzurum’a teslim edildiği, programın İzmir- Ankara kısmı için 100 kez çalıştırıldığını, uygun çözümün 1. Çalıştırmada elde edildiğini, toplam maliyetinin 269000 TL olduğunu ve varış noktasına kadar Gemi-Tren-Tren ulaştırma şekilleriyle ulaştığını göstermektedir. Farklı taşıma senaryoları denenerek Çizelge 2, 3, 4, 5 ve 6’da gösterilmiştir.

Çalıştırılan program uygun çözümleri erken jenerasyon sayılarında bulduğu için çaprazlama ve mutasyon gibi Genetik Algoritma parametrelerinin sonraki denemeler için değiştirilmesine gerek duyulmamıştır.

**Çizelge 1:** İzmir-Ankara-Erzurum dağıtım planı program çıktısı

ÇIKIŞ	DURAK	VARIŞ	J.S.	K.B.	TOP.ML.	TAŞIMA	Ç.S.(sn)
İZMİR	SAMSUN(0) ANKARA(30000)	ERZ(20000)	100	1	296000	G-T-T	1,2
İZMİR	SAMSUN(0) ANKARA(30000)	ERZ(20000)	40	4	296000	G-T-T	0,9

**Çizelge 2:** İzmir-İskenderun-Erzurum dağıtım planı program çıktısı

ÇIKIŞ	DURAK	VARIŞ	J.S.	K.B.	TOP.ML.	TAŞIMA	Ç.S.(sn)
İZMİR	İSKENDERUN (30000)	ERZ(20000)	100	3	193000	G-T	1,3
İZMİR	İSKENDERUN (30000)	ERZ(20000)	40	1	193000	G-T	0,9

**Çizelge 3:** İzmir-Samsun-Erzurum dağıtım planı program çıktısı

ÇIKIŞ	DURAK	VARIŞ	J.S.	K.B.	TOP.ML.	TAŞIMA	Ç.S. (sn)
İZMİR	SAMSUN (30000)	ERZ(20000)	100	5	196000	G-T	1,2
İZMİR	SAMSUN (30000)	ERZ(20000)	40	1	196000	G-T	1,0

**Çizelge 4:** İstanbul-Ankara-Erzurum dağıtım planı program çıktısı

ÇIKIŞ	DURAK	VARIŞ	J.S.	K.B.	TOP.ML.	TAŞIMA	Ç.S. (sn)
İSTANBUL	SAMSUN(0) ANKARA(30000)	ERZ(20000)	100	1	269000	G-T-T	1,1
İSTANBUL	SAMSUN(0) ANKARA(30000)	ERZ(20000)	40	1	269000	G-T-T	1,0

**Çizelge 5:** İstanbul-İskenderun-Erzurum dağıtım planı program çıktısı

ÇIKIŞ	DURAK	VARIŞ	J.S.	K.B.	TOP.ML.	TAŞIMA	Ç.S.(sn)
İSTANBUL	İSKENDERUN (30000)	ERZ(20000)	100	1	212000	G-T	1,1
İSTANBUL	İSKENDERUN (30000)	ERZ(20000)	40	3	212000	G-T	0,9

**Çizelge 6:** İstanbul-Ankara-Erzurum dağıtım planı program çıktısı

ÇIKIŞ	DURAK	VARIŞ	J.S.	K.B.	TOP.ML.	TAŞIMA	Ç.S.(sn)
İSTANBUL	SAMSUN (30000)	ERZ(20000)	100	3	169000	G-T	1,2
İSTANBUL	SAMSUN (30000)	ERZ(20000)	40	1	169000	G-T	0,9

## 5. SONUÇLAR

Çalışmanın temel amacı lojistikte taşıma şekillerinin belirlenmesinde yapay zeka optimizasyon tekniklerinden olan genetik algoritmaları kullanarak taşımacılıkta taşıma türlerinin kombinasyonlarının kullanılmasının değişik çözümler üretebildiğini göstermektir.

Problemde ve çözümünde de görüldüğü gibi taşınacak her hangi bir mal Türkiye sınırları içerisinde sadece bir taşıma türü kullanılarak değil, taşıma türlerinin bir kombinasyonu ile de daha az maliyetle taşınabilmektedir. Burada taşınacak malın belirtilen hedefe taşınmasında olası bütün çözümlerin dikkate alınması en iyiye en yakın çözümün bulunmasında etkilidir. Ulaştırma modelinin bir sistemler topluluğu olduğu varsayılırsa, söz konusu alt sistemlerin birbirinden bağımsız kullanılması durumunda hız, esneklik, etkinlik gibi kriterlerin yerine getirilemeyeceği açıktır. Geliştirilen çözüm, farklı taşıma türlerinin biraraya getirilmesinin daha etkin ve esnek bir ulaştırma ağının oluşturulması açısından önemlidir. Ayrıca genetik algoritmalarla çözüm, geleneksel metotlarla aranan çözümün alacağı uzun zamandan tasarruf edilmesini sağlamaktadır.

## REFERENCES / KAYNAKLAR

Cuevas, Erik, Luis Enríquez, Daniel Zaldívar & Marco Pérez-Cisneros. (2018). A Selection Method for Evolutionary Algorithms Based on the Golden Section. *Expert Systems with Applications*, 106:183-96.

Dahi, Zakaria Abdelmoiz, Enrique Alba & Amer Draa. (2018). A Stop-and-Start Adaptive Cellular Genetic Algorithm for Mobility Management of GSM-LTE Cellular Network Users. *Expert Systems with Applications* 106:290-304.

Demir, Şeref. (2006). Uluslararası Taşımacılık/Lojistik-KDV İstisnası ve İadesi. Gelirler Kontrolleri Derneği Yayını, İstanbul.

Erkeyman, Burak. (2007). Lojistikte Taşıma Şekillerinin Belirlenmesi.

Fatin, Hadi Zare, Shahram Jamali & Gholamreza Zare Fatin. (2018). Data Replication in Large Scale Content Delivery Networks: A Genetic Algorithm Approach. *Journal of Circuits, Systems and Computers*, 1850189.

Fazayeli, Saeed, Alireza Eydi & Isa Nakhai Kamalabadi. (2018). Location-Routing Problem in Multimodal Transportation Network with Time Windows and Fuzzy Demands: Presenting a Two-Part Genetic Algorithm. *Computers & Industrial Engineering*, 119:233-46.

Gizolme, Olivier, Frédéric Thollon, Guy Clerc & Gérard Rojat. (1998). Shape Optimization of Synchronous Machine Rotor. *International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics*, 9 (3):263-75.

Kaewfak, Kwanjira, and Veeris Ammarapala. (2018). The Decision Making of Freight Route in Multimodal Transportation. *Suranaree Journal of Science & Technology*, 25 (1).

Kayabaşı, Aydın. (2007). İşletmelerin Rekabet Gücünün Geliştirilmesinde Lojistik Faaliyetlerin Performansının Arttırılması: Üretim İşletmeleri Üzerine Bir Uygulama. DEÜ Sosyal Bilimleri Enstitüsü.

Konuralp, MS, AH Işık & E Taçgın. (1998). Salınan Kol-Kızak Mekanizmaların Kinematik Sentezini Genetik Algoritma Tekniğini Kullanarak Gerçekleştiren Bir Prototip Yazılım. *Uluslararası Makina Tasarım ve Đmalat Kongresi*, 9-11.

Kurt, Mustafa & Cumali Semetay. (2001). Genetik Algoritma ve Uygulama Alanları. *Mühendis ve Makine*, 42 (501), 19-24.

Liao, Zhixue & Weimin Zheng. (2018). Using a Heuristic Algorithm to Design a Personalized Day Tour Route in a Time-Dependent Stochastic Environment. *Tourism Management*, 68, 284-300.

Liu, Lele & Jie Liu. (2018). Study on Multimodal Transport Route Under Low Carbon Background. Paper Presented at the AIP Conference Proceedings.

Mansfield, RA. (1990). *Genetic Algorithms: University of Wales, College of Cardiff. School of Electrical Electronic and Systems Engineering.*

Shi, Yong, Toufik Boudouh, Olivier Grunder & Deyun Wang. (2018). Modeling and Solving Simultaneous Delivery and Pick-Up Problem with Stochastic Travel and Service Times in Home Health Care. *Expert Systems with Applications*, 102:218-33.

StadieSeifi, M, NP Dellaert, W Nuijten & T Van Woensel. (2017). A Metaheuristic for the Multimodal Network Flow Problem with Product Quality Preservation and Empty Repositioning. *Transportation Research Part B: Methodological*, 106:321-44.

ŞAHBAZ, R Pars & Sedat Yüksel. (2008). Türkiye'de Ulaştırma Aracı Seçiminde Etkili Olan Etkenler ve Demiryollarının Rekabet Edebilirliği. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 25 (25).

Tokcaer, Sinem & Özgür Özpeynirci. (2018). A Bi-Objective Multimodal Transportation Planning Problem with an Application to a Petrochemical Ethylene Manufacturer. *Maritime Economics & Logistics*, 20 (1), 72-88.

Vanukuru, Rishi & Nagendra R Velaga. (2018). Multimodal Transportation Network Design Using Physarum Polycephalum-Inspired Multi-agent Computation Methods. Paper Presented at the International Conference on the Applications of Evolutionary Computation.

Wang, Yong, Kevin Assogba, Yong Liu, Xiaolei Ma, Maozeng Xu & Yinhai Wang. (2018). Two-Echelon Location-Routing Optimization with Time Windows Based on Customer Clustering. *Expert Systems with Applications*, 104:244-60.

Zhang, Bo, Hui Li, Shengguo Li & Jin Peng. (2018). Sustainable Multi-Depot Emergency Facilities Location-Routing Problem with Uncertain Information. *Applied Mathematics and Computation*, 333:506-20.

Zhao, Jinbao, Dong Guo, Jian Wang, Zhao Yang & Hefang Zhang. (2018). Examining the Association of Economic Development with Intercity Multimodal Transport Demand in China: A Focus on Spatial Autoregressive Analysis. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7 (2), 56.



## Influence of Fluid Charge Rate on Gravity Assisted Heat Pipe Performance at Low Temperatures

Ragıp YILDIRIM<sup>1\*</sup>, Abdullah YILDIZ<sup>2</sup>, Ahmet ÖZSOY<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Öğr.Gör., Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Emin Gülmez T.B.M.Y.O.,  
orcid id: 0000-0003-0902-3420

<sup>2</sup>Doç.Dr., Uşak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, orcid id: 0000-0003-4831-0975

<sup>3</sup>Dr.Öğr.Üyesi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, orcid id: 0000-0003-0911-9799

Geliş Tarihi/Received: 27.07.2018

Kabul Tarihi/Accepted: 08.08.2018

Araştırma Makalesi/Research Article

### ABSTRACT

The heat pipe is an effective heat transfer device. Thermosyphon is a closed, vacuumed, fluid contained and generally pipe shaped heat transfer device. It ensures high heat transfer even at very low temperature differences. Heat pipes have very wide utilization fields. Therefore, many studies have been carried out to improve the thermal performances of heat pipes. In this study, the effect of the fluid charge rate on the operation of the heat pipe was examined. To do this, a heat pipe model with a diameter of 25 mm was created. The heat pipe's evaporator, condenser and adiabatic lengths are 2m, 1m and 0.1m respectively. The heat pipe has been examined for various fluid charge rates and different heat source temperatures. The increase in fluid charge rate has been seen to have a negative impact on the operation of the heat pipe, particularly at low temperatures. In addition, at low temperatures the acetone performed better heat transfer than the methanol. At high temperatures, the methanol performed better heat transfer than the acetone.

**Keywords:** Fluid Charge Rate, Heat Pipe, Thermosyphon, Working Fluid.

### Akışkan Şarj Oranının Düşük Sıcaklıklarda Yerçekimi Destekli Isı Borusu Performansına Etkisi

#### ÖZET

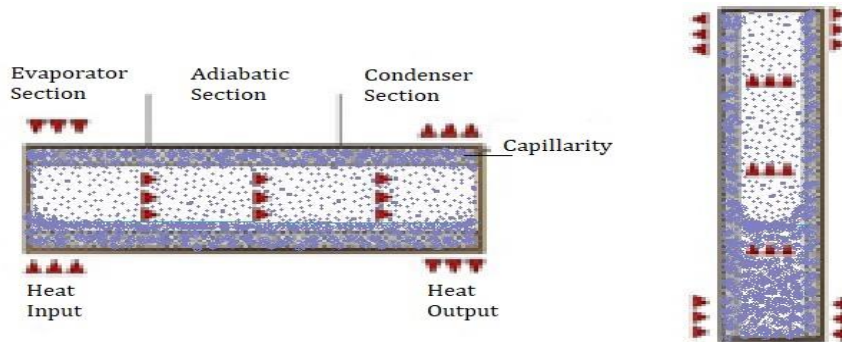
Isı borusu etkili bir ısı transfer cihazıdır. Isı borusu vakum prosesi uygulanmış her tarafı kapalı olan içerisinde kapiler yapıda fitil yerleştirilmiş ya da oluşturulmuş ve belirli miktarda

ış akışkanı bulunan genellikle boru şeklinde bir sistemdir. Çok düşük sıcaklık farklılıklarında bile yüksek miktarda ısı transferi gerçekleştirir. Isı boruları çok geniş kullanım alanlarına sahiptir. Bu yüzden Isı boruların ısı performanslarının iyileştirilmesi için ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada, akışkan şarj oranının ısı borusunun performansına etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla çapı 25 mm olan bir ısı borusu modeli oluşturuldu. Isı borusunun evaporatör, kondenser ve adyabatik uzunlukları sırasıyla 2m, 1m ve 0.1m'dir. Çalışmada ış akışkanı olarak aseton ve metanol kullanılmıştır. Isı borusu farklı akışkan şarj oranları ve farklı ısı kaynağı sıcaklıkları için incelenmiştir. Akışkan şarj oranının artmasının, özellikle düşük ısı kaynağı sıcaklıklarında, ısı borusunun performansına olumsuz bir etkisi olduğu görülmüştür. Ayrıca, düşük ısı kaynaklarında aseton metanolden daha iyi ısı transferi gerçekleştirmiştir. Yüksek ısı kaynağında ise metanol asetondan daha yüksek oranda ısı transferi gerçekleştirmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Akışkan Şarj Oranı, Isı Borusu, Termosifon, İş Akışkanı.

## 1. INTRODUCTION

Thermosyphon is a closed, vacuumed, certain amount of a fluid contained and generally pipe shaped heat transfer device. In some cases, capillary structured wick may be mounted into the thermosyphon to increase the heat transfer. It can transfer high amount of heat via the fluid's phase change even with small differences of temperatures. Thermosyphon is a device that has three areas; evaporator, adiabatic and condenser. The structure of heat pipe is presented horizontally and vertically in Figure 1.



**Figure 1.** View of heat pipe in horizontal and vertical position

The fluid in the evaporator part takes the heat from the heat source and then starts to evaporate. The evaporated working fluid in the evaporator passes to the heat pipe's condenser by means of the pressure gradient between two sections. The fluid in the condenser section condenses by heat rejection and becomes liquid. Liquid fluid returns to the evaporator section

due to the gravitation and capillary forces. This loop between evaporator and condenser goes on as long as there is a temperature difference between them. Because the operation of the heat pipe depends on the loop of the fluid, it is very important that the fluid return to the evaporator part after condensation. Capillary wick creates a capillary force which allows the fluid turn back to the evaporator. Heat pipe with capillary wick is used in places where there is no gravity force or the heat pipe is horizontally positioned. Because the fluid returns to the evaporator due to capillary wick, the evaporator can be located higher than the condenser. If the working fluid motion is provided by gravity, this device is called two-phase closed thermosyphon. Generally the thermosyphon type heat pipe has not capillary structure. The return back of the fluid from the condenser to the evaporator depends on gravity. So the condenser part of the thermosyphon must always be at a higher position than the evaporator. Otherwise the heat pipe will not work because the working fluid could not return from the condenser to the evaporator (Peterson, 1994)

The thermosyphon is considered as an isothermal device since heat is transferred at small temperature differences. High amount of heat can be transferred by the thermosyphon with the evaporation latent heat of the fluid at small temperature differences. Thermosyphon has several advantages such as lack of any mechanical parts and any external power to operate since it is a passive device so it possesses a wide use area (Joudi and Witvit, 1993; Ozsoy, 2005; Şimşak, 2009).

Thermosyphon can be produced in various forms according to the purpose of use, such as cylindrical, planar, and rotary. Thermosyphon is used in the cooling of electronic circuits and computer operating systems, heat recovery systems, air conditioning and ventilation systems, ice and snow protection systems, solar energy systems, space vehicles and many other applications (Faghri, 1995; Ozsoy, 2005).

The heat transfer potential of the thermosyphon depends on such factors as the shape, material, size, working fluid, and fluid charge rate of the thermosyphon. Various fluids can be used as heat carriers in thermosyphon depending on the working temperature and conditions. The working fluid must be able to carry the heat energy received from the evaporator to the condenser very quickly. So the working fluid must have certain properties (Faghri, 1995; ESDU 80017, 2005; Reay and Kew, 2006)

One of the most important properties of fluids used in thermosyphon is to be able to evaporate under the working conditions. However, when choosing the fluid, it is certainly not

sufficient to take into account only the temperature range. Hence the fluid's density, evaporation latent heat, surface tension and viscosity must be considered when selecting the fluid. For this purpose the number of merits ( $\Phi$ ) containing all of these properties is defined. For a heat pipe and thermosyphon  $\Phi_1$  and  $\Phi_2$  merit numbers (Equation 1 and 2) are used, respectively. Furthermore, merit for nucleate boiling  $\Phi_3$  is defined in Equation 3. It is used as an important parameter in finding the inside thermal resistances of the thermosyphon (Peterson, 1994; ESDU 80017, 2005).

$$\Phi_1 = \frac{\sigma h_{fg} \rho_l}{\mu_l} \quad (1)$$

$$\Phi_2 = \left[ \frac{h_{fg} \lambda_l^3 \rho_l^2}{\mu_l} \right]^{0.25} \quad (2)$$

$$\Phi_3 = 0.32 \frac{\rho_l^{0.65} \lambda_l^{0.3} c_{pl}^{0.7}}{\rho_v^{0.25} h_{fg}^{0.4} \mu_l^{0.1}} \left[ \frac{p_v}{p_a} \right]^{0.23} \quad (3)$$

The working fluids and their operating ranges for low temperatures are given in Table 1 (ESDU 80017, 2005).

**Table 1.** Various working fluids

Fluids	Operating temperature range (°C)
Ammonia (NH <sub>3</sub> )	-77 ≥ T ≤ 90
Methanol (CH <sub>3</sub> OH)	-97 ≥ T ≤ 180
Toluene (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub> )	-94 ≥ T ≤ 260
Water (H <sub>2</sub> O)	30 ≥ T ≤ 360
Acetone (CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub> )	-95 ≥ T ≤ 180
Diphenyl ether/Diphenyl	12 ≥ T ≤ 400
O-Dichlorobenzene (H <sub>6</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> )	-17 ≥ T ≤ 340

The rate of fluid charge in the thermosyphon should be at an optimum value. The insufficient fluid in the thermosyphon or heat pipe results a dry out limit. The dry out limit appears when the fluid volume cannot entirely cover the inside area of the thermosyphon/heat pipe with the liquid film layer. Therefore, the fluid condensing in the condenser part evaporates again before reaching the evaporator section. This leads inside of the thermosyphon to dry out (Nguyen-chi and Groll, 1981.)

In addition, the fluid charge rate of thermosyphon should not be too much. Because, the working fluid may go to the condenser region in liquid form and adversely affect the



performance of the thermosyphon. The fluid charge rate is calculated from Equation 4 (ESDU 81038, 2005).

$$F = \frac{V_l}{A L_e} \quad (4)$$

Bezrodnyy and Alekseenko, stated that the fluid charge rate should be more than 50% of the evaporator volume. Needed amount of the working fluid is given in Equation 5. This amount is sufficient to provide approximately a 0.3 mm liquid layer thickness on all over the inner surface of the thermosyphon (Bezrodnyy and Alekseenko, 1977).

$$V_l \geq 0.001 D_i (L_e + L_a + L_c) \quad (5)$$

On the basis of the information accessible in the literature, it is suggested that, for thermosyphon, the working fluid fill rate needs to be in the range between 40% with 60% for vertical thermosyphon and 60% with 80% for inclined thermosyphon (ESDU 81038, 2005).

## 2. MATERIAL AND METHOD

In this study, the performance of a thermosyphon with a different temperature heat source according to the fluid charge rate was theoretically analyzed. For this reason, a thermosyphon model is formed as presented in Figure 2. The heat was applied to the evaporator section and then applied heat was rejected from the condenser section. There is a jacket heat exchanger in the condenser section of the thermosyphon. Water is sent at low temperature to draw heat from the condenser. The inlet temperature of the water entering the jacket was considered constant. The outlet temperature of the water from the jacket was calculated and the amount of carried heat was determined for different conditions.

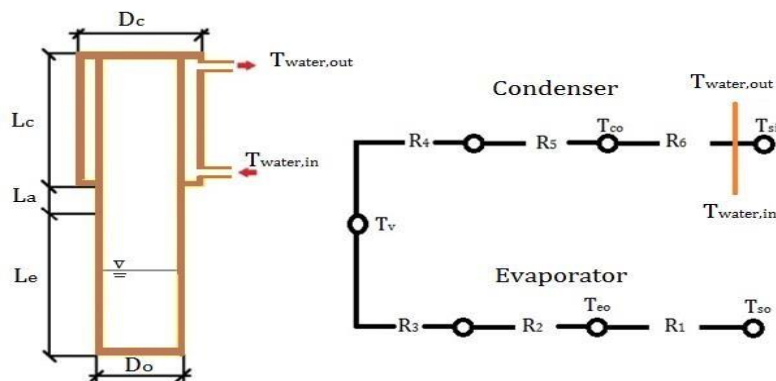


Figure 2. Thermosyphon model and thermal resistances

Thermal resistance is one of the important parameters affecting the operation of the thermosyphon (Figure 2). The thermal ( $R_1$ - $R_6$ ) resistances that occurred in the thermosyphon are given below (ESDU 81038, 2005):

$R_1$  is the resistance between the heat source and the evaporator outer surface, and  $R_6$  is the resistance between the condenser outer surface and the heat sink.  $R_1$  and  $R_6$  are calculated from Equation 6 and Equation 7, respectively.

$$R_1 = \frac{1}{h_{eo} S_{eo}} \quad (6)$$

$$R_6 = \frac{1}{h_{co} S_{co}} \quad (7)$$

$R_2$  and  $R_5$  are the resistances that occur in the thickness of the wall of the thermosyphon in the evaporator and condenser region, respectively.  $R_2$  and  $R_5$  are calculated from Equation 8 and Equation 9, respectively.

$$R_2 = \frac{\ln\left(\frac{D_o}{D_i}\right)}{2 \pi L_e \lambda_x} \quad (8)$$

$$R_5 = \frac{\ln\left(\frac{D_o}{D_i}\right)}{2 \pi L_c \lambda_x} \quad (9)$$

$R_3$  is the internal resistance of the boiling and condensing fluid in the thermosyphon. This resistance is examined in two parts, including  $R_{3f}$  and  $R_{3p}$ . The equations of the resistances are given in Equation 10 and Equation 11, respectively. Initially  $R_{3p}$  and  $R_{3f}$  are calculated to establish  $R_3$ . If  $R_{3p} > R_{3f}$  is  $R_3 = R_{3p}$  is taken; otherwise calculate the mean value of  $R_3$  by interpolation which is given Equation 12.

$$R_{3f} = \frac{c \dot{Q}^{0.33}}{D_i^{1.33} g^{0.33} L_e \Phi_2^{1.33}} \quad (10)$$

$$R_{3p} = \frac{1}{\Phi_3 g^{0.2} \dot{Q}^{0.4} (\pi D_i L_e)^{0.6}} \quad (11)$$

$$R_3 = R_{3p} F + R_{3f} (1 - F) \quad (12)$$

$R_4$  is the resistance of the fluid in the condenser due to film condensation.  $R_4$  is calculated from Equation 13.

$$R_4 = \frac{c \dot{Q}^{0.33}}{D_i^{1.33} g^{1/3} L_c \Phi_2^{1.33}} \quad (13)$$

The Reynolds number of the thermosyphon is calculated from Equation 14. If the Re number is greater than 1300, the correction factor is used for the  $R_4$  resistance. This is shown in Equation 15.

$$Re = \frac{4 \dot{Q}}{h_f g \mu_l \pi D_i} \quad (14)$$

$$R_4 = \frac{c \dot{Q}^{0.33}}{D^{1.33} g^{0.33} L_c \Phi_2^{1.33}} [191 Re^{-0.73}] \quad (15)$$

The total maximum heat transfer rate of thermosyphon is calculated by Equation 16. The performance of thermosyphon relies on total thermal resistance and temperature difference.

$$\dot{Q} = \frac{\Delta T}{\Sigma R} \quad (16)$$

$$\Delta T = T_{so} - T_{si} - \Delta T_h \quad (17)$$

Hydrostatic pressure ( $P_p$ ) of the liquid in the evaporator of vertically positioned thermosyphon influences saturation temperature of the working fluid. The pressure at the end of evaporator is determined by Equation 18. The hydrostatic temperature ( $T_p$ ) is determined from the thermophysical properties of the working fluid according to the hydrostatic pressure. And the hydrostatic temperature difference is calculated from Equation 19 and used in Equation 17 (ESDU 81038, 2005).

$$P_p = P_v + \rho_l g L_e F \sin\beta \quad (18)$$

$$\Delta T_h = \frac{T_p - T_v}{2} F \quad (19)$$

Since the evaporator part of the thermosyphon is heated by electricity there is no convection heat transfer ( $R_1 = 0$ ). Therefore, the heat source temperature ( $T_{so}$ ) and the evaporator surface temperature ( $T_{eo}$ ) are equal to each other. The calculation of the Reynolds number of the water in the condenser outer section (in the water jacket) is given in Equation 20 (Çengel, 2011).

$$Re_{water} = \frac{V_{water} D_h}{\vartheta_{water}} \quad (20)$$

If  $Re_{water}$  is less than or equal to 2300, the flow is laminar. The Nusselt number for hydrodynamic and thermally undeveloped laminar flow is calculated from Equation 21 (Genceli, 2010).

$$Nu_{water} = 3.66 + \frac{0.0668 \left(\frac{D_h}{L_c}\right) Re_{water} Pr_{water}}{1 + 0.04 \left(\left(\frac{D_h}{L_c}\right) Re_{water} Pr_{water}\right)^{\frac{2}{3}}} \quad (21)$$

After the  $Nu_{water}$  number is determined, the convection heat transfer coefficient of the jacket ( $h_{co}$ ) for the water is calculated by Equation 22. Then, the thermal resistance of the outside of the condenser ( $R_6$ ) can be found (Çengel, 2011).

$$Nu_{water} = \frac{h_{co} D_h}{k_{water}} \quad (22)$$

Properties and variables of the thermosyphon are given in Table 2 and Table 3, respectively.

**Table 2.** Properties of the thermosyphon

Thermosyphon material	Stainless steel
Adiabatic section length, $L_a$	0.1 m
Evaporator section length, $L_e$	2 m
Condenser section length, $L_c$	1m
External diameter of the thermosyphon, $D_o$	25 mm
Thickness of the thermosyphon, $t_x$	2 mm
The jacket's inlet diameter, $D_c$	35 mm
Cooling water flow rate, $\dot{V}$	20 lt/h
Water inlet temperature to the jacket, $T_{water,in}$	15 °C

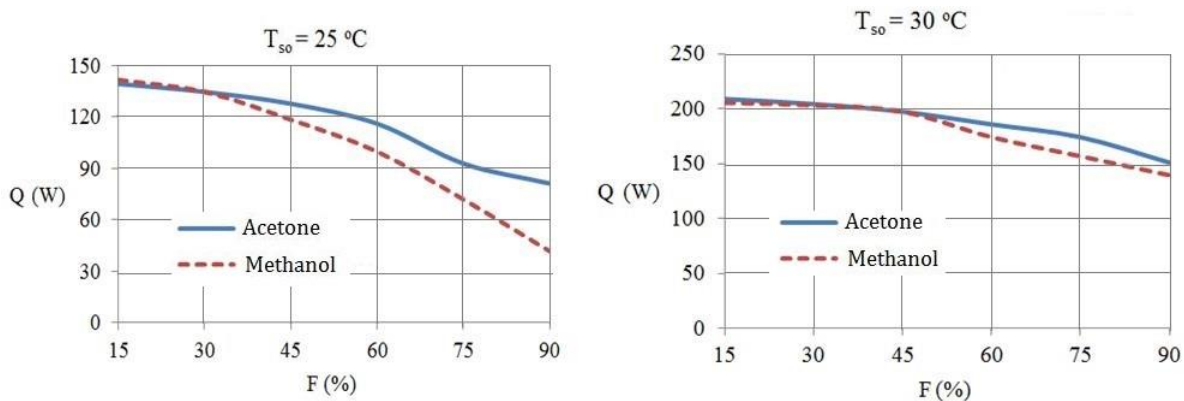
**Table 3.** Variables of the thermosyphon

Working fluids	Acetone, Methanol
Heat source temperatures (°C)	25, 30, 50
Filling rate (%)	15, 30, 45, 60, 75, 90

### 3. RESULTS

The thermal performance of the thermosyphon that uses acetone or methanol as working fluid, at different charge rates and different heat source temperatures is presented in Figure 3 and Table 4.

As shown in Figure 3 and Table 4, when the heat source temperature is 25 °C, acetone and methanol transferred approximately the same amount of heat at low fluid charges. However, as the fluid charge rate increases, the heat transfer rate of both fluids reduces. In addition, the thermosyphon containing methanol transfers less heat than the thermosyphon containing acetone at high fluid charge rates. As the heat source temperature goes up to 30 °C, thermosyphon with acetone and methanol fluids transfer nearly the same amount of heat at low fluid charge rates (up to 50%). But at higher charge rates the amount of heat carried by both thermosyphon is reduced. The thermosyphon using acetone as working fluid performs better than the thermosyphon using methanol at higher charge rates.



**Figure 3.** Effect of fluid charge rate on thermosyphon performance

**Table 4.** Effect of the fluid charge rate on the performance of the thermosyphon

Heat source temperature	Working fluid	Heat flux of thermosyphon (W)					
		%15	%30	%45	%60	%75	%90
25 °C	Acetone	139	134	127	116	92	81
25 °C	Methanol	141	134	118	99	71	41
30 °C	Acetone	208	204	197	185	174	150
30 °C	Methanol	205	203	197	174	156	139

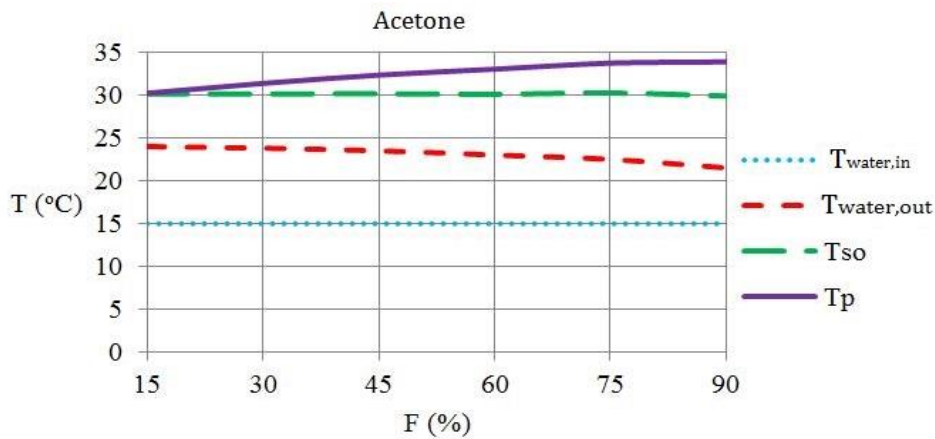
**Table 5.** Saturation temperature of the working fluid at the different fluid charge rates

Heat source temperature	Working Fluid	Saturation temperature of working fluid (°C)					
		%15	%30	%45	%60	%75	%90
30 °C	Acetone	30.21	31.35	32.32	33.01	33.71	33.84
30 °C	Methanol	30.35	32.26	33.84	34.55	35.56	36.56

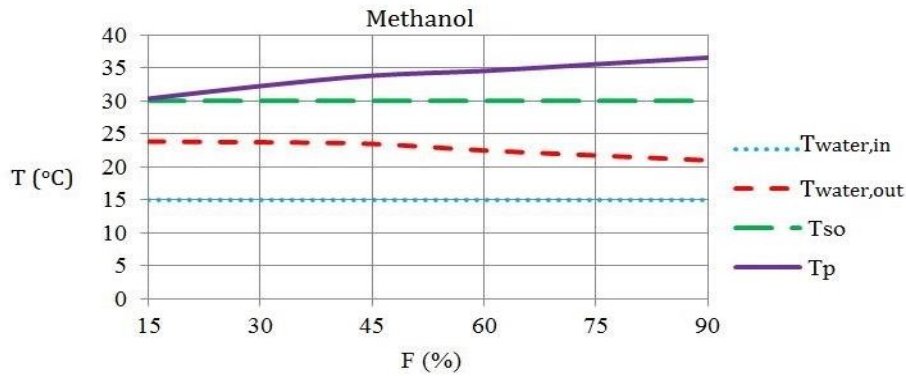
**Table 6.** Water outlet temperature from the condenser jacket at the different fluid charge rates

Heat source temperature	Working Fluid	Water outlet temperature (°C)					
		%15	%30	%45	%60	%75	%90
30 °C	Acetone	24.00	23.80	23.50	23.00	22.50	21.50
30 °C	Methanol	23.85	23.75	23.50	22.50	21.75	21.00

As the fluid charge rate increase, the hydrostatic pressure goes up along with the saturation temperature of the fluid (Figure 4, Figure 5 and Table 5). If the saturation temperature of the fluid at the evaporator is higher than the heat source temperature, the heat pipe does not work. Because the heat source temperature is not enough to vaporize the working fluid inside the evaporator. The fluid charge rate, especially at low heat source temperatures, is an important factor affecting the operation of the thermosyphon.



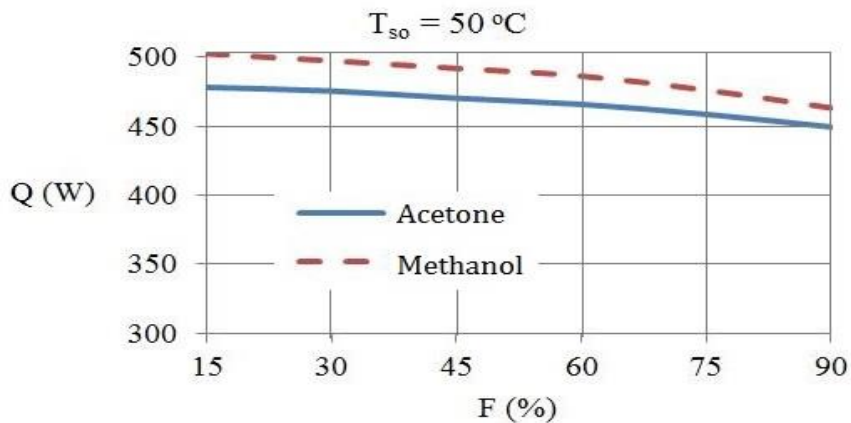
**Figure 4.** Influence of the fluid charge rate on T<sub>water,out</sub> and T<sub>p</sub>



**Figure 5.** Influence of the fluid charge rate on  $T_{\text{water,out}}$  and  $T_p$

It is seen that the saturation temperature of methanol is higher than that of acetone as shown in Table 5. Therefore, at lower heat source temperatures, the thermosyphon containing acetone performs better than the thermosyphon containing methanol (Table 4 and Table 5).

At higher heat source temperatures, methanol performed better than acetone (Figure 6 and Table 7). At high heat source temperature, the effect of the fluid charge rate on the thermal performance of the thermosyphon is less than the effect at low heat source temperature (Figure 3 and Figure 6).



**Figure 6.** Effect of the fluid charge rate on thermosyphon performance

As can be seen in Figure 7, the water outlet temperature does not change much as the fluid charge rate increases. In addition, the saturation temperature of the fluid cannot exceed the heat source temperature. Consequently, at high heat source temperatures, the effect of the fluid charge rate is small. A similar situation can be seen in Figure 8 for methanol.

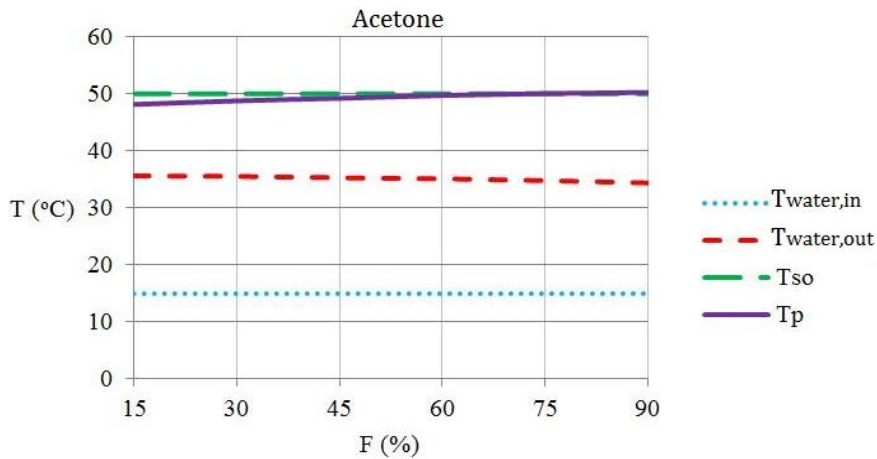


Figure 7. Influence of the fluid charge rate on  $T_{water,out}$  and  $T_p$

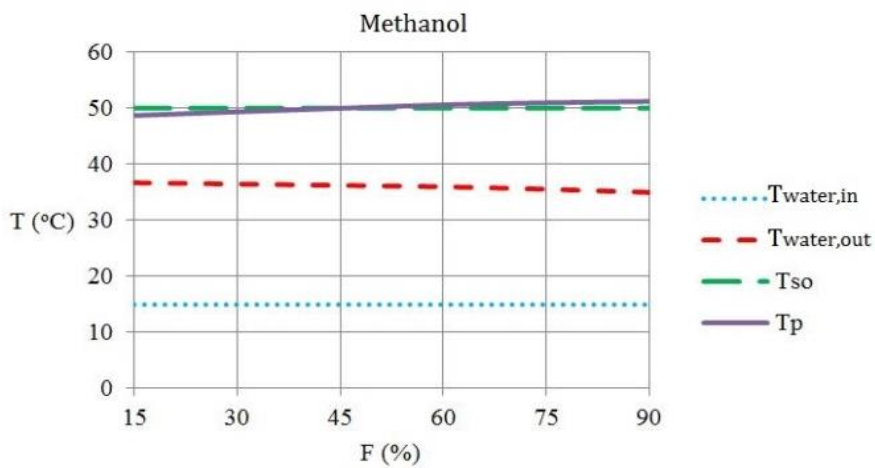


Figure 8. Influence of the fluid charge rate on  $T_{water,out}$  and  $T_p$

Table 7. Effect of the fluid charge rate on the thermal performance of the thermosyphon

Heat source temperature	Working fluids	Heat flux of thermosyphon (W)					
		%15	%30	%45	%60	%75	%90
50 °C	Acetone	478	476	471	466	459	450
50 °C	Methanol	502	497	492	486	476	463

Table 8. Water outlet temperature at different working fluid charge rates charge

Heat source temperature	Working Fluid	Water outlet temperature (°C)					
		%15	%30	%45	%60	%75	%90
50 °C	Acetone	35.64	35.53	35.31	35.11	34.80	34.40
50 °C	Methanol	36.70	36.48	36.24	36.00	35.56	35.00



#### 4. CONCLUSIONS

Consequently, the fluid charge rate for both fluids was found to be detrimental to the performance of the thermosyphon. Fluid's fill rate is more influential on the thermal performance of the thermosyphon, especially at low temperatures. The reason for this is that the saturation temperature of the fluid rises above the heat source temperature. In this study, it was investigated how the thermal performance of the thermosyphon with acetone or methanol changes at different fluid charge rates at low and high heat source temperatures. The thermosyphon containing acetone at lower heat source temperatures perform better than the thermosyphon containing methanol. Thermosyphon containing methanol performed better than thermosyphon containing acetone at high heat source temperatures.

#### DECLARATION

This study is an extension of "Investigating the Effect of Fluid Charging Rate on the Thermal Performance of Two-Phase Closed Thermosyphon" presented in the 1st International Advanced Research and Engineering Congress 2017 (IAREC 2017).

#### NOMENCLATURE

A	Cross-sectional area of the thermosyphon, [m <sup>2</sup> ]
C	Equation constant, [-]
C <sub>pl</sub>	Liquid evaporation latent heat, [J/kg K]
D <sub>c</sub>	Heat exchanger diameter in condenser, [m]
D <sub>h</sub>	Hydraulic diameter, [m]
D <sub>i</sub>	Inner diameter of the thermosyphon, [m]
D <sub>o</sub>	Thermosyphon's outer diameter, [m]
F	Filling rate, [%]
g	Gravity acceleration, [m/s <sup>2</sup> ]
h <sub>co</sub>	Heat transfer coefficient of condenser exterior surface, [W/m <sup>2</sup> K]
h <sub>eo</sub>	Heat transfer coefficient of evaporator exterior surface [W/m <sup>2</sup> K]

$h_{fg}$	Specific latent heat of vaporization, [J/kg]
$k_{\text{water}}$	The thermal conductivity of water, [W/mK]
$L_a$	Adiabatic section length, [m]
$L_c$	Condenser length, [m]
$L_e$	Evaporator length, [m]
$Nu_{\text{water}}$	Nusselt number of water, [-]
$P_a$	Atmospheric pressure, [Pa]
$P_p$	Hydrostatic pressure, [Pa]
$Pr_{\text{water}}$	Prandl number of water, [-]
$P_v$	Steam pressure, [Pa]
$Q$	Heat flux, [W]
$Re$	Reynolds number for thermosyphon, [-]
$Re_{\text{water}}$	Reynolds number of water, [-]
$S_{co}$	Condenser outer surface area, [m <sup>2</sup> ]
$S_{eo}$	Evaporator outer surface area, [m <sup>2</sup> ]
$T_{co}$	Condenser outer surface temperature, [°C]
$T_{eo}$	Evaporator outer temperature, [°C]
$T_{si}$	Heat sink temperature, [°C]
$T_{so}$	Heat source temperature, [°C]
$T_p$	Saturation temperature, [°C]
$T_v$	Steam temperature, [°C]
$T_{\text{water,in}}$	Water inlet temperature, [°C]
$T_{\text{water,out}}$	Water out temperature [°C]

$t_x$	Wall thickness of the thermosyphon material, [m]
$V$	Volumetric flow rate, [lt/h]
$V_1$	Volume of fluid, [m <sup>3</sup> ]
$V_{\text{water}}$	Velocity of water, [m/s]
$\beta$	Angle of the heat pipe with horizontal plane, [°]
$\mu_l$	Liquid dynamic viscosity, [N s/m <sup>2</sup> ]
$\Delta T_h$	Hydrostatic temperature difference, [°C]
$\rho_l$	Liquid density, [kg/m <sup>3</sup> ]
$\rho_v$	Steam density, [kg/m <sup>3</sup> ]
$\lambda_l$	Liquid thermal conductivity, [W/m K]
$\lambda_x$	Heat pipe material thermal conductivity, [W/mK]
$\sigma$	Surface tension, [N/m]
$\Phi$	Merit number, [-]
$\vartheta_{\text{water}}$	Kinematic viscosity of water, [m <sup>2</sup> /s]

## REFERENCES / KAYNAKLAR

- Bezrodnyı, M. K. & Alekseenko, D. B. (1977). Investigation of The Critical Region of Heat and Mass Transfer in Low-Temperature Wickless Heat Pipes. *High Temperature*, 15, 309-313.
- Çengel, Y. A. (2011). *Isı ve Kütle Transferi*. Güven Kitabevi, 879s, İzmir.
- ESDU 80017 (2005). *Thermophysical Properties of Heat Pipe Working Fluids: Operating Range between 60 °C and 300 °C*. ESDU, 2005-2. London.
- ESDU 81038. (2005). *Heat Pipes Performance of Two-Phase Closed Thermosyphons*. ESDU, 2005-2, London.
- Faghri A. (1995). *Heat Pipe Science and Technology*. Taylor and Francis, 874p. London.
- Genceli, F. O. (2010). *Isı Değiştiricileri*. Birsen yayınevi, 421s, İstanbul.
- Joudi, K. & Witvit, A. (1993). Improvements of Gravity Assisted Wickless Heat Pipes. *Energy Conversion Management*, 41, 2041–2061.

Nguyen-chi, H. & Groll, M. (1981). Entrainment or Flooding Limit in a Closed Two-Phase Thermosyphon. Advances in Heat Pipe Technology: IV International Heat Pipe Conference, London, September 1981. Pergamon Press, Oxford, 1982.

Özsoy, A. (2005). Isıtma Sistemlerinden Isı Geri Kazanımında Isı Boruların Uygulanabilirliği, Ekserji ve Ekonomik Analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 109s, Isparta.

Peterson G.P. (1994). An Introduction to Heat Pipes Modeling, Testing and Applications. John Wiley and Sons, 356p. New York.

Reay, D. & Kew, P. (2006). Heat Pipes Theory, Design and Applications. Butterworth Heinemann, 367, Oxford.

Şimşak, O. (2009). Isı Geri Kazanım Amaçlı Isı Borusu Performansının Deneysel Olarak İncelenmesi. Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 59s. Karabük.



## Lpg (R1270-Propilen) Soğutucu Akışkan Kullanılan Buhar Sıkıştırma Soğutma Sisteminin Enerji Analizi

Bayram KILIÇ<sup>1\*</sup>, Emre ARABACI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dr. Öğr. Üyesi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Emin Gülmez T.B.M.Y.O.,  
Motorlu Taşıtlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü, orcid id: 0000-0002-8577-1845

<sup>2</sup>Dr. Öğr. Üyesi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Emin Gülmez T.B.M.Y.O.,  
Motorlu Taşıtlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü, orcid id: 0000-0002-6219-7246

Geliş Tarihi/Received: 26.07.2018

Kabul Tarihi/Accepted: 17.08.2018

Araştırma Makalesi/Research Article

### ÖZET

Bu çalışmada, hidrokarbon soğutucu akışkanlardan biri olan LPG (R1270-Propilen) kullanılan buhar sıkıştırma soğutma sisteminin enerji analizi yapılmıştır. Hesaplamalar için Coolpack programı kullanılmıştır. LPG'nin (R1270-Propilen) farklı çalışma şartları için sistem performansına olan etkileri incelenmiştir. Evaporatör sıcaklığı değişimine bağlı olarak yapılan analizde çevrimin en yüksek COP değeri olan 8.65 değerine  $-1^{\circ}\text{C}$  evaporatör sıcaklığı,  $25^{\circ}\text{C}$  kondenser sıcaklığı olan çalışma şartında ulaşılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Buhar Sıkıştırma Soğutma, COP, Enerji analizi, LPG, Propilen.

## Energy Analysis of Vapor Compression Refrigeration System Using Lpg (R1270-Propylene) As Refrigerant

### ABSTRACT

In this study, energy analysis of the vapor compression refrigeration system using LPG (R1270-Propylene), one of the hydrocarbon refrigerants, was performed. Coolpack program is used for calculations. The effects of LPG (R1270-Propylene) on system performance for different operating conditions are examined. In the analysis based on the evaporator temperature change, the highest COP value of the cycle is 8.65 for  $-1^{\circ}\text{C}$  evaporator temperature,  $25^{\circ}\text{C}$  condenser temperature.

**Keywords:** Vapor Compression Refrigeration, COP, Energy Analysis, LPG, Propylene.

## **1. GİRİŞ**

Düşük sıcaklıktaki bir ortamdan ısı çekerek daha yüksek sıcaklıktaki bir ortama ısı atma işlemini yapan sistemler soğutma sistemi olarak isimlendirilir. Bu sürecin gerçekleşebilmesi için sistemde soğutucu akışkan dolaştırılırken sisteme dışarıdan iş verilir. Bu süreçler sırasında soğutucu akışkan, sistem elemanlarında faz değişimine uğrar. Tüm bu süreçler çevrim olarak bilinir (Sincar, 1999).

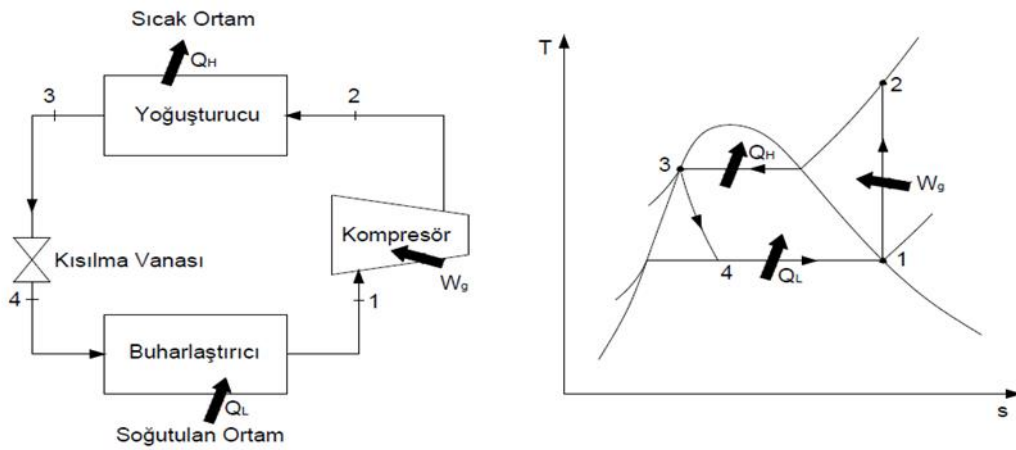
Hidrokarbonlar doğal soğutucu gazlar olarak isimlendirilirler bunun nedeni kullanımları sonucu tekrar topraktaki madde döngüsünde ortaya çıkarlar. Yani doğalgaz üretiminin ya da petrol rafineri işleminin yan ürünü olarak ortaya çıkarlar. Hidrokarbonlar ilk kez 1920 yıllarında soğutucu akışkan olarak kullanılmaya başlanmıştır fakat bir süre sonra yerlerini halojenli ve florlu hidrokarbonlara bırakmışlardır. Halojenli ve florlu hidrokarbon akışkanların kısa zaman içerisinde kullanımının terk edileceğinden dolayı bu tip soğutucu akışkanlar soğutma sistemleri için önemli bir alternatif oluşturmaktadır. En Önemli Hidrokarbonlar n-bütan, iso-bütan, propan, propilen, etan, etilendir. Hidrokarbonlar ozon tabakasına zarar vermeyen ve geleneksel soğutucu akışkanlarla karşılaştırıldıklarında küresel ısınma potansiyelleri yok denebilecek kadar azdır. Ayrıca hidrokarbon akışkan kullanılan soğutma sistemleri işletim maliyetleri açısından önemli avantajlara sahiptir. Soğutma sistemindeki akışkan kaçaklarının tamamlanmasında sırasında düşük maliyet ve düşük enerji tüketimi sağlamaktadırlar. Bu akışkanlar günümüzde soğutma sistemleri, meşrubat dolapları, derin dondurucular ve ısı pompaları gibi uygulamalarda kullanılmaktadırlar. Geleneksel soğutucu akışkanların kullanıldığı soğutma sistemlerinin performans analizleri üzerine birçok araştırma yapılmıştır. Aprea ve Renno (2004) R22 soğutucu akışkan kullanılan soğuk hava deposu soğutma sistemi ile R417a kullanılan deneysel bir buhar sıkıştırırmalı soğutma sisteminin performansını karşılaştırmışlardır. Kabul vd. (2008) R600a kullanılan ısı değiştiricili buhar sıkıştırırmalı soğutma sisteminin enerji ve ekserji analizlerini çalışmışlardır. Çalışmalarının sonucunda soğutma sistemin her bir bileşeni için enerji ve ekserji akışını ve tersinmezlik değerlerini belirlemişlerdir. Arora ve Kaushik (2008) gerçek bir buhar sıkıştırırmalı soğutma sisteminin ekserji analizini yapmışlardır. R502, R404a ve R507a soğutucu akışkanları için sistem performansı analizi, ekserji yıkımı ve ekserji verimini çalıştırmışlardır.

Yapılan çalışmalara ek olarak bu çalışmada, farklı yoğuşturucu ve buharlaştırıcı sıcaklıkları için LPG (R1270-Propilen) soğutucu akışkanı kullanılan buhar sıkıştırırmalı

soğutma sisteminin performans değerleri belirlenmiştir. Hesaplamalar Coolpack bilgisayar programı ile gerçekleştirilmiştir.

## 2. ÇEVİRİM AÇIKLAMASI

Birinci durumda doymuş buhar halindeki LPG (R1270-Propilen) soğutucu akışkan kompresör tarafından sıkıştırılır. İkinci durumda yüksek sıcaklık ve basınçtaki LPG (R1270-Propilen) soğutucu akışkan kızgın buhar olarak yoğuşturucuya girer. Üçüncü durumda sıcaklığını çevreye atarak doymuş sıvı haline gelen LPG (R1270-Propilen) yoğuşturucudan ayrılarak kısılma vanasına girer. Son olarak düşük basınçtaki akışkan sıvı+buhar fazda buharlaştırıcıya girerek çevrimi tamamlar. Çevrimin sıcaklık-entropi diyagramı Şekil 1’de gösterilmektedir.



Şekil 1. Buhar sıkıştırımlı soğutma çevriminin şematik gösterimi ve çevrimin sıcaklık-entropi diyagramı

Bu çalışmada kullanılan LPG’nin (R1270-Propilen) yüksek enerjiye sahip ve oldukça iyi termodinamik özelliklere sahiptir. Ticari soğutucularda, soğutma kabinlerinde, endüstriyel soğutma sistemlerinde, buzdolaplarında, havalandırma ve soğutma sistemlerinde kullanılmaktadır. Tablo 1’de LPG’nin (R1270-Propilen) bazı genel özelliklerini verilmiştir.

Tablo 1. LPG’nin (R1270-Propilen) genel özellikleri

Soğutucu akışkan	LPG (R1270-Propilen)
Kimyasal formülü	$C_3H_6$
Moleküler ağırlık, (g/mol)	42.081
Kaynama noktası at 1 atm, ( $^{\circ}C$ )	-47.690
Kritik sıcaklık, ( $^{\circ}C$ )	-92.420

Kritik yoğunluk, kg/m <sup>3</sup>	223.39
Kritik basınç, (kPa)	4664.6
Ozon delme potansiyeli (ODP)	0
Küresel ısınma potansiyeli (KIP)	<1

### 3. ENERJİ ANALİZİ

Buhar sıkıştırımlı soğutma sisteminin enerji analizi için yapılan hesaplamalardaki kabuller aşağıda verilmiştir;

- Tüm bileşenler kararlı durumda çalışmaktadır.
- Çevrimi oluşturan elemanlardaki kinetik ve potansiyel enerjilerdeki değişimler ihmal edilmiştir.
- Sistemin soğutma kapasitesi,  $Q_E = 1$  kW dır ve sabittir.
- Kompresörün izentropik verimi,  $\eta_{komp} = \%100$ 'dür.

LPG (R1270-Propilen) kullanılan buhar sıkıştırımlı soğutma çevriminin enerji analizi yapılmıştır. Termodinamiğin birinci kanununa göre soğutma sisteminin soğutma kapasitesi aşağıdaki gibi belirlenir (Çengel ve Boles, 1994);

$$\dot{Q}_E = \dot{m}_R (h_1 - h_4) \quad (1)$$

Yoğuşturucudaki ısı transfer miktarı aşağıdaki gibi hesaplanabilir;

$$\dot{Q}_C = \dot{m}_R (h_2 - h_3) \quad (2)$$

Kompresörünün çalışma yükü aşağıdaki eşitlikten hesaplanabilir;

$$\dot{W}_{Net} = \dot{m}_R (h_2 - h_1) \quad (3)$$

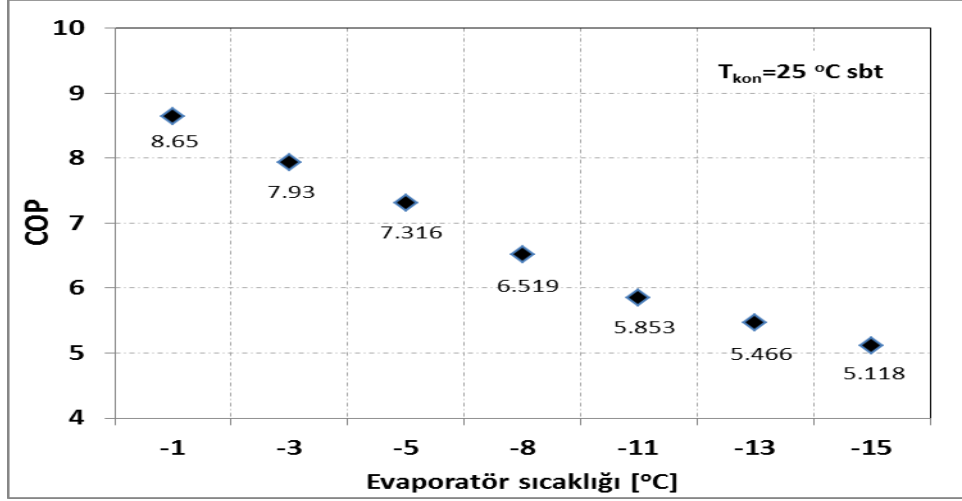
Soğutma sisteminin soğutma performans katsayısı (COP), net soğutma etkisinin kompresör çalışma yüküne oranı olarak tanımlanır ve aşağıdaki gibi hesaplanabilir (Çengel ve Boles, 1994);

$$COP = \frac{\dot{Q}_E}{\dot{W}_{Net}} \quad (4)$$



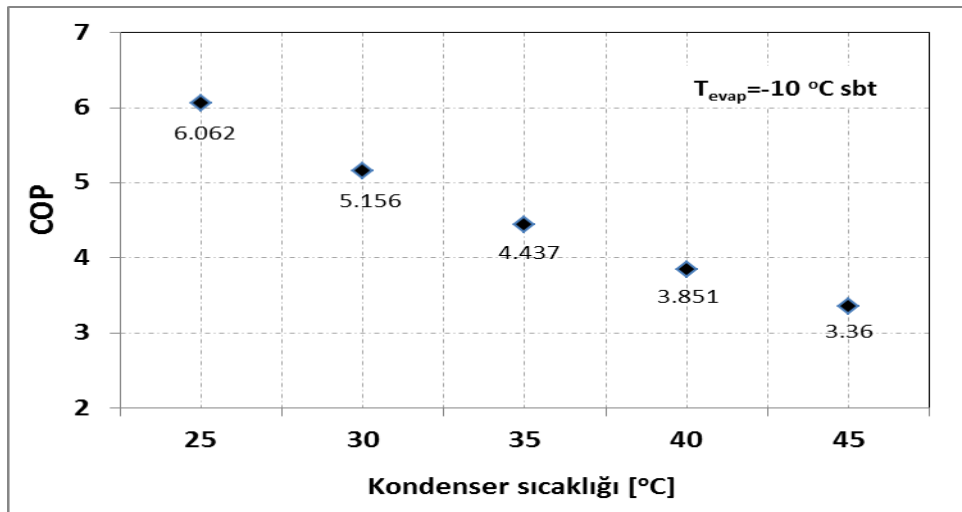
#### 4. BULGULAR

Buhar sıkıştırımlı soğutma sisteminin soğutma performans katsayısı evaporatör sıcaklığı değişime bağlı olarak hesaplanmış ve Şekil 2’de verilmiştir. Çevrimde kondenser sıcaklığı 25°C’de sabit tutulmuş ve evaporatör sıcaklığı değiştirilmiştir. Evaporatör sıcaklığı değişimine bağlı olarak yapılan analizde çevrimin en yüksek COP değeri olan 8.65 değerine -1°C evaporatör sıcaklığı, 25°C kondenser sıcaklığı olan çalışma şartında ulaşılmıştır.



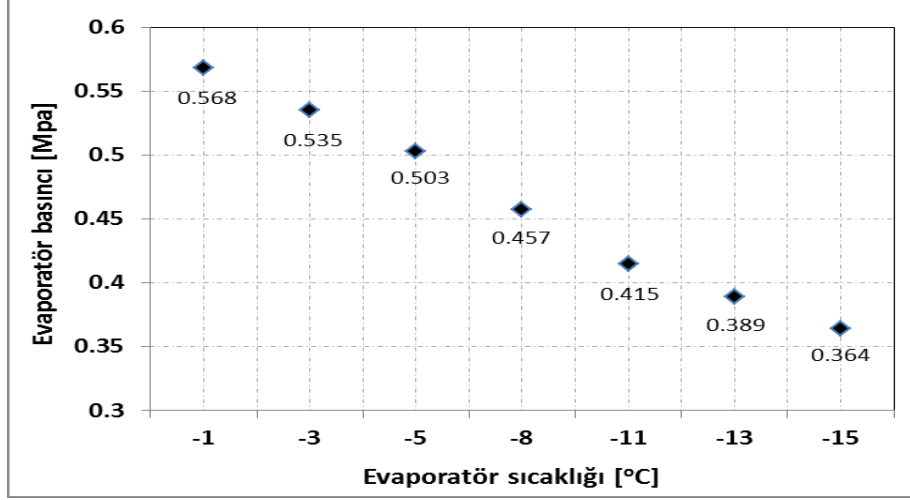
Şekil 2. Evaporatör sıcaklığı ile soğutma performans katsayısının değişimi

Analizi yapılan soğutma sisteminin soğutma performans katsayısı kondenser sıcaklığı değişime bağlı olarak hesaplanmış ve Şekil 3.’de verilmiştir. Çevrimde evaporatör sıcaklığı -10°C’de sabit tutulmuş ve kondenser sıcaklığı değiştirilmiştir. Kondenser sıcaklığı değişimine bağlı olarak yapılan analizde çevrimin en yüksek COP değeri olan 6.062 değerine -10°C evaporatör sıcaklığı, 25°C kondenser sıcaklığı olan çalışma şartında ulaşılmıştır.



Şekil 3. Kondenser sıcaklığı ile soğutma performans katsayısının değişimi

Buhar sıkıştırırmalı soğutma sisteminin evaporatör sıcaklığı ile evaporatör basıncı değişimi hesaplanarak Şekil 4’de verilmiştir. Çevrimde evaporatör sıcaklığı değiştirilerek evaporatör basıncı belirlenmiştir. Evaporatör basıncının, sıcaklığının artmasıyla yükseldiği görülmektedir. Yapılan analizde en yüksek evaporasyon basıncına  $-1^{\circ}\text{C}$  evaporatör sıcaklığında 0.568 MPa olarak ulaşılmıştır.



Şekil 4. Evaporatör sıcaklığı ile evaporatör basıncının değişimi

## 5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, hidrokarbon soğutucu akışkanlardan biri olan LPG (R1270-Propilen) kullanılan buhar sıkıştırırmalı soğutma sisteminin enerji analizi yapılmıştır. LPG’nin (R1270-Propilen) farklı çalışma şartları için sistem performansına olan etkileri incelenmiştir. Analizi yapılan çalışma şartları için buharlaştırıcı sıcaklığı arttığı zaman COP’nin arttığı, yoğuşurucu sıcaklığı arttığı zaman ise COP ‘nin azaldığı görülmüştür. Evaporatör sıcaklığı değişimine bağlı olarak yapılan analizde çevrimin en yüksek COP değeri olan 8.65 değerine  $-1^{\circ}\text{C}$  evaporatör sıcaklığı,  $25^{\circ}\text{C}$  kondenser sıcaklığı olan çalışma şartında ulaşılmıştır. Dolayısıyla LPG (R1270-Propilen) kullanılan buhar sıkıştırırmalı soğutma sisteminden daha yüksek verim alabilmek için sistemin analizde elde edilen çalışma şartlarında işletilmesi uygun olacaktır. Bu çalışmada kullanılan LPG (R1270-Propilen) soğutucu akışkan klor içermemesi sebebiyle sıfır ozon delme potansiyeline (ODP) sahiptir. Bu yüzden bu tür çevrimler için oldukça iyi bir alternatif soğutucu akışkandır ve kullanımını artırılmalıdır.

## REFERENCES / KAYNAKLAR

Apra, C. & Renno, C. (2004). Experimental Comparison of R22 with R417A Performance in A Vapour Compression Refrigeration Plant Subjected to A Cold Store. *Energy Conversion and Management*, (45),1807-1819.

Arora, A. & Kaushik, S.C. (2008). Theoretical Analysis of A Vapour Compression Refrigeration System with R502, R404A and R507A. *International Journal of Refrigeration*, (31), 998-1005.

Çengel, A.Y. & Boles, A.M. (1994). *Thermodynamics: An Engineering Approach*. McGraw-Hill, New York, A.B.D.

Kabul, A. Kızılkın, O. & Yakut, A.K. (2008). Performance and Exergetic Analysis of Vapor Compression Refrigeration System with An Internal Heat Exchanger Using A Hydrocarbon, Isobutane (R600a). *International Journal of Energy Research*, (32), 824-836.

Sincar, S. (1999). R134a Soğutucu Akışkan ile Çalışan Ticari Soğutucu Tasarımı, İmalatı ve Performans Deneyleri. Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde.



## İhracatın Finansmanında Şer’i Kurallara Uygun Alternatif Yaklaşım; Türkiye Örneği

Serdar KUZU<sup>1\*</sup>, Hakan BEROĞLU<sup>2</sup>, Halil ARSLAN<sup>3</sup>, Temur KAYHAN<sup>4</sup>, Seyit Ali EREN<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Üniversitesi, Muhasebe ve Vergi Bölümü, orcid id: 0000-0001-8178-8749

<sup>2</sup>Dr., Investrade Portföy Yönetimi A.Ş., orcid id: 0000-0002-7231-3503

<sup>3</sup>Dr., İstanbul Şehir Üniversitesi, İşletme Fakültesi, orcid id: 0000-0003-0853-0244

<sup>4</sup>Dr., İstanbul Şehir Üniversitesi, İşletme Fakültesi, orcid id: 0000-0003-3738-2025

<sup>5</sup>Öğr. Gör., İstanbul Üniversitesi, İşletme Yönetimi Bölümü, orcid id: 0000-0001-5707-5941

Geliş Tarihi/Received: 08.08.2018

Kabul Tarihi/Accepted: 17.09.2018

Araştırma Makalesi/Research Article

### ÖZET

Türkiye ekonomi modelinin önümüzde yıllarda yapılacak reformlarla ihracat odaklı büyümeye yakınsayacağı aşikardır. Bu yapılmadığı takdirde cari açığın yarattığı risklerle dalgalı ekonomi süreci devam edecektir. Çalışmamızın odak noktası söz konusu planın bir parçası olarak büyüme potansiyeli olan ancak hem Banka hem de Eximbank'ta limiti dolmuş şirketler için borçlanmadan ve bankacılığı aradan çıkartarak ihracat finansmanın nasıl sağlanacağı üzerindedir. Ayrıca sukuk modelinde Türkiye’de sınırlı sayıda ve ortalama 5 yıl vadede olan dolar sukukları için miktarı önemli oranda arttığı gözlemlenmektedir. Bununla birlikte ürünün banka modelini Ortadoğu’da kullanan yatırımcılar için sukuk modeli ile menkul kıymetleştirme sağlanmaktadır. Ülkemizde SPK kontrolü altında yapılacak ihraç, güveni artıracığı gibi menkul kıymetleştirme vade öncesi çıkışı beraberinde getirecektir. Ürünün alacak sigortalı olması da ikincil piyasada likiditeyi artıracaktır. Bunun sonucunda geleneksel anlamda Ortadoğu’da ürünü kullanan yatırımcılar için sukuk modeli daha cazip olacak ve Türkiye’ye körfez sermayesinin akışını artıracaktır.

**Anahtar kelimeler:** Sukuk, İhracat, Ticaretin Finansmanı, Yatırımcılar, Körfez Sermayesi.

## **Alternative Approach to Shar'i Rules in Export Financing; The Case of Turkey**

### **ABSTRACT**

It is obvious that the model of Turkey's economy will be closer to export oriented functioning structure with the help of coming structural reforms. If this is not done, the fluctuating economy process will continue with the risks created by the current account deficit. The focus of our work is on how to provide export financing for the companies that have the potential of growth but do not have ability to raise funds from both the conventional, participation banks and the Eximbank. Also it is almost certain that the sukuk model which we have constructed for export financing will increase the issued amount of USD based lease certificates and will allow the maturities to be shorter than usual. Thus, securitization is provided by the sukuk model for investors who use the product bank model in the Middle East. The fact that the product is insured will increase the liquidity in the secondary market. As a result, in the traditional sense sukuk model for investors using the product will be more attractive in the Middle East and the Gulf region and this attraction will increase the flow of capital to Turkey.

**Keywords:** Sukuk, Export, Trade Finance, Investors, Gulf Capital.

### **1. GİRİŞ**

Son dönemde Türkiye'nin büyüme modelinin ihracattan ziyade iç tüketime dayanması önemli eleştiri alan bir konu haline gelmiştir. Bu durum ihracata dayalı büyüme modellerinin incelenmesini beraberinde getirmektedir. Dünyada artan faizler ve bankalarda likiditenin azalması ise ihracat finansmanının önünü tıkayan yeni değişkenler olarak karşımıza çıkmaktadır. Büyüme potansiyeli bulunan ancak banka limiti dolmuş ya da bankalarda likidite azaldığı için işletme sermayesi anlamında fon bulamadığı için büyüme potansiyeli azalmış ihracat firmalarının finansmanı ön plana çıkmaktadır.

İhracat odaklı ticaretin finansmanı için literatürde farklı uygulamalar görülmüştür. Akreditif bunlardan en yaygın olanıdır. Makalede anlatılan 2 adımlı mudaraba modeli ise akreditife bir alternatif olacaktır. Model firmaların bankalardaki limitini aşındırmadan ihracatın finansmanını sağlamaktadır. Ayrıca modelin ikinci kurgusu olan sukuk senaryosunda ise model menkul kıymetleşmekte ve bankacılık modeline göre daha likit bir alternatif oluşturmaktadır. İkinci model sadece ihracat finansmanı sağlamamakta ayrıca

Ortadoğu'da yaygın bir şekilde kullanılan ancak menkul kıymetleşmediği için likit olmayan bankacılık kurgusuna göre daha likit bir senaryo olduğu için Ortadoğu'da ürün için gerçekleştirilen yatırımların da Türkiye'ye akmasını beraberinde getirebilir.

Kurguladığımız model, hem pratikte uygulanabilir olması hem de ihracata dayalı büyümeyi teşvik etmesiyle mevcut büyüme modelinden kaynaklanan problemlere çözümler sunmaktadır. Bununla birlikte körfezdeki sermayenin döviz ihtiyacının arttığı bir dönemde Türkiye'ye gelmesini de beraberinde getirebilir. Çalışmamız literatürdeki birçok uygulamaya göre daha pratik öneriler sağlayacaktır. Akademik ve teorik bir çalışma olarak kalmaktan ziyade resmi otorite ve işleticilere önemli çıkış noktaları sunmaktadır. Makalenin hazırlanmasında sadece literatür taraması yapılmamış, yurtdışı yatırımcılar, Türkiye'deki katılım bankaları, modeli işletebilecek işletmeciler ve Eximbank ile görüşmeler yapılmıştır. Makalemizin ikinci bölümünde literatürdeki çalışmalar incelenecek; üçüncü bölümünde modelin kurgusu anlatılacak, son bölümde ise modelin kolaylıkları ve karşılaşılabileceği zorluklar sıralanacaktır.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Günümüz dünyasında ülkelerin en önemli hedefleri arasında istikrarlı bir büyüme, düşük işsizlik oranları, yüksek refah seviyesi, öngörülebilir ve volatilitesi düşük fiyat seviyeleri bulunmaktadır. Bu hedeflere ulaşılabilmesi için ülkelerin ekonomi bakanlıkları ülkenin bulunduğu ekonomik koşullara göre mali politikalar geliştirirken merkez bankaları ise para politikaları ile ekonomiye yön vermeye çalışmakta ve volatilitiyi azaltıp öngörülebilirliği artırmaya çalışmaktadırlar.

Ekonomilerin büyümesi ve düşük işsizlik rakamları gibi hedeflere ulaşılması karşısındaki en önemli engellerden biri şirketlerin fon kaynaklarına yeterince ulaşıp ulaşamadığı sorunudur. Nitekim 2008 global krizinde var olan finansal risklerin şirketlere hatta ülkelere nasıl dağıldığı tam olarak tespit edilememesi ve Fannie Mae ve Freddie Mac gibi mortgage şirketlerinin iflas etmesi ile artan tedirginlik ve stress kredi mekanizmasını sekteye uğratmıştır. Kredi mekanizmalarının bozulması şirketlerin fon kaynaklarına ulaşmasını engellemiş ve dolayısıyla üretim ve tüketim azalıp işsizlik önemli oranda artış kaydetmiştir.

2008 global finansal krizinin gerçekleşmesine sebep olan faktörlerden iki tanesi bankaların genellikle değişken getiri oranına sahip ipotekli mortgage kredilerini normalde

krediyi geri ödemesi mümkün olmayabilecek riskli kategorideki müşterilere vermesi ve bu kredileri menkul kıymetleştirerek özel sektör yatırımcılarına satmaları olarak gösterilebilir. (Abdul Aziz & Gintzburger, 2009, s. 270-278). Mortgage kredilerinin getirilerinin genellikle değişken oranlı olması söz konusu kredilerin menkul kıymetleştirilerek özel sektöre daha kolay pazarlanabilmesine olanak sağlamıştır. Pazarlanabilmesinde diğer bir etken ise bu ürünlerin menkul kıymetleştirilmesi ile ikincil piyasada işlem görebilmeleridir. İkincil piyasada işlem görebilmeleri ve olası faiz artışlarına karşı değişken oranlı getiri sunmaları nedeni ile özel sektör yatırımcıları ve özellikle de emeklilik fonları tarafından oldukça ilgi görmüşlerdir. Şer'i kanunlara göre ise ortada bir varlık olmadan alacağın menkul kıymetleştirilmesi mümkün olmadığı gibi değişken getiriye sahip finansman sağlamak ve menkul kıymetleştirilen alacak veya borçların ikincil piyasada işlem görmesi mümkün değildir. Değişken getiri karşı taraf için negatif anlamda belirsizlik taşıması nedeniyle şeri kurallara uygun değildir ve bu olumsuz belirsizlik durumu “Garar” olarak adlandırılmaktadır. Alacakların ya da borçların menkul kıymetleştirilerek satılması ise Arapça’da “Bai Al Dayn” olarak ifade edilmekle birlikte bunların ikincil piyasada işlem görmesi mümkün değildir. Bu ve benzeri prensiplerinden dolayı İslami finansın 2008 benzeri finansal krizlere karşı doğal bir izolasyona ve bağışıklık mekanizmasına sahip olduğuna inanılmaktadır. Bununla birlikte globalleşmenin etkisi ile İslam ülkeleri kendilerini global finansal krizin etkilerinden kurtaramamışlardır (Singh, 2009).

Konvansiyonel finansman yöntemleri ile ticaretin ya da yatırımın finansmanı sağlanabilmektedir. Söz konusu finansman sağlanırken krediyi sağlayan kurumlar ile borç alan kurumlar arasında bir borç alacak ilişkisi doğmakta ve bu ilişkinin sonunda ticaretin ya da yatırımın karlılık durumuna bakılmaksızın krediyi sağlayan taraf, krediyi alan taraftan finansmanın sağlanması aşamasında belirlenmiş pozitif bir getiri talep etmektedir. Bu getiri tutarı İslam bilginleri tarafından haram kabul edilmiş ve faiz yani Arapça’da “riba” olarak tanımlanmıştır (Iqbal & Tsubota, Emerging Islamic Capital Markets, 2006, s. 5-11), (Iqbal & Mirakhor, 2006), (Iqbal & Llewellyn, 2000).

İslami finansman ise konvansiyonel finansman türünden bazı noktalarda ayrılmaktadır. Ayrımı sağlayan en önemli noktalar finansman sağlayan ile finansmana ihtiyacı olan taraf arasındaki ilişkinin boyutu ve faizin finansman yapılandırmasında yapıdan tamamen çıkarılmasıdır. Faizin yapıdan çıkarılması ise finansman sağlayan tarafın riski ve getiriyi paylaşması ile sağlanmıştır. Diğer bir ifade ile finansmana konu varlık, iş ya da hizmet karlılığı ölçüsünde finansman sağlayan tarafa getiri vaat etmektedir. Aksi yani zarar

durumunda ise finansman sağlayan taraf herhangi bir getiri talep edemeyeceğini kabul etmektedir.

Ticaret ve yatırım alanlarında ihtiyacı olan kurumlara finansman sağlayabilmek adına çeşitli İslami finansal ürünler geliştirilmiştir. Bu ürünler kurgulanırken şeri kurallara aykırılık teşkil etmemesi için getiri, faizden değil riskin ve karın paylaşımından elde edilmektedir. İslami finansal ürünlerde karşı taraf için negatif anlamda bir belirsizlik oluşturabilecek ya da spekülasyon ve kumar olabilecek tüm oluşumlar yasaklanmakta ve ürünler kurgulanırken bu prensiplere uyulmaktadır. Belirsizlik kaynağı olabilecek durumlar üründen izale edilmektedir. Ayrıca İslami olarak haram kabul edilen tüm faaliyet alanları için söz konusu İslami finans ürünleri finansman sağlama anlamında kullanılmamaktadır.

İslami finans ürünlerini üç ana kategoriye ayırabiliriz; varlık tabanlı finansman, sermaye tabanlı finansman ve hizmet, iş tabanlı finansman (Gundogdu & Dogan, 2014, s. 268-285), (Abdul Aziz & Gintzburger, 2009, s. 270-278). Her bir kategoride taraflar arasındaki anlaşmanın yapısı ile finansman sağlayan taraf ile finansmana ihtiyacı olan taraf arasındaki ilişki farklılık gösterebilmektedir. Varlığa dayalı finansman türünde müşteri tarafından alınmak istenen varlık bir banka ya da finans kurumu tarafından satın alınır ve aynı anda başta anlaşılan bir kar oranı ile müşteriye satılır. Banka'nın bu işlemdeki karı alım satım fiyatı arasındaki fark kadardır ve müşteri borcun geri ödemelerini başta anlaşılan tarihlerde vadeli olarak gerçekleştirir. Bu tarz finansman yönteminde banka ile müşteri arasındaki ilişki alıcı ve satıcı arasındaki ilişki tarzındadır ve bu işlemlere "Murabaha" işlemleri denilmektedir. Konvansiyonel finansman yöntemlerinde ise bu durum borç alacak ilişkisi şeklinde temellendirilir (Gundogdu, 2016, s. 78-92). Sermaye tabanlı finansmanda ise banka girişime sermaye sağlarken müşteri de girişimle amaçlanan faaliyete yönelik iş bilgisini ortaya koyar. Müşterinin banka gibi girişime iş bilgisinin yanı sıra sermaye koyması da mümkündür. Bu finansman türünde banka ile müşteri arasındaki ilişkinin mahiyeti ortaklık ilişkisidir. Girişimin elde edeceği kar başta anlaşılan oranlarda banka ve müşteri arasında paylaşılır. Girişimin nasıl sonlandırılacağına dair tüm kararlar henüz faaliyete geçmeden, sermaye enjeksiyonu yapılmadan müşteri ve banka arasında karara bağlanmıştır. Olası bir zarar durumunda ise her iki tarafta koydukları sermaye tutarında zarara ortaktırlar. Bu tarz bir yapı ile gerçekleştirilen finansmana ise "Musharaka" adı verilmektedir. Üçüncü bir finansman yönteminde ise bir hizmetin ya da bir işin finansmanı sağlanır. Bu duruma en açık örnek leasing işlemleridir. Müşterinin leasing ile kendi bünyesine katmak istediği varlık banka tarafından satın alınır ve müşteriye kiralanır. Vade sonunda ise müşterinin varlığı satın



alma opsiyonu bulunmaktadır. Konvansiyonel kirala-satın al anlaşmaları ile benzer niteliktedir. Buradaki finansman işleminde banka ile müşteri arasındaki ilişkinin boyutu kirala-yan-kiracı formatındadır. Bu işlem için yapılan finansmana “ijara wa-iqtına” denilmektedir.

Türkiye gibi cari açık veren, enerjide dışa bağımlı, gerek ihracat gerekse yurtiçi tüketim için yapılan üretimlerin gerçekleştirilmesi için ara malı ithalatının yapılmasının olmazsa olmaz olduğu ülkelerde özellikle USD bazlı fon kaynaklarına duyulan ihtiyaç her dönemde yüksek olmaktadır. Söz konusu USD bazlı fon ihtiyacının giderilebilmesinde ihracatın artırılması önemli katkı sağlayacaktır. İhracatın artırılabilmesi için ise atılacak en önemli adımlardan biri şirketlerin ihracatını kolaylaştırıcı yasal düzenlemeleri hayata geçirmek ve şirketlerin ulaşabilecekleri fon kaynaklarının çeşitliliğini artırmaktır. Dünya Ticaret Örgütü’nün verilerine göre Dünya üzerindeki ticaretin %80-90 kadarı ticaretin finansmanına bağımlıdır ve genellikle ihracat yapan şirketler arasında finansmana ihtiyaç duyan şirketler özellikle küçük ve orta boy işletmelerdir (KOBİ). Ülkelerin üretiminin artmasında ve işsizliğin azalmasında KOBİ’lerin önemli oranda katkılarının olduğu bilinmektedir (Cravoy, Gourlayy, & Beckery, 2012, s. 217-230). Ayrıca (Rocha, Farazi, Khouri, & Pearce, 2011) ve (Beck, Demircuc-Kunt, & Levine, 2005, s. 199-229) yaptığı çalışmada aynı sonuçlara ulaşmıştır. Bu açıdan bakıldığında KOBİ’lerin işletme sermayesi ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde fon kaynaklarına erişimini kolaylaştırmak gerek ekonomik büyüme gerekse istihdam artışı anlamında göz ardı edilemeyecek bir öneme sahiptir. Dolayısıyla Avrupa ve Amerika’nın yanı sıra Arap ve Körfez ülkelerinden de fon temin etmek fon kaynaklarının çeşitliliğini ve tutarını artırmak adına oldukça gereklidir. Bununla birlikte Arap ve Körfez bölgelerinden fon temin edilmesi ancak İslami prensiplere uygun finansman yapılarının kurgulanması durumunda mümkün olacaktır.

Bu makalede üzerinde durduğumuz husus ihracat yapan şirketlerin işletme sermayesi ihtiyacını karşılamak ve böylece daha fazla ihracat yapabilmelerini sağlamak adına İslami prensiplere uygun bir yapının kurgulanmasıdır. Detayları sonraki bölümlerde anlatılmakla birlikte söz konusu finansman işlemi varlığın aynı anda finansman sağlayan kuruluş tarafından alınıp karşı tarafa vadeli olarak satılması işlemine dayanmaktadır. Karşı taraf ise vadeli olarak satın aldığı varlığı ithalat yapan firmaya vadeli olarak satacak ve vade tarihinde elde ettiği satış bedelini bankaya ödeyecektir. Bankanın bu işlemde karı alış ve satış fiyatı arasındaki fark kadardır. Dolayısıyla bu yapıda gerçekleşen “İslami Ticaret Finansmanı”, “Varlığa Dayalı Finansman” kategorisine girmektedir. Bununla birlikte finansman sağlayan

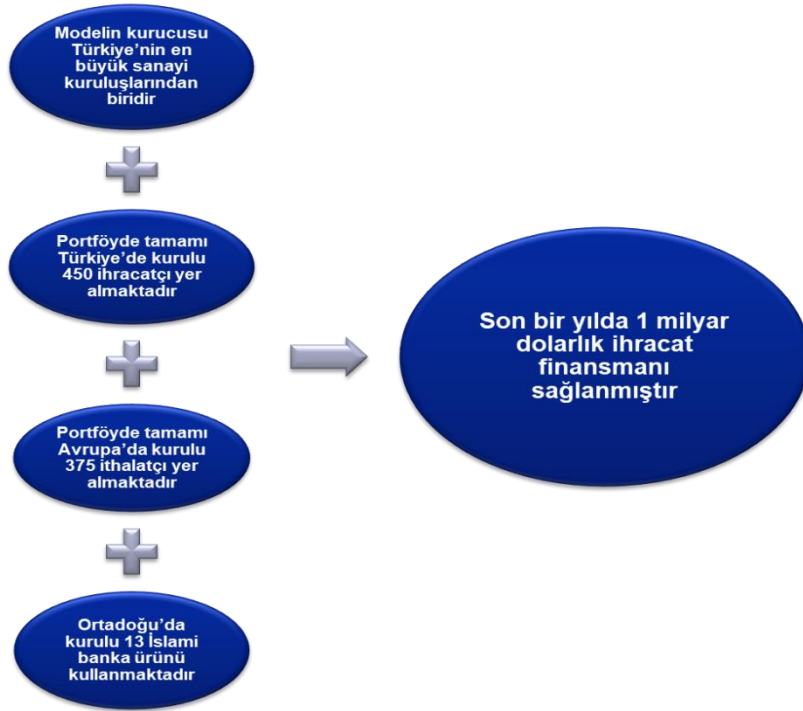
kuruluş bir banka olmasının yanı sıra özel amaçlı kurulmuş bir şirket de (SPV) olabilir. Kurguladığımız yapıda finansmanın sağlanması için uygulanması planlanan diğer bir yol ise SPV tarafından sukuk ihracının gerçekleştirilmesi sonrası elde edilen fonlar ile ticarete konu varlığın finansmana ihtiyacı olan ihracatçı şirketten peşin olarak satın alınmasıdır. Peşin alınan varlık ithalatçı firmaya vadeli olarak satılacak ve alım satım farkı üzerinden gelir elde edilecektir. Bu sürece “taskik” adı verilmektedir. Kurgunun detayları sonraki bölümlerde anlatılacaktır.

### 3. MODELİN ORTADOĞU UYGULAMALARI

Ortadoğu’da İslami bankaların fetva kurumlarının kararları sonrası ürün geliştirilmiş ve Ortadoğu’da uygulamaya alınmıştır. Ürünün geliştirilmesi safhasında İsviçre merkezli aracı firmalar ve yurtdışı merkezli bankalar kurulmuştur. Modelin içerisinde yer alan sigorta kapsamı nedeniyle Hermes ve Coface gibi sigorta şirketleri ile sağlıklı bir iletişim sağlanmıştır.

Fetva kurullarının talebi üzerine İslami bir ürün olabilmesi için gerekli tüm dokümantasyonlar sağlanmıştır. Yapılan ihracatın sanal bir işlem olmadığını göstermek adına ürünün teslim edildiği ve ürünün alıcısının bu ürünü ilk kontrol sonrası alacağına dair vadeli belirten fatura öncesi bir kontrol noktası belirlenmiştir. Bununla birlikte vade sonunda ithalatçının yükümlülüklerini yerine getirmemesi halinde %90 alacak sigortası için gerekli dokümantasyonlar ve süreçler tesis edilmiştir. Ortadoğu’daki İslami bankalar, bünyelerinde ürün tanımlamasını yapmışlardır. Restricted Wakala sözleşmesi tanımlanmış, müşteriler için özel havuzlar açılmış ve Business Wakala Deposit hesapları katılım hesapları şeklinde bankalarca açılmıştır.

Bu yapı mevcut hali ile Ortadoğu’da yatırımcılar ve bankalar nezdinde çalışmaktadır. Ortadoğu’daki yatırımcılar kendi bölgelerinde kurdukları yapı ile Türk şirketlerini de finanse edebilmektedirler. Son 1 yılda Türkiye’de faaliyet gösteren 450 ihracatçı 4.500 işlemde ve toplamda 1 milyar dolar yatırım ile finanse edilmiştir. Ancak ürünün ikinci el piyasası ya da menkul kıymetleştirilmesi henüz yapılmamış olup makalemizde bahsettiğimiz model ile bu süreç tanımlanmaktadır. Ayrıca Türk bankaları üzerinden modelin kurgulanması ve pratikte uygulaması henüz bulunmamaktadır. Model ile ilgili temel özellikler aşağıda Şekil 1’de yer almaktadır.



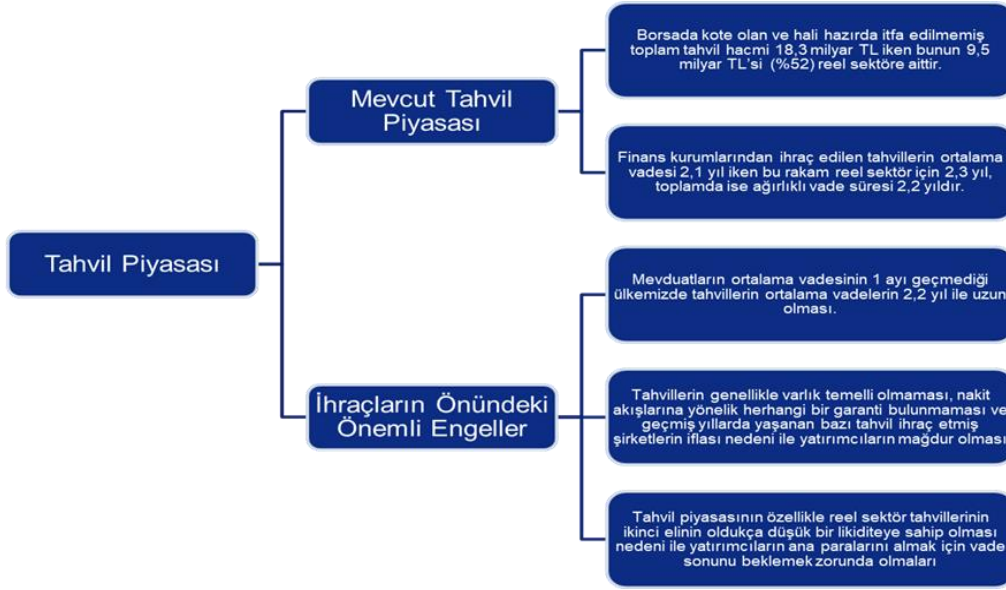
Şekil 1. Sukuk modeli temel özellikleri

#### 4. MEVCUT TAHVİL VE SUKUK (KİRA SERTİFİKASI) PİYASASI

Bu bölümde tahvil ve sukuk piyasası altında temel bilgiler verilecektir.

##### 4.1. Tahvil Piyasası

Tahvil ihraç maliyetleri kredi maliyetlerinden daha düşük olabilmektedirler. Ayrıca tahvil ihraçları banka limitlerinin dolduğu şirketler için fonlama açısından önemli bir alternatif oluştururken geri çağırma, teminat ve ipotek gibi kredilerde yaygın bir şekilde kullanılan yapılardan aridir. Mevcut durumda borsada kote olan tahvil ihraçlarının toplam değeri yaklaşık 18,3 milyar TL olurken bu durum ortalamada %60 borçluluk seviyesiyle faaliyetlerini devam ettiren borsa ve borsa dışı şirketleri göz önünde bulundurulduğunda ihraç tutarları için önemli bir potansiyel olduğu şeklinde yorumlanabilir.

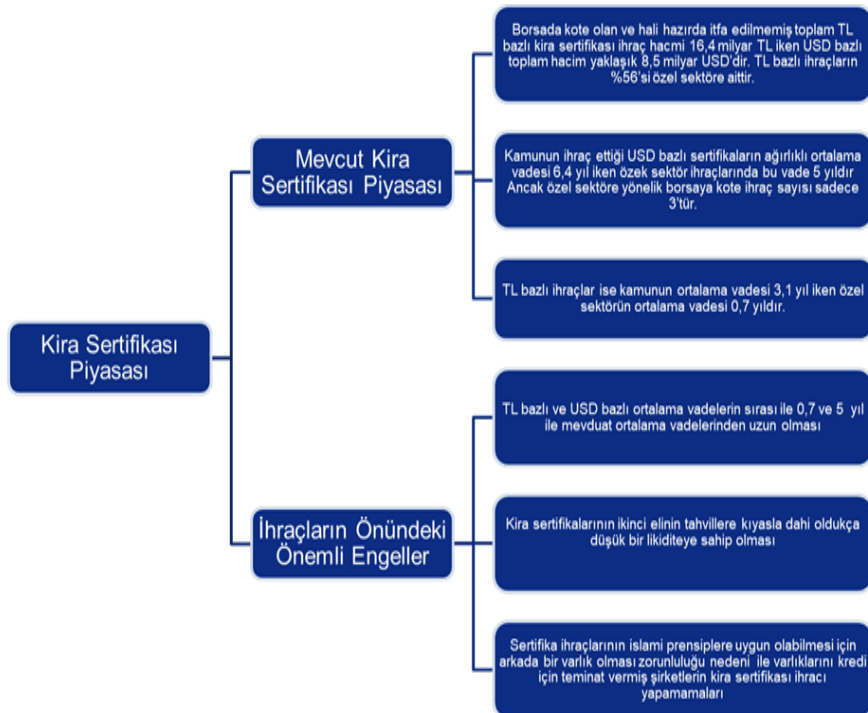


Şekil 2. Tahvil piyasası ile ilgili temel bilgiler

#### 4.2. Sukuk Piyasası

USD bazlı ihraçlarda özel sektörün oranı %47'dir. 4 milyar USD tutarındaki ihracı gerçekleştiren ise IDB Trust Services yani İslam Kalkınma Bankası'dır. Yani borsaya kote olmuş dolar bazlı sukuk piyasasında Hazine ve IDB neredeyse piyasanın tamamına sahiptir.

Ticaretin doğal akışı içerisinde gerçekleşen mal alım satımının tahvil veya kira sertifikası yolu ile uygun bir şekilde yapılandırılması hem vadeleri aşağı çekecek hem de ikinci el piyasasını aktif hale getirecektir.

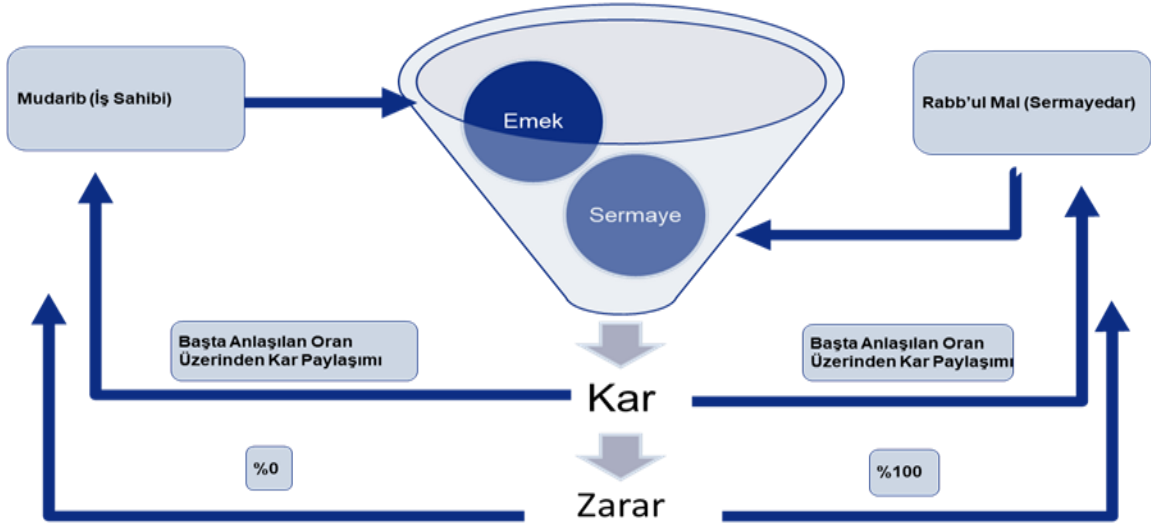


Şekil 3. Kira sertifikası piyasası ile ilgili temel bilgiler

## 5. TİCARETİN FİNANSMANI SUKUK MODELİ

### 5.1. Mudaraba Uygulaması

Mudaraba genel olarak taraflardan birinin sermaye diğerinin ise iş bilgisini (Know-how) koyduğu ve elde edilen karın başta anlaşılan oranlarda hem mudarib'e hem de Rab'ul Mal'a paylaştırılmasını ifade etmektedir.



Şekil 4. Mudaraba uygulamasının işleyişi

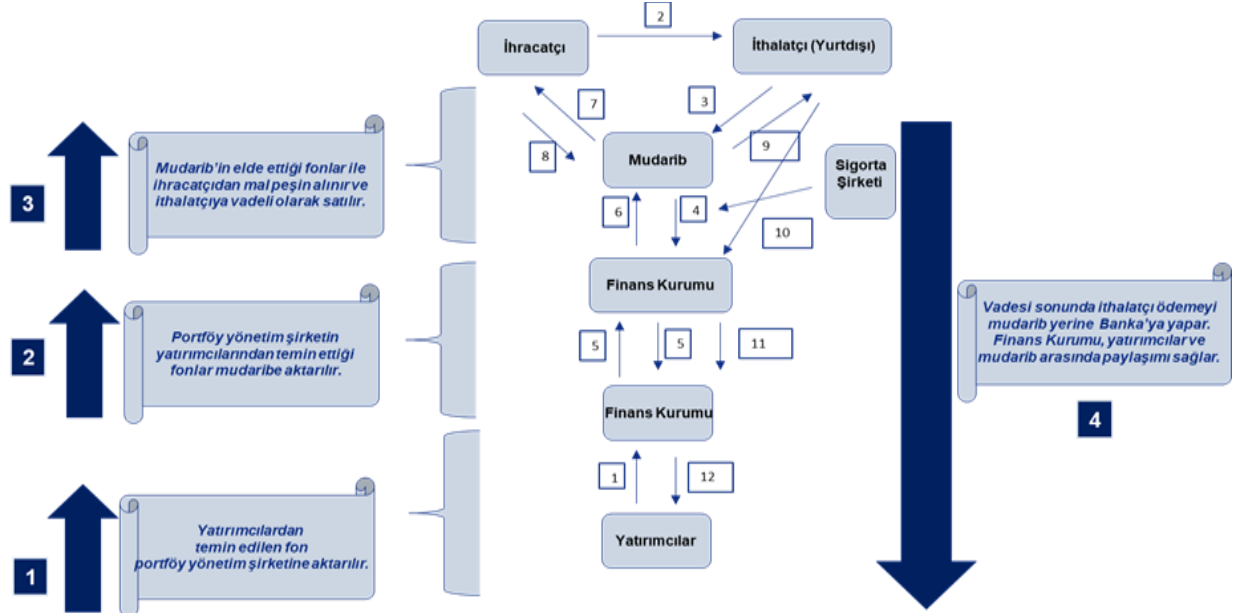
Mudaraba kapsamında Mudarib'in fon temini iki ana yöntemle gerçekleştirilebilir; Mudarib'in yönetime dayalı kira sertifikası ihraç etmesi, PYŞ'lerin sahip oldukları fonları bir banka ile restricted mudaraba anlaşması yaparak dolaylı olarak Mudarib'e aktarması. Ticaretin finansmanı modelini Türkiye'de sukuk modelinde uygulamak istediğimizde birçok çözüm ortağına ihtiyaç duyulacaktır. Bunlar Şekil 5'te özetlenmiştir.



Şekil 5. Mudarib'in fon temini işleyişi

## 5.2. Genel İslami Ticaret Finansmanı Yapısı

Ortadoğu'da uygulandığı şekilde genel İslami ticaret finansman yapısı aşağıda Şekil 6'daki gibi özetlenebilir.

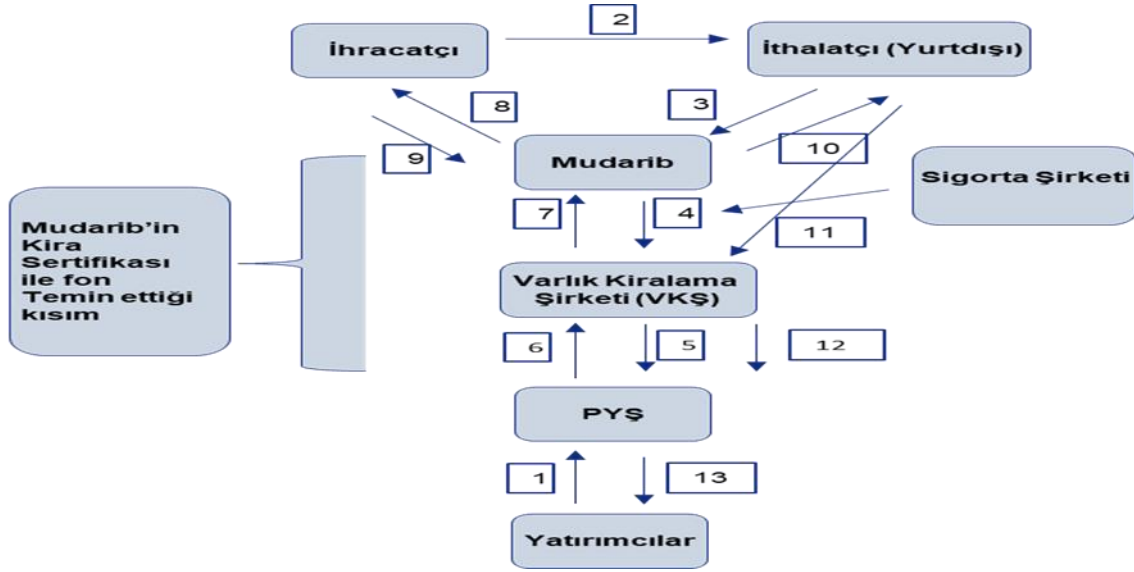


Şekil 6. İslami ticaret finansman yapısı

## 5.3. İslami Ticaret Finansmanı Sukuk Kurgusu

Mevcut hali ile İslami ticaret finansmanı sukuk modelleri üzerinden yapılmamaktadır. Önerimiz bu modelin ülkemizde uygulanması halinde dolar bazlı sukuklarda önemli bir gelişme olacağı ve mevcut vadelerin ortalama 3-5 yıldan 5-9 aya gerileyeceği gözlenecektir. İhracat finansmanına ek olarak dolar bazlı sukuklar için önemli bir hacim oluşacaktır. Bu ürün, ticaretin finansmanı modelinin menkul kıymetleşmesini beraberinde getirecek, Bankacılık dominasyonundan kurtaracak ve ikinci piyasası oluşacağı için Ortadoğu'daki birçok ticaret finansmanı yatırımcısını Türkiye'ye çekecektir.

Sermaye Piyasası Kurulu'nun (SPK) ilgili tebliğine göre yönetime dayalı kira sertifikasının (sukuk) ihracı için kaynak kuruluşun ya da ihraç edilecek ürünün yatırım yapılabilir seviyede not almış olması ya da kaynak kuruluşun kurumsal yönetim ilkelerinin 1. ya da 2. grubuna giren halka açık ortaklık olması gerekmektedir. Mudarib'in alacakları sigorta şirketi tarafından sigortalanacağı için kira sertifikası büyük bir olasılıkla yatırım yapılabilir notu alacaktır. Aşağıda Şekil 7'de İslami Ticaret Finansmanı Sukuk Kurgusu İşleyişi yer almaktadır.



Şekil 7. İslami ticaret finansmanı sukuk kurgusu işleyişı

1) Portföy Yönetim Şirketleri (PYS) Türkiye’de kurduğu GSYF (Girişim Sermayesi Yatırım Fonu), Serbest fon, Sukuk Fonu ya da bireysel portföy yönetimi çerçevesinde nitelikli yatırımcılardan yatırımcılardan fon toplar.

2) İhracatçı firma ile ithalatçı firma malın satımı konusunda anlaşılır. Ancak işlemin şer’i kurallara uygun olması için mal ithalatçıya fatura kesilmez.

3) İthalatçı firma malın uygun olduğunu kontrol ettikten sonra “Buyers Acceptance” denilen belgeyi yani malı alacağını vade sonunda parayı vereceğini belirten belgeyi Mudarib’e verir. Bu bir kontrol mekanizmasıdır ve fatura henüz kesilmemiştir.

4)Mudarib, “Buyer’s Acceptance” belgesini ve alacağını sigortaladığına dair belgeyi Varlık Kiralama Şirketi’ne (VKŞ) iletir.

5) VKŞ, Buyer’s Acceptance ve alacağın sigortalandığına dair belgeyi inceledikten sonra kaynak kuruluşun Mudarib olacağı yönetime dayalı kira sertifikası ihracını nitelikli yatırımcıya satar. Nitelikli yatırımcıya satışta bir aracı kurum ihtiyacı bulunmamaktadır.

6) VKŞ, PYS’den sertifikalar karşılığında fonları temin eder.

7) VKŞ, PYS’den aldığı fonları Mudarib’e aktarır.

8) Mudarib, temin ettiği fonları ihracatçıdan malı satın almak için kullanır.

9) İhracatçı bedelini peşin tahsil ettikten sonra malın mülkiyeti mudaribe geçer.

10) Mudarib, bedelini vadesinde tahsil etmek üzere malı ithalatçıya satar.

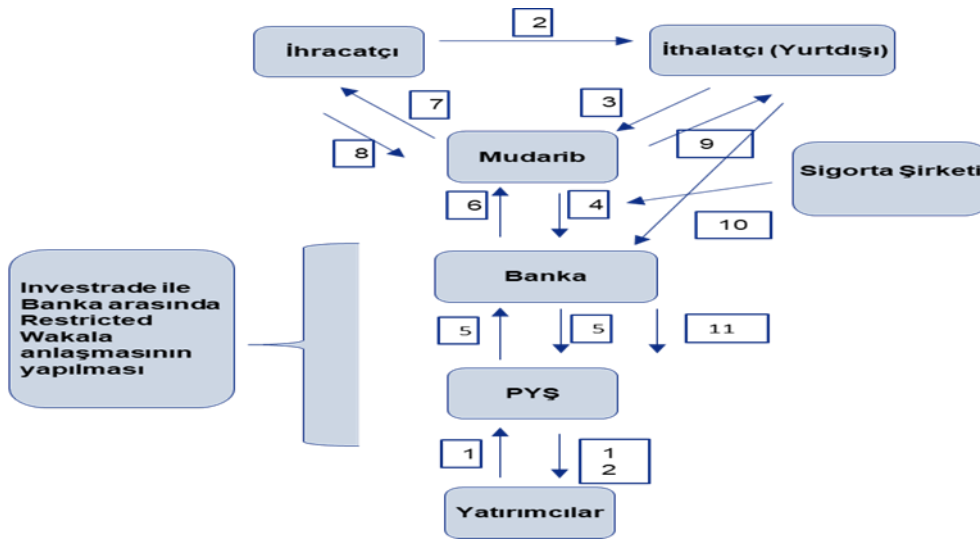
11) İthalatçı vadesi gelince malın bedelini VKŞ'ye iletir.

12) VKŞ, ithalatçıdan tahsil ettiği mal bedelini kendi ve Mudarib'in komisyon ve karını kestikten sonra kalan miktarı PYŞ'ye aktarır.

13) PYŞ, VKŞ'den tahsil ettiği tutarları portföylere aktarır.

#### 5.4. Ticaretin Finansmanı Banka Kurgusu

Banka ile Restricted Wakala anlaşmasının yapılması ile bireysel portföy yönetimi çerçevesinde toplanan fonlar bankada açılan özel bir havuz hesabına aktarılıp belirtilen ticari işlemin finansmanı için mudaribe aktarılmaktadır. Fonlamanın kira sertifikası ihracı ile yapıldığı senaryoda yer alan VKŞ'nin görevini bu senaryoda banka üstlenmektedir.



Şekil 8. Ticaretin finansmanı banka kurgusu işleyişi

1) PYŞ, bireysel portföy yönetimi çerçevesinde yatırımcılardan fon toplar. Ya da kuracağı fonlara %10 oranında dahil eder.

2) İhracatçı firma ile ithalatçı firma malın satımı konusunda anlaşır. Ancak işlemin şeri kurallara uygun olması için mal ithalatçıya fatura kesilmez.

3) İthalatçı firma malın uygun olduğunu kontrol ettikten sonra "Buyer's Acceptance" belgesini yani malı alacağını vade sonunda parayı vereceğini belirten belgeyi Mudarib'e verir.



4)Mudarib, “Buyer’s Acceptance” belgesini ve alacağını sigortaladığına dair belgeyi Banka’ya verir.

5) Banka, Buyer’s Acceptace ve alacağın sigortalandığına dair belgeyi inceledikten sonra PYS topladığı fonları Restricted Wakala s3zleşmesi ile belirtilen ticari işlem için mudaribin kullanması adına bankada oluşturulan 3zel bir havuza yatırır. Saklamacı kuruluşa s3z konusu Restricted Wakala s3zleşmesi iletilecektir.

6) Banka PYS’den Restricted Wakala çerçevesinde aldığı fonu belirtilen ticari işlemin finansmanını sağlaması için mudaribe aktarır.

7) Mudarib, bankadan temin ettiği finansmanı ihracatçıdan malı satın almak için kullanır.

8) İhracatçı bedelini peşin tahsil ettikten sonra malın m3lkiyeti mudaribe geçer.

9) Mudarib, bedelini vadesinde tahsil etmek 3zere malı ithalatçıya satar.

10) İthalatçı vadesi gelince malın bedelini Restricted Wakala s3zleşmesi çerçevesinde bankada açılan 3zel havuza aktarır.

11) Banka, ithalatçıdan tahsil ettiği mal bedelini kendi maliyeti ve mudaribin karı d3ř3ld3kten sonra PYS’ye aktarır.

12) PYS tahsil edilen bedeli yatırımcılara aktarır.

### **5.5. Modelin G3l3 Yanları**

Ortalama vadesi 5 yıl olan USD bazlı sukuk ihraçlarının vadesi ticaretin finansmanı modeli ile birlikte 3, 6, 9 ve 12 aya kadar d3şecektir. USD bazlı ihraçlarda vadenin azalması ve alacakların sigortalanmış olması kira sertifikalarının ikinci el piyasasında likiditenin 3nemli oranda artmasını sağlayacaktır. Artan likidite, kısalan vadeler ve USD bazlı yatırım araçlarının nispeten kısıtlı olması USD bazlı kira sertifikalarına olan talebin artmasına ve dolayısıyla ihraçların çoğalmasına sebebiyet verecektir.

Mudarib’in tek başına ulaşamayacağı sermaye piyasası kanalları fon temini için mudarib adına 3nemli bir kaynak olacaktır. B3ylece b3y3me potansiyeli bulunan ve ihracatı olan şirketler, bankalar nezdinde kredi limitleri dolmuş olsa bile ticaret finansmanı yapısı ile

sermaye piyasalarından fon temin edebilecektir. Ticaretin finansmanı kurgusu ihracat yapan şirketlerin nakit akımlarını rahatlatacağı için Türkiye'nin ihracatını pozitif etkileyecektir.

Yurtdışı ve yurtiçi yatırımcılar için mevduatın haricinde USD bazlı önemli bir getiri oranına sahip olabilecek alternatif bir yatırım aracı doğmuş olacaktır. Bu ürüne portföy yönetim şirketlerinin borçlanma araçları fonları ile emeklilik fonlarının önemli oranda ilgi göstermesi kaçınılmazdır. 70 milyar TL'ye ulaşan emeklilik fonları pazarı potansiyel hakkında önemli ipuçları vermektedir.

Ticaretin finansmanı aracılığı ile fon kullanan ihracatçı şirketlerin maliyeti kredi maliyetlerinin aşağısına inecek ve fon sahipleri ise katılma paylarından ayrı olarak alacak sigortalı İslami bir üründe değerlendirebileceklerdir. Ticaret finansmanı modeli ile Türkiye riskinden bağımsız olarak yabancı yatırımcılardan fon sağlanması konusunda önemli avantajlar sağlanacaktır. Diğer bir ifade ile Türkiye'de finansman sıkıntısı yaşanması durumunda dahi yurtdışından bu ürün aracılığı ile fon temin etmek mümkün olacaktır. Vade sonunda alacağı ödeyecek kurum Avrupa'da kurulu bir şirkettir. Ayrıca dolar bazlı alacak için sigorta yapılmaktadır.

Bu ürün sadece ihracat yapan firmalar için değil aynı zamanda yurtiçinde ticaret yapan firmalar için de kurgulanabilir. Böylece yurtiçi ticaret yapan yerli firmaların dahi maliyetleri aşağı çekileceğinden hem istihdam hem de GSYH anlamında önemli katkıların doğması muhtemeldir. Bu şekilde zamanla Türkiye ihracatının önemli bir bölümünün fonlanması bankalardan bağımsız olarak gerçekleştirilebilir ve bu durum kriz zamanlarında çağrılan krediler nedeni sıkıntılar yaşayan firmalar için önemli bir avantaj olabilir.

Bütün ithalatçıların Avrupa'da olması alacakların ödenmeme riskini önemli oranda aşağı çekmektedir. Her ne kadar alacaklar sigortalı olmuş olsa da ithalatçıların borçlarını ödeyememesi faizlerin sıfıra yakın olduğu Avrupa bölgesinde dünyanın diğer bölgelerine nazaran çoğunlukla daha düşüktür.

Ticaret finansmanı kapsamında gerçekleştirilecek fonlamalar maksimum 250 bin USD'lik dilimler halinde gerçekleştirileceği için tek bir ithalatçının riskine katlanmak yerine riskler birden fazla ithalatçıya dağıtılmış olacaktır. Bu ürün ihracatı kolaylaştırdığı için ilerleyen dönemlerde siyasi iradenin ürünle alakalı teşvikler vermesi söz konusu olabilecektir. Ticaret finansmanı fonlamasına Katar İslam Bankası ve İslam Kalkınma Bankası gibi önemli bankalar tarafından icazet verilmiştir. Ticaret finansmanı kurgusu ile hali hazırda Katar İslam

Bankası ve İslam Kalkınma Bankası gibi 13 bankanın içerisinde olduğu bir yapı üzerinden Türkiye'nin yıllık 1 milyar USD'lik ihracatı fonlanmaktadır. Raporumuzda anlatılan ürün ise bu yapıyı menkul kıymetleştirecek ve Türk sukuk piyasasına önemli bir güç katacaktır.

### **5.6. Modelin Zayıf Yanları**

Modelin kurucusu ile yurtiçi banka ve Varlık Kiralama Şirketleri arasında anlaşmanın sağlanması gerekmektedir.

Sukuk modelinde Yönetime Dayalı Sukuk için kaynak kuruluşun yatırım yapılabilir not alması gerekmektedir. Buna ek olarak ürünün kendisinin yatırım yapılabilir not alması da yeterli olmaktadır. Ürünün sigortalı olması nedeniyle böyle bir problemin yaşanmaması beklenmektedir.

Ürünün Türkiye için yeni olması bazı iş ortaklarınca hemen kabul edilmesini engelleyebilir. Bununla birlikte modelin kurucusunun Türkiye'nin güçlü gruplarından olması, modelin 2 yıldır çalışıyor olması ve Ortadoğu'da 13 bankanın müşteri olması bu önyargıyı izale edebilir.

Ürün, ikinci metot olan sukuk modelinde dolar bazlı bir ürün olacağı için yurtiçinde yerleşik VKŞ'nin yurtdışı üzerinden bu ürünü ihraç etmesi ya da kote etmesi gerekecektir. Bu durumun önemli bir sorun yaratmayacağını beklemekteyiz.

Yurtdışı İslami bankalarca ürün fetva kurumlarından onay almasına rağmen yurtiçinde de benzer bir süreç gerekecektir.

Mevcut durumda ürünü kullanan bankalar için bu ürün Off the Balance olarak kaydedilmektedir. Türk bankaları ile ilk metotta çalışılmasında nasıl bir kayıt atılacağı araştırılmalıdır. İkinci metotta ise böyle bir problem yoktur.

Vadeler 1-3-6-9-12 ay olacağı için birden fazla sukuk ihracı gerekecektir. Bunun için SPK'dan tavan tespit edilmelidir. Sukuk modelinde bir problem gözükmezken Restricted Wakala modelinde bankanın operasyonel ve IT altyapısı kurması gerekebilir.

## **6. SONUÇLAR**

Türk ekonomisi son yıllarda dünyanın en hızlı büyüyen ekonomilerinden biri olmuştur. Ancak büyümede iç tüketim modeli çalıştırılmış, ithalata dayalı ürünlerde tüketim artmış ve bu durum büyümeyle birlikte cari açığa artışa ve dolarda önemli bir yükselişe sebep

olmuştur. Büyüme ile gelen ithalat talebi dolarda önemli bir sıçramayı da beraberinde getirmiştir. İç tüketimin sağlanabilmesi için şirketler yüksek seviyede döviz kredisi kullanmış ve döviz açık pozisyonları nedeniyle dolardaki dalgalanma şirketlerde ve ekonomide riskleri önemli derecede artırmıştır. Bu durum Türk ekonomisi için orta uzun vadede reformların tamamlanıp ihracata dayalı büyümeyi elzem hale getirmektedir.

Türkiye’de ihracatçıların belirli kanallardan finansmanı sağlanmaktadır. Bu kanalların en önemlisi Eximbank ve bankalardır. Ancak büyüme potansiyeli olan ve banka limitleri dolmuş ihracatçılar için önerdiğimiz model bankacılık dışı ve şirketlerin borçlarını artırmadan finansmanını sağlamaktadır. Böylece şirketler ihracatları için banka dışı kanalı kullanarak borçlanma ya da hisse satışı da yapmamış olmaktadır.

Şirketlere ek olarak ürünün yatırımcılara hitap eden yanları vardır. Türkiye’de sukuklar henüz olması gerektiği kadar çeşitliliğe ve derinliğe sahip değildir. Sukuklar arasında dolar bazlı sukuklar ise çok daha nadir ihraç edilmektedir. Dolar bazlı sukuklarda ise vade 5 yıla kadar çıkmakta ve bu durum likiditeyi oldukça azaltmaktadır. Modelimiz sukuk piyasasında önemli bir hacim artışı getireceği gibi, dolar bazlı sukuklarda vadeyi kısaltacak ve sigortalı olması nedeniyle ikinci elde likiditeyi önemli oranda artıracaktır.

Modelimizin son faydası ise uluslararası yatırımların Türkiye’ye akışını hızlandırması olarak tanımlanabilir. Ticaretin finansmanı Ortadoğu’da sukuk modeli yerine Bankacılık özel havuz modeli üzerinden çalışmaktadır. Ancak bu modelde yatırımcılar vade sonuna kadar beklemektedir. Sukuk modelinin devreye girmesi halinde SPK’nın güven ve kontrolünde yapılacak bir ihraçta ürün ikincil piyasaya da sahip olacak ve likiditesi artacaktır. Ürünün likiditesi ve SPK güveni ile birlikte Ortadoğu’daki mevcut yatırımcılar için sukuk modeli banka modelinden daha cazip olacağı için Türkiye’ye körfez bölgesinden önemli seviyede yatırımın Türkiye’ye gelmesi sağlanabilir.

Modelin en büyük zorluğu mevcut kurulu düzende yenilikçi ürüne karşı dirençli olabilecek kurumlar ve mevzuatın güncellenme ihtiyacı olacaktır.

## REFERENCES / KAYNAKLAR

Abdul Aziz, R. & Gintzburger, A.-S. (2009). Equity-Based, Asset-Based and Asset-Backed Transactional Structures in Shari’a-Compliant Financing: Reflections on the Current Financial Crisis. *Economic Papers*, 270-278.

Beck, T., Demircuc-Kunt, A. & Levine, R. (2005). SMEs, Growth and Poverty. *Journal of Economic Growth*, 199-229.

Cravoy, T., Gourlayy, A. & Beckery, B. (2012). SMEs and Regional Economic Growth in Brazil. *Small Bus Econ*, 217-230.

Gundogdu, A. (2016). Exploring Novel Islamic Finance Methods in Support of OIC Exports. *Journal of Islamic Accounting and Business Research*, 78-92.

Gundogdu, A. & Dogan, E. (2014). Two-step Murabaha in Stock Exchange As An Alternative to Commodity Murabaha for Liquidity Management. *International Journal of Financial Services Management*, 268-285.

Iqbal, M. & Llewellyn, D. (2000). *Islamic Banking and Finance: New Perspective on Profit Sharing and Risk*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, Ltd.

Iqbal, Z. & Mirakhor, A. (2006). *An Introduction to Islamic Finance—Theory and Practice*. Hoboken, New Jersey: Wiley Finance Editions, John Wiley & Sons, Inc.

Iqbal, Z. & Tsubota, H. (2006). Emerging Islamic Capital Markets. *Islamic Finance Review*, 5-11.

Rocha, R., Farazi, S., Khouri, D. & Pearce, D. (2011). The Status of Bank Lending to SMEs in the Middle East and North Africa Region. Results of a Joint Survey of the Union of Arab Bank and the World Bank, Policy Research Working Paper 5607.

Singh, H. (2009). Islamic Hanks May Not Be Insulated from ‘Aftershocks’. The Malaysian Reserve, Available at: <http://islamicfinanceasia.blogspot.com/2009/03/islamic-banks-may-not-be-insulated-from>.



## Kurs Oranı ve Artık Gaz Kesrinin Otto Çevrimli Bir Motorun Performansına Etkisi

Emre ARABACI<sup>1\*</sup>, Bayram KILIÇ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dr. Öğr. Üyesi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Emin Gülmez T.B.M.Y.O.,  
Motorlu Taşıtlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü, orcid id: 0000-0002-6219-7246

<sup>2</sup>Dr. Öğr. Üyesi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Emin Gülmez T.B.M.Y.O.,  
Motorlu Taşıtlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü, orcid id: 0000-0002-8577-1845

Geliş Tarihi/Received: 25.07.2018

Kabul Tarihi/Accepted: 24.09.2018

Araştırma Makalesi/Research Article

### ÖZET

İçten yanmalı motorların tasarım parametrelerinin pratik bir şekilde incelenmesi için sonlu zaman termodinamiği (FTT) modeli sıklıkla kullanılmaktadır. Yapılan bu çalışmada kurs oranı ve artık gaz kesrinin, tersinmezlikler, ısı kayıpları ve sürtünmenin de hesaba katıldığı bir otto çevrimli motorun performansı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çevrim başlangıç sıcaklığı artık gaz kesrinin bir fonksiyonu olarak tanımlanmıştır. Bu çalışma sonucunda kurs oranının artmasıyla, ve artık gaz kesrinin artmasıyla birlikte motor performansında belirgin bir seviyede düşüş yaşandığı görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Sonlu Zaman Termodinamiği, Kurs Oranı, Artık Gaz Kesri, Otto Çevrimi.

## Effect of Stroke Ratio and Residual Gas Fraction on Performance of An Otto Cycle Engines

### ABSTRACT

The finite time thermodynamics (FTT) model is often used to study the design parameters of internal combustion engines in a practical way. In this study, the effects of stroke ratio and residual gas fraction on the performance of an Otto cycle engine, in which irreversibilities, heat losses and friction are accounted for, are investigated. The initial cycle temperature is now defined as a function of the residual gas fraction. As a result of this study, it was

observed that with the increase of the stroke ratio, and with the increase of the residual gas fraction, there was a significant decrease in engine performance.

**Keywords:** Finite Time Thermodynamics, Stroke Ratio, Residual Gas fraction, Otto Cycle.

## 1. GİRİŞ

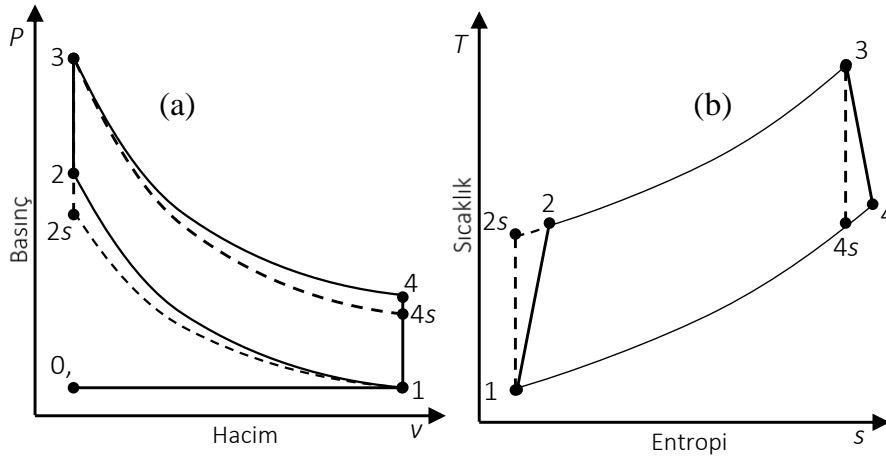
İçten yanmalı motorlar modern yaşamın vazgeçilmez makineleri olarak tanımlanmaktadır (Gonca vd., 2015: 9). İçten yanmalı motorların tasarımlarında çevresel sınırlamalar ve ekonomik gereksinimler göz önünde bulundurulmaktadır (Gonca vd., 2013: 285). Otto motorlarının performanslarını etkileyen birçok tasarım parametresi bulunmaktadır. Bu nedenle herhangi bir parametrenin motor performansına etkisinin incelenmesi için çeşitli teorik kabuller kullanılarak modellemeler ve analizlerin yapılması tasarımın sınırlarını ve yönünü belirlemede zamansal ve ekonomik olarak büyük önem taşımaktadır (Wu vd., 2018: 46).

Otto çevrimli motorlar, günümüzde kullanılan, benzin, LPG vb. yakıtla çalışan buji ile ateşlemeli motorları ifade etmektedir. Bu motorlar sabit hacimde ısı girişi olan termodinamik bir çevrim olan Otto çevrimi ile ifade edilmektedir (Ebrahimi, 2014: 2091). Bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle birlikte motor çevrimlerinin modellenmesinde de büyük yol katedilmiştir (Caton, 2012: 84). Bu tür modeller genellikle motorun supap zamanlaması, emme manifoldu, buji konumu gibi herhangi bir işlevin veya üretim detayının tasarlanmış bir motor modeli üzerindeki etkisinin incelenmesi için tercih edilmektedir. Ancak herhangi bir motor tasarımı yapmadan önce sıkıştırma oranı , hacimsel verim (Ebrahimi vd., 2013: 951), artık gaz kesri, kurs uzunluğu (Ebrahimi, 2012: 4073), motor hızı (Gonca vd., 2016: 3764), duvar sıcaklığı (Ebrahimi, 2011:1289), ortalama piston hızı (Ebrahimi, 2011: 1289), tersinmezlikler (Gonca vd., 2015: 9), özgül ısı değişimi (Ebrahimi, 2011: 2169) gibi parametrelerin motor performansı üzerindeki etkilerinin incelenmesine olanak sağlayan pratik bir yaklaşım olan sonlu zaman termodinamiği modeli sıklıkla kullanılmaktadır. Klasik termodinamik model yaklaşımından farklı olarak sonlu zaman termodinamiği modelinde tersinmezlikler, ısı kayıpları, yakıt enerjisi, kütle akışı, ortalama piston hızı gibi parametreler de hesabın içerisine dahil edilmektedir. Böylelikle hem gerçeğe daha yakın bir çevrim modeli elde edilmekte, hem de incelenmesi istenen parametrelerin motor performansına etkisinin belirlenmesi için anlaşılır sonuçlar elde edilebilmektedir.

Otto çevrimli motorların sonlu zaman termodinamiği kullanılarak modellenmesi ve çeşitli parametrelerin etkilerinin incelenmesiyle ilgili birçok çalışma bulunmasına rağmen Otto çevrimli motorlar için kurs oranı ve artık gaz kesrinin etkisinin aynı anda incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yapılan bu çalışma ile birlikte kurs oranı ve artık gaz kesrinin otto çevrimli motorun performansına etkisi detaylı bir sayısal örnekle incelenmiştir. Otto çevriminin sonlu zaman termodinamiği modeli aşağıda sunulmuştur.

## 2. OTTO ÇEVİRİMİNİN TERMODİNAMİK ANALİZİ

Tersinmez Otto çevrimli motor için basınç hacim ( $Pv$ ) ve sıcaklık entropi ( $Ts$ ) diyagramları Şekil 1’de gösterilmektedir. Burada s indisi sıkıştırma ve genişleme için tersinir süreçleri ifade etmektedir.



Şekil 1. Tersinmez Otto çevrimi için (a) basınç-hacim ve (b) sıcaklık-entropi diyagramları

Kurs oranı ( $\lambda$ ), bir motorun kurs uzunluğu ( $L$ ) ile silindir çapının ( $D$ ) oranı olarak ifade edilmektedir.

$$\lambda = \frac{L}{D} \quad (1)$$

Silindir içerisindeki çalışma akışkanı ( $m_t$ ), artık gaz ( $m_r$ ), yakıt ( $m_f$ ) ve havadan ( $m_a$ ) oluşmaktadır. Artık gazın ise  $CO_2$ ,  $H_2O$  ve  $N_2$  karışımından meydana geldiği kabul edilmiştir (Ebrahimi, 2013: 29).

$$m_t = m_f + m_a + m_r \quad (2)$$

Artık gaz kesri ( $x_r$ ) ise artık gaz miktarının ( $m_r$ ) toplam çalışma akışkanı miktarına ( $m_t$ ) oranı olarak ifade edilmektedir (Ebrahimi, 2013: 29).



$$x_r = \frac{m_r}{m_t} \quad (3)$$

Otto motorunda sıkıştırma ile genişleme süreçlerindeki hacim değişimi aynıdır. Sıkıştırma oranı ( $\varepsilon$ ) ise aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

$$\varepsilon = \frac{v_1}{v_2} = \frac{v_4}{v_3} \quad (4)$$

Çalışma akışkanı için sabit hacimde özgül ısı ve gaz sabiti aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir (Ebrahimi, 2013: 29).

$$c_{vt} = \frac{(1-x_r)(x_{AFS}c_{va} + \phi c_{vf}) + x_r(\phi + x_{AFS})c_{vr}}{(\phi + x_{AFS})} \quad (5)$$

$$R_t = \frac{(1-x_r)(x_{AFS}R_a + \phi R_f) + x_r(\phi + x_{AFS})R_r}{(\phi + x_{AFS})} \quad (6)$$

Burada  $\phi$  ve  $x_{AFS}$  sırasıyla eşdeğerlik oranını ifade etmektedir. Tersinir adyabatik olarak gerçekleşen süreçlerde entropi değişimi sıfır olduğundan dolayı tersinir adyabatik olarak gerçekleşen  $1 \rightarrow 2s$  ve  $3 \rightarrow 4s$  süreçleri için aşağıdaki eşitlikler yazılabilir (Ge vd., 2018: 403).

$$c_{vt} \ln\left(\frac{T_{2s}}{T_1}\right) = R_t \ln(\varepsilon) \quad (7)$$

$$c_{vt} \ln\left(\frac{T_{4s}}{T_3}\right) = -R_t \ln(\varepsilon) \quad (8)$$

Bu eşitliklerden elde edilen  $T_{2s}$  ve  $T_{4s}$  sıcaklıkları tersinir adyabatik süreç için geçerlidir. Tersinmezliklerin hesaba katılması için sıkıştırma ve genişleme süreçlerinin belirli bir verimde gerçekleştiği kabul edilmektedir. Buna göre  $T_{2s}$  ve  $T_{4s}$  sıcaklıklarının belirlenmesi için sıkıştırma ( $\eta_c$ ) ve genişleme ( $\eta_e$ ) verimleri aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Ge vd., 2008: 618).

$$\eta_c = \frac{T_{2s} - T_1}{T_2 - T_1} \quad (9)$$

$$\eta_e = \frac{T_4 - T_3}{T_{4s} - T_3} \quad (10)$$

Çevrimdeki toplam çalışma akışkanı akışı ( $\dot{m}_t$ ) motor hızının ( $N$ ) bir parametresi olarak aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

$$\dot{m}_t = \frac{m_t N}{120} \quad (11)$$

2→3 ısı girişi ( $\dot{Q}_{in}$ ) ve 4→1 ısı çıkışı ( $\dot{Q}_{ht}$ ) aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir.

$$\dot{Q}_{in} = \dot{m}_t c_{vt} (T_3 - T_2) = \frac{m_t N}{120} \left[ \frac{(1-x_r)}{(\phi+x_{AFS})} (x_{AFS} c_{va} + \phi c_{vf}) + x_r c_{vr} \right] (T_3 - T_2) \quad (12)$$

$$\dot{Q}_{out} = \dot{m}_t c_{vt} (T_4 - T_1) = \frac{m_t N}{120} \left[ \frac{(1-x_r)}{(\phi+x_{AFS})} (x_{AFS} c_{va} + \phi c_{vf}) + x_r c_{vr} \right] (T_4 - T_1) \quad (13)$$

$\dot{Q}_{in}$  yakıt enerji akışı ( $\dot{Q}_f$ ) ve kayıp ısı akışının ( $\dot{Q}_{ht}$ ) parametresi olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir.

$$\dot{Q}_{in} = \dot{Q}_f - \dot{Q}_{ht} \quad (14)$$

$\dot{Q}_f$  ve  $\dot{Q}_{ht}$  ise aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir (Ebrahimi 2011.1289).

$$\dot{Q}_f = \left( -1.4474 + \frac{4.1858}{\phi} - \frac{1.8671}{\phi^2} \right) \frac{m_t N \phi (1-x_r)}{120(\phi+x_{AFS})} H_u \quad (15)$$

$$\dot{Q}_{ht} = \frac{m_t N \beta}{120} (T_2 + T_3 - 2T_w) \quad (16)$$

Burada  $H_u$ ,  $\beta$  ve  $T_w$  sırasıyla yakıtın alt ısı değeri, kayıp ısı katsayısı ve silindir duvar sıcaklığıdır.  $T_1$  sıcaklığı çevrim başlangıç sıcaklığıdır ve bu tür modellerde genel olarak ortam sıcaklığına eşit olduğu kabul edilmektedir. Bu çalışmada bir önceki çevrimden kalan artık egzoz gazları da hesaba katıldığından dolayı  $T_1$  sıcaklığının  $x_r$  ve  $T_4$ 'ün bir fonksiyonu olduğu kabul edilmekte ve aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir.

$$T_1 = T_0 + \frac{x_r R_r (T_4 - T_0)}{R} \quad (17)$$

Sabit bir motor hızında farklı kurs oranlarındaki ortalama piston hızı ( $\bar{c}_m$ ) farklı olabilmektedir. Bu durum  $D$ ,  $\varepsilon$ ,  $\lambda$ , ve  $v_1$ 'in fonksiyonu olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir.

$$\bar{c}_m = \frac{LN}{30} = \frac{D\lambda N}{30} = \frac{1}{30} \left[ \frac{4N^3 \lambda^2 v_1 (\varepsilon - 1)}{\pi \varepsilon} \right]^{1/3} \quad (18)$$

Motordan elde edilen net güç aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir.

$$P = \dot{Q}_{in} - \dot{Q}_{out} - |P_\mu| \quad (19)$$

Burada  $P_\mu$  sürtünme ile kaybedilen güçtür ortalama piston hızı ( $\bar{c}_m$ ) ve sürtünme katsayısının ( $\mu$ ) bir fonksiyonu olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir.

$$P_\mu = -\mu(\bar{c}_m)^2 = \frac{-\mu}{900} (D\lambda N)^2 = \frac{-\mu N^2}{900} \left[ \frac{4\lambda^2 v_t (\varepsilon - 1)}{\pi \varepsilon} \right]^{2/3} \quad (20)$$

Isıl verim ise farklı şekillerde ifade edilebilmektedir. Bu çalışma için ısıl verim aşağıdaki gibi ifade edilmiştir.

$$\eta_{th} = \frac{P}{\dot{Q}_f} \quad (21)$$

Sonuç olarak yukarıdaki eşitliklere göre  $x_r$ ,  $\lambda$ ,  $D$ ,  $m_t$ ,  $\varepsilon$ ,  $N$ ,  $T_0$ ,  $T_w$ ,  $R$ ,  $\phi$ ,  $x_{AFS}$ ,  $\beta$ ,  $\eta_c$ ,  $\eta_e$ ,  $\mu$  ve özgül ısılar bilindiğinde motorla ilgili performans parametreleri hesaplanabilmektedir. Böylelikle  $\lambda$  ve  $x_r$  parametreleri belirli bir aralıkta değiştirilerek, bu parametrelerin motor performansını nasıl etkilediği incelenebilmektedir.

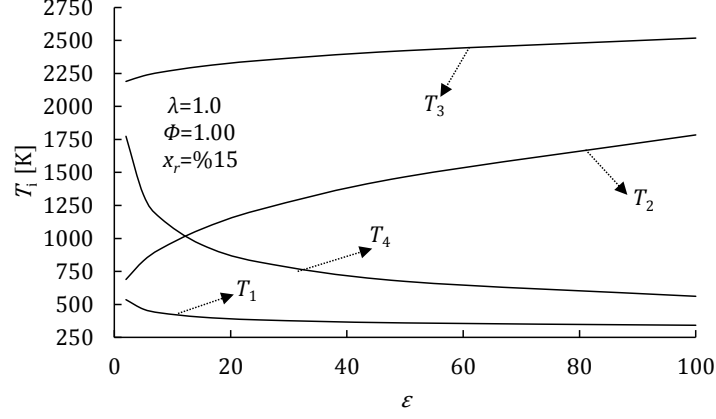
### 3. MOTOR PERFORMANSININ KURS ORANI VE ARTIK GAZ KESRİNE GÖRE DEĞİŞİMİ

Kurs oranı ve artık gaz kesrinin motor performansına etkisinin sayısal olarak görülebilmesi için  $500 \text{ cm}^3$  toplam hacme ( $v_t$ ) sahip bir motorun  $4000 \text{ min}^{-1}$  hızda ( $N$ ) çalıştığı varsayılmıştır. Yukarıdaki eşitliklerin kullanılabilmesi için gerekli olan sabit ve değişkenler tablo 1’de gösterildiği gibidir:

**Tablo 1.** Hesaplamalarda kullanılan sabit ve değişkenler

$\phi$	1.00	$\beta$	0.5 kJ/kgK
$\eta_c = \eta_e$	0.97	$\mu$	12.9 Ns/m
$x_{AFS}$	15.05	$H_u$	44790 kJ/kg
$T_0$	300 K	$c_{va}$	0.718 kJ/kgK
$T_w$	400 K	$c_{vf}$	1.638 kJ/kgK
$P_1$	100 kPa	$c_{vr}$	0.866 kJ/kgK
$R_a$	0.287 kJ/kgK	$\lambda$	0.5→1.5
$R_f$	0.073 kJ/kgK	$x_r$	0.05→0.25
$R_r$	0.307 kJ/kgK	$\varepsilon$	2→100

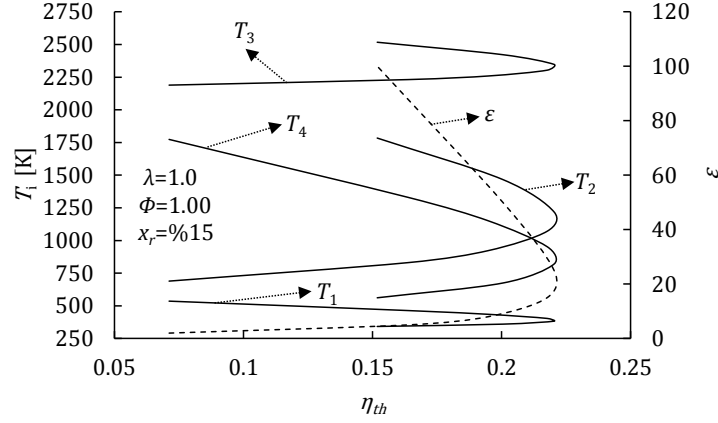
$T_1$  sıcaklığının  $x_r$  ve  $T_4$ 'ün fonksiyonu olarak kabul edilmiş ve belirli şartlar altında sıkıştırma oranına bağlı olarak kritik noktalardaki sıcaklıkların değişimi Şekil 2'deki gibi olmaktadır.



**Şekil 2.** Kritik noktalardaki sıcaklıkların sıkıştırma oranına bağlı olarak değişimi

$T_1$  ve  $T_4$  sıcaklıkları sıkıştırma oranının artmasıyla birlikte azalırken  $T_2$  ve  $T_3$  sıcaklıkları ise tam tersi olarak sıkıştırma oranının artmasıyla birlikte artmaktadır.  $T_2$  ve  $T_4$  sıcaklıklarının değişimi direkt olarak sıkıştırma oranı ile ilgilidir.  $T_1$  ve  $T_3$  sıcaklıkları ise  $T_2$  ve  $T_4$  sıcaklıklarının değişiminden etkilenerek sıkıştırma oranına bağlı olarak değişmektedir.

Genel bir kural olarak sıkıştırma oranı arttıkça ısı verim artmaktadır. Ancak bu durum sürtünme, ısı transferi ve tersinmezlik gibi hiçbir kaybın olmadığı durumlarda geçerlidir. Şekil 2'ye bakıldığında çevrim maksimum sıcaklığı olan  $T_3$ 'ün sıkıştırma oranına bağlı olarak sürekli arttığı gözlenmektedir. Buna göre  $T_3$  sıcaklığının yüksek olması ısı veriminin yüksek olması bakımından istenen bir durum olarak görülebilmektedir. Buna göre yalnızca Şekil 2'deki grafiğe bakılarak  $T_3$  ile  $\eta_{th}$  arasında doğrusal bir ilişki olduğu düşünülebilir. Ancak böyle bir yorum yapılabilmesi için tek başına Şekil 2'deki grafik yeterli olmamaktadır. Bunun için Şekil 3'teki gibi kritik noktalardaki sıcaklıkların ısı verime bağlı olarak değişimi incelenmelidir.

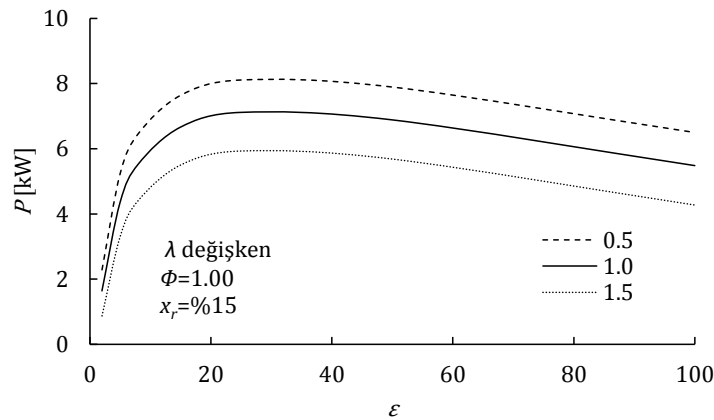


Şekil 3. Kritik noktalardaki sıcaklıkların ısı verime bağlı olarak değişimi

Şekil 3'te görüldüğü gibi maksimum verimin elde edildiği durumda hiçbir sıcaklık maksimum veya minimum değerde değildir. Aynı şartlarda belirli bir sıkıştırma oranında ısı verim maksimum olmaktadır ve bu durumda  $T_3$  sıcaklığı maksimum değildir. Bu noktadan sonra, sıkıştırma oranının artmasıyla birlikte  $T_3$  sıcaklığı artmasına rağmen ısı verim azalmaktadır. Görüldüğü gibi  $T_3$  sıcaklığının çok yüksek olması motor performansının yüksek olması anlamı taşımamaktadır. Bununla birlikte  $T_3$  sıcaklığının yüksek olması malzeme kalitesinin de yükselmesi zorunluluğunu ortaya çıkaracağından dolayı istenmeyen bir durumdur.

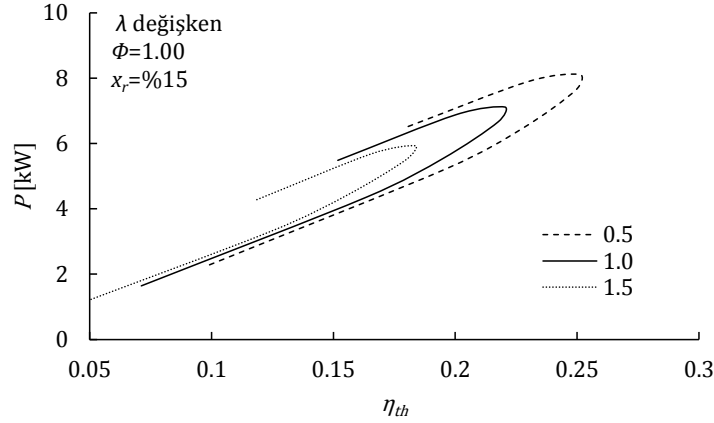
### 3.1. Kurs Oranının Motor Performansına Etkisi

Kurs oranının motor performansına etkisinin incelenebilmesi için  $\phi = 1.00$  ve  $x_r = \%15$  için Şekil 4'te ve Şekil 5'te sırasıyla gösterilen güç-sıkıştırma oranı ( $P\varepsilon$ ) ve güç-ısı verim ( $P\eta_{th}$ ) grafikleri çizilmiştir.



Şekil 4. Sıkıştırma oranına bağlı olarak gücün kurs oranına göre değişimi

Şekil 4 incelendiğinde belirli bir sıkıştırma oranına kadar çıkış gücün arttığı ve daha sonra tekrar azalmaya başladığı görülmektedir. Bununla birlikte kurs oranının azalması da çıkış gücünü artırmaktadır.

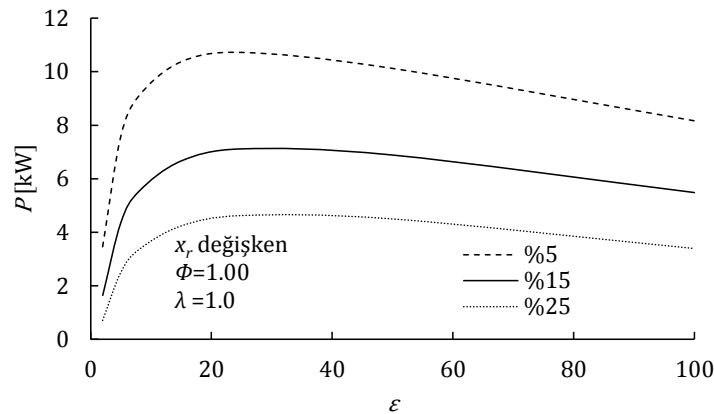


Şekil 5. Isıl verime bağlı olarak gücün kurs oranına göre değişimi

Şekil 5 incelendiğinde ısıl verimin maksimum olduğu şartlarda çıkış gücünün de maksimuma yakın (maksimum değil) olduğu görülmektedir. Kurs oranının azalması maksimum gücü artırdığı gibi maksimum ısıl verimi de artırmaktadır.

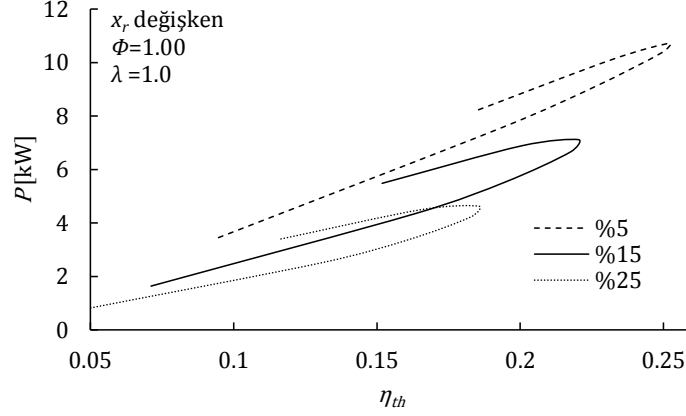
### 3.2. Artık Gaz Kesrinin Motor Performansına Etkisi

Artık gaz kesrinin motor performansına etkisinin incelenmesi için  $\phi = 1.00$  ve  $\lambda = 1.0$  için Şekil 6, Şekil 7 ve Şekil 8'de sırasıyla gösterilen güç-sıkıştırma oranı ( $P\varepsilon$ ), güç-ısıl verim ( $P\eta_{th}$ ) maksimum çevrim sıcaklığı-ısıl verim ( $T_3\eta_{th}$ ) grafikleri çizilmiştir.



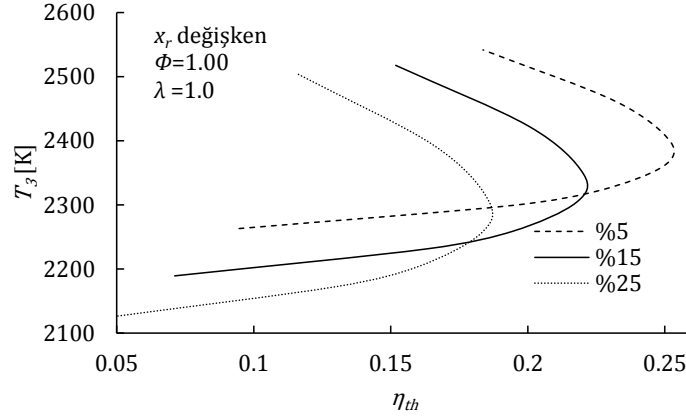
Şekil 6. Sıkıştırma oranına bağlı olarak gücün artık gaz kesrine göre değişimi

Şekil 6 incelendiğinde artık gaz kesrini artmasıyla birlikte çıkış gücünde azalma meydana gelmektedir. Bunun nedeni artık gaz miktar arttıkça silindir içerisine giren yakıt-hava karışımı miktarı azalmaktadır.



Şekil 7. Isıl verime bağlı olarak gücün artık gaz kesrine göre değişimi

Şekil 7 incelendiğinde ise artık gaz kesrinin azalmasıyla birlikte elde edilebilecek maksimum ısıl verim de artmaktadır.



Şekil 8. Isıl verime bağlı olarak maksimum çevrim sıcaklığının artık gaz kesrine göre değişimi

Şekil 8 incelendiğinde artık gaz kesrinin çevrim maksimum sıcaklığına ( $T_3$ ) etkisi görülmektedir. Görüldüğü gibi yüksek verimlerde  $T_3$  sıcaklığı optimum seviyelerdedir ve  $T_3$  sıcaklığı daha da artmasına rağmen ısıl verim azalmaktadır.

#### 4. SONUÇLAR

Yapılan çalışmada tersinmezlikler, ısı kayıpları ve sürtünmenin de dikkate alınarak sonlu zaman termodinamiği modeli yardımıyla otto çevriminde kurs oranı ve artık gaz

kesrinin motor performansı üzerindeki etkisi detaylı bir sayısal örnek üzerinde incelenmiştir. Çevrim başlangıç sıcaklığı genellikle sabit olarak ortam sıcaklığı olarak kabul edilmesine rağmen yapılan bu çalışmada çevrim başlangıç sıcaklığının artık gaz kesrinin bir fonksiyonu olarak kabul edilmiştir. Böylelikle artık gaz kesri, çevrimin hem başında hem de sonunda motor performansını etkileyen bir parametre olarak etkili bir şekilde kullanılmıştır.

Kurs oranı azaldıkça güç yoğunluğunun arttığı bilinmektedir ve istenen bir durumdur. Ancak kurs oranı azaldıkça motor yayvan bir hal almaktadır. Tam tersi durumda ise kurs oranı arttıkça motor daha uzun olmaktadır. Günümüzde kullanılan otomobillerde güç yoğunluğu nedeniyle kurs oranı mümkün olduğunca düşük tutulmaktadır. Güç yoğunluğunun en fazla istendiği yarış otomobillerinde ise kurs oranı 0.5 ve hatta daha azdır. Kurs oranının kararı verilirken motor boyutları da göz önünde bulundurulmaktadır. Bu nedenle her ne kadar kurs oranı azaldıkça motor performansının arttığı görülse de motor boyutları bakımından değerlendirildiğinde motor performansından bir miktar feragat etmek kaçınılmaz olmaktadır.

Artık gaz kesri günümüzde EGR olarak adlandırılan egzoz gazı resirkülasyonu sistemi ile ilgili bir parametredir. EGR atık gazların etkisiyle maksimum silindir içi sıcaklığının kontrol altında tutulduğu bir sistemdir. Bu çalışmada da artık gaz kesri arttıkça motor performansında önemli derecede bir kayıp yaşandığı görülmektedir. Ancak artık gaz kesrinin azalması performansın yanında maksimum sıcaklığı da artıracığı bilinmektedir. Bununla birlikte artık gaz miktarı azaltılarak aynı maksimum sıcaklıkta daha yüksek verimde çalışan bir motor tasarımı yapmak da mümkündür.

## REFERENCES / KAYNAKLAR

- Caton, J. A. (2012). The Thermodynamic Characteristics of High Efficiency, Internal-Combustion Engines. Energy Conversion and Management, 58, 84-93, DOI: 10.1016/j.enconman.2012.01.005.
- Ebrahimi, R. (2011). Effects of Mean Piston Speed, Equivalence Ratio and Cylinder Wall Temperature on Performance of An Atkinson Engine. Mathematical and Computer Modelling, 53 (5-6), 1289-1297, DOI: 10.1016/j.mcm.2010.12.015.
- Ebrahimi, R. (2011). Thermodynamic Modeling of Performance of A Miller Cycle with Engine Speed and Variable Specific Heat Ratio of Working Fluid. Computers & Mathematics with Applications, 62 (5), 2169-2176, DOI: 10.1016/j.camwa.2011.07.002.
- Ebrahimi, R. (2012). Performance Analysis of An Irreversible Miller Cycle with Considerations of Relative Air-fuel Ratio and Stroke Length. Applied Mathematical Modelling, 36 (9), 4073-4079, DOI: 10.1016/j.apm.2011.11.031.



Ebrahimi, R. (2013). Thermodynamic Modeling of An Atkinson Cycle with Respect to Relative Air-Fuel Ratio, Fuel Mass Flow Rate and Residual Gases. *Acta Physica Polonica, A.*, 124 (1), DOI: 10.12693/APhysPolA.124.29.

Ebrahimi, R. (2014). Thermodynamic Simulation of Performance of An Irreversible Otto Cycle with Engine Speed and Variable Specific Heat Ratio of Working Fluid. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 39 (3), 2091-2096, DOI: 10.1007/s13369-013-0769-9.

Ebrahimi, R., & Sherafati, M. (2013). Thermodynamic Simulation of Performance of A Dual Cycle with Stroke Length and Volumetric Efficiency. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 111 (1), 951-957, DOI: 10.1007/s10973-012-2424-1.

Ge, Y., Chen, L., & Qin, X. (2018). Effect of Specific Heat Variations on Irreversible Otto Cycle Performance. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 122, 403-409, DOI: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2018.01.132.

Ge, Y., Chen, L., & Sun, F. (2008). Finite-Time Thermodynamic Modelling and Analysis of An Irreversible Otto-Cycle. *Applied Energy*, 85 (7), 618-624, DOI: 10.1016/j.apenergy.2007.09.008.

Ge, Y., Chen, L., & Sun, F. (2009). Finite-Time Thermodynamic Modeling and Analysis for An Irreversible Dual Cycle. *Mathematical and Computer Modelling*, 50 (1-2), 101-108, DOI: 10.1016/j.mcm.2009.04.009.

Gonca, G., & Sahin, B. (2016). The influences of The Engine Design and Operating Parameters on The Performance of A Turbocharged and Steam Injected Diesel Engine Running with The Miller Cycle. *Applied Mathematical Modelling*, 40 (5-6), 3764-3782, DOI: 10.1016/j.apm.2015.10.044.

Gonca, G., Sahin, B., & Ust, Y. (2013). Performance Maps for An Air-Standard Irreversible Dual-Miller Cycle (DMC) with Late Inlet Valve Closing (LIVC) Version. *Energy*, 54, 285-290, DOI: 10.1016/j.energy.2013.02.004.

Gonca, G., Sahin, B., Ust, Y., & Parlak, A. (2015). Comprehensive Performance Analyses and Optimization of The Irreversible Thermodynamic Cycle Engines (TCE) under Maximum Power (MP) and Maximum Power Density (MPD) Conditions. *Applied Thermal Engineering*, 85, 9-20, DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2017.07.203.

Wu, Z., Chen, L., Ge, Y., & Sun, F. (2018). Thermodynamic Optimization for An Air-Standard Irreversible Dual-Miller Cycle with Linearly Variable Specific Heat Ratio of Working Fluid. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 124, 46-57, DOI: doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2018.03.049.

## Dergi Yayım İlkeleri

- Dergiye gönderilen çalışmalar bilimsel ve özgün olmalıdır.
- Dergide kongre, sempozyum vb. bilimsel etkinliklerde sunulmuş ancak yayımlanmamış olan çalışmalar, belirtilmek şartı ile dergide yayımlanabilir.
- Dergiye yayımlanmak üzere gönderilen çalışmalar daha önce başka bir yerde yayımlanmamış ve yayımlanmak üzere başka bir yere gönderilmemiş olmalıdır.
- Makalelerde yazar ünvanı, isimleri, kurumları ve e-mail bilgileri çalışmanın en başında ayrı bir sayfada belirtilmelidir.
- Makalenin tamamının 10.000 kelimeyi geçmemesine özen gösterilmelidir.
- Dergide yayımlanan makalelerin gönderim ve kabul tarihleri makalelerin ilk sayfasının altında gösterilir.

## Yazım Kuralları

- Tüm makaleler, A4 kâğıdı (210 x 297 mm) boyutunda her kenardan 2,5 cm boşluk bırakılarak, Microsoft Word yazılım programı kullanılarak yazılmalıdır.
- Yazı karakteri Times New Roman ve bütün bölümleri 12 punto, 1.5 satır aralıklı iki yana yaslanmış olmalıdır. Girinti ilk satır ve 1,25 olmalıdır.
- Makalelerde sayfa numarası olmamalıdır.
- Makalenin Türkçe ve İngilizce başlığının, ilk harfleri büyük, koyu ve sayfaya ortalanmış olarak yazılmalıdır. Türkçe ve İngilizce başlıkların 16 kelimeyi aşmamalıdır.
- İngilizce çalışmalarda Türkçe, Türkçe çalışmalarda ise, İngilizce özet yer almalıdır.Özet/Abstract 250 kelimeyi aşmamalı ve iki yana yaslı olmalıdır. Özet/abstract başlıklarının altında 5 kelimeyi aşmayan anahtar kelime/keywords bulunmalıdır.
- Giriş bölümünden itibaren bütün bölümler numaralandırılmalıdır. Numaralandırma 1., 1.1. 1.2, 1.3., şeklinde olmalı ve mümkün olduğunda 3 alt başlıktan fazlası kullanılmamalıdır.
- Tablo ve şekiller gerektiğinde 8 puntoya kadar düşürülerek tek sayfaya sığdırılmalıdır. Tek sayfaya sığmayan tablo ve şekiller ek olarak çalışmanın en sonunda gösterilmelidir. Metin kısmındaki tabloların kaynakları tablo ve şekil altında verilmelidir. Tablo ve Şekillerin numaraları kendi içerisinde sıralı ve tablo veya şeklin üstünde yerelmalıdır.
- Makalede kullanılan kaynaklar metin içinde tek yazarlı olduğunda, (yazar adı, Yayın yılı, Sayfa numarası) yani (Acar, 2016: 25) örneğine uygun olarak gösterilmelidir. İki yazarlı kaynaklar, (Ataman ve Hacırüstemoğlu, 2002: 78) üç ve daha fazla yazarlı kaynaklar için, (Güneş vd., 2015: 97) şeklinde metin içi kaynak kuralına uyulmalıdır. Ayrıca metnin tamamına atıf yapılmakta ise, (Güvemli, 2014), yazar adı belli değilse, (TBMM, 2017: 3) örneklerine bağlı kalınmalıdır.
- Kaynaklar, “Kaynakça” ismi ile sonuç bölümünden sonra ve eklerden önce alfabetik olarak numaralandırılmadan sıralanmalıdır. Kullanılan kaynakların Doi numarası varsa mutlaka kaynakçada yer almalıdır.

Kaynakça'da kaynak gösterimi,

**Tek yazarlı kitaplar için,**

- Karakaya, M. (2014). Maliyet Muhasebesi. Ankara: Gazi Kitabevi.

**İki ve daha fazla yazarlı kitaplar için,**

- Acar, D. & Tetik, N. (2009). Genel Muhasebe. Detay Yayıncılık.

**Tek yazarlı editörlü kitaplar için,**

- Özbek, M. (Ed.) (2005). Kamusal Alan. İstanbul: Hil.

**Çok yazarlı editörlü kitaplar için,**

- Gibbs, J.T. & Huang, L.N. (Eds.). (1991). Children of color: psychological intervention. San Francisco: Jossey-Bass.

**Editörlü kitaptan bölüm alınmışsa,**

- Siyez, D.M. (2008). Fiziksel gelişim. In A.Kaya (Ed.), Eğitim psikolojisi (ss. 113-146). Ankara: Pegema

**Çeviri kitaplar için,**

- Bahtin, M. M. (2004). Dostoyevski poetikasının sorunları (C. Soydemir, Çev.) İstanbul: Metis.

**Derlenmiş bir kitaptaki yazı için,**

- Karasu, B. (1997). İmge üretiminde roman hâlâ ilk sırada. Ne kitapsız ne kedisiz (ss. 13-22). İstanbul: Metis.

**E-kitap için,**

- McLaney, E. (2009). Business Finance. Erişim tarihi:25.04.2017,<http://www.books.mec.biz/tmp/books/E58R5U5EUTFE1SF8SBF3ZSBVUI16N6.pdf>.

**Tek yazarlı makaleler için,**

- Usul, H. (1996). Sermaye piyasalarının bütünleştiği dünyamızda Türk sermaye piyasası'nda muhasebe denetimi sorunları ve çözüm önerileri. SDÜ İİBF Dergisi, (1), 87-96.

**İki ve daha fazla yazarlı makaleler için,**

- Güvemli, O. & Güvemli, B. (2005). Osmanlı devlet muhasebesinde kayıt düzeni ve defter sistemi. Muhasebe ve Finans Tarihi Araştırmaları Dergisi, (9), 18-42.

### **Elektronik makaleler için,**

- Von Ledebur, S. C. (2007). Optimizing knowledge transfer by new employees in companies. Knowledge Management Research & Practice. Advance online publication. doi: 10.1057/palgrave.kmrp.8500141

### **Gazete makalesi için,**

- Schwartz, J. (1993, Eylül 30). Obesity affects economic, social status. *The Washington Post*, ss. A1, A4.
- Brody, J. E. (2007, Eylül 11). Mental reserves keep brain agile. *The New York Times*. Erişim tarihi: 11.09.2007, <http://www.nytimes.com>

### **Yazarı belli olmayan kaynaklar,**

- İç Tüzük. (1973). Ankara.

### **Gözden geçirilmiş ya da genişletilmiş baskılar için,**

- Büyüköztük, Ş. (2013). Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı (18. Baskı). Pegem Akademi: Ankara.

### **Yayınlanmamış tezler için,**

- Siyez, D.M. (2006). 15-17 yaş arası ergenlerde görülen problem davranışların risk ve koruyucu faktörler açısından incelenmesi. Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

### **İnternet kaynakları**

- Akdoğan, A. (2008). Yeni yerel yönetim yasalarında katılım. Erişim tarihi: 02.01.2011, [http://www.yayed.org.tr/resimler/ekler/21fa74b50ba3f7c\\_ek.pdf?tipi=7&turu=X&sube=0](http://www.yayed.org.tr/resimler/ekler/21fa74b50ba3f7c_ek.pdf?tipi=7&turu=X&sube=0).

### **Çok ciltli çalışmalar için,**

- Pflanze, O. (1963-1990). Bismarck and the Development of Germany (Cilt 1-3). Princeton, NJ: Princeton University Press.

### **Ansiklopediler,**

- Akün, Ö. F. (1992). Divan edebiyatı. Diyanet vakfı islâm ansiklopedisi (ss. 398-422). İstanbul: Türkiye Diyanet Vakfı.

### **Rapor ve Teknik Makaleler,**

- Gencil Bek, M. (1998). Mediscape Turkey 2000 (Report No. 2). Ankara: BAYAUM.

### **Röportaj için,**

- Eğer başkası tarafından yapılmış röportajdan alıntılama yapılacaksa ve görüşme geri kazanılabilir bir formdaysa (örneğin, bir kayıt, transkript, yayınlanmış soru-cevap), röportajın yapıldığı kaynak için uygun referans formatı kullanılır.
- Eğer başkası tarafında yapılmış röportajdan alıntılama yapılacaksa ve görüşme geri kazanılabilir bir formdaysa (örneğin, bir kayıt, transkript, yayınlanmış Soru-Cevap), röportajın yapıldığı kaynak için uygun referans formatı kullanılır.
- ODTÜ Genç Girişimciler Topluluğu. (2015). Girişimcilik Öyküleri. Ankara: Elma Yayınevi.

### **Fotoğraf için,**

- Adams, Ansel. (1927). *Monolith, the face of Half Dome, Yosemite National Park* [Fotoğraf]. Art Institute, Chicago.

### **Youtube için,**

- Ted. (2012, 10). Amy Cuddy: Vücut dilin benliğini şekillendiriyor. Erişim tarihi: 02.05.2017, [https://www.youtube.com/watch?v=Ks-\\_Mh1QhMc](https://www.youtube.com/watch?v=Ks-_Mh1QhMc)

Kaynakça'ya ilişkin belirtilmeyen kaynak gösterimi APA sistemine göre yapılmalıdır.

### **Makale Gönderimi**

Makale gönderimi sadece internet üzerinden derginin web sayfasına yüklenmelidir. Makalenin gönderimi sonrasındaki bütün sürece dair işlemler dergi web sayfasından yazarlar tarafından takip edilmelidir. Makale ile ilgili bütün düzeltmeler ve değişiklikler dergi web sayfası üzerinden yapılacaktır. İstenilen düzeltme ve değişiklikler 1 ay içinde yapılmazsa makale otomatik olarak reddedilecektir.

**MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ UYGULAMALI BİLİMLER DERGİSİ  
HAKEM DEĞERLENDİRME FORMU**

Değerlendirilen Makale Adı:

Değerlendirme Tarihi:

**Lütfen aşağıdaki kutulardan uygun olanları işaretleyiniz.**

**1. Çalışmanın Türkçe başlığı özeti ve anahtar kelimeleri çalışmanın içeriğine uygun mudur?\***

1    2    3    4    5    6    7    8    9    10

**2. Çalışmanın İngilizce başlığı özeti ve anahtar kelimeleri içeriğe uygun mudur?\***

1    2    3    4    5    6    7    8    9    10

**3. Çalışmanın özetinde çalışmanın amaç yöntem ve sonuçlarına yer verilmiş mi?\***

1    2    3    4    5    6    7    8    9    10

**4. Çalışmada kullanılan veri ve bilgiler çalışmanın içeriğine uygun mu?\***

1    2    3    4    5    6    7    8    9    10

**5. Çalışmanın yazım dili uygun ve anlaşılabilir mi?\***

1    2    3    4    5    6    7    8    9    10

**6. Çalışmanın yöntemi çalışmanın amaç ve konusuna uygun mu?\***

1    2    3    4    5    6    7    8    9    10

**7. Çalışmada sonuçlara objektif olarak ulaşılmış mı?\***

1    2    3    4    5    6    7    8    9    10

**8. Çalışmada kullanılan kaynaklar çalışma konusu ile ilgili mi?\***

1    2    3    4    5    6    7    8    9    10

**9. Çalışmanın kaynak sayısı çalışma konusu ve amacına yönelik midir?\***

1    2    3    4    5    6    7    8    9    10

**10. Çalışmada kullanılan kaynaklar güncel midir?**

1    2    3    4    5    6    7    8    9    10

**11. Çalışma özgün ve ilgili bilim dalına katkısı bulunmakta mıdır?\***

1    2    3    4    5    6    7    8    9    10

**12. Çalışma dergide yayımlanmaya uygun mudur?**

Bu haliyle yayımlanabilir.

Düzeltmesi/değiştirilmesi gereken bazı hususlar bulunmaktadır.

Düzeltmesi/değiştirilmesi gereken fazlaca hususlar bulunmaktadır.

Bu dergide yayımlanması uygun değildir.

**13. Eleştiri ve Önerileriniz (Yazarlar İçin) ?**

**14. Editöre Not:**

\* 1'den 10'a kadar puan veriniz. (10= En olumlu ..... 1= En olumsuz)

Hakem Unvanı Adı ve Soyadı

Tarih

İmza



## İSTİKLÂL MARŞI

*Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;  
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.  
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;  
O benimdir, o benim milletimindir ancak.*

*Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilal!  
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?  
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl...  
Hakkıdır, Hakk'a tapan, milletimin istiklâl!*

*Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.  
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!  
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.  
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.*

*Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,  
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.  
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,  
'Medeniyet!' dediğin tek dişi kalmış canavar?*

*Arkadaş! Yurduma alçakları uğratma, sakın.  
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.  
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın...  
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.*

*Bastığın yerleri "toprak!" diyerek geçme, tanı:  
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.  
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:  
Verme, dünyaları alsan da, bu cennet vatanı.*

*Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki fedâ?  
Şühedâ fişkırarak toprağı sıksan, şühedâ!  
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,  
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüdâ.*

*Ruhumun senden, İlahî, şudur ancak emeli:  
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.  
Bu ezanlar-ki şahadetleri dinin temeli-  
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.*

*O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,  
Her cerihamdan, İlahî, boşanıp kanlı yaşım,  
Fışkırır ruh-ı mücerred gibi yerden na'sım;  
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.*

*Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!  
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.  
Ebediyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl:  
Hakkıdır, hür yaşamış, bayrağımın hürriyet;  
Hakkıdır, Hakk'a tapan milletimin istiklâl!*

**Mehmet Âkif Ersoy**