



ISSN 2564-7377 (Online)



**GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Giresun University Institute of Natural Sciences

The Black Sea Journal of Sciences

**KARADENİZ FEN BİLİMLERİ DERGİSİ
KARADENİZ FEN BİLİMLERİ DERGİSİ**

Cilt 9 Sayı 1

2019

Volume 9 Issue 1



K F B D

<http://www.dergipark.gov.tr/kfbd>



Cilt 9 Sayı 1
Volume 9 Issue 1

2019

ISSN 2564-7377 (Online)



KARADENİZ FEN BİLİMLERİ DERGİSİ
THE BLACK SEA JOURNAL OF SCIENCES

Giresun Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Giresun University
Institute of Natural Sciences

Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi
The Black Sea Journal of Sciences

Cilt 9, Sayı 1, Haziran 2019
Volume 9, Number 1, June 2019

ISSN: 2564-7377 (Online)

Dergi Hakkında

Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından yayınlanan uluslararası hakemli bir dergidir. Karadeniz Fen Bilimleri dergisi 2010 yılından itibaren yılda iki kez yayınlanan hakemli ve akademik bir dergidir. Dergimizde mühendislik ve temel bilimler alanlarındaki bilimsel makaleler yayınlanır. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi Haziran ve Aralık aylarında olmak üzere yılda iki kez (Haziran - Aralık) yayınlanan hakemli akademik bir dergidir. Gönderilecek eserlerde; alanında bir boşluğu dolduracak özgün bir araştırma makalesi olması şartı aranır. Dergimizde hakemlerin ve yazarların birbirlerine karşı kimliklerinin gizli tutulduğu çift taraflı kör hakem sistemi kullanılır. Yayın Kurulu, dergiye gönderilen eserlerin öncelikle yayın ilkeleri ile dergi kapsamı, bilimsel içerik ve şekil açısından inceler. Ön incelemeden geçen eserler değerlendirilmesi amacıyla en az 2 hakeme gönderilir. Eserin dergiye kabul edilebilmesi için 2 hakemden de olumlu değerlendirme alması gerekir. Gerekli durumlarda 3. hakemden de değerlendirme sürecine katkı sağlaması istenebilir. Son karar editöre aittir. Yayınlanmak üzere gönderilen makaleler ayrıca intihal tespitinde kullanılan özel bir program aracılığıyla makalelerin daha önce yayınlanmamış olduğu ve intihal içermediği teyit edilir. Kabul edilen eserin yayınlanma süreci, eserin alındığı tarihten itibaren 2-6 ay sürmektedir. Dergiye makale gönderimi ücretsizdir. Yayına kabul edilen makaleden de hiç bir ücret talep edilmez. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi açık erişim politikasını benimsemiş bir dergidir.

About The Journal

The Black Sea Journal of Sciences is an international peer reviewed journal published by Giresun University's Institute of Science and Technology. The Black Sea Journal of Sciences peer-reviewed academic journal that has been biannually published since 2010. Our journal publish papers within engineering and the basic sciences. The Black Sea Journal of Sciences is a peer-reviewed academic journal that is published biannually in June and December (June, December). Prospective papers are expected to fill a gap in their respective field through innovative research. Our journal employs a bilateral blind review system in which the personal identities of the reviewers and authors are kept confidentially from one another, and whereby the parties involved are expected not to reveal themselves. The publishing team first examines (the) prospective papers in accordance with the criteria of the journal's scope, as well as for scientific content and format. After the pre-review step, the papers are forwarded to at least two reviewers for evaluation. In order for a paper to be accepted, it must receive positive evaluations from both reviewers. Papers can be requested to be reviewed again if needed and evaluation of a third reviewer should necessity warrant it. The final decision is made by the editor. Papers that are to be submitted for publishing are first controlled using special detection software in order to verify that they have not been previously published elsewhere, as well as to ensure that they do not include any plagiarized content. Publishing takes between 2 to 6 months from the acceptance date. The publishing or evaluation of manuscripts are free of charge. The Black Sea Journal of Sciences has an open access policy.

Sahibi / Owner

Prof. Dr. Yılmaz CAN

Giresun Üniversitesi Adına (Rektör)

Baş Editör / Editor in Chief

Doç. Dr. Bahadır KOZ
Giresun Üniversitesi (Enstitü Müdürü)

Yardımcı Editörler / Assistant Editors

Dr. Öğr. Üyesi Selin KALKAN
Giresun Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Yasemin HACIOĞLU
Giresun Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Kenan YANMAZ
Giresun Üniversitesi

Uluslararası Editörler / Regional Editors

Ricardo Perez Enriquez
Kuzeybatı Biyolojik Araştırma Merkezi, Meksika
Dr. Salar ALİ
Baltistan Skardu University, Pakistan
Dr. Stephan KOVALYSHYN
Lviv National Agrarian University, Ukraine
Dr. Anca Nicoleta SUTAN
Pitesti University, Romania
Dr. Muhammad Fahad Sardar
Ziraat Bilimleri Akademisi, Çin
Dr. Shinji UEHARA
National Research Inst. of Fisheries Sci., Japan

Bölüm Editörleri / Section Editors

Doç. Dr. Bahadır KOZ
Doç. Dr. Onur Özdal MENGİ
Doç. Dr. Mehmet Soner ENGİN
Dr. Öğr. Üyesi Kenan YANMAZ
Dr. Öğr. Üyesi Selin KALKAN
Dr. Öğr. Üyesi Yasemin HACIOĞLU
Dr. Öğr. Üyesi Fulya TEMEL
Dr. Öğr. Üyesi Serdar SOYLU
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ÇELİK
Dr. Öğr. Üyesi Selçuk ATASOY
Dr. Öğr. Üyesi Serdal KAYA
Dr. Öğr. Üyesi Volkan BAŞER
Dr. Öğr. Üyesi Murat GÜL

Mizanpaj Editörleri / Manuscript Editors

Dr. Öğr. Üyesi Kenan YANMAZ
Dr. Öğr. Üyesi Arzu AYDIN UNCUMUSAOĞLU

Yazışma Adresi / Correspondence Address

Giresun Üniversitesi
Fen Bilimlerle Enstitüsü
Güre Yerleşkesi 28200 / Giresun
Tel: 0 (454) 310 10 87
E-mail: kfbd@giresun.edu.tr
Web: <http://dergipark.gov.tr/kfbd>

İngilizce Editörleri / English Editors

Öğr. Gör. Öznur GÜLER
Öğr. Gör. Yasin BİÇER

İstatistik Editörleri / Statistical Editors

Prof. Dr. Erol EĞRİOĞLU
Doç. Dr. Eren BAŞ

Editör Kurulu / Editorial Board

Prof. Dr. Alp Yalçın TEPE
Prof. Dr. Birol ERTUĞRAL
Prof. Dr. Birsun Şengül OKSAL
Prof. Dr. Temel ÖZTÜRK
Doç. Dr. Cengiz MUTLU
Doç. Dr. Hakan BEKTAŞ
Doç. Dr. Elif Neyran SOYLU
Doç. Dr. Saim TOPÇU
Doç. Dr. Hasan Hüseyin AKSU
Doç. Dr. Hakan ADATEPE
Doç. Dr. İmdat İŞCAN
Doç. Dr. Mustafa Recep KAÇAL
Dr. Öğr. Üyesi Murat YOLCU
Dr. Öğr. Üyesi Şerif Ali DEĞİRMENÇAY
Dr. Öğr. Üyesi Zuhul YOLCU

Danışma Kurulu / Advisory Board

Prof. Dr. Mustafa TÜRKMEN (Giresun Üniversitesi)
Prof. Dr. Baki HAZER (Bülent Ecevit Üniversitesi)
Prof. Dr. Telhat ÖZDOĞAN (Amasya Üniversitesi)
Prof. Dr. Hümeysra BATI (Ondokuzmayıs Üniversitesi)
Prof. Dr. Metin H. ACAR (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Zekiye SULUDERE (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Zeki AYTAÇ (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. İsmail Hakkı ALTAŞ (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Yusuf AYZAZ (Yıldız Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Dursun SARAYDIN (Cumhuriyet Üniversitesi)
Prof. Dr. Emin KASAP (Ondokuz Mayıs Üniversitesi)
Prof. Dr. Murat TAŞ (Ondokuz Mayıs Üniversitesi)
Prof. Dr. Okan Zafer YEŞİLEL (Eskişehir Osmangazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Mithat KAYA (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Mustafa KURT (Ahi Evran Üniversitesi)
Prof. Dr. Nazmi POLAT (Ondokuz Mayıs Üniversitesi)
Prof. Dr. Nezihe ÇALIŞKAN (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Veyisel Turan YILMAZ (Uludağ Üniversitesi)
Prof. Dr. Halil İbrahim OKUMUŞ (Karadeniz Teknik Üniversitesi)

Yazı İşleri Müdürü / Editorial Manager

Dr. Öğr. Üyesi Kenan YANMAZ

Grafik-Tasarım / Graphic-Design

Dr. Öğr. Üyesi Erkan GÜLER

Redaksiyon / Redaction

Dr. Öğr. Üyesi Fikret USLUCAN

Bu dergi, aşağıda listelenen veri tabanları tarafından taranmaktadır / This journal is indexed by the following abstracting and indexing databases.

BASE, idealonline, Google Scholar, Index Copernicus, InfoBase Index, ResearchBib, SIS (Scientific Indexing Services), Akademik Dizin, Directory of Research Journals Indexing (DRJI), Directory of Open Access Journals (DOAJ) .

İçindekiler/Contents

Araştırma Makaleleri / Research Articles

Sayfa/Page

- Deniz üstü Rüzgâr Enerji Santrallerinde Rüzgâr Türbini Çıkış Gücü Hesabında Temel İz Etkisinin Değerlendirilmesi için Bir Model**
A Model for Evaluating the Basic Wake Effect in the Calculation of Wind Turbine Power Output on Offshore Wind Power Plant
Ibrahim ÇELİK, Ceyhan YILDIZ, Mustafa ŞEKKELİ 1-9
- Some 2,5-Disubstitue-1,3,4-Oxadiazoles as New Antioxidants**
Yeni Antioksidanlar Olarak Bazı 2,5-Disübstitüye-1,3,4-Oksadiazoller
Nurhan GÜMRÜKÇÜOĞLU, Bahar BİLGİN SÖKMEN 10-15
- İlk Defa Sentezlenen Eperezolid Benzeri Bileşiklerin Anti-Üreaz ve Anti-Elastaz Enzim Aktivitelerinin İncelenmesi**
The Investigation of Anti-Urease and Anti-Elastase Activities of Firstly Synthesized Eperezolide-like Derivatives
Bahar BİLGİN SÖKMEN, Dilem ŞEN, Aylin KURT, Hakan BEKTAŞ, Hatice PUSTİ 16-21
- Assessment of Physicochemical and Bioactive Properties of Fresh and Dried Sweet Cherry Fruit**
Taze ve Kurutulmuş Kiraz Meyvesinin Fizikokimyasal ve Biyoaktif Özelliklerinin Değerlendirilmesi
Duygu ALTIOK, Mustafa Remzi OTAĞ 22-32
- İzmir Körfezi'nde Kaya Balığı (Lesueurigobius friesii, Malm 1874)'nın Otolit Biyometrisi - Balık Boyu İlişkisi**
Otolith Biometry - Fish Length Relationship in Fries's goby (Lesueurigobius friesii (Malm 1874)) from İzmir Bay
Dilek İLHAN, Sencer AKALIN 33-42
- Investigation Some Quality Parameters of Sour Cherry Concentrates by Produced under Atmospheric and Vacuum Conditions**
Açık Kazanda ve Vakum Altında Üretilen Vişne Ekşilerinin Bazı Kalite Parametrelerinin Araştırılması
Filiz UÇAN TÜRKMEN, Hatice Aysun MERCİMEK TAKCI, Büşra SEYHAN, Tuba PALTA 43-57
- Süpermarket Yerleşim Problemi İçin Tavlama Benzetimi Algoritması Yaklaşımı**
A Simulated Annealing Algorithm Approach for Supermarket Location Problem
Mevlüt UYSAL, Uğur ÖZCAN 58-69
- Prediction of the Numbers of Visitors at the Sinop Museums by Artificial Neural Networks**
Sinop İlindeki Müzelere Gelen Ziyaretçi Sayısının Yapay Sinir Ağları İle Tahmini
Özlem ALCAN, Memnun DEMİR, Yalçın ALCAN 70-81
- Kamu Ulaşım Yatırımlarının Taşınmaz Üzerindeki Etkileri: Ordu-Giresun Havalimanı Örneği**
Effects of Public Transportation Investments on Real Estate: Ordu-Giresun Airport Example
Volkan BAŞER 82-93
- Generalized (G'/G) - Expansion Method for Some Soliton Wave Solution of the Coupled Potential Korteweg-de Vries (KdV) equation**
Potansiyel KdV- denklem çiftinin bazı soliton dalga çözümleri için Genelleştirilmiş (G'/G)- açılım metodu
İbrahim Enam İNAN 94-102
- Elektrokardiyografi Sinyallerinde Deneysel Mod Ayırıştırma Ve Geliştirilmiş Karar Ağaçları Kullanarak Aritmi Tespiti**
ThArrhythmia Detection Using Empirical Mode Decomposition and Boosted Trees in Electrocardiography Signals
Özgür TOMAK 103-110
- İsırgan-Polimetilmetakrilat Kompozitlerin Mekanik Testlerinde Lif Kalınlığının Kritik Lif Oranına Etkisi**
Effect of Fiber Thickness on Critical Fiber Ratio in Mechanical Tests of Nettle-Polymethylmethacrylate Composites
Kenan BÜYÜKKAYA 111-122
- Yalova Üniversitesi Merkez Kampüsünde Elektrik Enerji Kalitesini Etkileyen Harmoniklerin İncelenmesi**
Investigation of Harmonics Affecting the Electrical Energy Quality in Yalova University Main Campus
Aykut Fatih GÜVEN, Nuran YÖRÜKEREN 123-143

Yıldız Gölü Sedimentinden İzole Edilen Aktinobakterilerin Antimikrobiyal ve Enzim Üretim Kapasitelerinin Araştırılması Investigation of Antimicrobial and Enzyme Production Capacities of Actinobacteria Isolated from Yıldız Lake Sediment Kadriye ÖZCAN	144-151
Fotovoltaik Güneş Panelleri için farklı MGNİ Teknikleri kullanılarak Bir Şarj Regülatörünün Performansının İncelenmesi ve Karşılaştırılması Investigation and Comparison of the Performance of a Charge Regulator using Different MGNI Techniques for Photovoltaic Solar Panels Abdullah KARABAŞ [1] , Onur Özdal MENGİ	152-175
Antimicrobial Activity and Cytotoxicity of Alkanna Tinctoria (L.) Tausch Root Extracts Alkanna Tinctoria (L.) Tausch Kök Ekstraktlarının Antimikrobiyal Aktivitesi ve Sitotoksitesisi Hatice Aysun MERCİMEK TAKCI, Filiz UCAN TURKMEN, Fatma Ceren ANLAS, Fulya USTUN ALKAN, Pemra BAKIRHAN, Cihan DEMİR, Nazım SEKEROGLU	176-185
Çanakkale Bölgesi'nde Kullanılan Sardalye (Sardina pilchardus Walbaum, 1792) -Gümüş (Atherina boyeri Risso, 1810) Çaparı Takımlarında Av Kompozisyonunun Belirlenmesi Determination of catch composition of feathered European pilchard – Big-scale Sand Smelt handline used in Çanakkale Region Alkan ÖZTEKİN, Uğur ÖZEKİNCİ, Adnan AYZAZ, Uğur ALTINAĞAÇ	186-195
Effective Control of the Developmental Current of a Serial DC Motor with a Fuzzy Tuned-PI Controller Zeta Converter Bulanık Ayarlı-PI denetleyicili Zeta Konvertörün Sürdüğü, Seri DC Motorunun Kalkınma Akımının Etkili Denetimi Hilmi ZENK	196-211
The Effects of Different Oil Supply Pressure on Journal Bearing Performance Farklı Yağ Besleme Basıncının Kaymalı Yatak Performansına Etkisi Hakan ADATEPE	212-222

Deniz üstü Rüzgâr Enerji Santrallerinde Rüzgâr Türbini Çıkış Gücü Hesabında Temel İz Etkisinin Değerlendirilmesi için Bir Model

İbrahim ÇELİK^{1*}, Ceyhun YILDIZ¹, Mustafa ŞEKKELİ²

¹Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi, Elbistan Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, K. Maraş, Türkiye

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, K. Maraş, Türkiye

Geliş Tarihi: 23.02.2019

Kabul Tarihi: 09.04.2019

*Sorumlu Yazar: icelik@ksu.edu.tr

Öz

Deniz üstü Rüzgâr enerjisi santrali (RES) kurulumunda en önemli konulardan birisi de rüzgâr türbinlerinin iz etkisidir. Bu durum RES'in yıllık üretimini düşürmektedir. Bu nedenle RES kurulumunda iz etkisi sonucu meydana gelen üretim kaybı dikkate alınarak RES kurulumu gerçekleştirilmelidir. Günümüzde iz etkisi hesabında birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında basit ve yüksek derecede doğruluğa sahip olan Jensen yöntemi daha çok tercih edilmektedir. Bu çalışmada, iki rüzgâr türbini arasındaki iz etkisi, bir bölgede aynı yükseklikteki değişken rüzgâr hızları ve frekansları için Jensen yöntemi kullanılarak modellenmiştir. Model, Matris Laboratuvarı (MATLAB) yazılım geliştirme ortamında oluşturulmuştur. Ayrıca oluşturulan modeli doğrulamak için Rüzgâr Atlası Analiz ve Uygulama Programı (WASP) yazılımı kullanılmıştır. Bu yazılımda iki rüzgâr türbini deniz kıyısında uzakta bir bölgeye yerleştirilmiştir. Bu duruma ilişkin türbinlerin brüt üretim ve net üretim değerleri hesaplanmıştır. MATLAB modeli sonuçları ve ticari olarak kullanılan WASP modeli sonuçları karşılaştırıldığında yaklaşık olarak aynı üretim değerleri elde edilmiştir. Bu sonuçlar geliştirilen modelin deniz üstü RES'lerde yapılacak hesaplamalarda kullanılabilmesini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: İz etkisi, Jensen modeli, Rüzgar Enerjisi Santrali.

A Model for Evaluating the Basic Wake Effect in the Calculation of Wind Turbine Power Output on Offshore Wind Power Plant

Abstract

One of the most important topics of offshore Wind Power Plant (WPP) installation is the wake effect of the wind turbines on each other. This situation reduces annual energy production of WPP. WPP installation should be performed by considering the loss of production due to the wake effect. Nowadays, many methods are used for calculation of wake effect. Among these methods, the Jensen method is mostly preferred due to the simple and high degree of accuracy. In this study, Wake effect between two wind turbines is modeled by using Jensen method for variable wind velocities and frequencies at the same elevation in a region. The model is formed in the Matrix Laboratory (MATLAB) software development environment. Also, Wind Atlas Analysis and Application Program (WASP) software is used to verify the former model. In this software, two wind turbines are placed in offshore region. In this case, gross and net production values of turbines were calculated. When the results of MATLAB and commercially used WASP model results were compared, the approximately same production values were obtained. These results show that the developed model can be used in calculations in offshore WPP.

Keywords: Wake effect, Jensen model, Wind Power Plant.

1. Giriş

Dünyada, deniz üstü rüzgâr enerjisi santrali (RES) kullanımını her geçen gün artmaktadır. Avrupa'da 2018 yılı sonunda deniz üstü RES Kurulu gücü 16 GW'a ulaşmıştır. 2018'den 2027'ye kadar ise bölgede kurulu gücün 47 GW'a ulaşması beklenmektedir. Bu durum deniz üstü RES'lerin kurulumunu önemli bir konu haline getirmiştir (Foxwell, 2019).

Bir deniz üstü RES'in yıllık üretimini etkileyen en büyük etkenlerden birisi de iz etkisidir. Bir RES'teki her türbinin aşağıya doğru oluşan bir iz etkisi alanı bulunmaktadır. Bu etki RES'in yıllık üretiminin düşmesine sebep olmaktadır. Ayrıca iz etkisine daha fazla maruz kalan rüzgâr türbinlerde oluşan yüksek türbülans seviyesinden dolayı rüzgâr türbinlerinin kullanım ömrü azalmaktadır (Vermeer ve ark., 2003; Barthelmie ve ark., 2009; Porte-Agel ve ark., 2013).

Son yıllarda iz etkisini hesaplamak için sayısal ve deneysel olarak birçok yöntem geliştirilmiştir (Crespo ve ark., 1999; Marmidis ve ark., 2008; Emami ve ark., 2010; Asta ve ark., 2013; Turner ve ark., 2014;). Bu yöntemler doğru sonuçlar vermesine rağmen, basit analitik yöntemler, rüzgâr türbini iz etkisi hesabında ve iz etkisinin enerji üretimi üzerindeki etkilerini tahmin etmede daha yaygın olarak kullanılmaktadır (Katic ve ark., 1986; Fradsen, 1992; Kiranoudis ve Maroulis, 1997; Kusiak ve Song, 2010). Jensen modeli ise basit ve kullanımının kolay olmasından dolayı analitik hesaplama yöntemleri arasında ön plana çıkmaktadır (Shakoora ve ark, 2016; Pena, 2016; Hao ve ark, 2016). Bu model ticari olarak kullanılan WASP (Tian ve ark., 2014), WindPRO (Zhang, 2015), WindSim (Crastoa ve ark., 2012) gibi birçok yazılımda kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı deniz üstü RES'te iki rüzgâr türbini arasında iz etkisinden dolayı meydana gelebilecek üretim kaybını hesaplayabilmek için bir enerji üretim modeli oluşturmaktır. Bu modeli oluşturabilmek amacıyla Jensen modeli kullanılmıştır. Modeli oluşturulurken WASP ortamından belirlenen bölgeye ait saha verileri ve türbine ait parametreler kullanılmıştır. Bu şekilde oluşturulan model ile WASP sonuçları kıyaslanarak modelin etkinliği incelenmiştir.

Bu çalışma dört bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde konu genel olarak anlatılmış, kısa bir literatür özeti ile beraber çalışmada kullanılan yöntemden bahsedilmiştir. İkinci bölümde ise iz etkisi anlatılarak Jensen iz etkisi modeli ile türbin yıllık enerji üretimi hesabı incelenmiştir. Ayrıca belirlenen bölgeye ait saha verileri ve türbine ait parametreler verilmiştir. Üçüncü bölümde iz etkisinin MATLAB modeli sonuçları ile ticari bir yazılım olan WASP sonuçları kıyaslanmıştır. Son bölümde ise elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Metot

Deniz üstü RES'lerde rüzgâr türbinlerinin birbirlerine iz etkisi bulunmaktadır. Türbinlerde iz düşümü etkisi sebebiyle bir üretim kaybı meydana gelmektedir. Bu üretim kaybı, bir rüzgâr türbinin net enerji üretim hesabında önemli bir konudur. Bu çalışmada iz düşümü etkisinden dolayı türbin üretiminde meydana gelecek üretim kaybını hesaplayabilmek için bir enerji üretim modeli sunulmuştur. Bu model oluşturulurken Jensen iz etkisinden faydalanılmıştır. Modelde belirli bir bölge için saha verileri ve gerçek bir rüzgâr türbini parametreleri kullanılmıştır.

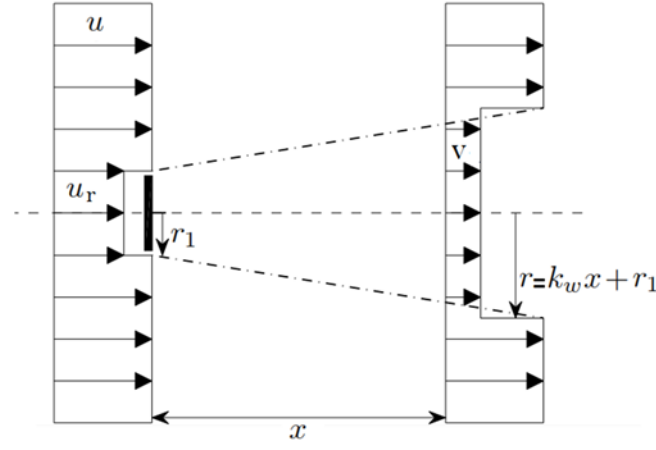
Bu bölümde, ilk olarak iz etkisi anlatılmış ve daha sonra rüzgâr türbini yıllık enerji üretimini hesaplayabilmek için kullanılan Jensen iz etkisi modeli incelenmiştir. İkinci olarak deniz kıyısında uzakta türbinleri yerleştirmek için belirlenen bölge için geliştirilen enerji üretim modelinde kullanılan parametreler ifade edilmiştir.

2.1. İz etkisi

Hava, rüzgâr türbinine yaklaştığında hızı düşer ve basıncı artar. Rüzgâr türbini rotorunu geçerken basınçta ani bir düşüş olur. Hemen rotorun aşağısındaki bölgede, basınç ve aksenal hızın dağılımı düzensiz şekilde azalır. Bu azalma, aksenal itme ile bağlantılı olan ve aynı zamanda makinedeki tork ile ilişkili olan azimut hız bileşenine bağlıdır. Bu durum arka arkaya iki rüzgâr türbini için incelenirse öndeki rüzgâr türbini arkasındaki rüzgâr türbinine ulaşan rüzgârın hızı azalmasına ve türbülans yoğunluğunun artmasına neden olur. Bu etkiye iz etkisi denilmekte ve rüzgâr türbinin yıllık enerji üretimini düşürmesinin yanı sıra türbinin ömrünün kısılmasına sebep olmaktadır (Hwang ve ark, 2015).

2.2. Jensen iz etkisi modeli kullanılarak türbin yıllık enerji üretimin hesabı

Türbinlerde iz düşümü etkisini hesaplamak için gerçekleştirilen çalışmaların temelleri 1980'lere dayanmaktadır. Bu konuda gerçekleştirilen çalışmaların amacı iz düşümü etkisinden dolayı türbin üretiminde meydana gelecek üretim kaybını hesaplayabilmektir. Jensen modeli ise tek türbin iz alanının içindeki rüzgâr türbininin rüzgâr hızı düşümünü açıklamaktadır (Jensen, 1983).



Şekil 1. Jensen iz etkisi modeli (Jensen, 1983).

Bu model, Şekil 1’de görüldüğü gibi r_1 yarıçaplı türbinden aşağıdaki r yarıçaplı iz alanına kadar aralarında yatay olarak x mesafesi bulunan iki türbin arasında doğrusal olarak genişleyen çapa sahip bir iz varsayımına dayanmaktadır. Burada bir kontrol hacmi boyunca momentum korunumu Denklem 1’deki gibi ifade edilir.

$$\pi r_1^2 u_r + \pi (r - r_1)^2 u = \pi r^2 v \quad (1)$$

Boyutsuz bir büyüklük olan k_w ise türbin iz alanının yatay mesafeyle ne kadar hızlı genişlediğini belirlemektedir ve Denklem 2’deki gibi tanımlanır.

$$k_w = \frac{0.5}{\ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} \quad (2)$$

Burada z , iz etkisi alanındaki türbinin göbek yüksekliği ve z_0 , yerel arazinin özelliklerine bağlı olarak değişkenlik gösteren yüzey pürüzlülük katsayısıdır. Jensen modelinde k_w değerini sabit bir değer ($k_w = 0.1$) olarak kabul edilmektedir. Ancak, literatürde k_w değeri kara üstü RES’ler için 0.075 ve deniz üstü RES’ler için ise 0.04’tür (Barthelmie ve ark., 2005; Thøgersen, 2005; Crasto ve ark., 2012; Barthelmie ve Jensen, 2010).

Rüzgâr türbinin iz hacminde yatay olarak x mesafesindeki hız değeri, Denklem 1’de u_r yerine $\sqrt{1 - C_T}$ ifadesi yazılıp bu denklemin çözülmesiyle Denklem 3’teki ifade elde edilir.

$$v = u + u\sqrt{1 - C_T} - 1) \left(\frac{r_1^2}{r^2}\right) \quad (3)$$

Burada u serbest rüzgâr hızını, v ise iz etkisi alanında kalan türbinin düşmüş rüzgâr hızını göstermektedir. C_T , itki katsayı olup türbinin hız değeriyle değişkenlik göstermektedir. Jensen modeli lineer hız düşümü modeli ile ifade edilecek olursa Denklem 4'teki eşitlik elde edilir. Bu ifadede önde bulunan türbinin iz alanı A_{iz} 'dir. $A_{çakışma}$ ise öndeki türbinin iz alanı ile arkada bulunan türbinin çakışma alanının geometrik ifadesidir (Nielsen ve ark., 2009).

$$\Delta u = u - v = u(1 - \sqrt{1 - C_T}) \left(\frac{A_{çakışma}}{A_{iz}} \right) \quad (4)$$

Deniz üstü RES'lerde türbinlerin net üretim değeri, 0° ile 360° arasında değişen yön değerleri için 30° 'lik 12 sektöre ayrılarak her bir sektörü için hesaplanmaktadır. Bu hesaplamada 2 parametrelili (k ve A) Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonu kullanılmaktadır. Bu fonksiyon Denklem 5'de ifade edilmiştir. Burada $f(u)$ gözlemlenen rüzgâr hızı u 'nun olasılık fonksiyonunu, k ile A ise sırasıyla şekil ve ölçek parametrelerini ifade etmektedir.

$$f(u) = (k/A)(u/A)^{k-1} e^{-\left(\frac{u}{A}\right)^k} \quad (5)$$

Bir rüzgâr türbininde iz etkisi nedeniyle her bir sektörde brüt üretim miktarı düşecektir. Bir rüzgâr türbini için yıllık net üretim değeri hesaplanırken Denklem 6'daki ifade kullanılmaktadır (Nielsen ve ark., 2009).

$$N\ddot{U} = 8760 \times f_s \times \int_0^\infty \delta(u - \Delta u) * p(u - \Delta u) * f(u) * d(u) \quad (6)$$

Bu denklemde ilk ifade olan f_s sektör frekansını ifade etmektedir. İkinci ifade olan $\delta(u - \Delta u)$, türbinin devrede olup olmadığını göstermektedir. Eğer türbin üretim yapıyorsa bu değer "1" olacak aksi halde "0" olacaktır. Üçüncü ifade $p(u - \Delta u)$, ise belirtilen sektördeki iz etkisinden dolayı meydana gelen hız düşümünü sonucu yeni hız değerinin türbin güç eğrisindeki karşılığını ifade etmektedir. Son ifademiz $f(u)$ ise hız düşümü olmadan önceki hız değerleri için A ve k katsayıları kullanılarak her sektör için hesaplanan olasılık yoğunluk fonksiyonudur.

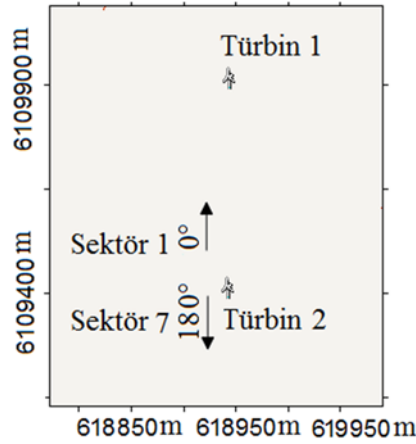
Bir rüzgâr türbini için net üretim değeri, brüt üretimden iz etkisi nedeniyle meydana gelen kayıp çıkarılarak bulunur. Burada her bir rüzgâr türbini için brüt enerji üretimi hesaplanırken türbinin hız değeri, türbinin devreye girdiği hız ile devreden çıktığı hız değeri arasında birer birimlik aralıkların orta noktası alınarak hesaplanmaktadır. Bu hesaplamalar sonucunda her bir sektör için elde edilen brüt üretim değerleri toplanarak toplam brüt üretim değeri elde edilmektedir. Burada net üretim

hesabında kullanılan Denklem 6'daki ifade de $\Delta u=0$ alınarak brüt enerji üretim değeri hesaplanmaktadır.

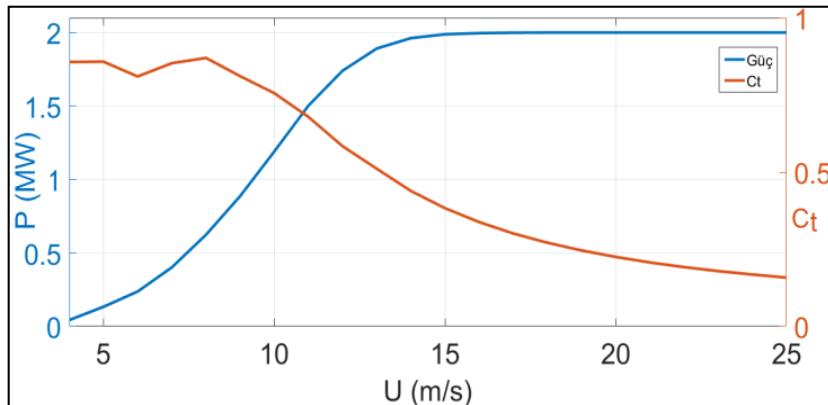
2.3. Deniz kıyısında belirlenen bölge için saha verileri ve türbin parametreleri

Bu bölümde deniz kıyısından uzakta bir bölgeye yerleştirilen türbinlerde iz etkisi modelinin üretimi nasıl etkilediği incelenmiştir. Bu süreçte öncelikle WASP yazılımından deniz kıyısından uzakta bir bölge belirlenmiştir. Bu bölgeye iki adet 2 MW gücünde rüzgâr türbini Şekil 2'de görüldüğü gibi yerleştirilmiştir. Türbinlerin hız- güç eğrisi ve itki katsayısı (C_t) Şekil 3'te verilmiştir. Şekil 3'e göre türbin 3 m/s hızda devreye girmekte, 25 m/s hıza kadar üretim gerçekleştirmekte ve 25 m/s'den sonra devreden çıkmaktadır. Ayrıca türbinin bazı karakteristik özellikleri ise Tablo 1'de özetlenmiştir.

Türbin yerleşimi için belirlenen konumlara ait her sektörün yüzde olarak rüzgâr hızlarının frekans dağılımları, şekil (k) ve ölçek parametreleri (A) katsayıları Tablo 2'de verilmiştir. Bu tabloda 0° - 360° arasında değişen yön değerleri 30° 'lik 12 sektöre ayrılmıştır. Hesaplamalarda her sektördeki brüt ve net enerji üretim hesabı bu bölümde verilen bilgiler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. Türbin yerleşimi için deniz kıyısından uzakta belirlenmiş koordinat bilgileri



Şekil 3. 2 MW Bonus Türbin Hız güç eğrisi ve kapasite faktörü (Bonus,2019)

Tablo 1. 2MW Bonus rüzgâr türbinlerinin sırasıyla karakteristik özellikleri (Bonus,2019)

Göbek yüksekliği (m)	60
Rotor çapı (m)	76
Devreye girme hızı (m/s)	3
Devreden çıkma hızı (m/s)	25

Tablo 2. Her sektör için frekans dağılımları ve Weibull katsayıları.

Numarası	Açısı	Sektör		
		Frekans (%)	Weibull-A (m/s)	Weibull-k
1	0	2.1	5.1	2.41
2	30	4.5	6.4	2.49
3	60	5.6	5.6	2.31
4	90	7.5	5.8	3.23
5	120	6.1	6.2	3.08
6	150	5.4	6.5	2.84
7	180	7.9	7.2	2.71
8	210	8.4	8.6	2.78
9	240	12.3	9.7	3.24
10	270	15.7	9.7	2.75
11	300	16.6	9.1	2.85
12	330	8	7	2.40

3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada kıyıdan uzakta iki adet rüzgâr türbininin birbirleri üzerinde oluşturdukları iz etkisi hesaplanarak bir rüzgâr türbininde sektörel olarak enerji üretimlerin nasıl etkilendiği incelenmiştir. Bu süreçte WASP yazılımından faydalanarak çeşitli parametre değerleri kullanılarak MATLAB ortamında bir enerji üretim modeli oluşturulmuştur. Bu model sayesinde rüzgâr türbininin net ve brüt enerji üretim değerleri hesaplanmıştır. Bu modelde türbin 1, türbin 2'nin 1. sektöründe iz etkisi oluştururken türbin 2'de türbin 1'in 7. sektöründe iz etkisi oluşturmaktadır. Bu oluşturulan model ile WASP yazılımından elde edilen sonuçlar türbinler arasındaki mesafenin 300m ve 350m olduğu durumlar için 1. ve 7. sektörlerle ilişkin türbinlerin üretim sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Türbinler arası farklı mesafeler için 1. ve 7. sektörlerle ilişkin üretim sonuçları

Türbin	Türbin1		Türbin2	
	Brüt	Net	Brüt	Net
Mesafe (metre)	300	350	300	350
WASP (GWh)	0.3080	0.1760	0.1970	0.029
Model (GWh)	0.3030	0.1820	0.1900	0.029
Fark (%)	1.62	3.40	3.55	0

4. Sonuçlar ve Öneriler

RES'lerde türbinlerin yerleştirildikleri konumlarından kaynaklı olarak birbirleri üzerinde iz etkisi oluşturmaktadırlar. Bu etki hem türbinlerin yıllık üretimlerini düşürmekte hem de yüksek türbülans dolaylı türbinlerin ömürlerini kısaltmaktadır. Bir rüzgâr türbininde iz etkisinden dolayı meydana gelebilecek üretim düşüşünü hesaplamak önemli konulardan birisidir. Bu konuda birçok çalışma gerçekleştirilmiş olmakla birlikte Jensen modeli çok yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada Jensen iz etkisi modeli kullanılarak MATLAB ortamında rüzgâr türbini enerji üretim modeli oluşturulmuştur. Bu modelin sonuçları WASP yazılımı ile kıyaslanmıştır. Bu kıyaslamaya göre MATLAB ortamında oluşturulan modelde 300m ve 350m mesafeler için ilk olarak türbin 2'nin türbin 1'e iz etkisi oluşturduğu 7. sektör için hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Bu hesaplamalarda brüt üretimin WASP yazılımı sonuçlarına göre çok küçük hata yüzdesi ile hesaplandığı görülmüştür. Net üretimin değerinin ise en fazla % 3.55 hata ile hesaplandığı görülmüştür. Ayrıca türbin 1'in türbin 2'ye iz etkisi oluşturduğu 1. sektör için brüt üretim değeri WASP yazılımıyla aynı hesaplanmıştır. Net üretim değeri ise 300 metre mesafede % 2.77 hata ile 350 m mesafede ise % 3.12 hata ile hesaplanmıştır. Bu iki sektör için elde edilen sonuçlar, geliştirilen modelin deniz üstü RES'lerde rüzgâr türbini enerji üretim hesabında rahatlıkla kullanılabileceğini göstermiştir. Bu model sayesinde MATLAB ortamında farklı güçlerde ve mesafelerde rüzgâr türbinleri içinde enerji üretim hesabı gerçekleştirilebilecektir.

Kaynaklar

- Asta S., (2013). *A. survey on recent off-shore wind farm layout optimization methods, technical report*. Nottingham, UK: University of Nottingham.
- Barthelmie, R.J., Folkerts, L., Larsen, G.C., Rados, K., Pryor, S.C., Frandsen, S.T. (2005). Comparison of wake model simulations with offshore wind turbine wake profiles measured by sodar. *J Atmospheric Ocean Technoogy*, 23, 881-901.
- Barthelmie, R.J, Hansen K., Frandsen, S.T., Rathmann, O., Schepers, J.G., Schlez, W. (2009). Modelling and measuring flow and wind turbine wakes in large wind farms offshore. *Wind Energy*, 12: 431-444.
- Barthelmie, R.J., Jensen, L.E. (2010). Evaluation of wind farm efficiency and wind turbine wakes at the nysted offshore wind farm. *Wind Energy*, 13, 573-586.
- Craosta, G., Gravadhla, A., Castellanib, F., Piccionib, E. (2012). Wake modeling with the actuator disc concept. *Energy Procedia*, 24, 385-392.
- Crespo, A., Hernandez, J., Frandsen, S.T. (1999). Survey of modelling methods for wind turbine wakes and wind farms. *Wind Energy*, 2, 1-24.
- Emami, A., Noghreh, P. (2010). New approach on optimization in placement of wind turbines within wind farm by genetic algorithms. *Renew Energy*, 35: 1559-1564.
- Frandsen, S.T. (1992). On the wind speed reduction in the center of large clusters of wind turbines. *Journal of Wind Eng Ind Aerodyn*, 39: 251-256.
- Hao, L., Zuo L., Li, J., Li, B., He, Y., Huang Q. (Ekim, 2016) A wind turbine control method based on Jensen model, *International Conference on Smart Grid and Clean Energy Technologies*, (pp. 207-211), Chengdu, China

- Hwang, C., Jeon, J. H., Kim G. H., Kim, E., Park, M., Yu, K. (2015). Modelling and simulation of the wake effect in a wind farm, *Journal of International Council on Electrical Engineering*, 5(1), 74–77.
- Jensen, N. (1983). A note on wind turbine interaction. Technical report Ris-M-2411. Roskilde, Denmark: Risø National Laboratory.
- Katic, I., Højstrup, J., Jensen, N. (1986). A simple model for cluster efficiency. In: *Proceedings of the European wind energy association conference and exhibition*, Rome, Italy.
- Kiranoudis, C.T., Maroulis, Z.B. (1997). Effective short-cut modelling of wind park efficiency. *Renew Energy*, 11, 439-457.
- Kusiak, A., Song, Z. (2010). Design of wind farm layout for maximum wind energy capture. *Renew Energy*, 35, 685-694.
- Marmidis, G., Lazarou, S., Pyrgloti, E. (2008). Optimal placement of wind turbines in a wind park using Monte Carlo simulation. *Renew Energy*, 33, 1455-1460.
- Nielsen, M., Jørgensen, H. E., Frandsen, S. T. (2009). Wind and wake models for IEC 61400-1 site assessment. In EWEC 2009 Proceedings online EWEC.
- Peña, A., Réthoré, P., Laan, M.P. (2016). On the application of the Jensen wake model using aturbulencedependent wake decay coefficient: the Sexbierum case. *Wind Energy*, 2016;19(4), 763–76
- Porté-Agel, F., Wu, Y.T., Chen, C-H. (2013). A numerical study of the effects of wind direction on turbine wakes and power losses in a large wind farm. *Energies*, 6 (10), 5297-313.
- Shakoor, R., Hassan, M. Y., Raheema, A., Wu, Y. K. (2016). Wake effect modeling: A review of wind farm layout optimization using Jensen's model *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 58, 1048-1059.
- Thøgersen, M.L. (2005). Wind PRO/PARK: introduction to wind turbine wake modelling and wake generated turbulence. Technical report. Niels Jernes Vej 10, DK9220 Aalborg, Denmark: EMD International A/S
- Tian L., Zhu, W., Shen, W., Zhao, N., Shen, Z. (2014) Development and validation of a new two-dimensional wake model for wind turbine wakes, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 137, 90-99.
- Turner, S.D.O., Romero, D.A., Zhang, P.Y., Amon, C.H., Chan, T.C.Y. (2014). A new mathematical programming approach to optimize wind farm layouts. *Renewable Energy* , 63, 674-680.
- URL-1: Foxwell, D. (2019). https://www.owjonline.com/news/view,5-ways-offshore-wind-will-continue-to-diversify-in-2019_56228.htm, (Erişim Tarihi: 21 Şubat 2019).
- URL-2: Bonus 2MW Turbine , <https://en.wind-turbine-models.com/turbines/121-bonus-b76-2000>, (Erişim Tarihi: 21 Şubat 2019).
- Vermeer, L., Sørensen, J., Crespo, A. (2003). Wind turbine wake aerodynamics. *Prog Aerosp Sci*, 39, 467-510.
- Zhang, M.H. (2015) *Wind resource assessment and micrositing: science and engineering*, Wiley.

Some 2,5-Disubstitue-1,3,4-Oxadiazoles as New Antioxidants

Nurhan GÜMRÜKÇÜOĞLU^{1*}, Bahar BİLGİN SÖKMEN²

¹Department of Chemistry, Faculty of Science, Karadeniz Technical University, 61080 Trabzon, Turkey

²Department of Chemistry, Faculty of Arts and Sciences, Giresun University, 28049, Giresun, Turkey

Received: 18.02.2019

Accepted: 16.05.2019

*Corresponding Author: ngumrukcuoglu@ktu.edu.tr

Abstract

Many heterocyclic compound, a pharmacologically used as the starting compound for the synthesis of new structures which are important. Groups of theseazole compounds, due to their various biological activities, in recent years have become common classes of compounds synthesized. Heterocyclic compounds containing five-membered ring, compounds of pharmacological class have entered popular in recent years due to properties. In this study, antioxidant activities of some 2,5-disubstitue-1,3,4-oxadiazoles (**1-3**) were evaluated for according to ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) diammonium salt), 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activities and iron reducing power capacity. The obtained results showed that the synthesized compounds (**1-3**) had effective antioxidant activities.

Key Words: 2,5-Disubstitue-1,3,4-oxadiazoles, Antioxidant, ABTS Radical Scavenging Activity

Yeni Antioksidanlar Olarak Bazı 2,5-Disübstitüye-1,3,4-Oksadiazoller

Öz

Birçok heterosiklik bileşik, farmakolojik açıdan önemli olan yeni yapıların sentezi için başlangıç bileşiği olarak kullanılmaktadır. Bunlardan azol gurubu bileşikler, sahip oldukları değişik biyolojik aktivitelerden dolayı son yıllarda sıklıkla sentezlenen bileşik sınıfları haline gelmiştir. Beş üyeli halka içeren heterosiklik bileşikler, farmakolojik özelliklere sahip olmasından dolayı son yıllarda popüler bileşikler sınıfına girmiştir. Bu çalışmada, bazı 2,5-disübstitüye-1,3,4-oksadiazollerin (**1-3**) antioksidan aktiviteleri, ABTS (2,2'-Azino-bis(3-etilbenzenothiazoline-6-sülfonik asid), DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) radikal giderme aktiviteleri ve demir indirgeme gücü kapasitesine göre incelendi. Elde edilen sonuçlar, sentezlenen bileşiklerin (**1-3**) etkili antioksidan aktiviteye sahip olduğunu gösterdi.

Anahtar Kelimeler: 2,5-Disübstitüye-1,3,4-oksadiazoller, Antioksidan, ABTS Radikal Giderme Aktivitesi

1. Introduction

In the presence of reactive oxygen species (ROS) known species as chemically reactive molecules can harm carbohydrates, proteins, lipids and loss of cell structure and function, and finally apoptosis or necrosis (Kotaiah et al., 2012; Dasuri et al., 2013). More than 20 years, diseases, such as carcinogenesis, inflammation, neurodegenerative diseases, atherosclerosis and cardiovascular diseases, diabetes, Parkinson and Alzheimer have been associated with high levels of ROS (Nordberg and Arnér, 2001; Uttara et al., 2009; Sosa et al., 2013). For this reason, antioxidant addition has withdrawn enormous interest in recent years in preventing or treating these diseases by counteracting the effect of ROS (Liu et al., 2006; Grodstein et al., 2013).

Oxadiazole is an aromatic heterocyclic ring having the closed formula $C_2H_2N_2O$ (Oliveira et al., 2012). Depending on the position of oxygen and nitrogen atom 1,2,4/1,2,3/1,3,4 and 1,2,5 can be found in the structure of oxadiazole. However, 1,3,4 and 1,2,4-oxadiazoles are more studied by researchers because of their important biological and chemical properties (Oliveira et al., 2012). Compounds containing 1,3,4-oxadiazole ring in the structure have a broad spectrum of biological activity. Generally antibacterial (Kanthiah et al., 2011; Sridhara et al., 2010; Naveena et al., 2010), antifungal (Jayashankar et al., 2009; Akhter et al., 2008) analgesic (Bharathi et al., 2011), antiinflammatory, antiviral, anticancer (Akhtar et al., 2010; Rostom et al., 2003) and antidiabetic (Shyma et al., 2015) have been shown in recent years. In addition, two different compounds containing 1,3,4-oxadiazole ring are now used in clinical medicine. One of them is Raltegravir used as antiretroviral drug, while Zibotentan is used as anti-cancer drug (Figure 1) (Savarino, 2006; James, 2009).

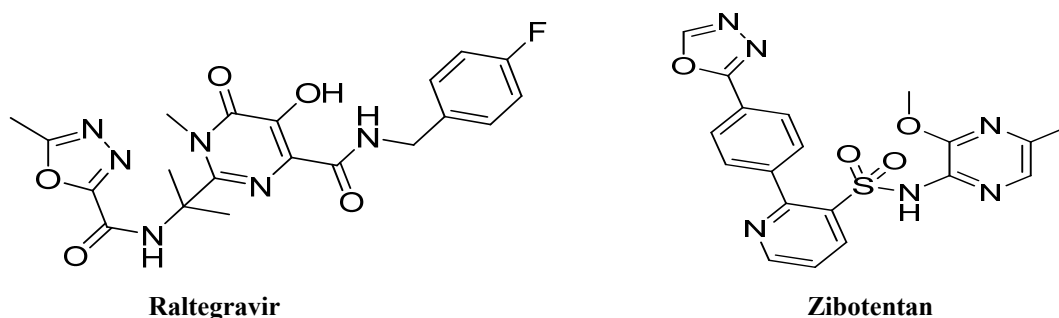


Figure 1. Structure of Compounds Containing 1,3,4-Oxadiazole Ring

Nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) are used to treat inflammatory and painful conditions including joint rheumatism, airway inflammation and fever. These agents actually inhibit the enzyme cyclooxygenase I (COX-1) and cyclooxygenase II (COX-2) and then they cause wounds

in the gastrointestinal tract, Thromboxane-A2 Synthetase Inhibitors inhibiting TXA₂, layer formation and accumulation (Rajak et al., 2009). Combination of these interactions results in irritations and disturbances in the gastrointestinal tract. These compounds containing the oxadiazole moiety reduce the amount of gastric acid and inhibit COX/LO. Thus, new agents with minimal side-effects or side-effects on the gastrointestinal tract containing the oxadiazole moiety have been developed. For example; 1-(4-bromophenyl)-3-(5-(3,4-dimethoxy-phenyl-1,3,4-oxadiazol-2-yl)-propan-1-one was synthesized and showed very good anti-inflammatory activity (Figure 2) (Bala et al., 2010).

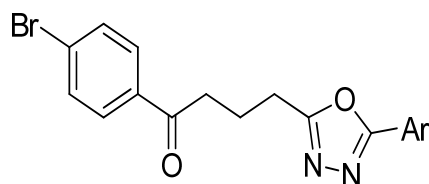


Figure 2. Structure of 1-(4-Bromophenyl)-3-(5-(3,4-dimethoxy-phenyl-1,3,4-oxadiazol-2-yl)-propan-1-one

Besides these, the addition of various functional groups such as -CH₃, -OCH₃ can create analogs with a larger antioxidant effect than classical molecules (Kade et al., 2009). The aim of current study was to investigate the antioxidant activity of synthesized 2,5-disubstitue-1,3,4-oxadiazoles (**1-3**). Antioxidant activities of these ligands were evaluated by *in vitro* assay and compared to the activity of standard compounds 2,5-disubstitue-1,3,4-oxadiazoles were synthesized by Gumrukcuoglu et al. (2007) and Serdar et al. (2007) (Figure 3).

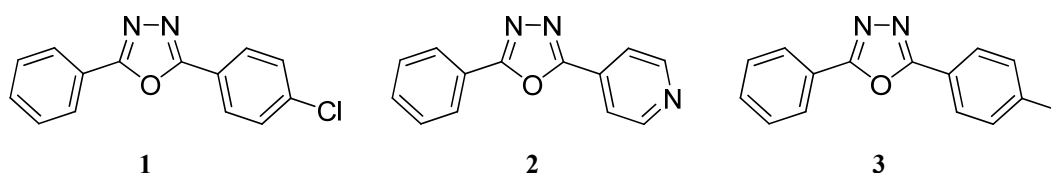


Figure 3. Structure of the studied 2,5-disubstitue-1,3,4-oxadiazoles (**1-3**).

2. Materials and Methods

2.1. General

All chemicals used in the experiments were purchased from Merck and Fluka. Biological activities of the samples were assayed spectrophotometrically (UV-1240, Shimadzu, Japan).

2.2. Antioxidant Activity Assays

DPPH activity of the oxadiazole derivatives was determined by Brand Williams et al. (1995). The ABTS radical scavenging activity of the oxadiazole derivatives was measured according to the method described by Arnao et al. (2001). The reducing power of the oxadiazole derivatives was examined according to the method of Oyaizu (1986).

3. Findings and Discussion

DPPH is generally used as a reagent to appraise free radical scavenging activity of antioxidant substances (Oyaizu, 1986). The DPPH radical scavenging activity of 2,5-disubstitue-1,3,4-oxadiazole derivatives are presented in Table 1. As standard antioxidant was used Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid). All the tested compounds showed DPPH free radical scavenging activities. Their comparable scavenging activities were expressed with SC_{50} (The potent concentration at which the DPPH radicals were scavenged by 50%) values in Table 1. Compound **1** had the highest scavenging activity among all the oxadiazole derivatives tested ($SC_{50}=3023\pm3878.924 \mu\text{M}$). Compound **2** had the lowest scavenging activity among all the samples tested and standards ($SC_{50}=8311\pm852.2 \mu\text{M}$).

The ABTS radical scavenging activity of 1,3,4-oxadiazole derivatives compared with Trolox were showed in Table 1. ABTS radical scavenging activity increased with increasing concentration. Lower SC_{50} values demonstrate higher ABTS radical scavenging ability. All of the compounds (1348-16883 μM) showed lower ABTS radical scavenging activity than Trolox ($SC_{50}=214.55\pm24.56 \mu\text{M}$). The highest and lowest activities were found at compounds **1** ($SC_{50}=1348\pm81.78 \mu\text{M}$) and **2** ($SC_{50}=16883\pm198.4 \mu\text{M}$), respectively.

The reducing powers of the oxadiazole derivatives were studied at different concentrations (250-1000 $\mu\text{g/mL}$), and results were compared with BHT (Butylated hydroxy toluene) (Table 1). In this study, the reducing power of synthesized oxadiazole compounds rised with increasing concentration of samples. The highest and lowest activity were observed at compounds **1** and **2**. The presence of electron donating substituent on both sides of the 1,3,4-oxadiazole ring enhances the activity and electron withdrawing groups decreases. This result is consistent with the article by Kanthiah et al (2011).

Table 1. The antioxidant activities of 2,5-disubstitue-1,3,4-oxadiazole derivatives and standards (1-3).

Compounds	DPPH SC ₅₀ (µM)*	ABTS SC ₅₀ (µM)*	Reducing Power Absorbance*
1	8311±852.2	16883±198.4	0.054±0.006
			0.073±0.008
			0.097±0.008
			0.115±0.009
			0.09±0.008
2	6747±192.3	15124±169.1	0.111±0.004
			0.131±0.006
			0.148±0.008
			0.213±0.012
			0.272±0.02
3	3023±389.3	1348±81.78	0.342±0.042
			0.417±0.008
			-
			0.162±0,012
			0.205±0.018
Trolox	158.15±11.05	249.47±21.34	0.274±0.021
BHT	-	-	0.311±0.025

*Values were the means of three replicates ± Standard deviation (SD).

4. Conclusions

In this study, the results showed that the synthesized 2,5-disubstitue-1,3,4-oxadiazole derivatives (1-3) had antioxidant activities. Consequently, these derivatives could be used as a source of antioxidant in pharmaceutical, cosmetic and agriculture industries.

References

- Akhtar, T., Hameed, S., Al-Masoudi, N.A., Loddo, R., Colla, P.L. (2010). *In Vitro* Antitumor and Antiviral Activities of New Benzothiazole and 1,3,4-oxadiazole-2-thione Derivatives. *Acta Pharmazie*, 58, 135-149.
- Akhter, M., Husain, A., Azad, B., Ajmal, M.(2008). Aroylpropionic Acid Based 2,5- Disubstituted-1,3,4-oxadiazoles: Synthesis and Their Anti-Inflammatory and Analgesic Activities. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 44, 2372-2378.
- Arnao, M.B., Cano, A., Acosta, M. (2001). The hydrophilic, and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food Chemistry*, 73, 239-244.
- Bala, S., Kamboj, S., Kumar, A. (2010). Heterocyclic 1,3,4-oxadiazole compounds with diverse biological activities, *Journal of Pharmacy Research*, 3(12), 2993-2997.
- Bharathi, D., Hemalatha, S., Devadass, G., Kumar, P.R., Shanmugasundaram, P., Aanandhi, M.V.(2010). Synthesis, Characterisation and in-vitro Antiinflammatory and Anthelmintic activities of 1,3,4-Oxadiazole derivatives. *International Journal of Chem Tech Research*, 2(4), 1867-1870.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. V., Berset, C. (1995). Use of a Free Radical Method to Evaluated Antioxidant Activity. *LWT-Food Science Technology*, 26, 25-30.
- Dasuri, K., Zhang, L., Keller, J.N. (2013). Oxidative stress, neurodegeneration, and the balance of protein degradation and protein synthesis, *Free Radical Biology & Medicine*, 62, 170-185.
- Grodstein, F., O'Brien, J., Kang, J. H., Dushkes, R., Cook, N. R., Okereke, O., Manson, J.E., Glynn, R.J., Buring, J.E., Gaziano, M., Sesso, H.D. (2013). Long-term multivitamin supplementation and cognitive function in men: A randomized trial. *Annals of Internal Medicine*, 159, 806-814.

- Gumrukcuoglu, N., Serdar, M., Çelik, E., Sevim, E., Demirbaş N. (2007). Synthesis and Antimicrobial Activities of Some New 3,5-dialkyl-1,2,4-Triazole Derivatives. *Turkish Journal of Chemistry*, 31, 335-348.
- James, N.D., Growcott, J.W. (2009). Zibotentan. *Drugs Future*, 34, 624-633.
- Jayashankar, B., Rai, K.M.L., Baskaran, N., Sathish, H.S. (2009). Synthesis and Pharmacological Evaluation of 1,3,4-Oxadiazole Bearing Bis(Heterocycle) Derivatives as Anti-inflammatory and Analgesic Agents. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 44, 3898-902.
- Kade, I.J., Paixão, M.W., Rodrigues, O.E.D., Ibukun, E.O., Braga, A.L., Zeni, G., Nogueira, C.W., Rocha, J.B.T. (2009). Studies on the antioxidant effect and interaction of diphenyl diselenide and dicholesteroyl diselenide with hepatic d-aminolevulinic acid dehydratase and isoforms of lactate dehydrogenase, *Toxicology in Vitro*, 23, 14-20.
- Kanthiah, S., Kalusalingam, A., Velayutham, R., Vimala, A.T., Beyatricks, J. (2011). 5-(2-Aminophenyl)-1,3,4-oxadiazole-2(3H)-thione Derivatives Synthesis, characterization and antimicrobial evaluation. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 6(1), 64-67.
- Kotaiah, Y.; Harikrishna, N.; Nagaraju, K.; Rao, C.V. 2012, Synthesis and antioxidant activity of 1,3,4-oxadiazole tagged thieno[2,3-d]pyrimidine derivatives, *European Journal of Medicinal Chemistry*, 58, 340- 345.
- Liu, S., Lee, I. M., Song, Y., Van Denburgh, M., Cook, N. R., Manson, J. E., Buring, J.E. (2006). Vitamin E and risk of type 2 diabetes in the women's health study randomized controlled trial. *Diabetes*, 55, 2856-2862.
- Naveena, C.S., Boja, P., Kumari, N.S. (2010). Synthesis, Characterization and Antimicrobial Activity of Some Disubstituted 1,3,4-Oxadiazoles Carrying 2-(Aryloxymethyl)phenyl Moiety. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 45, 4708-4719.
- Nordberg, J.; Arnér, E. S. J. 2001, Reactive oxygen species, antioxidants, and the mammalian thioredoxin system, *Free Radical Biology and Medicine*, 31(11), 1287-1312.
- Oliveira, C., Lira, B., Barbosa-Filho, J., Lorenzo, J.G.F., AthaydeFilho, P. (2012). Synthetic Approaches and Pharmacological Activity of 1,3,4-Oxadiazoles: A Review of the Literature from 2000-2012. *Molecules*, 17, 10192-10291.
- Oyaizu, M.(1986). Studies on products of browning reactions: Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *The Japanese Journal of Nutrition and Dietetics*, 44, 307-315.
- Rajak, H., Dhar, M., Kharya ve Mishra, P. (2009). Biologically Active 2,5-Disubstituted-1,3,4-Oxadiazoles. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Nanotechnology*, 2, 390–406.
- Rostom, S.A.F., Shalaby, M.A., ElDemellawy, M.A. (2003). Synthesis of New 1-(4- Chlorophenyl)-4-hydroxy-1H-pyrazole- 3-carboxylic Acid Hydrazide Analogs and Some Derived Ring Systems. A Novel Class of Potential Antitumor and Anti-HCV Agents. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 38, 959-74.
- Savarino, A. (2006). A Historical Sketch of the Discovery and Development of HIV-1 Integrase Inhibitors. *Expert Opinion on Investigational Drugs*, 15, 1507-1522.
- Serdar, M., Gumrukcuoglu, N., Karaoğlu, Ş. A., Demirbaş, N. (2007). Synthesis of Some Novel 3,5-Diaryl-1,2,4-Triazole Derivatives and Investigation of Their Antimicrobial Activities, *Turkish Journal of Chemistry*, 31, 315-326.
- Shyma, P.C., Balakrishna, K., Peethambar, S.K., Vijesh, A.M. (2015). Synthesis, Characterization, Antidiabetic and Antioxidant Activity of 1,3,4-oxadiazole Derivatives Bearing 6-Methyl Pyridine Moiety, *Der Pharma Chemica*, 7(12), 137-145.
- Sosa, V., Moliné, T., Somoza, R., Paciucci, R., Kondoh, H., LLeonart, M.E. (2013). Oxidative stress and cancer: An overview. *Ageing Research Reviews*, 12, 376-390.
- Sridhara, A.M., Reddy, K.R.V., Keshavayya, J., Goud, P.S.K., Somashekar, B.C., Bose, P. (2010). Synthesis and Antimicrobial Activity of 2-Substituted[4-(1,3,4-Oxadiazol-2-yl methyl)] phthalazin-1(2H)-one derivatives, *European Journal of Medicinal Chemistry*, 45, 4983-4989.
- Uttara, B., Singh, A.V., Zamboni, P., Mahajan, R.T. (2009). Oxidative Stress and Neurodegenerative Diseases: A Review of Upstream and Downstream Antioxidant Therapeutic Options, *Current Neuropharmacology*, 7(1), 65-74.

İlk Defa Sentezlenen Eperezolid Benzeri Bileşiklerin Anti-Üreaz ve Anti-Elastaz Enzim Aktivitelerinin İncelenmesi

Bahar BİLGİN SÖKMEN^{1*}, Dilem ŞEN¹, Aylin KURT¹, Hakan BEKTAŞ¹, Hatice PUSTİ¹

¹Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, 28049, Giresun, Türkiye

Geliş Tarihi: 19.11.2018

Kabul Tarihi: 08.05.2019

*Sorumlu Yazar: bahar.sokmen@giresun.edu.tr

Öz

İlk defa sentezlenmiş olan oksazolidinon türevi eperezolid benzeri bileşiklerin antiüreaz ve anti-elastaz aktiviteleri incelendi. En yüksek ve en düşük antiüreaz aktivite sırasıyla **8** ($IC_{50} = 1.91 \times 10^{-3} \pm 2.97 \times 10^{-4} \mu M$) ve **10** bileşiklerinde ($IC_{50} = 6,03 \times 10^{-3} \pm 1,98 \times 10^{-4} \mu M$) gözlemlendi. En yüksek ve en düşük anti-elastaz aktivite ise sırasıyla **8** ($IC_{50} = 2,2 \times 10^{-2} \pm 2,6 \times 10^{-3} \mu M$) ve **1** bileşiklerinde ($IC_{50} = 4,1 \times 10^{-2} \pm 1,3 \times 10^{-3} \mu M$) gözlemlendi.

Anahtar Kelimeler: Eperezolid, Anti-üreaz, Anti-elastaz, İnhibitör.

The Investigation of Anti-Urease and Anti-Elastase Activities of Firstly Synthesized Eperezolide-like Derivatives

Abstract

Antiurease and anti-elastase activities of the oxazolidinone derived eperezolid-like compounds which were synthesized for the first time were examined. The highest and lowest antiurease activity were observed in the compounds **8** ($IC_{50} = 1.91 \times 10^{-3} \pm 2.97 \times 10^{-4} \mu M$) and **10** ($IC_{50} = 6,03 \times 10^{-3} \pm 1,98 \times 10^{-4} \mu M$), respectively. The highest and lowest anti-elastase activities were observed in compounds **8** ($IC_{50} = 2,2 \times 10^{-2} \pm 2,6 \times 10^{-3} \mu M$) and **1** ($IC_{50} = 4,1 \times 10^{-2} \pm 1,3 \times 10^{-3} \mu M$), respectively.

Keywords: Eperezolide, Anti-urease, Anti-elastase, Inhibitor.

1. Giriş

Eperezolit, 2000'li yılların başında linezolid ile birlikte pfizer tarafından geliştirilen Linezolidten sonra piyasaya çıkan ikinci oksazolidinon türevi antibiyotiktir. Organik sentez yoluyla elde edilen bir antimikrobiyaldir. Bakteriyel protein sentezini inhibe ederek etki göstermektedir. Eperezolit, benzimidazollerin yeni bir antibakteriyal bileşik sınıfı olan oksazolidinonlar içerisinde yer alan, organik olarak sentezlenebilen antimikrobiyal bir ilaç olup, bakteriyostatik etkilerini, bakteri protein sentezini inhibe ederek gösterirler. Aerobik gram (+) bakterilerde ve bazı gram (-) bakterilerde etkindirler. Toplum kaynaklı pnömonilerin, deri ve yumuşak doku enfeksiyonlarının tedavisinde kullanılmaları önerilmektedir (Leblebicioğlu ve ark., 2003).

Üreaz (Üreamidohidrolaz; EC 3.5.1.5), nikel bağlı hidrolaz sınıfı bir metaloenzimdir. Üreaz enzimi, üreyi amonyak ve karbondioksit hidroliz eder. Başlıca; bitkiler, bakteriler ve funguslar tarafından sentezlenmektedir (Moblely ve Hausinger, 1989). *Helicobacter pylori* bakterisinin midede meydana getirdiği enfeksiyonları engellemek amacıyla üreaz inhibitörleri olarak da bilinen proton pompası inhibitörleri (PPI) kullanılmaktadır. Günümüzde kullanılan PPI'leri lansoprazol, omeprazol, ranitidin ve floramid gibi antiülser ilaçlarıdır (Özer ve ark., 2004).

Elastaz (E.C.3.4.21.36), kollajen ve elastini parçalayan klasik bir metalloproteaz enzimidir. Elastin ise cilt, akciğer dokusu, deri ve arterler de dahil olmak üzere bağ dokularında bulunan, doku yapısının korunmasına yardımcı olan önemli bir proteindir (Delden ve Iglewski, 1998). Elastaz üretiminin, özellikle akciğer dokusuna yerleşme ve yayılmasında önemli bir virülans faktörü olduğu bildirilmektedir (Demir ve ark., 2008). Elastiyolitik aktivite, akut enfeksiyon oluşumunun başlangıç evresinde elastin içeren akciğer dokusunun yapısının bozulmasına ve doku içi kanamalara neden olmaktadır (Delden ve Iglewski, 1998). Bunun yanı sıra, ultraviyole (UV) ışınlarına aşırı maruz kalmak, cilt elastikiyetini azaltarak, kırışıklıklara ve sarkmalara yol açabilmektedir (Braverman ve Fonferko, 1982). Literatürde spesifik elastaz inhibitörlerinin (Kateşin, purpurin, vb.) UV ışınları yada başka sebeplerle oksidatif hasara uğramış cilt üzerine topikal olarak uygulamasıyla yararlı etkiler oluşturabileceği bildirilmektedir (Liyanaarachchi ve ark., 2018).

Bu çalışmada, yeni sentezlenmiş eperezolid benzeri bileşiklerin üreaz ve elastaz enzimlerine inhibisyon etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

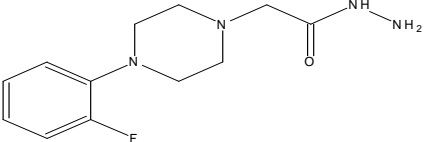
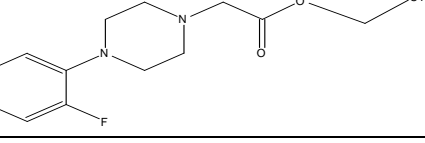
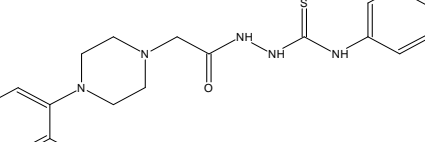
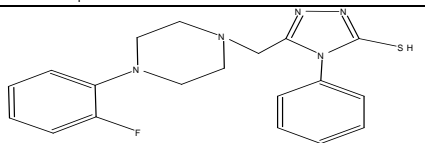
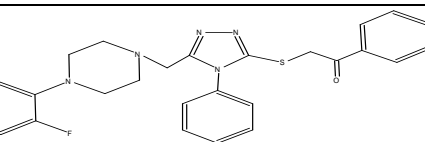
2.1. Kullanılan Cihazlar

Absorbans ölçümlerinde Shimadzu UV Mini-1240 model UV-VIS Spektrofotometre kullanıldı. pH metre Butech, hassas terazi Sartorius, manyetik karıştırıcı Chiltern Hotplate HS 31, vorteks Velp Scientifica, çalkalamalı su banyosu Memmert, sonik su banyosu Selectra marka kullanıldı.

2.2. Anti-ürezaz ve Anti-elastaz Aktivite Tayinleri

Giresun Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Hakan BEKTAŞ tarafından Organik Kimya Laboratuvarında oksazolidinon türevi eperezolid benzeri bileşikler ilk defa sentezlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan bileşiklerin açık yapıları ve adlandırılmaları Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo 1. Sentezlenen Eperezolid Benzeri Bileşikler

Bileşik No	Açık Yapı	Sistemik Adı
1		2-[4-(2-Florofenil)piperazin-1-il]asetohidrazid
2		Etil[4-(2-florofenil)piperazin-1-il]asetat
3		2-{{4-(2-florofenil)piperazin-1-il}asetil}-N-fenilhidrazin karbotiyoamid
4		5-{{4-(2-florofenil)piperazin-1-il}metil}-4-fenil-4H-1,2,4-triazol-3-tiyol
5		1-(4-klorofenil)-2-{{5-{{4-(2-florofenil)piperazin-1-il}metil}-4-fenil-4H-1,2,4-triazol-3-il}tiyo}jetanon

Çalışmada ilk olarak, sentezlenen bileşiklerin uygun bir çözücü dimetil sülfoksit (DMSO) kullanılarak çözünmesi sağlandı ve aynı çözücü kullanılarak farklı konsantrasyonlara ($1,0 \times 10^{-2}$ -

6		1-(4-klorofenil)-2-[(5-([4-(2-florofenil)piperazin-1-il]metil)-4-fenil-4H-1,2,4-triazol-3-il)tiyo]etanol
7		2-[4-(2-florofenil)piperazin-1-il]-N-[(2Z)-4-okso-3-fenil-1,3-tiyazolidin-2-iliden]asetohidrazid
8		Etil-6-floro-7-{4-[(3-([4-(2-florofenil)piperazin-1-il]metil)-4-fenil-5-tiyokso-4,5-dihidro-1H-1,2,4-triazol-1-il)metil]piperazin-1-il}-4-okso-1,4-dihidrokinolin-3-karboksilik asid
9		1-Siklopropil-6-floro-7-{4-[(3-([4-(2-florofenil)piperazin-1-il]metil)-4-fenil-5-tiyokso-4,5-dihidro-1H-1,2,4-triazol-1-il)metil]piperazin-1-il}-4-okso-1,4-dihidrokinolin-3-karboksilik asid
10		5-([4-(2-florofenil)piperazin-1-il]metil)-2-[(4-metilpiperazin-1-il)metil]-4-fenil-2,4-dihidro-3H-1,2,4-triazol-3-tiyon
11		5-([4-(2-florofenil)piperazin-1-il]metil)-4-fenil-2-[(4-fenilpiperazin-1-il)metil]-2,4-dihidro-3H-1,2,4-triazol-3-tiyon

1,0x10⁻⁶ µg/mL) seyreltildi. Anti-ürez aktivite tayini Van Slyke ve Archibald'ın spektrofotometrik yöntemlerine göre belirlendi (Van Slyke and Archibald, 1944). Ürez enziminin (Jack bean) 100 mM fosfat tamponunda (pH 6,8) hazırlanan çözeltisi; kontrol çözeltisi olarak 500 mM üre içeren fosfat tamponu (pH 6,8) çözeltisi, fenol kırmızısı içeren üre fosfat tampon çözeltisi (pH 6,8) kullanılarak spektrofotometrede 570 nm'de absorbans değerleri okundu.

Anti-elastaz aktivitesi, domuz pankreasından saflaştırılmış elastaz enzimi, pH'ı 7,8 olan Tris hidroklorür tamponu ve N-Süksinil-Ala-Ala-Ala-p-nitroanilit (STANA) substratı kullanılarak 410 nm'de absorbansı ölçülerek tayin edildi (Ji-Young ve ark., 2010). Sentezlenen bileşiklerin DMSO kullanılarak farklı konsantrasyonlara (1,0x10⁻³-1,0x10⁻⁶ µg/mL) seyreltildi.

Deneyler 3 kez tekrarlandı ve ortalaması alındı. Her iki enzim inhibisyonu için bileşiklerin ve standart inhibitörlerinin % inhibisyon değerleri aşağıdaki denkleme göre hesaplandı.

$$\% \text{ İnhibisyon} = [(A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}) / A_{\text{kontrol}}] \times 100$$

A_{kontrol}: Kontrol çözeltisinin köre karşı absorbans değeri.

A_{örnek}: İnhibitör çözeltisinin köre karşı absorbans değeri.

IC₅₀ değerleri (Aktivitenin %50'sini inhibe eden konsantrasyon değeri), her iki enzim inhibisyonu için absise konsantrasyon, ordinata % enzim inhibisyon verilerinin uygulanması ile çizilen eğrinin lineer kesiminden elde edilen regresyon denkleminde hesaplandı.

3. Bulgular ve Tartışma

Hem üreaz hem de elastaz enziminin inhibisyon değerlerinden hesaplanan IC₅₀ değerleri Tablo 2’de verilmiştir. Eperezolid benzeri bileşikler arasında IC₅₀ değerinin en düşük olması nedeniyle en yüksek anti-üreaz aktiviteyi **8** (IC₅₀=1,91x10⁻³ ± 2,97x10⁻⁴ µM), en düşük ise **10** (IC₅₀=6,03x10⁻³ ± 1,98x10⁻⁴ µM) no’lu bileşik göstermektedir. Eperezolid benzeri bileşiklerin standart üreaz inhibitörü olan tiyoüreden çok daha etkili bir inhibisyon etkisine sahip oldukları görülmektedir. En yüksek anti-elastaz aktiviteyi **8** (IC₅₀= 2,2x10⁻² ± 2,6x10⁻³ µM), en düşük ise **1** (IC₅₀= 4,1x10⁻² ± 1,3x10⁻³ µM) no’lu bileşik göstermektedir. Eperezolid benzeri bileşikler standart elastaz inhibitörü olan ursolik asite yakın değerlerde inhibisyon etkisi göstermiştir.

Tablo 2. Eperezolid Bileşiklerin Antiüreaz ve Anti-Elastaz Aktiviteleri

Bileşik No	Anti- Üreaz IC ₅₀ (µM)*	Anti-Elastaz IC ₅₀ (µM)*	Bileşik No	Anti- Üreaz IC ₅₀ (µM)*	Anti-Elastaz IC ₅₀ (µM)*
1	3,99x10 ⁻³ ±55x10 ⁻⁴	4,1x10 ⁻² ±1,3x10 ⁻³	8	1,91x10 ⁻³ ±2,97x10 ⁻⁴	2,2x10 ⁻² ±2,6x10 ⁻³
2	3,5x10 ⁻³ ±2,40x10 ⁻⁴	3,4x10 ⁻² ±3,4x10 ⁻³	9	3,33x10 ⁻³ ±1,41x10 ⁻⁴	2,4x10 ⁻² ±2,3x10 ⁻³
3	4,14x10 ⁻³ ±5,80x10 ⁻⁴	2,5x10 ⁻² ±1,9x10 ⁻³	10	6,03x10 ⁻³ ±1,98x10 ⁻⁴	3,4x10 ⁻² ±1,5x10 ⁻³
4	3,92x10 ⁻³ ±6,15x10 ⁻⁴	3,4x10 ⁻² ±2,8x10 ⁻³	11	5,30x10 ⁻³ ±1,09x10 ⁻³	2,3x10 ⁻² ±1,2x10 ⁻³
5	4,72x10 ⁻³ ±3,61x10 ⁻⁴	3,4x10 ⁻² ±2,4x10 ⁻³	Tiyoüre	0,512 ± 0,0259	-
6	3,07x10 ⁻³ ±2,55x10 ⁻⁴	2,5x10 ⁻² ±2,4x10 ⁻³	Ursolik asit	-	2,3x10 ⁻² ±1,4x10 ⁻³
7	3,07x10 ⁻³ ±2,12x10 ⁻⁴	2,7x10 ⁻² ±9,0x10 ⁻⁴	-	-	-

* Ortalama ± Standart Sapma

Eş tarafından yapılan çalışmada; triazol türevlerinin anti-elastaz inhibitör aktiviteleri incelenmiş ve sentezlenen bileşiklerin orta düzeyde anti-elastaz aktivite gösterdiği bildirilmiştir [Eş, 2013). Mentşe ve ark., yeni sentezledikleri bir seri eperezolid benzeri bileşiğin antiüreaz aktivitesini incelemiş ve bileşiklerin iyi üreaz inhibitörü aktivitesine sahip olduğunu bildirmişlerdir (Mentşe ve ark., 2017).

4. Sonuçlar ve Öneriler

Elde edilen sonuçlardan eperezolid benzeri bileşiklerin etkili üreaz ve elastaz inhibitör aktivitesine sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Gelecekte üreaz ve elastaz enzimi ile ilgili hastalıkların tedavisi için terapötik yaklaşımların gelişimine *in vitro* çalışmalar da yapılarak katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Braverman, I.M., Fonferko, E. 1982. Studies in Cutaneous Aging:I. The Elastic Fiber Network. *The Journal of Investigative Dermatology*, 78, 434-443.
- Delden, C.V., Iglewski, B.H. (1998). Cell-to-cell Signalling and *Pseudomonas aeruginosa* Infections. *Emerging Infectious Diseases*, 4, 551-560.
- Demir, M., Cevahir, N., Kaleli, İ., Yıldırım, U., Şahin, R., Çevik Tepeli, E. (2008). Alt Solunum Yolu Örnekleri Ve Solunum Dışı Örneklerden İzole Edilen *Pseudomonas aeruginosa* Suşlarında Siderofor, Total Matriks Proteaz Ve Elastaz Aktivitesinin Araştırılması. *Mikrobiyoloji Bülteni*, 42, 197-208.
- Eş, S. (2013). İlk Defa Sentezlenen 1,2,4-Triazol Schiff Bazı Bileşiklerinin Antioksidan, Anti-Elastaz ve Anti-Tirozinaz Aktivitelerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.
- Ji-Young, M., Eun-Young, Y., Gwanpil, S., Nam, H.L., Chang-Gu, H. (2010). Screening of Elastase and Inhibitory Activity from Jeju Island Plants. *EurAsian Journal of BioSciences*, 4, 41-53.
- Leblebicioğlu, H., Usluer, G., Ulusoy, S. 2003. Güncel Bilgiler Işığında Antibiyotikler. Bilimsel Tıp Yayınevi, Ankara.
- Liyanaarachchi, G.D., Samarasekera, J.K.R.R., Mahanama, K.R.R., K.D.P, Hemalal. (2018). Tyrosinase, Elastase, Hyaluronidase, Inhibitory and Antioxidant Activity of Sri Lankan Medicinal Plants for Novel Cosmeceuticals. *Industrial Crops and Products*, 111, 597-605.
- Mentese, E., Bektas, B., Bilgin Sokmen, B., Emirik, M., Çakır, D., Kahveci, B. (2017). Synthesis and Molecular Docking Study of Some 5,6-dichloro-2-cyclopropyl-1H-benzimidazole Derivatives Bearing Triazole, Oxadiazole, and Imine Functionalities as Potent Inhibitors of Urease. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 27, 3014-3018.
- Mobley, L., T, Hausinger, R. (1989). Microbial ureases: Significance, Regulation and Molecular Characterization. *Microbiological Reviews*, 53, 85-108.
- Özer, B., Serin, E., Coşar, A., Kayaselçuk, F., Gür, G., Yılmaz, U. Boyacıoğlu, S. (2004). *Helicobacter pylori* Eradikasyon Tedavisinde Lansoprazol, Klaritromisin ve Amoksilin ile Ranitidin Bizmut Sitrat, Lansoprazol, Klaritromisin ve Amoksilin Rejimlerinin Etkinliğinin Karşılaştırılması. *Akademik Gastroenteroloji Dergisi*, 3, 125-128.
- Van Slyke, D.D. Archibald, R.M. (1944). Manometric, Titrimetric and Colorimetric Methods for Measurements of Urease Activity. *The Journal of Biological Chemistry*, 154, 623-642.

Assessment of Physicochemical and Bioactive Properties of Fresh and Dried Sweet Cherry Fruit

Duygu ALTIOK¹, Mustafa Remzi OTAĞ^{1*}

¹ Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Giresun University, 28200 Gure, Giresun, Turkey

Received: 08.01.2019

Accepted: 01.02.2019

*Corresponding Author: mustafa.otag@giresun.edu.tr

Abstract

In this study, the changes in the pH, water soluble dry matter (TSSM), color, total phenolic substance and antioxidant activity of cherry (*Prunus avium*) grown in Giresun by drying in laboratory type oven at three different temperatures (40, 50, 60 °C) were investigated. The total phenolic content was determined by Folin-Ciocalteu spectrophotometric method and the results were expressed as Gallic Acid Equivalent (GAE). The antioxidant activity was determined by ABTS + radical scavenging activity and the results were expressed as Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC). It was determined that the total drying time decreased as the drying temperature increased, and the cherry flesh samples dried in a shorter time than the whole cherry samples. It was found that the pH of the whole cherry and cherry flesh samples dried at different drying temperatures varied in the range of 4.08-4.45. When the color changes of the cherry samples during drying were examined, it was determined that L * values were not significantly affected by the increase of drying temperature but a * value increased and b * values decreased. After drying, the total phenolic substances in the extracts of flesh and whole cherry were found to be 362.58-347.26 mg GAE / 100g and 372.49-355.17 mg GAE / 100g, respectively. Antioxidant activity values were determined as 14.70-20.59 µM trolox/g dry sample and 15.51-27.46 µM trolox/g dry sample respectively in flesh and whole cherry extracts. Because of the exposure of the cherry samples to the high temperature and oxygen during drying, the total phenolic content and consequently the antioxidant activity of the cherry samples decreased in both whole cherry and cherry flesh samples.

Keywords: Cherry (*Prunus avium*), drying, total phenolic content, antioxidant activity.

Taze ve Kurutulmuş Kiraz Meyvesinin Fizikokimyasal ve Biyoaktif Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Öz

Bu çalışmada Giresun'da yetişen kirazın (*Prunus avium*) laboratuvar tipi etüvde, üç farklı ortam sıcaklığında (40, 50, 60 °C) kurutulması sonucunda pH, suda çözünür kuru madde (SÇKM), renk, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite özelliklerinde meydana gelen değişimler araştırılmıştır. Toplam fenolik madde içeriği Folin-Ciocalteu spektrofotometrik yöntemle belirlenmiş ve sonuçlar Gallik Asit Eşdeğeri (GAE) olarak ifade edilmiştir. Antioksidan aktivite ise ABTS+ radikal süpürücü aktivite ile belirlenmiş ve sonuçlar Trolox Eşdeğer Antioksidan Kapasite (TEAC) olarak ifade edilmiştir. Kurutma sıcaklığı arttıkça toplam kurutma süresinin azaldığı, ayrıca kurutmada yarım kiraz örneklerinin tam kiraz örneklerine göre daha kısa sürede kuruduğu tespit edilmiştir. Farklı kurutma sıcaklıklarında kurutulan yarım ve tam kiraz örneklerinin pH değerinin 4.08-4.45 aralığında değiştiği belirlenmiştir. Kurutma süresince kiraz örneklerinin renk değişimleri incelendiğinde kurutma sıcaklığının artmasıyla renkte L* değerlerinin önemli ölçüde etkilenmediği fakat a* değerinin arttığı ve b* değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Kurutma sonrası yarım kiraz ve tam kiraz ekstraktlarında toplam fenolik madde miktarları sırasıyla 362.58-347.26 mg GAE/100g ve 372.49-355.17 mg GAE/100g aralığında bulunmuştur. Antioksidan aktivitesi değerleri ise yarım ve tam kiraz ekstraktlarında sırasıyla 14.70-20.59 µM trolox/mg kuru örnek ve 15.51-27.46 µM trolox/mg kuru örnek olarak belirlenmiştir. Kiraz örneklerinin kurutulması sırasında yüksek sıcaklık ve oksijene maruz kalmasından dolayı tam ve yarım olarak kurutulmuş kiraz örneklerinde fenolik madde içeriği ve buna bağlı olarak daha antioksidan aktivitesinde azalma tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kiraz (*Prunus avium*), Kurutma, Toplam Fenolik Madde, Antioksidan Aktivite.

1. Introduction

The sweet cherry (*Prunus avium L.*) is the fruit from the genus *Prunus* of the *Rosaceae* family of roses (Rosales) (Önen, 2008). It is a hard-core fruit species and is considered one of the most important fruits of temperate climates (Göksel and Aksoy, 2014). Cherry is one of the most consumed fruits in the world which has its own taste, aroma, flavor and appearance (Tosun ve Koyuncu, 2007). Turkey ranks first in the world with 480.748 tons of cherry production. There are many wild cherry trees in the North Anatolian mountains, Taurus and Eastern Taurus in Turkey. Aegean region and the Black Sea region are important cherry producing areas in Turkey (İkinci and Bolat, 2015).

Cherry contains 83% water, 13% carbohydrate, 1% protein, 1.7% fiber and various vitamins and minerals (URL-1). Glucose and fructose constitute more than 80% of the total amount of sugar. The cherry fruit contains vitamins A, C and B and minerals such as potassium, magnesium, sodium, zinc and iron. It contains approximately 1500 mg/kg total phenolic substance. Hydrosinamic acids, anthocyanins, flavan-3-ol (catechins) and flavonols account for 60-74% of phenols. Although phenolic compounds are non-nutritive compounds, they have various specific effects on biological systems, especially antioxidant activity. It is known that phenolic substances found in cherries have a high correlation with antioxidant activity depending on cultivar (Göksel and Aksoy, 2014; Usenik et. al., 2008). Usenik et. al. (2008) showed that total phenols and total antioxidant activity significantly increased during ripening.

Cherry is mostly consumed fresh. In the industry, fruit juice, wine, canned, brine, dried or frozen cherries and products are produced (Başkaya, 2011). Cherry color, hardness and size are the main criteria that directly affect the consumer. The parameters used for cherry quality evaluation are color of fruits, sugar content, acid content, dry matter content and hardness (Göksel and Aksoy, 2014). Color is one of the most important quality and maturity indicators in fresh, processed and stored cherries. The color of cherries is mainly affected by the distribution and concentration of different anthocyanins in the shell. In addition, pH, the amount and types of colorless phenolic compounds in the fruit, light, temperature, oxygen, metal ions and enzymes are other factors that affect color. There are some studies about the sensory, nutritional, physicochemical and functional properties of different cherry cultivars showing the effect of harvest time and ripening on these properties (Diaz-Mula et.al., 2009; Serradilla et. al., 2011).

Drying of fruits and vegetables is an old preservation method that has been used since the early ages. Reducing the moisture content of the food by drying provides an environment that will prevent the operation of enzymes and microorganisms. A number of drying methods are commercially used to remove moisture from fruit and vegetables. Sun drying is the most universal method that is used to preserve agricultural products. Natural drying is done under the sun and artificial drying is done in

industrial plants. Dried foods, unlike those processed and stored by other methods, are concentrated in terms of nutrients. The drying process in food industry is applied to reduce the volume and weight of the substances making the transportation, storage and handling processes easier and more economical; to ensure that fruits and vegetables are transformed into long-lasting and more easily transported products; to sterilize or maintain the products by adjusting the moisture content of the products and thus to prevent mold, decay and spoilage caused by moisture. During the drying of fruits and vegetables, some irreversible physical and chemical changes occur. Regional dry matter deposition, crust binding, changes in bulk density, rehydration ability of dried product are examples of physical changes. Chemical changes have an effect on the color, flavor, texture, viscosity, nutritional value and storage stability of the dried or rehydrated product. The intensity of the heat applied in the drying process is the most important factor affecting the level of these changes. Mostly non-enzymatic browning occurs in the dried products. There are some losses in the nutritional value of dried products. Vitamins C and A are the most susceptible substances to degrade in both drying and storage (Polatoğlu and Beşe, 2017).

The objective of present study is to determine the effect of drying temperatures (40, 50 and 60°C) on physicochemical and bioactive properties and drying rate of the sweet cherry fruit collected from Giresun province in Turkey.

2. Materials and Methods

2.1. Materials

The cherry fruits used in the study were collected from three different trees from an orchard in Kargı Village in Piraziz district of Giresun province in the third week of June of 2017-2018 harvest year. The collected cherries were frozen and stored at -40 ° C until the experiments and analyses to be performed as suggested in literature (Woodward et al., 2009; Talens et al., 2003)

2.2. Methods

2.2.1. Drying Experiments

The sweet cherry samples were chosen to have a similar size and weight as much as possible. The fresh cherries were cut into two halves (cherry flesh) and the stones were removed. Drying experiments were carried out using a laboratory scale hot-air dryer. About 40 g of whole and flesh cherry samples were placed on a flat tray and dried in a pilot-scale dryer (Nuve FN300, Turkey) at

40, 50 and 60 °C drying temperatures until the final moisture content of 10 % to be reached. The sample weight was recorded at every hour during first 12 h and then at 2h intervals for remaining drying period.

2.2.2. Physicochemical Analyses

The equilibrium moisture content was determined by means of AOAC method No. 934.06. All methodologies followed the recommendations of the Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1990). The pH was measured using a pH meter (Ohaus Starter3000, Germany). Total soluble solids were measured using a refractometer (Abbe Refractometer ABBE-REF 1, United Kingdom) which measures refraction indices of both solid and liquid samples in a fast and accurate way and its scale ranges from 0.0 to 95° Brix. All measurements were done in triplicate.

2.2.3. Color Measurement

The color of whole cherry skin and the cherry fleshs was determined by Hunter Lab Colorimeter (Hunterlab MiniScan EZ 4000L, USA) based on the CIELab color space, after calibration with the white and black glass standards. Three equidistant spots were examined on the major axis of each cherry sample. The color values were expressed using CIELab* coordinates where L* represents the luminosity (0 = black; 100 = white), a* the redness ($a^* > 0$) or greenness ($a^* < 0$) and b* the blueness ($b^* > 0$) or yellowness ($b^* < 0$).

2.2.4. Determination of Total Phenolic Content

The total phenolic content (TPC) was determined according to the adapted Folin–Ciocalteu colorimetric method (Waterhouse, 2002). 0.5 mL of cherry fruit extract obtained at 70% ethanol was mixed with 2.5 mL of Folin–Ciocalteu reagent (10% (v/v)) and 2 mL of sodium carbonate solution (7.5% (w/v)). The mixture was stirred and kept at room temperature for 1h in the dark place. The absorbance of sample against blank was determined at 725 nm using UV-Visible Spectrophotometer (Hach DR6000, Lange GmbH, 189 Germany). The TPC of the samples was expressed as mg of gallic acid equivalents (GAE) per gram of dry weight (dw) by using Gallic acid calibration curve obtained for the concentrations of 40–400 mg/L.

2.2.5. Determination of Antioxidant Activity

The antioxidant activity was determined by ABTS method of Re et al. (1999) with slight modifications. The ABTS radical cation (ABTS^{*+}) was generated by the reaction of 5 mL of aqueous ABTS solution (7 mM) with 88 μ L of potassium persulfate (2.45 mM). The mixture was kept in the dark for 16 h before use that results blue–green ABTS+ radical solution. After adjusting the initial absorbance of ABTS+ radical solution to 0.700 ± 0.05 at 734 nm by diluting with ethanol, the fruit extracts or a reference substance (Trolox) was added in different concentrations to 2 mL of ABTS+ radical solution. The decrease of absorbance at 734 nm was measured every minute during 6 minutes using UV-Visible Spectrophotometer (Hach DR6000, Lange GmbH, 189 Germany). The results were expressed as Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) (μ M trolox/g dry weight of sample) by using Trolox calibration curve.

2.2.6. Statistical analysis

Experimental data were analyzed by analysis of variance (ANOVA) using a statistical program SPSS (Version 16). Duncan's multiple range tests was employed to establish the multiple comparison of mean values. Mean values were considered significantly different when $p < 0.05$. Each experiment was performed in triplicate.

3. Results and Discussion

Cherry samples were dried using hot air at 40, 50 and 60 °C until the moisture content was reduced to 10%. The drying time of whole and flesh cherry samples at three different temperatures are given in Figure 1. It was found that the time elapsed during the drying of the whole cherry samples was higher than the flesh cherry samples at the same drying temperatures. It was observed that the drying time was 62, 48 and 30 h at 40, 50 and 60 °C for the whole cherry samples, respectively, while it was 28, 20 and 11h at the same temperatures for the flesh cherry samples, respectively. The reason for longer drying time of whole cherry than the cherry flesh is that the skin of whole cherry has a barrier property with low permeability in moisture evaporation. In the case of cherry flesh, due to the high evaporation surface area and the absence of the skin barrier, both the heat transfer and the evaporation rate were high, resulting in rapid drying.

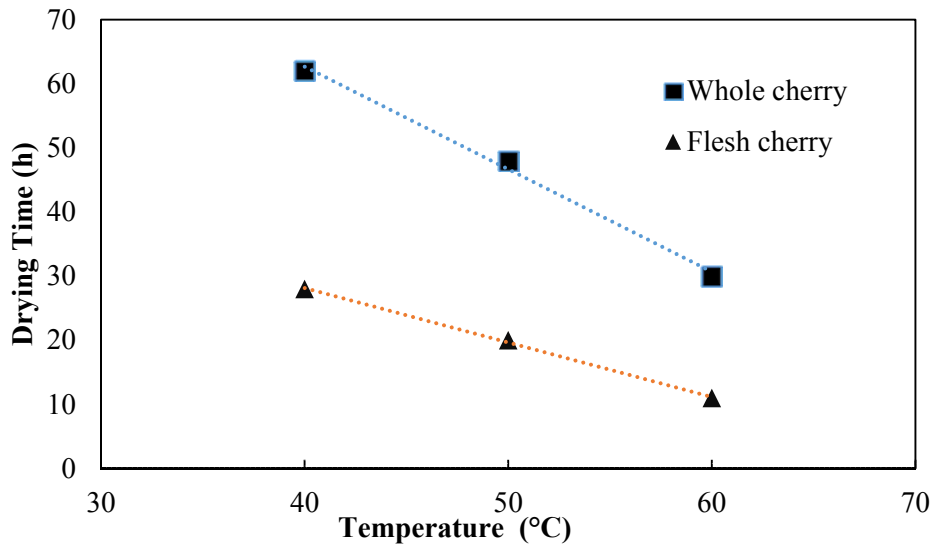


Figure 1. Drying time as a function of temperatures and fruit sample

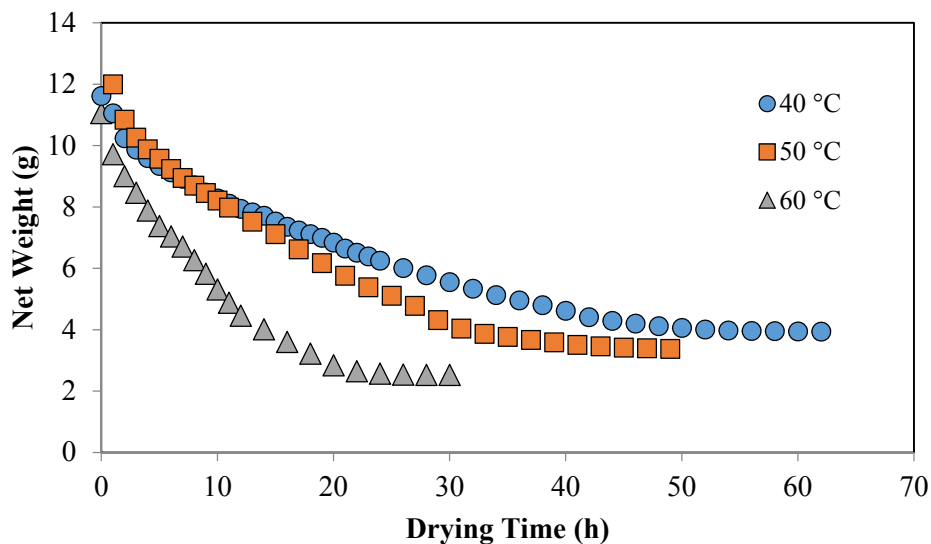


Figure 2. Drying curves of hot air dried whole cherry samples at different drying temperatures

As evident from drying curves (Figure 2 and Figure 3), the drying time was reduced with an increase in temperature, in whole and cherry flesh samples used. It could be due to increase in vapor pressure inside samples, thereby pressure gradient between surface and inside of the cherry samples which in turn leads to higher heat transfer rate at higher temperature (Mitra et al. 2011). As shown in Figure 2 and Figure 3 the drying curves depict drying of cherry samples in fall ingrate period. These results were in accordance with the previous studies on drying of cherry samples by Doymaz and İsmail (2011) and Horecki et al. (2017)

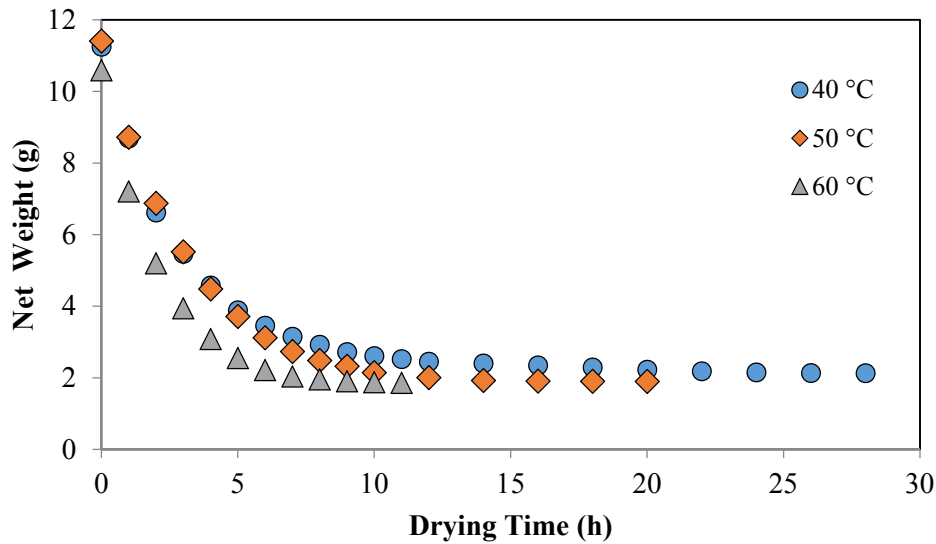


Figure 3. Drying curves of hot air dried cherry flesh samples at different drying temperatures

Dried products contain various nutritional and non-nutritional elements intensively. Because the water was removed by drying and a dense dry substance remained. The results for total soluble solids (TSS) and pH are presented in Table 1. There were some significant differences in TSS between the fresh and dried whole and flesh cherry. Brix values increased from 13.30 of fresh cherry to 61.92-69.94 for dried samples. This is resulted from the removal of water with drying which causes a dense dry substance remained and dried products with various nutritional and non-nutritional elements intensively. Drying process didn't affect pH of cherry samples significantly. pH of fresh and dried cherry samples was in the range of 4.08-4.45.

Table 1. Soluble solids, pH and color values of fresh and dried cherry samples

	Drying Temperature	TSS (°Bx)	pH	L*	a*	b*
Fresh	-	13,30±0,06 ^a	4,08±0,03 ^a	26,89±0,36 ^a	11,39±0,27 ^a	15,97±0,04 ^a
Dried	40 °C	61,92±0,03 ^b	4,33±0,02 ^b	56,74±0,34 ^b	4,73±0,11 ^b	- 1,07±0,25 ^b
Whole	50 °C	63,17±0,07 ^c	4,37±0,05 ^c	59,86±0,42 ^c	5,27±0,16 ^c	- 1,74±0,38 ^c
Cherry	60 °C	64,25±0,05 ^c	4,45±0,02 ^d	66,32±0,54 ^d	5,54±0,12 ^d	- 7,00±0,57 ^d
Dried	40 °C	68,87±0,03 ^d	4,28±0,07 ^e	53,92±0,70 ^e	5,84±0,21 ^e	8,54±0,43 ^e
Cherry	50 °C	69,21±0,09 ^d	4,35±0,04 ^f	55,56±0,48 ^b	5,83±0,32 ^e	3,83±0,28 ^f
Flesh	60 °C	69,94±0,05 ^d	4,38±0,03 ^c	63,30±0,24 ^f	4,66±0,25 ^f	3,11±0,31 ^g

Values are represented as mean ± SD. Different superscript letters within the same column indicates that the values are significantly different ($p < 0.05$)

L^* , a^* and b^* values of fresh and dried cherry samples are provided in Table 1. L^* values increased with after drying in all treatments showing that the dried samples are brighter than fresh fruit. a^* values of fresh and dried samples were approximately 11.4 and 5.5, respectively which indicates the dried samples are greener than the fresh sample but among different drying temperatures, there was no significant difference. In the case of b^* coordinate, the values of dried whole cherry samples became negative which means color became more yellowish as compared to fresh where drying at 60 °C had the greatest effect. b^* value of dried flesh cherry samples decreased to the range of 3.83-3.11 by drying at 50 °C and 60 °C, respectively. These positive values indicate the decrease in the blueness of the samples. It has been stated in many studies that the fruits are affected by heat treatments at high temperatures and the quality loss increases in proportional to the temperature. Mostly the pigments that give the characteristic color of the food have been affected by heat treatments and lost at significant levels. In this study, in accordance with the literature, when the color parameters of fresh and dried cherry samples were compared, it was observed that the color parameters of the dried cherries decreased and the color darkened due to concentration of pigments during drying. However, the color attributes are still acceptable for consumers since there is no significant browning observed in the samples. The color parameters differ according to the type of fruit, the climate, soil and harvest time. Therefore, there is no any reference for *Prunus avium* cherry grown in Giresun region

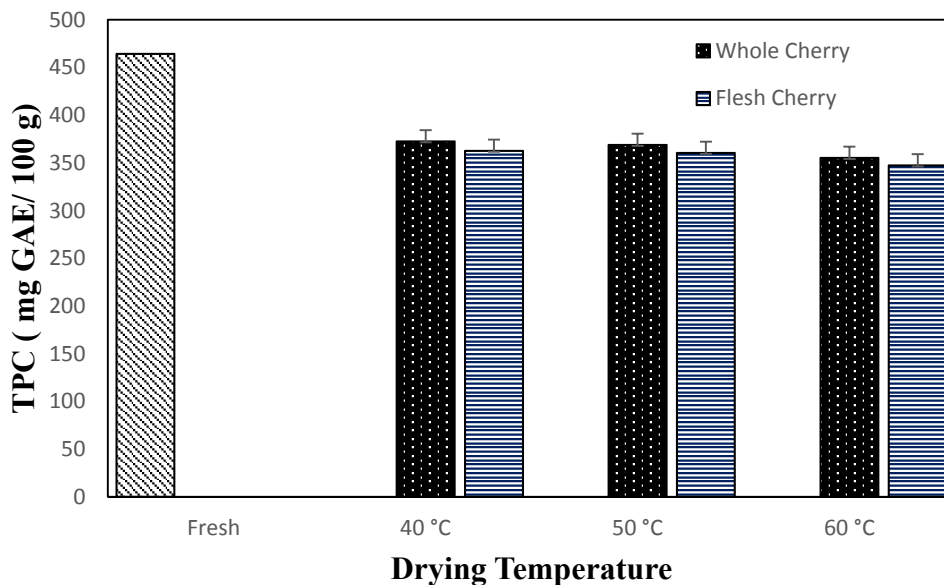


Figure 4. Total Phenolic Contents of fresh and dried cherry (whole and flesh) samples at different drying temperatures

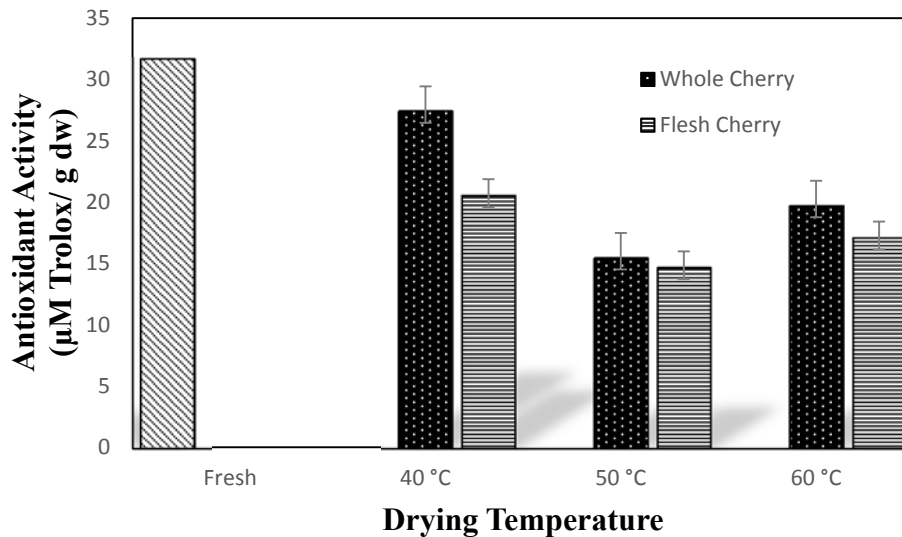


Figure 5. Antioxidant capacity of fresh and dried cherry (whole and flesh) samples at different drying temperatures

The total phenolic content and antioxidant activity of whole cherry and cherry flesh are presented in Figure 4 and Figure 5. Total phenol content (TPC) in fresh cherry was 464.15 mg GAE/100 g, which is similar to the findings of Samec & Piljac-Zegarac, (2011) as 437.45 mg GAE/100 FW. At 60 °C drying temperature, the highest decrease in TPC of whole cherry and cherry flesh samples was observed. It decreased to 355.17 mg GAE/100 g and 347.26 mg GAE/100 g in whole cherry and cherry flesh samples, respectively, while that of 464.15 mg GAE/100 g in fresh cherry. TPC of dried cherry flesh samples is also significantly lower ($p < 0.05$) compared to dried whole cherry samples after the same drying applications. TPC decreased as drying temperature increased in all dried products (Figure 4). According to Martín-Cabrejas et al. (2009) and Qu et al. (2010), a decrease in phenolic contents during drying can also be attributed to the binding of polyphenols with other compounds (proteins) or to alterations in the chemical structure of polyphenols which cannot be extracted or determined by available methods.

ABTS assay was used for quick screening of antioxidant activities of fresh and dried cherry samples. The Trolox equivalent antioxidant capacity of fresh cherry was found as 31.64 µM trolox /g of dw, while it was determined as 27.47 and 14.70 µM trolox /g dw for dried whole cherry and cherry flesh, respectively. The antioxidant activity of cherry flesh decreased significantly by drying at 50 °C. It remained almost unchanged for whole cherry by drying at 40 °C. It is noted that drying temperature has an obvious influence on the antioxidant capacity of cherry. The reduction of antioxidant activity is partially related to drying time and temperature. Both long time and high temperature stimulate the oxidation and degradation of phenolic components which are responsible for antioxidant activity. Similar trends have been reported by Michalska et al. (2008) that higher drying temperature shortened drying time and decrease in antioxidant capacity of plum powders. The

other factor resulting in the reduction of antioxidant capacity of cherry flesh could be the increased surface area without cherry skin barrier during dehydration which results in the high exposure to high drying temperature and oxygen causing oxidation and degradation of phenolic compounds. However, drying at 60 °C with a shorter drying time resulted in higher antioxidant activity than at 50 °C with longer drying time. Prolong exposure to hot air during dehydration of cherries could be responsible for the greater degradation of phenolic compounds having antioxidant potential. Zielinska and Markowski (2016) have reported the similar trends about the effect of drying temperature on the antioxidant capacity of blueberry.

4. Conclusion

The drying experiments were carried out at different drying temperatures. The effect of drying temperature on some biological and chemical properties of dried cherry samples. The increase in drying temperature decreased the drying time. Cherry fleshs have shorter drying time than whole samples at all drying temperatures. Both the total phenolic content and antioxidant activity of dried samples slightly decreased. The reduction in the bioactivity of cherry samples was minimum at 40 °C drying temperature when compared with 50 and 60 °C. Since high temperature and presence of oxygen during drying affect negatively antioxidant activity of the products during drying processes, it can be suggested to apply different drying methods and to optimize the parameters in future studies in order to preserve antioxidative compounds such as phenols and flavonoids.

Acknowledgements

This study was supported by Giresun University (FEN-BAP-A-160317-47) Scientific Research Project.

References

- AOAC (1990). Official method of analysis. No. 934.06. Association of Official Analytical Chemist, Arlington, USA.
- Başkaya, Z., (2011). Türkiye’de kiraz tarımının coğrafi esasları. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 16(26), 45-71.
- Dı’az-Mula, H.M., Castillo, S., Martı’nez-Romero, D., Valero, D., Zapata, P.J., Guille’n F. and Serrano M., (2009). Sensory, Nutritive and Functional Properties of Sweet Cherry as Affected by Cultivar and Ripening Stage, *Food Science and Technology International*, 15(6), 535-543.
- Doymaz, I., Ismail, O., (2011). Drying characteristics of sweet cherry. *Food and Bioproducts Processing*, 89(1), 31–38.
- Göksel, Z., Aksoy, U., (2014). Sofralık Bazı Kiraz Çeşitlerinin Fizikokimyasal Özellikleri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2, 1856-1862

- Horecki, A.T., Vakula, A., Pavlić, B., Jokanović, M., Malbaša, R., Vitas, J., Jaćimović, V. and Šumić, Z. (2018). Comparative drying of cornelian cherries: Kinetics modeling and physicochemical properties. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(2), e13562
- İkinci A, Bolat İ., (2015). Bazı kiraz çeşitlerinin GAP bölgesindeki performanslarının incelenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 19(2), 54-65.
- Martín-Cabrejas, M.A., Aguilera, Y., Pedrosa, M., Cuadrado, C., Hernández, T., and Díaz, S., (2009). The impact of dehydration process on antinutrients and protein digestibility of some legume flours. *Food Chemistry*, 114, 1063-1068.
- Michalska A., Miryam Amigo-Benavent M., Zielinski H., and DelCastillo M.D., (2008). Effect of bread making on the formation of Maillard reaction products contributing to the overall antioxidant activity of rye bread. *Journal of Cereal Science*, 48, 123-132.
- Mitra, J., Shrivastava, S. L., Srinivasarao, P. (2011). Vacuum dehydration kinetics of onion slices. *Food and Bioprocess Technology*, 89(1), 1-9.
- Önen, M., (2008). 0900 Ziraat Kiraz Çeşidinde GA3, Budama ve Gölgeleme Uygulamalarının Derim Zamanı ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Polatoğlu, B. ve Beşe, A.V., (2017). Sun Drying of Cornelian Cherry Fruits (*Cornus mas* L.). *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 68-77.
- Qu, W., Pan, Z., and Ma, H., (2010). Extraction modeling and activities of antioxidants from pomegranate marc. *Journal of Food Engineering*, 99, 16-23.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, and Rice-Evans C., (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology & Medicine*, 26: 1231–1237.
- Samec, D., & Piljac-Zegarac, J., (2011). Postharvest stability of antioxidant compounds in hawthorn and cornelian cherries at room and refrigerator temperatures-Comparison with blackberries, white and red grapes. *Scientia Horticulturae*, 131, 15-21.
- Serradilla, M.J., Lozano, M., Bernalte, M.J., Ayuso, M.C., López-Corrales, M., and González-Gómez, D., (2011). Physicochemical and bioactive properties evolution during ripening of Ambrunés sweet cherry cultivar. *LWT-Food Science and Technology*, 44, 199-205
- Talens, P., Escriche, I., Martínez-Navarrete, N., and Chiralt, A., (2003). Influence of osmotic dehydration and freezing on the volatile profile of kiwi fruit. *Food Research International*, 36(6), 635-642
- Tosun, F., Koyuncu, F., (2007). Investigations of Suitable Pollinator for 0900 Ziraat Sweet Cherry cv.: Pollen Performance Tests, Germination Tests, Germination Procedures, in vitro and in vivo Pollinators, *Horticultural Science (Prague)*, 34, 47-53.
- URL-1: <http://www.turkomp.gov.tr/food-338>, Access date : December 27, 2018
- Usenik, V., Fabčić, J., & Stampar, F., (2008). Sugars, acids, phenolic composition and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Food Chemistry*, 107, 185-192.
- Waterhouse, A.L., (2002). *Determination of total phenolics*. Current protocols in food analytical chemistry. John Wiley & Sons, Inc. New York
- Woodward, G., Kroon, P., Cassidy, A. and Kay, C., (2009). Anthocyanin Stability and Recovery: Implications for the Analysis of Clinical and Experimental Samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 (12), 5271–5278
- Zielinska, M. and Markowski, M., (2016). The Influence of Microwave-Assisted Drying Techniques on the Rehydration Behavior of Blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *Food Chemistry*, 196, 1188-1196.

İzmir Körfezi'nde Kaya Balığı (*Lesueurigobius friesii* (Malm 1874))'nın Otolit Biyometrisi - Balık Boyu İlişkisi

Dilek İLHAN^{1*}, Sencer AKALIN¹

¹Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Bornova, İzmir, TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 30.10.2018

Kabul Tarihi: 03.02.2019

*Sorumlu Yazar: dilek.ilhan@ege.edu.tr

Öz

Bu çalışmada, kaya balığı (*Lesueurigobius friesii*)'nin balık boyu ile otolit biyometrisi arasındaki ilişki incelenmiştir. Balık örnekleri Eylül 2005–Ağustos 2006 yılları arasında İzmir Körfezi'nden trol operasyonları ile yakalanmıştır. Çalışmada toplam 100 *Lesueurigobius friesii* bireyi kullanılmıştır. Örneklerin total boy (TL) ve ağırlıkları sırasıyla 0.1 cm ve 0.01 g hassasiyetle ölçülmüştür. Daha sonra balıklar disekte edilmiş ve sagittal otolitleri çıkarılmıştır. Otolit boyları ve genişlikleri mikrometrik oküler içeren Olympus SZ61 stereo mikroskop ile ölçülmüştür. Otolitler 0.0001 g hassasiyetli dijital terazi ile tartılmıştır. İncelemede kullanılan örneklerin total boyları 5.5 ile 8.7 cm ve total ağırlığı 14.8 ile 56.4 g arasında dağılım göstermiştir. Boy ağırlık ilişkisi $W=0.0927*L^{2.9431}$ ($r=0.942$) olarak hesaplanmıştır. Otolit boyu (OB), otolit genişliği (OG) ve otolit ağırlığı (OA) sırasıyla, 2.6–4.1 mm, 2.2–3.4 mm ve 0.0049–0.0204 g arasında değişmiştir. Total boy–otolit boyu, total boy–otolit genişliği ve otolit boyu–otolit genişliği arasında doğrusal bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin otolit ağırlığı–otolit boyu ile total boy–otolit ağırlığı arasındaki ilişkinin ise üssel olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Lesueurigobius friesii*, LWR, otolit biyometrisi, İzmir Körfezi.

Otolith Biometry - Fish Length Relationship in Fries's goby (*Lesueurigobius friesii* (Malm 1874)) from İzmir Bay

Abstract

In the study, the relationship between fish size and otolith measurements in the Fries's goby (*Lesueurigobius friesii*) were investigated. Fish specimens were collected by trawl operations from İzmir Bay between September 2005 and August 2006. A total of 100 *Lesueurigobius friesii* specimens were used for the study. Their total lengths (TL) and weights were recorded by a fish ruler and a digital scale with an accuracy of 0.1 cm and 0.01 g respectively. After that the fish were dissected and their sagittal otoliths were removed. Otolith lengths and heights were measured with an Olympus SZ61 stereo microscope with a micrometric ocular. Otoliths were weighted by a digital scale with an accuracy of 0.0001 g. The specimens used in the analysis were ranged between 5.5 and 8.7 cm total length and from 14.8 to 56.4 g in total weight. The length–weight relationship equations were estimated as $W=0.0927*L^{2.9431}$ ($r=0.942$). Otolith length (OL), otolith height (OH) and otolith weight (OW) of the species were ranged between 2.6–4.1 mm, 2.2–3.4 mm and 0.0049–0.0204 g, respectively. The total length–otolith length, total length–otolith height and otolith length–otolith height measurements showed significant linear relationships. The relations between the otolith weight–otolith length total length–otolith weight were found to be exponential.

Key words: *Lesueurigobius friesii*, LWR, otolith biometry, İzmir Bay.

1. Giriş

Balıklarda yaş, büyüme ve ölüm parametrelerinin belirlenmesi, ekonomik öneme sahip olan türlerin sürdürülebilir avcılıklarının yönetilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, söz konusu parametreler bölgeden bölgeye, uygulanan örnekleme ve analiz yöntemine, ve yıldan yıla değişen çevresel koşullara bağlı olarak büyük değişiklikler gösterebilmektedir (Gonçalves vd., 1997).

Vatoz, çenesiz balıklar ve köpek balıkları haricindeki bütün balıklarda bulunan otolit organları, duyma ve denge işlevleri için kullanılmaktadır. Ayrıca otolit, balıkların yaşamlarını anlamamıza yarayan çok önemli bir araçtır.

Balıklarda otolit konusunda yapılan pek çok çalışma mevcut olup bu konunun zengin bir geçmişi bulunmaktadır. Bu çalışmalar genellikle yıllık yaş halkalarından yola çıkarak yaş tayini, buna bağlı olarak boy-yaş ilişkileri, mevsimsel büyümeler, üreme dönemleri gibi konuları içermektedir. Son yıllarda balık larvalarında otolit araştırmaları da hız kazanmış durumdadır. Bu konuda çok sayıda ve çok farklı amaçlar içeren araştırmalar mevcuttur.

Otolit oluşumu ve büyümesi, somatik büyümeyle ilişkilidir ve her ikisi de çevresel faktörlere bağlıdır. Nitekim her balığın büyümesi ve yaşın hesaplamasında kullanılan otolitler, balıkların biyolojik hikayesini açıklar ve bu tür analizler ticari balık stokları için temel çalışmalardır (Samsun ve Samsun, 2006).

Otolit morfolojisi balık biyolojisine yönelik çok farklı alanlardaki çalışmalarda; balık türlerinin anatomileri, yeni balık türlerinin tanımlanması, balık taksonlarının taksonomik revizyonları, filogenetik ilişkilerin belirlenmesi, ekomorfoloji çalışmaları, balık büyümesi ile otolit büyümesi arasındaki ilişkilerin belirlenmesi, fosil olan ve günümüzde yaşayan balıkların büyümeleri arasındaki benzerliklerin tespiti gibi çalışmalarda kullanılmaktadır (Tuset vd., 2008).

Ülkemizde, Demirhan vd. (2002) *Mullus barbatus*, *Scorpaena porcus*, *Neogobius melanostomus*, *Mesogobius batrachocephalus*, *Uranoscopus scaber*, *Raja clavata* ve *Scophthalmus rhombus*'ta, Zengin vd. (2006) *Psetta maxima*'da, Bostancı ve Polat (2007; 2008), Bostancı (2009), Bostancı vd. (2009), Bostancı vd. (20012a; 2012b), Bostancı vd. (2017) ise Karadeniz'deki bazı balık türlerinin otolit yapısı, otolit boyutları-balık boyu arasındaki ilişkileri içeren çalışmalar yapmışlardır. *Lesueurigobius friesii*'nin otolit özellikleri üzerine şimdiye dek yapılmış sadece bir çalışma bulunmaktadır (İlkyaz vd., 2011).

Bu çalışma, Gobiidae familyasına ait bir tür olan *Lesueurigobius friesii*'nin İzmir Körfezi'nde otolit biyometrisi ile balık boyu arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve Metot

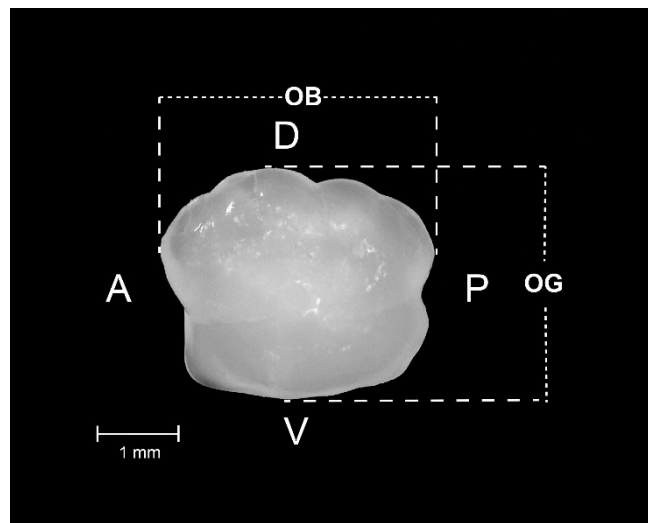
Bu çalışmanın konusunu oluşturan *L. friesii* türüne ait otolitler Eylül 2005 – Ağustos 2006 yılında İzmir Körfezi'nde yapılan trol operasyonlarında yakalanan örneklerden elde edilmiştir.

Bireylerin boy-ağırlık ilişkisinin incelenmesinde, $W=a*L^b$ şeklinde verilen allometrik büyüme denkleminde yararlanılmıştır (Ricker, 1975). Burada, W ; Balığın gr cinsinden total ağırlığı, L ; cm cinsinden total boyunu (a) ve (b) ise regresyon sabitlerini ifade etmektedir.

Türün büyüme tipini belirlemek amacıyla; $ts=b-3/sh(b)$ eşitliği kullanılmıştır (Sokal ve Rohlf, 1987). Denklemdaki, ts ; t-test değeri, b ; eğim değeri ve $sh(b)$; eğim değerinin (b) standart hatasıdır. Büyümenin izometrik ya da allometrik olduğuna karar verebilmek için, hesaplanan t-test değeri, tablodaki kritik değerle karşılaştırılmıştır.

Balıkların disekte işlemi sonrası u-platelerde kuru olarak saklanmış olan otolitler %4'lik NaOH çözeltisinde temizlenmiştir. Otolit boyları ve genişlikleri Olympus marka stereo mikroskofta 100 μ hassasiyetli mikrometrik oküler ile ölçülmüştür. Otolit ağırlıkları ise ± 0.0001 g hassasiyetli terazi ile tartılmıştır.

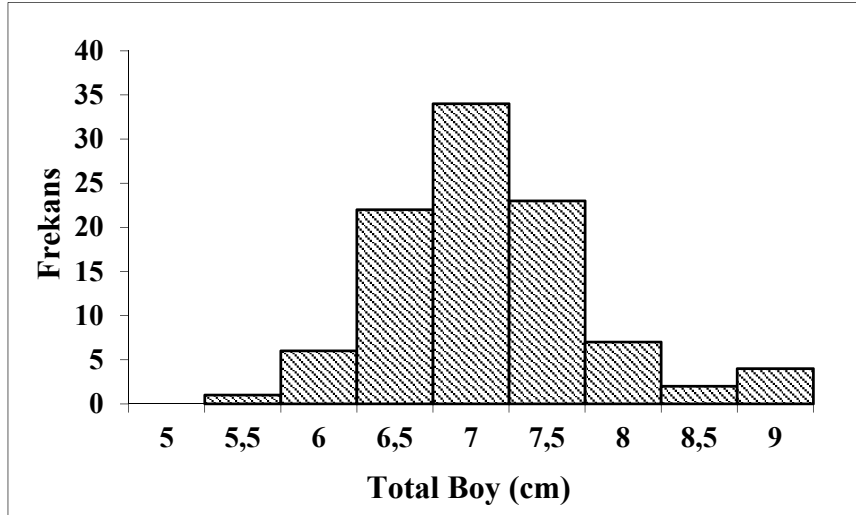
Otolit boyutlarına ait ölçümler iki eksen üzerinde yapılmıştır. Birincisi, otolit çapı ya da otolit genişliği (OG) olarak adlandırılan ve dorso-ventral doğrultudaki eksenin uzunluğudur (Şekil 1). İkinci ölçüm ise otolit boyu (OB) olarak adlandırılan, otolitin anterior ucundan posterior ucuna kadar olan uzunluktur. Ölçümler sağ ve sol bölge otolitlerinde ayrı ayrı yapılmış ve otolit çiftleri arasında fark olup olmadığı Paired t-testi ile araştırılmıştır (Sokal ve Rohlf, 1987). Hesaplamalarda örneklerin sağ otolitlerine ait ölçümler kullanılmıştır.



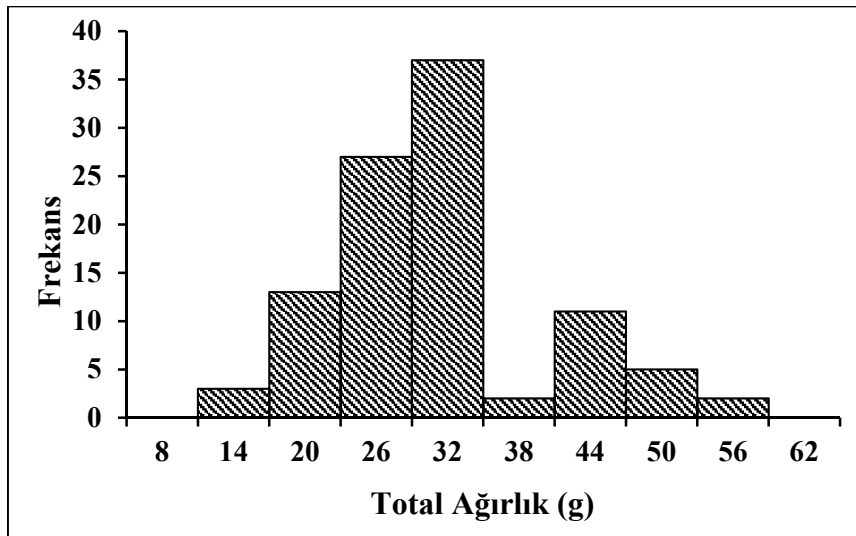
Şekil 1. *L. friesii* otolitinde boy-genişlik ölçümleri

3. Bulgular

Toplam 100 adet kayabalığı örneğinde total boy değerlerinin minimum 5.5 cm ile maksimum 8.7 cm arasında olduğu saptanmıştır (Şekil 2). En fazla örnek 34 bireyle 7.0 cm'lik boy grubunda tespit edilmiştir. Bireylerin sadece 13 tanesi 8 cm'den büyüktür.



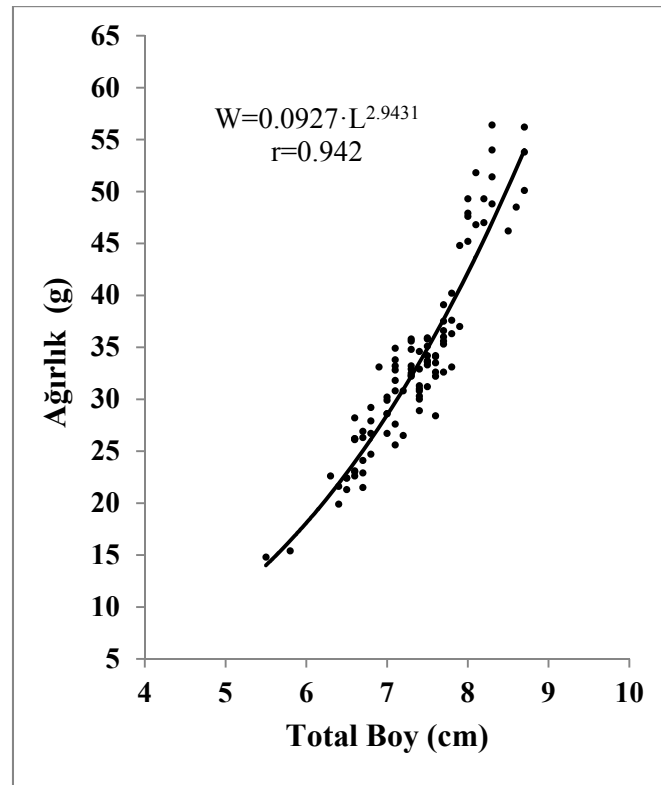
Şekil 2. *Lesueurigobius friesii*'nin İzmir Körfezi'ndeki boy-frekans dağılımı



Şekil 3. *Lesueurigobius friesii*'nin İzmir Körfezi'ndeki ağırlık-frekans dağılımı

Araştırma bölgesindeki kayabalığı bireylerinde ağırlık değerlerinin minimum 14.8 g ile maksimum 56.4 g arasında değiştiği ve gruptaki en büyük payı 37 birey ile 32 g'lık ağırlık sınıfındaki bireylerin aldığı saptanmıştır (Şekil 3).

Bireylerin total boy ve total ağırlık değerlerine bağlı boy-ağırlık ilişkisi parametreleri Şekil 4 ve Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 4. *Lesueurigobius friesii*'nin İzmir Körfezi'ndeki boy-ağırlık ilişkisi eğrisi

Tablo 1. *Lesueurigobius friesii*'de boy-ağırlık ilişkisi parametreleri

a	b	sh(b)	n	r	t-test
0.0927	2.943	0.1053	100	0.942	0.541 ^a

^a(t-test, $t < t_{0.05, n=80} = 1.66$)

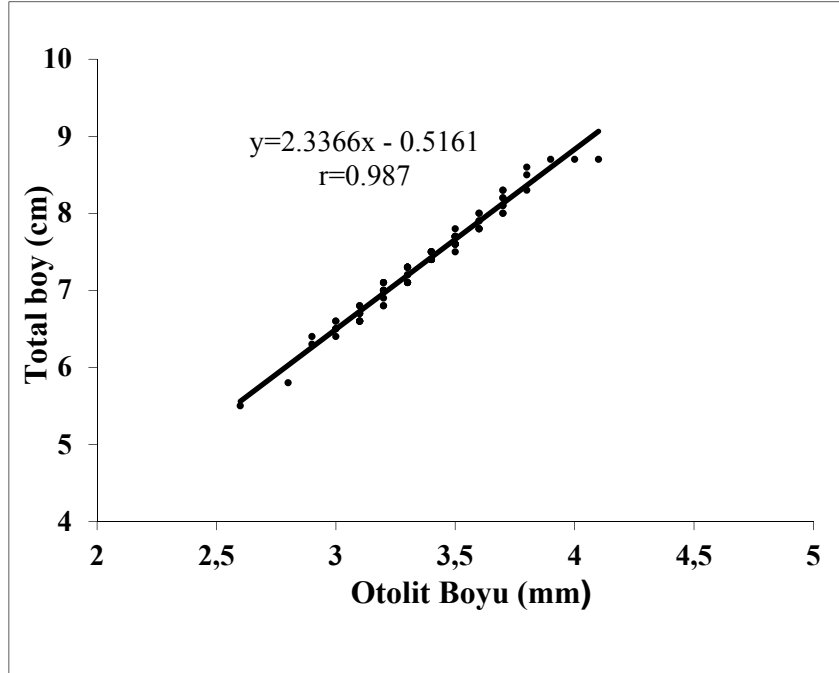
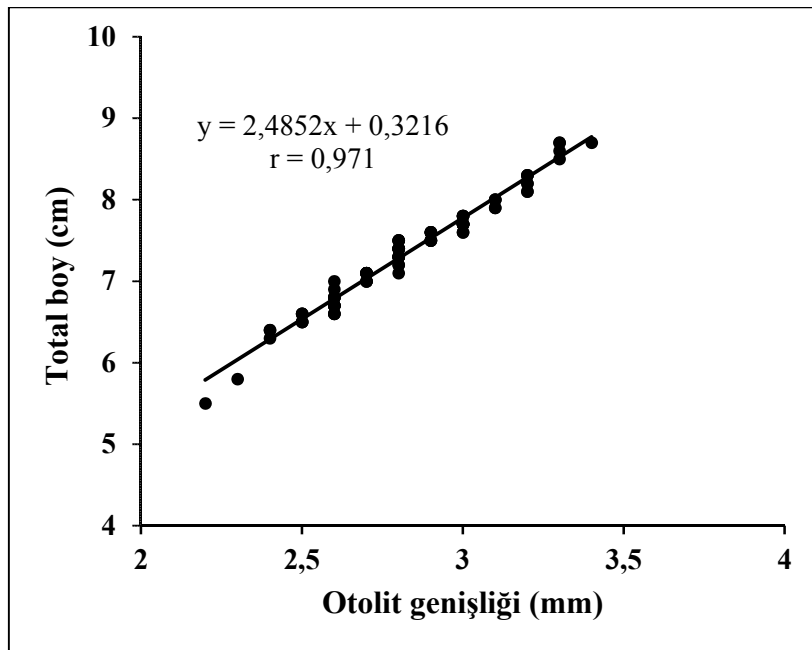
Uygulanan t-testi sonucunda *L. friesii* bireylerinde izometrik bir büyümenin olduğu tespit edilmiştir. Korelasyon katsayısının ($r=0.942$) bire yakın oluşu, bireylerin boyu ile ağırlığı arasında kuvvetli bir ilişkinin olduğunu göstermektedir.

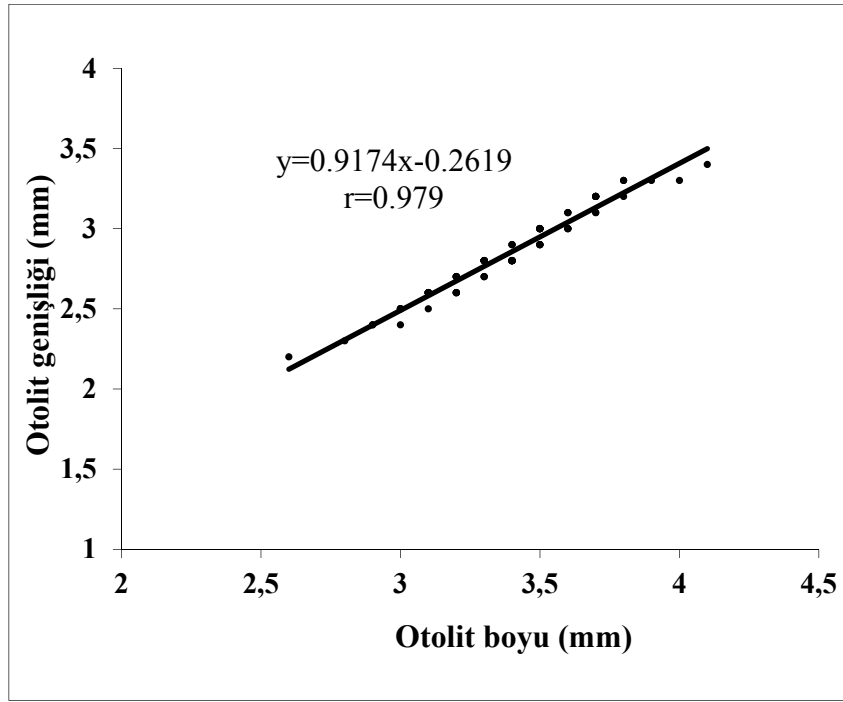
Çalışmada araştırma bölgesinden temin edilen 100 adet kayabalığı bireyinin her iki otolitinin (sağ ve sol) boyu, ağırlığı ve genişliği ölçülmüş ve ortalamaları hesaplanmıştır (Tablo 2). Sonuçta, sağ ve sol otolit boyları, genişlikleri ve ağırlıkları arasında istatistiksel açıdan önemli bir farkın olmadığı bulunmuştur ($P > 0.05$). Örneklerin sağ otolitlerinin tamamında herhangi bir kırık ya da hasar olmadığı için hesaplamalarda sadece sağ otolitlere ait ölçümler kullanılmıştır.

Çalışma bölgemizdeki kayabalığı bireylerinin total boy-otolit boyu (Şekil 5), total boy-otolit genişliği (Şekil 6) ve otolit boyu-otolit genişliği (Şekil 7) arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu saptanmıştır. Ayrıca korelasyon katsayılarının bire çok yakın oluşu da ($r=0,987$; $0,970$ ve $r=0,979$) ilişkinin oldukça yüksek olduğunu göstermektedir.

Tablo 2. *Lesueurigobius friesii*'de otolit boyu, otolit genişliği ve otolit ağırlığı değerleri

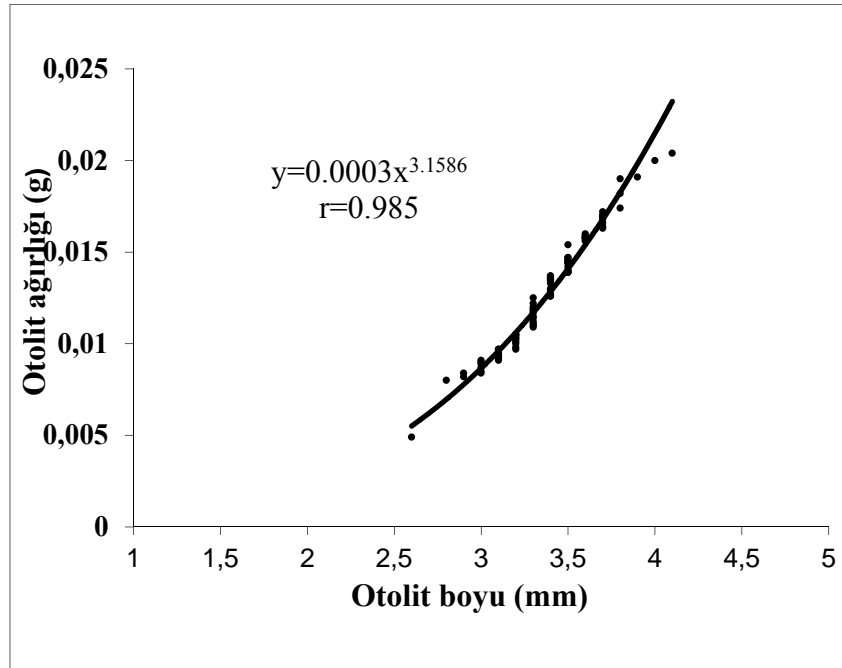
	Otolit boyu (mm)		Otolit genişliği (mm)		Otolit ağırlığı (g)	
	Sağ Bölge	Sol Bölge	Sağ Bölge	Sol Bölge	Sağ Bölge	Sol Bölge
Min.	2.6	2.7	2.2	2.0	0.0049	0.0060
Max.	4.1	4.0	3.4	3.3	0.0204	0.0200
Ort.	3.37	3.36	2.80	2.76	0.0127	0.0128
SS	0.2681	0.2635	0.2511	0.2584	0.0031	0.0032
	P > 0.05		P > 0.05		P > 0.05	

Şekil 5. *Lesueurigobius friesii*'de total boy-otolit boyu ilişkisiŞekil 6. *Lesueurigobius friesii*'de total boy-otolit genişliği ilişkisi

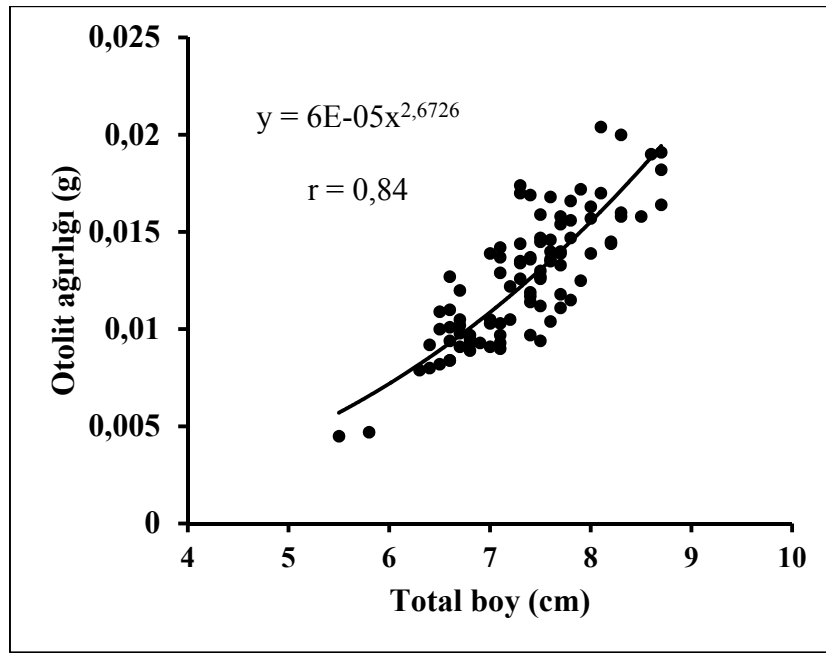


Şekil 7. *Lesueurigobius friesii*'de otolit genişliği–otolit boyu ilişkisi

İzmir Körfezi'ndeki *L. friesii* bireylerinin otolit boyu–otolit ağırlığı arasında üssel bir ilişkinin olduğu tespit edilmiş ve korelasyon katsayısı da yüksek bulunmuştur ($r=0.985$) (Şekil 8). Örneklerin total boyu ile otolit ağırlığı arasında yine üssel, ancak biraz daha düşük düzeyde bir ilişki olduğu ($r=0,840$) tespit edilmiştir (Şekil 9).



Şekil 8. *Lesueurigobius friesii*'de otolit ağırlığı–otolit boyu ilişkisi



Şekil 9. *Lesueurigobius friesii*'de otolit ağırlığı–total boy ilişkisi

4. Tartışma ve Sonuç

Balıkçılık biyolojisi çalışmalarında balık türlerinin otolit özellikleri üzerine yapılan çalışmalar son yıllarda artış göstermiştir. Bu çalışmada, İzmir Körfezi'nde Gobiidae familyasına ait bir tür olan *Lesueurigobius friesii*'nin boy- ağırlık ilişkisi ile otolit özellikleri incelenmiştir.

L. friesii için araştırma bölgesindeki boy aralığının 5.5–8.7 cm arasında olduğu tespit edilmiştir. Bu türle ilgili farklı bölgelerde yapılan çalışmalarla minimum boy değeri 4.0 cm (Pereda ve Villamor, 1991; Özaydın vd., 2007) bulunurken, maksimum boy değeri ise 10.7 cm (Bok, 2001) olarak bildirilmiştir (Tablo 3). Bunun sebebinin, örneklemelerin daha geniş bir derinlik aralığında (30-100 m) yapılmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 3. *Lesueurigobius friesii*'nin farklı bölgelere ait boy-ağırlık ilişkisi parametreleri.

Araştırmacı	Araştırma Bölgesi	TL (cm)	n	a	b	r
Pereda ve Villamor (1991)	Kantabriya, İspanya	4.0-8.0	20	0.00257	3.515	0.900
Filiz ve Bilge (2004)	Kuzey Ege Denizi	6.2-8.1	17	0.03920	2.130	0.720
Özaydın vd. (2007)	Orta Ege Denizi	4.0-9.1	631	0.0079	3.013	0.951
Bok vd. (2001)	Kuzey Marmara	4.2-10.7	580	0.01600	2.530	0.848
Bu çalışma	İzmir Körfezi	5.5-8.7	100	0.0927	2.946	0.942

Yüksek korelasyon gösteren ($r=0.942$) kaya balığı bireylerinin, araştırma bölgesinde izometrik bir büyüme sergilediği tespit edilmiştir. Bu bulguyu içeren tek çalışma Bok vd. (2011)'ne ait olup, bu türün Marmara Denizi'nde negatif allometrik büyüme gösterdiği bildirilmiştir.

Bireylerin otolit boyu, otolit genişliği ve otolit ağırlığı bakımından sağ ve sol otolit çiftleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Dolayısıyla, bu tür ile ilgili yapılacak çalışmalarda sağ ve sol otolit ayrımı gözetmeksizin, ölçümlerde herhangi biri tercih edilebilir. Farklı balık türleri üzerine yapılan benzer çalışmalarda da (Bütün, 2013; Eroğlu ve Şen, 2009; Sayın ve Çalta, 2017; Doğan ve Şen, 2017), türlerin sağ ve sol otolit biyometrilere istatistiksel açıdan önemli farkların olmadığı bildirilmiştir. Bununla birlikte, bazı yassı balık türlerinin otolit biyometrisi üzerine yapılan çalışmalarda (Bostancı ve Polat, 2007, 2008; Bostancı vd., 2012b) sağ ve sol otolitler arasında hem morfolojik hem de büyüklük açısından istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğu rapor edilmiştir.

100 adet bireyin otolitinin incelenmesi sonucunda; total boy–otolit boyu, total boy–otolit genişliği ve otolit boyu–otolit genişliği arasında doğrusal bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Her üç ilişkide de korelasyon katsayıları oldukça yüksek değerler vermiştir. Örneklerin otolit ağırlığı–otolit boyu ile total boy–otolit ağırlığı arasındaki ilişkilerin ise üssel olduğu saptanmıştır. Otolit ağırlığı – otolit boyu ile kuvvetli bir ilişki sergilerken, total boy – otolit ağırlığı arasında biraz daha düşük seviyede bir ilişki tespit edilmiştir.

Bu türün otolit biyometrisi üzerine yapılmış tek araştırma İlkyaz vd. (2011)'nin Ege Denizi'ndeki çalışmadır. Bu çalışmada bildirilen balık boyuna karşılık gelen otolit boyları ve ağırlıkları ile bizim sonuçlarımızla birbirine yakın değerler vermiştir (Tablo1 ve 2).

Tablo 3. *Lesueurigobius friesii* bireylerinin balık boyu, otolit boyu ve otolit ağırlığı

	Balık boyu (cm)		Otolit boyu (mm)		Otolit ağırlığı (g)	
	Min.	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks.
İlkyaz vd. (2011)	4.2	8.4	2.04	3.63	0.0022	0.0177
Bu çalışma (2018)	5.5	8.7	2.6	4.1	0.0049	0.0204

Yine aynı çalışmada türlerin yaş okumaları yapılmış ve yaş ile otolit boyu ve yaş ile otolit ağırlığı arasındaki ilişkiler de tespit edilmiştir. Bunlardan yaş ile otolit ağırlığı arasındaki ilişkinin en yüksek korelasyon değerine sahip olduğu bildirilmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışma ile kaya balığının balık boyu–otolit boyutları arasında kuvvetli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Türün sağ ve sol bölge otolitlerinde, otolit ağırlıkları ($P>0.05$), otolit genişlikleri ($P>0.05$) ve otolit boyları ($P>0.05$) açısından istatistiksel bir farklılığın bulunmaması sebebiyle, bu türle ilgili yapılacak yaş ve büyüme çalışmalarında sağ sol otolit farklılığı gözetilmeden değerlendirilebileceği tespit edilmiştir. Ayrıca, çalışmanın Türkiye denizleri için kaya balıkları üzerine yapılmış az sayıdaki araştırmaya katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Bostancı, D., Polat, N. (2007). Dil balığı, *Solea lascaris* (Risso, 1810)'te Otolit Yapısı, Otolit Boyutları-Balık Boyu İlişkileri ve Yaş Tayini. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(3), 265-272.
- Bostancı, D., Polat, N. (2008). Benekli Pisi, *Lepidorhombus bosci* (Risso, 1810)'nin Otolit Yapısı, Otolit Boyutları-Balık Boyu İlişkileri ve Yaş Tayini. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 2(3), 375-381.
- Bostancı, D. (2009). Otolith Biometry-Body Length Relationships in Four Fish Species (Chub, Pikeperch, Crucian Carp and Common Carp). *Journal of Freshwater Ecology*, 24(4), 619-624.
- Bostancı, D., Yılmaz, S., Yılmaz, M., Kandemir Ş., Polat, N. (2009). Eğirdir Gölü'nden Sudak (*Sander lucioperca* L., 1758)'in Otolit Boyutları-Balık Boyu İlişkileri ve Bazı Populasyon Parametreleri. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 21(1), 9-17.
- Bostancı, D., Yılmaz S., Polat, N., Konaş, S.(2012a). İskorpit *Scorpaena porcus* L. 1758'un Otolit Biyometri Özellikleri. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3(2), 59-68.
- Bostancı, D., Uçkun İlhan D., Akalın S. (2012b). Küçük Pisi Balığı, *Arnoglossus laterna* (Walbaum, 1792)'nin Otolit Özellikleri. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3(2), 1-10.
- Bostancı, D., Yedier, S., Konaş, S., Kurucu, G., Polat, N. (2017). Regional variation of relationship between total length and otolith sizes in the three *Atherina boyeri* Risso, 1810 populations, Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(1): 11-16.
- Bok, T.D., Gokturk, SD., Kahraman, A.E., Alicli, T.Z., Acun T. and Ates, C. (2011). Length-weight relationships of 34 fish species from the Sea of Marmara, Turkey. *J. Anim. Vet. Adv.* 10(23):3037-3042.
- Bütün, S. (2013). *Keban Baraj Gölü'nde yaşayan Alburnus mossulensis Heckel, 1843'de otolit Biyometrisi*. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 43s.
- Demirhan, S.A., Seyhan, K., Engin, S., Mazlum, R.E. (2002). *Doğu Karadeniz'de Dip Trolü Av Kompozisyonu*. Rize Su Ürünleri Fakültesi, 53600 Rize.
- Doğan, Y. ve Şen, D. (2017). Keban Baraj Gölü'nde Yaşayan *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'da Otolit Biyometrisi-Balık Boyu İlişkisi. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 29(2), 33-38.
- Eroğlu, M. and Şen, D. (2009). Otolith size-total length relationship in spiny eel, *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander, 1794) inhabiting in Karakaya Dam Lake (Malatya, Turkey). *Journal of Fisheries Sciences*, 3(4):342-351.
- Filiz, H. and Bilge, G. (2004). Length-weight relationships of 24 fish species from the North Aegean Sea, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 20 (5):431-432. Doi:10.1111/j.1439-0426.2004.00582.x
- Gonçalves, J.M.S., Bentes, L., Lino, P.G., Ribeiro, J., Canário, A.V.M. and Erzini, K.(1997). Weight-length relationships for selected fish species of the small-scale demersal fisheries of the south and south-west coast of Portugal. *Fish. Res.* 30: 253-256.
- İlkyaz, A.T., Metin, G., Kınacıgil, H.T. (2011). The use of otolith length and weight measurements in age estimations of three Gobiidae species (*Deltentosteus quadrimaculatus*, *Gobius niger*, and *Lesueurigobius friesii*) *Turk. J. Zool.* 2011; 35(6) 819-827.
- Özaydın O., Uçkun D., Akalın S., Leblebici S. and Tosunoğlu Z. (2007). Length-weight relationships of fishes captured from İzmir Bay, Central Aegean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 23(6): 695-696. Doi: 10.1111/j.1439-0426.2007.00853.x
- Pereda, P. and B. Villamor, (1991). Relaciones biometricas en peces de la plataforma Cantabrica. *Inf. Téc. Inst. Esp. Oceanogr.* No. 92, 39 p.
- Ricker, W. E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada* 191: 1-382.
- Samsun, N. ve Samsun, S. (2006). Kalkan (*Scophthalmus maoticus* Pallas,1811) Balığının Otolit Yapısı, Yaş ve Balık Uzunluğu-Otolit Uzunluğu İlişkilerinin Belirlenmesi. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18 (2), 181- 187.
- Sayın, B. ve Çalta, M. (2017). Keban Baraj Gölü'nde yaşayan aynalı sazan (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758)'nin otolit biyometrisi. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 29(1): 27-32.
- Sokal, R.R., and Rohlf, F.J. (1987). *Introduction to Biostatistics*, 2 nd Edition. Freeman, New York, 363 p.
- Tuset V.M., Lombarte A. and Assis C.A. (2008). Otolith atlas for the western Mediterranean, North and central eastern Atlantic. *Scientia Marina* 72 S1, 7- 198.
- Zengin, M., Gümüş, A., Bostancı, D. (2006). Age and growth of the Black Sea turbot, *Psetta maxima* (L. 1758) (Pisces: Scophthalmidae) estimated by reading otoliths and back- calculation. *Journal of Applied Ichthyology*, 22: 374- 381.

Investigation Some Quality Parameters of Sour Cherry Concentrates by Produced under Atmospheric and Vacuum Conditions

Filiz UCAN TURKMEN*¹, Hatice Aysun MERCIMEK TAKCI², Büşra SEYHAN³, Tuba PALTA⁴

*^{1,3,4}Kilis 7 Aralık University, Faculty of Engineering and Architecture, Food Engineering Department, Kilis, Turkey

²Kilis 7 Aralık University, Faculty of Science and Literature, Molecular Biology and Genetics Department, Kilis, Turkey

Received: 15.11.2018

Accepted: 30.06.2019

*Corresponding Author: ucanfiliz@gmail.com

Abstract

The some quality parameters of sour cherry concentrates by produced under atmospheric and vacuum conditions were investigated in this study. From these parameters, titration acidity, total soluble solids, total flavonoids and invert sugar values were statistically insignificant. But the remaining values were significant. Total phenolic contents of sour cherry juice samples increased to 194.50 and 112.00% after atmospheric and vacuum condition treatments. Total flavonoid values of samples ranged from 27.13 and 31.52 mg/L. After atmospheric condition treatment, the ascorbic acid contents increased to 73.80% compared to control samples. The antioxidant activity (% inhibition) ranged from 73.50 to 80.91%. Total monomeric anthocyanin content (22.71 mg/L) at the beginning increased to 60.76 and 98.54% after both applications. In total pectin values increased 181.88 and 90.38% after atmospheric condition and vacuum treatments.

Keywords: sour cherry, total phenolics, antioxidants, ascorbic acid, anthocyanin

Açık Kazanda ve Vakum Altında Üretilen Vişne Ekşilerinin Bazı Kalite Parametrelerinin Araştırılması

Öz

Bu çalışmada açık kazanda ve vakum altında üretilen vişne ekşilerinin bazı kalite parametreleri araştırılmıştır. Bu parametrelerden titrasyon asitliği, toplam çözülebilir katılar, toplam flavonoidler ve invert şeker değerleri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Fakat geriye kalan değerler önemli bulunmuştur. Vişne suyu örneklerinin toplam fenolik içerikleri açık kazan ve vakum altındaki uygulamalarından sonra %194.50 ve %112.00 olarak artmıştır. Örneklerin toplam flavonoid değerleri 27.13 ile 31.52 mg/L arasında değişmiştir. Vakum altındaki uygulamadan sonra askorbik asit içerikleri kontrol örnekleri ile karşılaştırıldığında %73.80 artmıştır. Antioksidan aktivite (% İnhibisyon) %73.50 ile 80.91 arasında değişmiştir. Başlangıçtaki toplam monomeric antosiyanin içeriği (22.71 mg/L) her iki uygulamadan sonar %60.76 ile %98.54'e artmıştır. Açık kazan ve vakum altındaki uygulamalardan sonar toplam pectin içeriği %181.88 ve 90.38'e artmıştır.

Anahtar Kelimeler: Vişne, toplam fenolik, antioksidan, askorbik asit, antosiyanin.

1. Introduction

Sour cherries (*Prunus cerasus* L.) are potentially raw material for functional foods because of substantial content of polyphenols, especially anthocyanins. Researchers have identified anthocyanins as anti-inflammatory and anticarcinogenic agents, which are major contributors to the antioxidant activity in sour cherries (Repajic et al., 2015; Nowicka et al., 2015).

Sour-cherry juices are extensively used in the food industry. These products use as the constituents of juices, jellies, marmalades, jams, wine, beverages, etc. Sour-cherry juice as a drink is preferred to other fruit juices by the various customers. It is a very popular product due to sweet-sour flavor (Belibağlı and Dalgic, 2007; Cao et al., 2015).

In the fruit juice industry, they are processed to purees, concentrates and juices. Purees are used in the pastries, confectionary or dairy industry; juices or concentrates serve as source for fruit nectars and beverages (Bonerz et al., 2007). Additionally, sour cherries are a rich source of polyphenols-phytochemicals characterized by the presence of more than one phenol group in the molecule (Kolodziejczyk et al., 2013). Phenolics, especially anthocyanins, of sour cherries have been reported to possess anti-neurodegenerative, anti-inflammatory and anti-oxidative activities (Navruz et al., 2016). Because of their possible health benefits, a growing interest is being observed in the impact of processing on the antioxidant properties of these compounds (Wojdyło et al., 2014). Cherry fruits have a big potential as tasteful, harmless and healthy antimicrobial agents (Tamara et al., 2016).

However, sour cherry juice has a limited shelf life due to microbial spoilage and enzymatic activities. Thus, thermal treatment is applied to inactivate microorganisms and enzymes during juice production (Altuntas et al., 2010).

The harvested fruit is processed to fruit juice, jam and canned fruit because of the short time of harvesting period. Fruit juices were generally concentrated for: prolong their shelf life, decrease of the volume and transport, storage and packaging costs. However, the atmospheric treatments cause unwanted components and loss in quality features. The vacuum evaporation process is used as the most common concentration method (Sabancı and İçier, 2017).

In light of these informations, this present study is aimed to determine some quality parameters of sour cherry concentrates, produced under atmospheric and vacuum conditions. In our study, the concentrates produced from two different application were compared with regard to the physicochemical properties, color parameters, bioactive compounds and antimicrobial activities.

2. Materials and Methods

2.1. Preparation of sour cherry juice samples

The purchased sour cherries (from fruit bazaar in Kilis, Turkey) were washed by tap water to remove dirt after bringing to the our laboratory. Sour cherries were crushed by using a waring blender (Waring Laboratory Science, Torrington, USA) and filtering with a soft muslin cloth then poured to sterile glass brown bottles. The sour cherry juices were concentrated using a rotary vacuum evaporator (Buchi interface rotavapor, R-300, Swiss) and a atmospheric conditions under vacuum at 60°C until they reached about 68° brix. Samples of concentrate sour cherry juice were stored at room temperature in brown bottles. All treatments and analysis were carried out in triplicates. Concentrates obtained from sour cherries (diluted to 15.5° brix for analyses) were tested to the following analyses:

2.2. Physicochemical Analysis (Total soluble solids, pH, titratable acidity, water activity, viscosity, moisture and ash)

The pH and TSS analyses were made by WTW pH-meter (Weilheim, Germany) and Abbe refractometer (J.P. Selecta, WYA-25 model, Spain), respectively. Titratable acidity was made by an end point titration at pH 8.1 with 0.1 N NaOH. The results calculated as citric acid were expressed as g/100mL (Sánchez-Moreno et al. 2003). By using a water activity meter (Novasina Labmaster Water Activity Meter, Switzerland) and a Fungilab Expert viscometer (Model L, Sant Feliu de Llobregat, Barcelona) were measured the water activity and viscosity values, respectively. The viscosity measures were made at 100 rpm with spindle TL5 and TL7 and the results were expressed as cP.

For moisture content analysis, the 2 g example in the drying vessel, is based on the principle that the sample is held at 65°C under vacuum condition at 10 bar until constant weighing (0.000 grams) is reached. At the end of this period, the sample containers were weighed to the room temperature in a desiccator. The amount of dry matter in the samples was calculated as % according to the following formula: (AOAC, 2000).

$$\text{moisture \%} = \frac{(G_2 - G_1) * 100}{G_2 - G_1}$$

In percentage ash analysis, to remove carbon, about 2 g of each sample, in a porcelain container, was ignited and incinerated in the ash furnace at about 550°C for 8 h. The total ash was expressed as percent of dry basis: %Ash=(Weight of residue/Sample Weight)*100 (AACC, 1999).

2.3. Determination of browning index

In teflon tubes, 5 mL of sour cherry samples and 5 mL ethyl alcohol (95%) were stirred and then centrifuged (4000 rpm, 10 min, at 4°C). After then, the supernatant was passed through by using a 0.45 µm teflon membrane filter. The absorbance of this supernatant was measured at 420 nm in a spectrophotometer (Biochrom, Libra S60, B, England) (Meydav et al., 1977).

2.4. Color measurement

Color (CIE L*, a*, b*) measurement was performed by the HunterLab Spectrofotometer (HunterLab miniscan EZ, USA). Approximate 50 mL of sour cherry samples were transferred into 20 mm Glass Optical Cell Light Path. According to the CIELAB color system, it was obtained the results. In present procedure, L* describes lightness (0: black; 100: white), a* indicates the red/green value ((+): red; (-): green) and b* the yellow/blue value ((+): yellow; (-): blue). The hue angle (o) shows a specific red, blue, yellow, or green color, or any combination of colors. Chroma indicates the intensity of a color. Also, the below formulas were utilized for the calculations of Hue*, C*:

$$Hue^* = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

2.5. Determination of HMF content

The 5-hydroxymethylfurfural (HMF) content was quantitatively determined following the procedure described by Cemeroglu (2017) based on the colorimetric reaction between barbituric acid, p-toluidine and HMF, forming a red colour complex.

2.6. Total phenolic contents

Total phenolic contents were determined using spectrophotometric method. A standard curve was obtained according to the standard gallic acid solution in different concentrations. For this, 0.5 mL of the samples, 2.5 mL of 10% Folin-Ciocalteu's reagent and 2.5 mL 7.5% NaHCO₃ were added, respectively. Incubation of the reaction mixture was carried out in a water bath at 45°C for 45 min. After, gallic acid equivalent was calculated in samples based on the absorbances measured at 765 nm (Biochrom, Libra S60, B, England) (Stankovic, 2011).

2.7. Total flavonoid contents

The present analysis was carried out by the aluminium chloride colorimetric method (catechol as a standard). Initially, 1 ml of sample was diluted (1:6), then mixed with 0.3 ml %5 NaNO₂, incubated for 5 min. Subsequently, 0.6 mL of 10% AlCl₃.6H₂O solution was added to the samples and incubated (5 min), the mixture by adding 2 mL of 1 M NaOH solution was completed to 10 mL with double-distilled water. After 15 min incubation, the absorbance measures was made by UV-VIS spectrofotometer at 510 nm (Biochrom, Libra S60, B, England). The results of total flavonoid content were calculated as mg/L catechol (Sharm and Vig, 2013).

2.8. DPPH Radical Scavenging Activity

The antioxidant capacities of the all samples was determined by the stable DPPH (2,2-diphenyl 1-picrylhydrazyl) radical scavenging assay. In brief, 3.9 mL of the DPPH (0.025 g/L in methanol) solution was added to 100 µL of the samples and the mixture was stirred with the vortex. Afterwars, the incubation was made in dark at room temperature for 120 min. The remaining DPPH amount was determined by measuring at 515 nm absorbance. The inhibition of DPPH was assessed as percent according to the formula $I\% = [(A_{blank} - A_{sample}) / A_{blank}] \times 100$ (Huang et al., 2005; Yılmaz, 2011).

2.9. Ascorbic acid content

According to Hışıl (2004), the ascorbic acid content was carried out using 2,6-diclorophenol-indophenol as color reagent at 518 nm. The ascorbic acid contents was determined using the standard curve prepared with L-ascorbic acid.

2.10. Invert sugar content

1 mL DNS reagent (3,5-dinitrosalicylic 10.6 g, NaOH 19.8 g for 1416 mL distilled water) was added to 0.5 mL of the samples. The mixture was incubated to boil at 90°C for 5 min. The reaction was stopped by adding 1 mL of 1 M Rochelle's (Seignette) salt. Furtermore, the mixture was diluted with adding 2 mL distilled water and then the absorbance of this mixture spectrophotometrically was measured at 595 nm by estimation of reducing sugars. In this analysis that glucose was used as standard reducing sugar, the results were calculated as 1 µmol glucose that was released per min (Mercimek Takci and Ucan Turkmen, 2016).

2.11. Total Monomeric Anthocyanin Content

The monomeric anthocyanin contents was detected using the pH differential method suggested by Giusti and Wrolstad (2001). For analysis, the examples was diluted in buffers at pH 1.0 and 4.5 and let to equilibrate for 30 min. Later using a UV-Vis spectrophotometer (Biochrom, Libra S60, B, England) measured the absorbances at 527 nm and 700 nm for haze correction. Based on cyanidin 3-glucoside with molecular weight of 449.2 and extinction coefficient of 26.900 was the calculations. (Gil et al., 2000).

2.12. Polymeric color analysis (Anthocyanin Degradation)

Percent polymeric color was determined using the method described by Giusti and Wrolstad (2005). Sour cherry samples were diluted with water in order to have an absorbance reading between 0.5 and 1.0 at 512 nm when evaluated by an UV-Vis spectrophotometer (Biochrom, Libra S60, B, England). For the purpose, 2.8 mL diluted sample (bisulfite bleached sample) was prepared by adding 0.2 mL of potassium metabisulfite and 2.8 mL diluted sample (nonbleached, control sample) was get as add 0.2 mL of distile water. For equilibrating the mixtures were incubated during 15 min, but not more than 1 h, this mixtures were valuated at $\lambda = 700, 527,$ and 420 nm. Color density was evaluated using the control sample according to the following formula:

Color density = [(A420 nm – A700 nm) + (A527 nm – A700 nm)] × dilution factor

Polymeric color was calculated using the bisulfite-bleached sample using the following formula:

Polymeric color = [(A420 nm – A700 nm) + (A527 nm – A700 nm)] × dilution factor

Percent polymeric color was assessed using the formula:

%Polymeric color = (polymeric color/color density) × 100 (Brownmiller et al., 2008).

2.13. Total pectin content

Total pectin contents in the samples were determined according to the method described by List et al. (1985). Standard graphics were prepared as 10, 20, 30, 40, 50, 60, and 70 $\mu\text{g/mL}$ from galacturonic acid anhydride and results were explained as GA-AH mg/L.

2.14. Determination of Antimicrobial Activity

Antimicrobial activities of the sour cheery juice and concentrate samples on *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans* were tested by Kirby Bauer disc diffusion method. Mueller Hinton Agar (MHA) medium for bacteria and Potato Dextrose Agar (PDA) medium for fungi were used. Following inoculation by spreading, the sterile antibiotic discs absorbed 50 μL sour

samples were transferred to the plates. MHA and PDA plates were incubated at 37°C and 25-28°C for 24-48 hours. Antibiotic Vancomycin (HIMEDIA, 5 mcg/disc) and Amphotericin B (HIMEDIA, 20 mcg/disc) were used as positive control. Thereafter, the inhibition zones around the discs were measured and calculated in mm.

2.15. Statistical analysis

For analyses of variance (ANOVA) and Duncan's multiple comparison tests were preferred the software SPSS 21.0 for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). All analysis were repeated at least three times.

3. Results and Discussion

3.1. Physicochemical analyzes

The results of the physicochemical analysis are depicted in Table 1. After concentration pH values of sour cherry juice were determined between 3.22 and 3.30, respectively in atmospheric condition and vacuum condition ($p < 0.05$). These values for sour cherry juice samples indicated were at high acidity because of pH values between 3.22 and 3.30. TSS values of samples were detected as 15.53 and 15.47 after concentration, respectively ($p > 0.05$). In sour cherry juice samples, TTA values ranged from 1.63 to 1.72 g/100mL ($p > 0.05$). pH values generally declined during treatments.

Table 1. Physicochemical analysis results of sour cherry juice samples

Samples	pH	Total Soluble Solid (°Brix)	Titrateable Acidity (g/100 mL)	Water Activity (aw)	Moisture (%)	Ash (%)
Control	3.28±0.02 ^a	15.37±0.15 ^a	1.72±0.05 ^a	0.981±0.00 ^a	86.43±0.44 ^a	4.24±0.08 ^b
Atmospheric Condition	3.22±0.01 ^b	15.53±0.06 ^a	1.63±0.01 ^a	0.978±0.00 ^a	23.11±0.00 ^c	6.87±0.38 ^a
Vacuum Condition	3.30±0.00 ^a	15.47±0.15 ^a	1.70±0.10 ^a	0.979±0.00 ^a	24.80±0.07 ^b	5.91±0.90 ^a

Values followed by different superscripted letter within the same column are significantly different from each other ($p < 0.05$).

Because of total soluble solids content, the titrateable acidity rised to about 68%. Damar and Ekşi (2012) reported that total acidity ranged from 16.4 to 26.3 g/L. This literature results were in accordance with our values. Bozdogan (2017) observed that the values of pH, titrateable acidity, TSS and ash in cornelian cherry concentrate were 2.09, 2.1 g/100mL, 44.2 °Brix and 2.27%, respectively. Sanchez (et al. 2015) reported that pH and TSS values in fresh cherry juice and juice concentrate

were 3.71, 3.90, 18.7 and 61°Brix, respectively. These results based to minimal changes on pH and TSS are supported by the observation of Sanchez et al. (2015). Yalçınöz and Erçelebi (2015), reported that values of pH, TSS and TTA in cornelian cherry concentrate were 2.90, 43.52°Brix and 1.49 (% citric acid), respectively.

Water activity values were determined to decrease 0.978 and 0.979 ($p > 0.05$) after concentration. Water activity is the availability of free water in a food product. Higher water activity indicates more biochemical or microbiological reactions and shorter storage stability (Sarabandi et al., 2017). Uçan et al. (2015) reported that water activity values ranged from 0.73 to 0.76 by concentration treatments. Eyigün (2012) said that the water activity values in the pomegranate samples produced under vacuum and atmospheric condition were found between 0.71-0.72 and 0.69-0.72, respectively. Sanchez et al. (2015) reported that values of water activity in fresh and 61 °Brix concentrate cherry juice samples were detected as 0.973 and 0.824 (a_w), respectively. In similarity to our results, they expressed insignificantly deviation on water activity.

Moisture values of samples, which is an important property, after concentration were found to decrease 73.27 and 71.30% ($p < 0.05$). Ash values of samples, is a measure of the total amount of minerals present within a food, after concentration were detected to increase 62.02 and 39.38% ($p < 0.05$). Bonerz et al. (2007) studied the analytical characterization the impact of ageing on anthocyanin composition and degradation in juices from five sour cherry cultivars. In these cultivars, they found that values of pH, total acid concentration, TSS and ash were 3.05-3.28, 13.98–20.14 g/L, (as malic acid), 13.84- 17.18° Brix and 4.90-7.17 g/L, respectively.

Viscosity analyzes were carried out in the highest speed that can be measured. In sour cherry juice sample, viscosity value was detected as 2.6 cP (100 rpm, TL5 spindle). In atmospheric condition sample, viscosity value was determined as 28971 cP (1,5 rpm, TL7 spindle). Under vacuum condition, it was found as 9479 cP (6 rpm, TL7 spindle). Due to the “swelling” of particles and the diffusion of water between the cellulose chains may be occurred the increases of viscosity values (Ucan Turkmen and Mercimek Takci, 2018).

Generally, the results of physicochemical analyzes have affected by some factors such as growing conditions, storage conditions, geographical origin, and fruit maturity. Also, the changes in physicochemical results proceeded from methodology.

3.2. Determination of browning index, color (L^* , a^* , b^* , hue and chroma), HMF and invert sugar of sour cherry juice samples

Browning index values were determined between 22.97 and 28.07 (abs.) (see Table 2). In atmospheric and vacuum condition after concentrations, the values increased 13.49 and 22.20%,

respectively ($p < 0.05$).

Table 2. Browning index, color (L^* , a^* , b^* , hue ve kroma), HMF and invert sugar values of sour cherry juice samples

Samples	Browning index (abs.)	L^*	a^*	b^*	Hue	Kroma	HMF (mg/L)	Invert Sugar ($\mu\text{mol/mL}$)
Control	22.97±0.40 ^b	6.64±0.30 ^c	25.85±0.47 ^b	8.30±0.22 ^b	17.81±0.21 ^b	27.15±0.51 ^b	64.47±1.08 ^c	66.13±1.44 ^a
Atmospheric Condition	26.07±2.84 ^{ab}	10.16±0.24 ^b	29.83±0.22 ^a	11.42±0.08 ^a	20.95±0.17 ^a	31.94±0.22 ^a	71.98±1.27 ^a	70.66±9.51 ^a
Vacuum Condition	28.07±0.59 ^a	11.92±0.26 ^a	25.85±0.47 ^b	8.30±0.22 ^b	17.81±0.21 ^b	27.15±0.51 ^b	68.15±0.41 ^b	70.66±9.51 ^a

Values followed by different superscripted letter within the same column are significantly different from each other ($p < 0.05$).

The browning index value is associated with the dark-colored components formed by the heat-based processes applied to the product and the severity of these processes. The accumulation of these components in the nutrients is caused by the increases of the absorptive light and the browning index value.

Color is an important organoleptic property in the determination of product quality, therefore minimizing the pigment losses during processing is of primary concern to the processor (Yalçınöz and Erçelebi, 2015). In addition to, it was observed the increases in color values and these values found to be statistically significant ($p < 0.05$). L^* values increased 53.01 and 79.51%, respectively. a^* , b^* , hue and chroma values were evaluated to increase 15.39, 37.59, 17.63 and 26.89% in atmospheric condition, respectively. Yalçınöz and Erçelebi (2015) detected that L^* , a^* and b^* values in cornelian cherry concentrate (43.52°Brix) were 0.98, 4.17 and 0.78, respectively. Damar (2010) reported that L^* , a^* and b^* values in eleven sour cherry cultivars were 19.30-19.78, 1.56-3.33 and 0.29-0.92, respectively.

After both concentration treatments, HMF values of concentrate samples increased 11.65(atmospheric) and 5.70(vacuum)%. The differences between HMF values were detected to be statistically significant ($p < 0.05$). In compared to sour cherry concentrated samples produced under vacuum treatment, the higher HMF amount was determined in atmospheric condition sample, as a result of longer heat treatment. HMF formation varies food content, processing type and storage conditions. The increases in HMF values after concentration processing were in accordance with rises reported in the literature (Ucan et al., 2015; Eyigün, 2012; Akçalıoğlu, 2014).

Invert sugar values of samples ranged from 66.13 to 70.66 $\mu\text{mol/mL}$ ($p > 0.05$) in our study. Bonerz et al. (2007) reported that in five sour cherry cultivars, values of sugar free extract, glucose and fructose were 59.4 -74.3, 48.7-63.4 and 39.6-52.2 g/L, respectively.

3.3. Determination of total phenolics, total flavonoids, DPPH (inhibition%), ascorbic acid, total monomeric anthocyanin, anthocyanin degradation and total pectin content of sour cherry juice samples

Total phenolic contents of sour cherry juice samples after atmospheric and vacuum condition treatments increased 194.50 and 112.00%, respectively ($p < 0.05$) (Table 3).

Total flavonoid values of samples ranged from 27.13 and 31.52 mg/L ($p > 0.05$) (Table 3). Sanchez et al. (2015) said that total phenolic contents were detected as 159 and 459 (mg/100 g) in fresh juice and juice concentrate, respectively. Bozdogan (2017) reported that the total phenolic, flavonoid and antioxidant activity values were 578 mg/L, 89 mg/L and 95.19%, respectively. Bonerz et al. (2007) reported that total phenolics were 2704- 4998 mg/L in five sour cherry cultivars, pasteurized 85°C. In addition to, researchers calculated that ascorbic and citric acid concentrations were between 43-177 mg/L and 0.08-0.14 g/L, respectively. Ucan et al. (2016) reported that total phenolics were increased after pasteurization and concentration treatments in lemon juices. Rajauria et al. (2010) reported that polyphenolic compounds are damaged during different processing operations, especially thermal application because of their sensitive to heat. Following thermal treatment of plants, complex phenomena happen and new compounds form. Except thermal decomposition, the most important reactions are hydrolysis, oxidation, polymerization and interaction of components (Naderi et al., 2016).

Table 3. Total phenolics, total flavanoids, antioxidant activity, ascorbic acid, total monomeric anthocyanin content, anthocyanin degradation and total pectin content values of cherry samples

Samples	Total phenolics (mg/L)	Total flavonoids (mg/L)	DPPH (% Inhibition)	Ascorbic acid (mg/L)	Total monomeric anthocyanin (mg/L)	Anthocyanin Degradation (%)	Total pectin content (mg/L)
Control	449.8±1.2 ^c	28.39±0.69 ^a	79.02±3.51 ^{ab}	57.50±2.46 ^b	22.71±1.97 ^b	33.09±0.40 ^b	204.94±25.06 ^c
Atmospheric Condition	1324.7±3.7 ^a	31.52±3.84 ^a	80.91±0.79 ^a	99.94±8.19 ^a	36.51±7.57 ^a	50.85±1.98 ^a	577.70±5.81 ^a
Vacuum Condition	953.6±15.9 ^b	27.13±3.59 ^a	73.50±3.49 ^b	52.88±2.27 ^b	45.09±10.59 ^a	50.48±1.14 ^a	390.16±9.85 ^b

Values followed by different superscripted letter within the same column are significantly different from each other ($p < 0.05$).

Ascorbic acid contents ranged from 57.50 to 99.94 mg/L in sour cherry samples. In these values, the atmospheric treatment indicated to the increase (73.80%) compare with control samples. Furthermore, the differences of between samples were detected to be statistically significant ($p < 0.05$) (Table 3). Many natural antioxidants such as ascorbic acid, are comparatively undecided, can be essentially lost (Lee and Chen, 1998; Lee and Coates, 1999). Kaur and Kapoor (2001) said that ascorbic acid is the most important water-soluble antioxidant and it protects compounds in

extracellular and intracellular spaces in most biological systems and reduces tocopherol radicals back to their active form at the cellular membranes.

The DPPH (%inhibition) values ranged from 73.50 to 80.91% and the results were determined to be statistically significant ($p < 0.05$) (see Table 3). Polydera et al. (2004) asserted that activities of naturally occurring antioxidants can be increase with processing or storage. Nicoli et al., 1999 said that polyphenols can show higher radical scavenging activity at an secondary oxidation state than the entirely nonoxidized ones. Natural antioxidants are significantly decompose as a consequence of processing. Several researchers discussed that thermal treatments are the main reason for the depletion of natural antioxidants (Naderi et al., 2016).

Total monomeric anthocyanin contents ranged from 22.71 to 45.09 mg/L and the difference between the treatments was found to be statistically significant ($p < 0.05$) (Table 3). Total monomeric anthocyanin value of untreated sample was initially 22.71 mg/L but atmospheric condition and vacuum treatments were determined to the increases 60.76 and 98.54%. Researchers reported that cherry juice (18.7°Brix) was evaporated at 40°65 C (obtained 61°Brix). Sanchez et al. (2015) reported that monomeric anthocyanins were determined as 23.5 and 86.2 (mg/100 g), respectively in fresh juice and juice concentrate. Yalçınöz et al. (2015), found that total monomeric anthocyanins, total phenolics, total antioxidant activity in cornelian cherry concentrate (43.52°Brix), were 207 mg/L, 0.028 GAE and 96%, respectively. However, total anthocyanin content and the anthocyanin fractions differed according to the sour cherry variety. The findings on monomeric anthocyanins in literature emphasized to state a wide scala of values (Damar and Eksi, 2012). Sanchez et al. (2015) reported that anthocyanins under normal processing and storage at room temperature turn relatively easy into colourless compounds and subsequently to insoluble brown pigments. Cherry juice is a good source of anthocyanins, but theirs stability changes during heat processing or accelerated storage.

Anthocyanin degradation (percent polymeric color) values ranged from 33.09 to 50.85% (see Table 3). Damar (2010) reported that percent polymeric color ranged from 9.5 to 32.9% and in monomeric anthocyanin and percent polimeric color values showed to generally increase from pressed to evaporated. Sadilova et al. (2006) suggested that the degradation mechanism is due to hydrolysis of the anthocyanin sugar moiety which leads to formation of a phenolic non bioactive aglycone. Oliveira et al. (2010) suggested that anthocyanins are naturally unstable and degradation is primarily caused by oxidation.

Total pectin values of all samples ranged from 204.94 to 577.70 mg/L ($p < 0.05$)(Table 3). In addition to, after atmospheric condition and vacuum treatments, the values were reported to the increase 181.88 and 90.38%. Bonerz et al. (2007) reported that colloids were 1336- 2378 mg/L. Uçan et al. (2014), found to determine the increase in total pectin content with pasteurization.

3.4. Microbial analysis of sour cherry juice samples

Antimicrobial activity on test microorganisms are showed in Table 4.

Table 4. Antimicrobial activity results of sour cheery juice concentrate samples (mm)

Samples	<i>E.coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>C. albicans</i>
<i>Vancomycine</i>	-	12	-
<i>Amphotericin B</i>	-	-	-
Control	7	6	-
Atmospheric Condition	14	16	-
Vacuum Condition	17	15	-

The sour cherry juice samples were effective against the tested bacteria. But none of samples were active on *C. albicans*. Atmospheric condition and vacuum condition samples are more active than standart antibiotic against *E.coli* and *S.aureus* (Figure 1-2). The highest antimicrobial activity with 17 mm inhibition zone, were recorded on *E. coli* in vacuum condition sample. The highest antimicrobial activity on *S. aureus* was detected in atmospheric condition (16 mm) (Figure 2). In the concentrated sour cherry juices were observed to increase acidity (total acidity and ascorbic acid content) and total phenolic contents (antimicrobial agent). The tested bacteria are sensitive to the high acidity such as pH 3.22-3.30. So, the observed bacterial inhibition may be assosicated with acidity and phenolic contents in samples. Also, *C.albicans* is resistance to pH changes (especially acidity). Therefore, it may be explained to not observe the inhibition zone.



Figure 1. Antimicrobial effect of sour cherry juice samples against *E.coli*

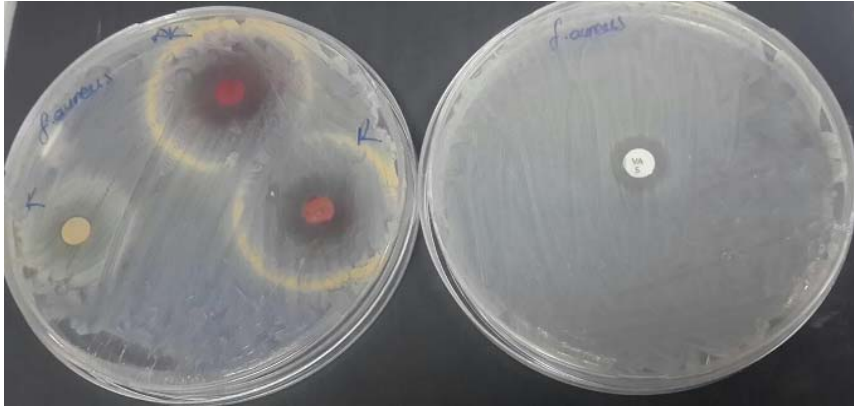


Figure 2. Antimicrobial effect of sour cherry juice samples against *S.aureus*

4. Conclusion

Results of this study revealed that sour cherry juice can be used as sour give taste and flavor to soups, salads and local foods such as pomegranate, koruk, plum, sumac, lemon and citrus sour. To endure last longer and conserve their freshness without deterioration, also the antimicrobial effects on food-borne pathogenic microorganisms may be suggested to use in Turkish cuisines. Besides traditional products produced by atmospheric condition, the concentrated sour obtained by vacuum condition is better quality product because of the high bioactive compounds and color quality. For this reason, the production at low temperatures under vacuum, give minor damage to the sour quality characteristics. The vacuum condition treatment may be proposed to the sour consumption for both of factory and traditional production. As the conventional food additives and flavorings, sour cherry concentrates may be used as natural food flavoring agents in the food industry products.

Acknowledgements

The chemical demands and equipments of this work were supplied from the Kilis 7 Aralık University. For this reason, we thank Kilis 7 Aralık University.

References

- AACC International, (1999). Approved Methods of Analysis. Methods 08-01.01, 44- 19.01, 54-40.02 and 76-31.01. Approved November 3, 1999, eleventh ed. AACC International, St. Paul, MN, USA.
- Akçaloğlu, O., Ağçam, E., Polat, S., Uçan, F., Aslan, S. and Akyıldız, A. (2014). Turunç ekşisi üzerine bir araştırma (A research on concentrated bitter orange juice). 4. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 17-19 Nisan, 814-818.
- Altuntas, J., Evrendilek, G. A., Sangun, M. K., & Zhang, H. Q. (2010). Effects of pulsed electric field processing on the quality and microbial inactivation of sour cherry juice. *International journal of food science & technology*, 45(5), 899-905.
- AOAC., (2000). Official methods of analysis no 985.26 (17th edn), Washington, DC, Association of Official Analytical Chemists.

- Belibağlı, K. B., & Dalgic, A. C. (2007). Rheological properties of sour cherry juice and concentrate. *International journal of food science & technology*, 42(6), 773-776.
- Bhat, R. 2016. *Food Chem.* 213, 635-640
- Bonerz, D., Würth, K., Dietrich, H., & Will, F. (2007). Analytical characterization and the impact of ageing on anthocyanin composition and degradation in juices from five sour cherry cultivars. *European Food Research and Technology*, 224(3), 355-364.
- Bozdogan, A. (2017). Viscosity and physicochemical properties of cornelian cherry (*Cornus mas L.*) concentrate. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(3), 1326-1332.
- Brownmiller, C., Howard, L. R., & Prior, R. L. (2008). Processing and storage effects on monomeric anthocyanins, percent polymeric color, and antioxidant capacity of processed blueberry products. *Journal of food science*, 73(5).
- Cao, J., Jiang, Q., Lin, J., Li, X., Sun, C., & Chen, K. (2015). Physicochemical characterisation of four cherry species (*Prunus spp.*) grown in China. *Food chemistry*, 173, 855-863.
- Cemeroğlu, B. (2007). *Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları: Ankara, No:34, 535p.*
- Damar, İ., & Ekşi, A. (2012). Antioxidant capacity and anthocyanin profile of sour cherry (*Prunus cerasus L.*) juice. *Food chemistry*, 135(4), 2910-2914.
- Damar, İrem. (2010). Vişne suyunun antosiyanin profili ve antioksidan kapasitesi. *Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Sayfa Sayısı: 81.*
- Eyigün, F.Ş. (2012). Hicaz Nar Çeşidine Ait Narlardan Elde Edilen Nar Ekşilerinin Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 112s.*
- Giusti, M.M., Wrolstad, R. E. (2001). Characterization and measurement with UV-visible spectroscopy. In *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. R. E. Wrolstad, S. J. Schwartz (Eds), John Wiley and Sons, New York, pp 1-13.
- Gil, M.I., Tomas-Barberan, F.A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D.M., Kader, A. A. (2000). Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48:4581-4589.
- Giusti MM, Wrolstad RE. (2005). Unit F1.2: characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. In: Wrolstad RE, editor. *Handbook of food analytical chemistry—pigments, colorants, flavors, texture, and bioactive food components*. New York: JohnWiley & Sons Inc. p F1.2.1–13.
- Hışıl, Y. (2004). *Enstrümental Gıda Analizleri-Laboratuvar Deneyleri. Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Ders Kitapları, Bornova, İzmir, Yayın no: 45, 39 s.*
- Huang, D., Ou, B. and Prior, R.L. (2005). The Chemistry Behind Antioxidant Capacity as Says. *J. Agric. Food Res.* 53: 1841-1856.
- Kaur C, Kapoor HC. (2001). Antioxidants in fruits and vegetables-the millennium's health. *Int J Food Sci Technol* 36:703–725
- Kołodziejczyk, K., Sójka, M., Abadias, M., Viñas, I., Guyot, S., & Baron, A. (2013). Polyphenol composition, antioxidant capacity, and antimicrobial activity of the extracts obtained from industrial sour cherry pomace. *Industrial crops and products*, 51, 279-288.
- Lee HS, Chen CS. (1998). Rates of vitamin C loss and discoloration in clear orange juice concentrate during storage at temperatures of 4–24 °C. *J Agric Food Chem* 46:4723–4727.
- Lee HS, Coates GA. (1999). Thermal pasteurization effects on color of red grapefruit juices. *J Food Sci* 64(4):663–666.
- List, D. Buddruß, S. and Bodtke, M. (1985). "Pectinbestimmung mit meta-phenylphenol," *Zeitschrift Für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, vol. 180, no. 1, pp. 48–52.
- Mercimek Takcı, H. A., & Ucan Türkmen, F. (2016). Extracellular pectinase production and purification from a newly isolated *Bacillus subtilis* strain. *International journal of food properties*, 19(11), 2443-2450.
- Meydav, S., Saguy, I. and Kopelman, I. J. (1977). Browning determination in citrus products. *J. Agric. and Food Chem.* 25(3): 602-604.
- Naderi, B., Maghsoudlou, Y., Aminifar, M., Ghorbani, M., & Rashidi, L. (2016). Comparison of Microwave with Conventional Heating on Phytochemical Compounds of Cornelian Cherry (*Cornus mas L.*) Concentrate. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 18(5), 1197-1208.
- Navruz, A., Türkyılmaz, M., & Özkan, M. (2016). Colour stabilities of sour cherry juice concentrates enhanced with gallic acid and various plant extracts during storage. *Food chemistry*, 197, 150-160.
- Nicoli MC, Anese M, Parpinel M. (1999). Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. *Trends Food Sci Technol* 10:94–100

- Nowicka, P., Wojdyło, A., Lech, K., & Figiel, A. (2015). Chemical composition, antioxidant capacity, and sensory quality of dried sour cherry fruits pre-dehydrated in fruit concentrates. *Food and bioprocess technology*, 8(10), 2076-2095.
- Oliveira, C., Amaro, L. F., Pinho, O. And Ferreira, I. M. P. L. V. O. (2010). Cooked Blueberries: Anthocyanin and Anthocyanidin Degradation and Their Radical Scavenging Activity. *J. Agri. Food. Chem.*, 58(6): 9006-9012.
- Polydera AC, Stoforos NG, Taoukis PS (2004). The effect of storage on the antioxidant activity of reconstituted orange juice which had been pasteurized by high pressure or heat. *Int J Food Sci Technol* 39:783–791.
- Rajauria, G., Jaiswal, A. K., Ghannam, N. A. and Gupta, S. (2010). Effect of Hydrothermal Processing on Colour, Antioxidant and Free Radical Scavenging Capacities of Edible Irish. Brown Seaweeds. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 45: 2485–2493.
- Repajić, M., Kovačević, D. B., Putnik, P., Dragović-Uzelac, V., Kušt, J., Čošić, Z., & Levaj, B. (2015). Influence of cultivar and industrial processing on polyphenols in concentrated sour cherry (*Prunus cerasus* L.) juice. *Food technology and biotechnology*, 53(2), 215.
- Sabancı, S., & İcier, F. (2017). Applicability of ohmic heating assisted vacuum evaporation for concentration of sour cherry juice. *Journal of Food Engineering*, 212, 262-270.
- Sánchez-Moreno, C., Plaza, L., De Ancos, B. and Cano, M. P. (2003). Quantitative bioactive compounds assessment and their relative contribution to the antioxidant capacity of commercial orange juices. *J. Sci. Food and Agric*, 83(5):430-439.
- Sanchez, V., Baeza, R., & Chirife, J. (2015). Comparison of monomeric anthocyanins and colour stability of fresh, concentrate and freeze-dried encapsulated cherry juice stored at 38 C. *Journal of Berry Research*, 5(4), 243-251.
- Sadilova, E., Stintzing, F. C. and Carle, R. (2006). Thermal Degradation of Acylated and Nonacylated Anthocyanins. *J. Food. Sci.*, 71(8): C504-C512.
- Sarabandi, K., Peighambaroust, S. H., Mahoonak, A. S., & Samaei, S. P. (2017). Effect of carrier types and compositions on the production yield, microstructure and physical characteristics of spray dried sour cherry juice concentrate. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(4), 1602-1612.
- Sharm, S. and Vig P. A. (2013). Evaluation of in Vitro Antioxidant Properties of Methanol and Aqueous Extracts of *Parkinsonia aculeata* L. Leaves. *The Scientific World Journal*, 1-7.
- Stankovic, M. S. (2011). Total phenolic content, flavonoid concentration and antioxidant activity of *Marrubium peregrinum* L. extracts. *Kragujevac J. Sci.* 33:63-72.
- Tamara, K., Ljiljana, S., Srđan, S., Zagorka, C. L., Jadranka, D., Ivana, C., & Stefanovic, V. (2016). Antimicrobial activity of sour cherry. *Agro Food Industry Hi Tech*, 27, 1.
- Uçan, F., Akyıldız, A., Ağçam, E., & Polat, S. (2015). Limon Ekşisi Üretimi Üzerine Bir Araştırma. *GIDA*, 39(5), 283-290.
- Ucan Türkmen, F. & Mercimek Takci, H. A. (2018). Ultraviolet-C and ultraviolet-B lights effect on black carrot (*Daucus carota* ssp. *sativus*) juice. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 1-9.
- Uçan, F., Ağçam, E., & Akyildiz, A. (2016). Bioactive compounds and quality parameters of natural cloudy lemon juices. *Journal of food science and technology*, 53(3), 1465-1474.
- Uçan, F., Akyildiz, A., & Ağçam, E. (2014). Effects of different enzymes and concentrations in the production of clarified lemon juice. *Journal of Food Processing*, 2014.
- Wojdyło, A., Figiel, A., Lech, K., Nowicka, P., & Oszmiański, J. (2014). Effect of convective and vacuum-microwave drying on the bioactive compounds, color, and antioxidant capacity of sour cherries. *Food and Bioprocess Technology*, 7(3), 829-841.
- Yılmaz, O. M. (2011). Determination of The Antioxidant Activity and Phenolic Acid Composition of Main Wheat Varieties Grown in Turkey and Enrichment of Bread with Pomegranate Husk Extract. PhD Thesis. Ankara University, pp 80.
- Yalçınöz, Şelale Kara, and Emine Alben Erçelebi. (2015). Anthocyanin degradation and colour kinetics of cornelian cherry concentrate.: 1-12.

Süpermarket Yerleşim Problemi İçin Tavlama Benzetimi Algoritması Yaklaşımı

Mevlüt UYSAL^{1*}, Uğur ÖZCAN²

¹Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Yönetim Bilişim Sistemleri, Ankara, Türkiye

²Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, Ankara, Türkiye

Geliş Tarihi: 12.01.2019

Kabul Tarihi: 14.06.2019

***Sorumlu Yazar:** mevlutuysal@gazi.edu.tr

Öz

Modern üretim sistemlerinde, sürekli artan ürün çeşitliliği, karışık modellenmiş montaj hatlarını gerekli parçalarla beslemek için kullanılan iç lojistik sistemleri için büyük bir zorluk teşkil etmektedir. Bu soruna bir cevap olarak, özellikle otomotiv endüstrisinden birçok üretici, esnek ve güvenilir parça tedariki sağlamak için süpermarket konseptini benimsemiştir. Bu bağlamda süpermarket, parçaların montaj hattına yakın olarak saklandığı ve küçük çekici trenler aracılığıyla istasyonlara taşındığı merkezi olmayan lojistik merkezidir. Bu çalışma kapsamında işletme zeminine kurulacak süpermarketlerin sayısının ve yerlerinin belirlenmesi problemi ele alınmıştır. Daha önceki çalışmalarda problemin çözümü için dinamik programlama ve genetik algoritma gibi yöntemler kullanılmıştır. Komşuluk yapısı içeren algoritmaların problemin çözümünde etkili olabileceği düşünülerek, çalışmamızda bir tavlama benzetimi algoritması geliştirilmiş ve algoritma bir dizi test problemi üzerinde test edilmiştir. Testler sonucunda, geliştirilen algoritmanın düşük çalışma sürelerinde başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Karışık modellenmiş montaj hatları, İç lojistik, Süpermarket, Tavlama benzetimi

A Simulated Annealing Algorithm Approach for Supermarket Location Problem

Abstract

In modern production systems, the ever-increasing product variety is a major challenge for the in-house logistics systems used to feed mixed-model assembly lines with the necessary components. In response to this problem, many manufacturers from the automobile industry have adopted supermarket concept to provide flexible and reliable part feeding. In this context, supermarket is a decentralized logistics center where the parts are stored close to the assembly line and transported to the stations via small tow trains. Within the scope of this study, the problem of determining the number and location of supermarkets to be established on the operational floor has been discussed. In previous studies, methods such as dynamic programming and genetic algorithm have been used to solve the problem. Considering that neighboring algorithms can be effective in solving the problem, an annealing simulation algorithm was developed in our study and the algorithm was tested on a number of test problems. As a result of the tests, it was found that the developed algorithm gave successful results in low running times.

Keywords: Mixed-model assembly lines, In-house logistics, Supermarket, Simulated annealing algorithm

1. Giriş

Günümüz rekabetçi ortamında firmaların etkin ve kaliteli ürünleri üretip müşterilerine istedikleri zaman ve istedikleri miktarda ulaştırmaları büyük önem taşımaktadır. Hız, kalite ve düşük maliyet beklentisi içinde bulunan müşteriler olduğu sürece, mükemmel lojistik performans mutlaka yeni pazarlar oluşturacaktır. Bu özelliklerin olması gerektiği gibi sağlanabilmesi için üretimi gerçekleştirilen ürünlerin iç lojistik faaliyetlerinin de etkin bir yapıda gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Tam Zamanında Üretim (TZÜ) felsefesine göre montaj hattına, iç lojistik faaliyetleri kapsamında yer alan, montaj işlemleri için gerekli malzeme ve parça tedarikinin istenen zamanda istenen miktarda ve istenen yere sağlanması büyük önem taşımaktadır. Özellikle montaj hattının malzeme ve parça yoksunluğundan dolayı durması yüksek maliyetlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Son yıllarda üreticiler tesis içinde hızlı, esnek ve güvenilir parça lojistiği sağlayabilmek için süpermarket konseptini benimsemişlerdir. TZÜ süpermarketi yakınındaki montaj hattının parça talebini karşılayabilmek için kurulan, merkezi olmayan ara bir saklama alanıdır. Süpermarketler merkezi depodan montaj hatlarının ihtiyaç duyduğu farklı büyüklükteki montaj bileşenleri ile doldurulur ve küçük kutular halinde çekici trenler aracılığıyla servis edilir. Kısa mesafeler ve küçük çaplı teslimatlar sayesinde parça tedariki daha esnek bir şekilde yönetilebilir ve öngörülemeyen durumlarla daha kolay başa çıkılabilir (Battini ve ark., 2015). Süpermarketler tesis içerisinde montaj hattına yakın alanlarda yer alır ve küçük de olsa bir alan işgal ederler, eğer mevcut tesis içerisinde yeni süpermarketlerin oluşturulması gerekiyorsa burada tesis içi yerleşim problemi ortaya çıkar.

Yerleşim problemi fabrika zemini üzerinde kurulacak süpermarket alanlarının sayısının ve yerleşiminin belirlenmesidir. Fabrika alanı çok değerlidir, bu nedenle çok sayıda süpermarket yaratmak genellikle avantajdan daha fazla maliyete neden olacaktır. Diğer taraftan, az sayıdaki, kötü yerleştirilmiş süpermarketlere sahip olmak olumlu etkilerini büyük ölçüde azaltmasına rağmen, merkezileştirilmiş depolarla kurulan taşıma sistemlerinden daha iyi sonuçlar verir. Bu nedenle mümkün olan alanı kullanarak ve mümkün olan en iyi süpermarket sayısını seçerek ve onları stratejik olarak yerleştirmek kritik bir öneme sahiptir (Emde ve Boysen, 2012).

Merkezi olmayan parça lojistiği ve merkezi olmayan depo konseptleri literatürde geniş yer bulmuştur. Örneğin Yano ve ark. (1998) merkezi olmayan lojistiğin avantajlarını vurgularken, Wanke ve Zinn (2004) merkezi olmayan depo kullanımındaki stratejik karar seçeneklerini incelemiştir. Bunlara rağmen literatürün çoğu bu kararı alırken üretim ortamından daha çok tedarik zinciri ortamına yoğunlaşmıştır. Az sayıda çalışmada üretim ortamındaki merkezi olmayan depo (süpermarket) konseptine yer verilmiştir.

Battini ve ark. (2010) siparişe dayalı montaj ortamında merkezi olmayan depo karar seçeneklerini incelemiştir. Montaj hatlarını süpermarketlere bileşen ortaklığına göre atamışlar ve süpermarketleri mümkün olduğunca kendi hatlarına yakın olacak şekilde yerleştirmişleridir. Her süpermarkette tutulacak güvenlik stokları nedeniyle oluşacak stok maliyetlerini ve montaj hattının süpermarketten yeniden doldurulması nedeniyle doğacak taşıma maliyetlerini ölçmek için bir yöntem önermişlerdir.

Faccio ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada merkezi olmayan depolarda malzeme ve parça tedariki ele alınmıştır. Taşıyıcılar daha önce istasyonlara bıraktıkları kutuları tekrar toplamakta ve ihtiyaç duyulan malzeme ve parçalar ile doldurarak tekrar istasyonlara taşımaktadırlar. Kanban sayısı minimizasyonu altında karışık modelli montaj hatları dikkate alınmıştır.

Battini ve ark. (2013), merkezi olmayan depo (süpermarket) konseptini ele almışlardır ve süpermarket konseptinde ortaya çıkan temel problemleri tanımlamışlardır. Bununla birlikte konu ile ilgili detaylı bir literatür araştırması sunmuşlardır.

Boysen ve ark. (2015) otomotiv endüstrisindeki parça lojistiğinin temel süreçlerini siparişlerin alınmasından boş parça konteynırlarının geri dönüşüne kadar ele almışlar ve konu ile ilgili detaylı bir literatür araştırması sunmuşlardır. Karşılaşılan karar problemlerini açıklamışlar ve süpermarket konseptinin avantajlarından bahsetmişlerdir.

Az sayıda çalışma süpermarket yerleşim problemine (SYP) çözüm önerisi getirmiştir. Bunlardan Emde ve Boysen (2012), tek bir montaj hattı boyunca istasyonlara parça tedariki sağlayan süpermarketlerin yerleştirilmesi için optimal bir algoritma sunmuşlardır. Yeni bir süpermarket eklemenin yaratacağı sabit maliyet ile istasyon talepleri ile ağırlıklandırılmış taşıma mesafelerinin azalması arasındaki farkı hesaplayan ve ortaya çıkan problemi polinom zamanda çözen bir dinamik programlama algoritması modellemişlerdir. Alnahhal ve Noche (2015) ise aynı problemi tam sayılı programlama modeli ve genetik algoritma kullanarak çözmeye çalışmışlardır. Emde ve Boysen'in (2012) çalışmasından farklı olarak, problemi çözerken tesis içinde süpermarket kurulumu için uygun olmayan bölgeleri göz önüne alınmıştır. Nourmohammadi ve ark. (2018) ise süpermarket yerleşim problemini değişken istasyon talepleri ile birlikte incelemişlerdir. Değişken istasyon talepleri, güvenlik stoğu ve kurulum maliyetlerini de içeren bir SYP modeli önermişler ve önerdikleri modeli test problemleri ve bir işletme üzerinde denemişlerdir.

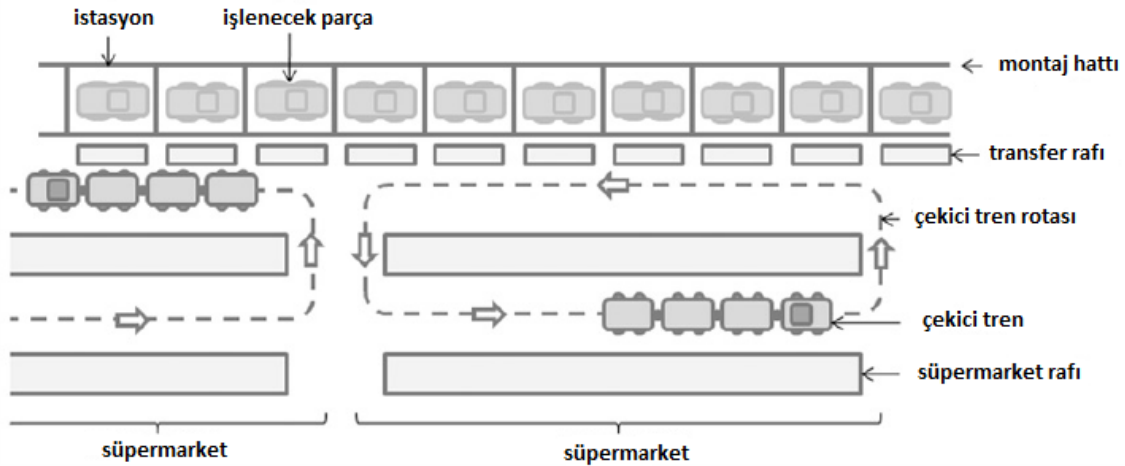
Literatürde daha önce kullanılmadığı için SYP çözümünde komşuluk yapısı içeren algoritmalarının etkili sonuçlar verebileceği düşünülmüştür. Bu sebeple çalışmamızda SYP için, literatürde farklı alanlarda yaygın olarak kullanılan, komşuluk yapısı içeren algoritmalarından tavlama benzetimi (TB) algoritmasının kullanılması uygun görülmüştür. Emde ve Boysen (2012)'nin çalışmasında kullanılan matematiksel modelden faydalanılarak bir TB algoritması geliştirilmiştir. Geliştirilen algoritma bir dizi test problemi ile test edilmiştir. Sonuçların başarısını ölçmek için

birleme yöntemiyle test problemlerinin optimal sonuçları edilmiş ve geliştirilen algoritmanın sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Problem Tanımı

Karışık modellenli montaj hatlarında süpermarket yerleşim problemi çözülürken karar verilmesi gereken değişkenler vardır. Her montaj istasyonunun (s) hangi süpermarketten kaç kutu parça (d_s) alması gerektiği belirlenmelidir. Montaj istasyonlarının ve aynı zamanda çekicilerin durma noktalarının fabrika zemini üzerinde koordinatları (a_s, b_s) hesaplanır. Bu koordinatlar sayesinde istasyon s ve $s+1$ arasındaki mesafe (e_s) ve aynı zamanda çekici tarafından ziyaret edilecek s istasyonu ile i süpermarketi arasındaki mesafeleri (z_{is}) metrik olarak kolaylıkla hesaplanabilir. Sonrasında SYP şu şekilde tanımlanabilir: Optimum süpermarket sayısı nedir ve hangi süpermarket hangi istasyonlara hizmet vermelidir? Bu sorular cevaplandıktan sonra süpermarket pozisyonları hesaplanır. Şekil 1'de iki süpermarketi olan bir montaj hattı düzeni gösterilmiştir (Emde ve Boysen, 2012).



Şekil 1. İki süpermarketi olan bir fabrika zemini

Çekici trenler her bir istasyona ayrı ayrı uğramaktansa birden çok duruş noktasıyla bir belirli bir rota üzerinde hareket eder. Bu sebeple bir süpermarketten istasyona giden yol düz bir çizgi değildir, bunun yerine çekici trenin toplam dolaşacağı mesafe hesaplanmalıdır. Çekici tren önce rotasındaki ilk istasyona, sonra sırayla her bir istasyona ve sonunda yeniden yüklenmek üzere süpermarkete uğramalıdır. Bu durumda bile mesafeleri azaltmak her zaman iyi çözümleri garanti etmez. Çekicilerin belirli bir kapasitesi olduğundan, bir turda kaç tane ve hangi istasyonlara hizmet edileceği istasyonların parça talebine bağlıdır. Yüksek parça talebi olan istasyonların aynı rotada

olması durumunda, çekici tüm istasyonların ihtiyacını karşılayamaz. Bundan dolayı uzaklıklar süpermarketin hizmet verdiği istasyonların toplam talebi ile ağırlıklandırılmalıdır. Son olarak, üçüncü bir bileşen olarak, bir süpermarket oluşturmak ve sürdürmek için sabit maliyet de hesaba katılmalıdır. Bunları göz önüne alarak Süpermarket Yerleşim Problemi aşağıdaki gibi tanımlanabilir (Emde ve Boysen, 2012):

$s = 1, \dots, S$ süpermarket tarafından hizmet verilecek ardışık istasyonlar olsun. SYP bu istasyonların birbirinden ayrı bir süpermarket tarafından hizmet verilen, değişken alt gruplara bölünmesinden oluşur. Bir çözüm $X(n) = \{1, x_2, x_3, \dots, x_n, S + 1\} \rightarrow \{2, \dots, S\}$ şeklinde, x_i 'in süpermarketin hizmet verdiği istasyonların en solundakini ve $x_{i+1}-1$ 'in en sağdaki gösterdiği bir vektör olarak gösterilebilir. Tüm istasyonların bir süpermarket tarafından hizmet verilmesi gerektiği için ilk süpermarketin hizmet alanının en solundaki istasyon her zaman 1 ve sonuncunun en sağdaki istasyon da her zaman S 'dir. Çözüm vektörün uzunluğu $n+1$ 'dir ve elemanları aşağıdaki amaç fonksiyonu ve kısıtlara uymalıdır (Emde ve Boysen, 2012).

$$\text{Min } F(X(n)) = \sum_{i=1}^n \sum_{s=x_i}^{x_{i+1}-1} d_s \cdot (\sum_{\tau=x_i}^{x_{i+1}-2} e_{\tau} + z_{i,x_i} + z_{i,x_{i+1}-1}) + n \cdot \Gamma \quad (1)$$

$$\text{S.T. } x_{i+1} \geq x_i + 1 \quad \forall i = 1, \dots, n \quad (2)$$

$$z_{is} = |a_{x_i} + (a_{x_{i+1}-1} - a_{x_i})/2 - a_s| \\ + |b_{x_i} + (b_{x_{i+1}-1} - b_{x_i})/2 - b_s| \quad \forall i = 1, \dots, n; \quad s = 1, \dots, S \quad (3)$$

Amaç fonksiyonu (1) n sayıdaki Γ ile ağırlıklandırılmış süpermarketleri ve süpermarketin hizmet alınındaki istasyonların toplam talepleri ile çekicinin dolaşacağı toplam mesafelerin çarpımlarının toplamını minimize etmeyi amaçlamaktadır. Kısıt (2) hizmet alanlarının çakışmamasını sağlamaktadır. Kısıt (3) ise her bir süpermarketten her bir istasyona olan mesafeyi hesaplamaktadır. Fabrika zeminleri genellikle çizgi halinde sürüş yolları ve keskin dönüşlerle tasarlandığı için mesafeleri ölçmek için kullanılacak en iyi yöntem Manhattan metriğidir. Çekiciler bir süpermarketten başlayarak tüm istasyonları uğradıktan sonra tekrar süpermarkete döneceği için, süpermarketler hizmet ettiği istasyonların başlangıç ve bitiş noktalarının ortasına yerleştirilir. Diğer yandan, bir montaj hattıyla çakışma ihtimalinden dolayı süpermarketler her zaman istasyonların tam ortasına yerleştirilemediği durumlar olabilir. Öyle olsa bile, süpermarketler her zaman istasyonlara eşit uzaklıkta ve belirli bir mesafede yerleştirilmesi gerektiği için bu durumun ayrıca modellenmesine gerek yoktur (Emde ve Boysen, 2012).

Tablo 1. Kısaltmaların gösterimi

S	İstasyon sayısı ($s = 1, \dots, S$)
n	Süpermarket sayısı gösteren değişken ($i = 1, \dots, n$)
r	Her süpermarket için sabit maliyet
e_s	s istasyonun s+1 istasyonuna olan mesafe
d_s	s istasyonunda her vardiyada tahmin edilen kutu talebi
a_s	s istasyonunun x koordinatı
b_s	s istasyonunun y koordinatı
x_i	i süpermarketi tarafından hizmet verilen ilk istasyon
z_{is}	i süpermarketinden s istasyonuna olan mesafe

2.2. Tavlama Benzetimi Yaklaşımı

SA, yinelemeli rastgele bir arama tekniğidir ve çeşitli kombinasyonel optimizasyon problemlerini çözmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. SA ilk olarak Metropolis, Rosenbluth ve Teller (1953) tarafından metallerin tavlama işlemini simüle etme amacıyla önerilmiştir ve Kirkpatrick, Gelatt ve Vecchi (1983) tarafından yinelemeli bir optimizasyon yöntemi olarak tanıtılmıştır.

TB algoritması önceden belirlenen bir başlangıç sıcaklığı ile başlar (T_0). Bir başlangıç çözümü oluşturulur (S_0) ve bu aynı zamanda geçerli çözüm (S_C) ve ilk en iyi çözüm olur (S_B). Başlangıç çözümünün amaç fonksiyonu değeri (E_0), geçerli çözüm (E_C) ve en iyi çözümün amaç fonksiyonu değeri olur (E_B). Geçerli çözümden (S_C) bir değişiklik ile komşu çözüm (S_N) oluşturulur ve amaç fonksiyon değerleri hesaplanır (ΔE). Eğer komşu çözümün amaç fonksiyonu değeri (E_N), E_C 'den daha iyiye, yeni geçerli çözüm olarak kabul edilir. Ancak E_N E_C 'den daha kötüye, $\exp(-\Delta E/T)$ (T geçerli sıcaklık) olasılığı ile S_N yeni S_C olarak kabul edilir, diğer durumda S_N reddedilir. T parametresi bir soğutma fonksiyonu ($T = \alpha \times T$) ile yavaşça azaltılır ve T_{min} ulaşılacak son sıcaklıktır. TB algoritmasının kötü çözümleri kabul ederek yerel optimum noktalardan kurtulma kapasitesi vardır (Özcan ve Toklu, 2009).

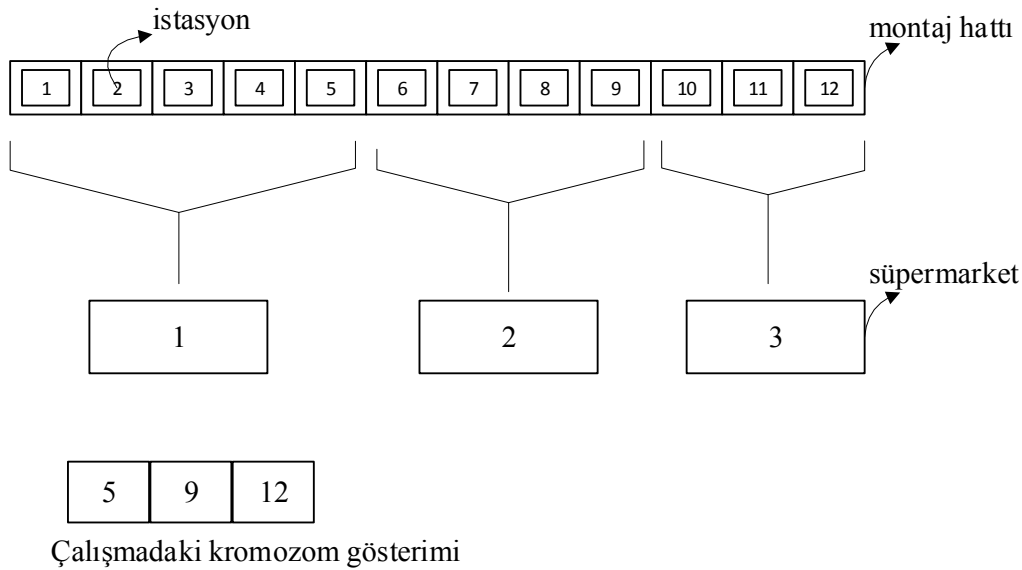
Çalışmada önerilen TB algoritması aşağıdaki gibidir:

Prosedür: TB

1. Giriş parametreleri: $T_0, T_{min}, \alpha, T = T_0$.
2. Bir S_0 üret ve E_0 'i hesapla.
3. $S_C = S_0, S_B = S_0, E_C = E_0, E_B = E_0$.
4. S_C 'den bir S_N üret ve E_N 'i hesapla
5. $\Delta E = E_N - E_C$.
6. Eğer $\Delta E \leq 0$ komşu çözümü geçerli çözüm olarak kabul et, $S_C = S_N, E_C = E_N$ ve Adım 9'a git.
7. Eğer $\Delta E > 0$ rnd isminde $[0, 1]$ arasında bir değişken üret.

8. Eğer $\exp(-\Delta E/T) > \text{rnd}$ ise komşu çözümü geçerli çözüm olarak kabul et, $S_C = S_N$, $E_C = E_N$; diğer durumda, S_C ve E_C değişmeden kalır ve Adım 10'a git.
9. Eğer $E_C < E_B$ ise $S_B = S_C$; $E_B = E_C$; diğer durumda, S_B ve E_B değişmeden kalır.
10. $T = T \times \alpha$.
11. Eğer $T \geq T_{\min}$ ise Adım 4'e git; diğer durumda, S_B ve E_B 'yi raporla ve bitir.

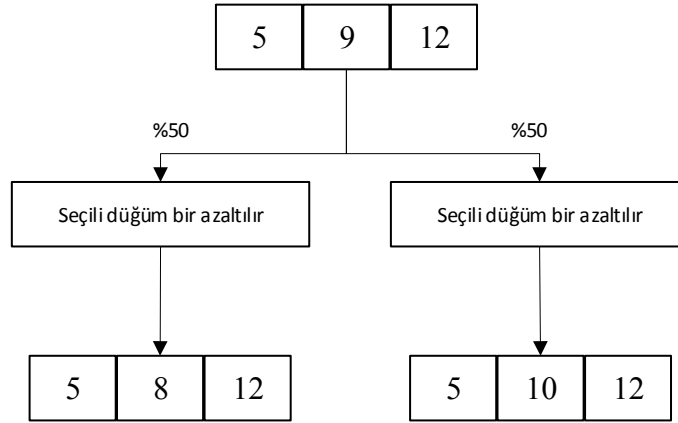
Çalışmada kolaylık olması açısından genetik algorithmada kullanılan kromozom gösterimi kullanılacaktır. Benzer gösterim bir başka çalışmada da kullanılmıştır (Alnahhal ve Noche, 2015). Şekil 2'de 12 istasyonlu bir montaj hattına hizmet veren 3 süpermarket gösterilmektedir. İlk süpermarket 1'den 5'e kadar olan istasyonlara hizmet verirken, ikinci süpermarket 6'dan 9'a kadar, üçüncüsü ise 10'da 12'ye kadar hizmet vermektedir. Süpermarketler istasyonların hepsine ardışık olarak hizmet verdiği düşünülürse, her süpermarketin hizmet verdiği son istasyonu, $\{5,9,12\}$ şeklinde ardışık olarak göstermek çalışmada kolaylık sağlayacaktır. Bu gösterimle hangi süpermarketlerin hangi istasyonlara hizmet verdiği kolaylıkla anlaşılacaktır.



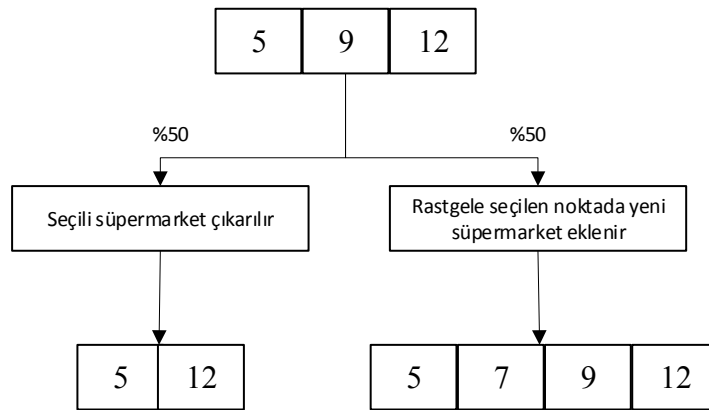
Şekil 2. Çalışmadaki kromozom gösterimi

Süpermarket Yerleşim Problemini TB algoritması ile çözmek için öncelikle rastgele bir başlangıç çözümü oluşturmak gerekir. Sonrasında komşu çözümler üretilerek, daha iyi çözümler araştırılır. Örneğin 12 istasyonu olan bir montaj hattı için 3 süpermarketli $\{5,9,12\}$ bir başlangıç çözümü olsun. Bu çözümde bir değer değiştirilerek $\{5,10,12\}$ şeklinde bir komşu çözüm üretilir. Çözüm iyileşmişse $\{6,10,12\}$ şeklinde yeni bir komşu çözüm üretilir. Çözümdeki değerleri değiştirmek, süpermarket sayısı aynı kalarak hizmet verilen istasyonları değiştirmek demektir. Fakat farklı sayıda süpermarket içeren çözümler de daha iyi sonuç verebileceği için komşu çözümler üretilirken süpermarket sayısının da değiştirilmesi gerekir.

Bu çalışmada TB algoritmasında komşu çözüm üretilirken iki yöntem kullanılmıştır. Birincisi geçerli çözümde rastgele bir değer seçilerek %50 olasılıkla bu değer bir azaltılmış ya da artırılmıştır. İkinci olarak da %50 olasılıkla geçerli çözümden rastgele seçilmiş bir süpermarket çıkarılarak süpermarket sayısı bir azaltılmış ya da rastgele seçilmiş bir noktada çözüme yeni bir süpermarket eklemiştir. Bu iki yöntem de %50 olasılıkla seçilmiştir. Şekil 3 ve Şekil 4 bu iki yöntemi {5,9,12} örnek çözümü üzerinde göstermektedir.



Şekil 3. Rastgele seçilen bir düğümün değerinin değiştirilmesi



Şekil 4. Rastgele seçilen bir süpermarketin çıkarılması ve rastgele seçilen noktada yeni bir süpermarket eklenmesi

Çalışmada önerilen komşu çözüm algoritması aşağıdaki gibidir:

Prosedür: Komşu çözüm algoritması

1. p1 isminde [0, 1] arasında rastgele bir değer üret.
2. Eğer $p1 \leq 0.5$ ise Adım 5'e git.
3. p2 isminde [0, 1] arasında rastgele bir değer üret.
4. Eğer $p2 > 0.5$ ise çözümden rastgele seçilmiş bir elemanı çıkar; diğer durumda çözüme rastgele yeni bir elman ekle ve Adım 7'ye git.

5. p_3 isminde $[0, 1]$ arasında rastgele bir değer üret.
6. Eğer $p_3 > 0.5$ ise çözümden rastgele seçilmiş bir elemanı bir artır, diğer durumda bir azalt.
7. Bitir

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada önerilen algoritmanın etkinliği değerlendirmek amacıyla, Alnahhal ve Noche (2015)'un çalışmasında önerilen yöntemle bir dizi test problemi oluşturulmuştur. İstasyonların talepleri 1 ile 10 arasında rastgele belirlenmiştir. İki istasyon arası mesafe x eksen koordinatlarına (a_s) 3 ile 6 arasında rastgele değerler eklenerek elde edilmiştir. 20, 30, 40, 60, 100, 150 ve 200 olmak üzere farklı istasyon sayılarıyla (S) ve değişen sabit maliyetlerle (r) 24 adet test problemi oluşturmuştur. Her bir test problemi için de istasyon koordinatları ve talepleri değişen 4 farklı test problemi oluşturulmuştur.

Daha iyi çözümler elde edilebilmek için önerilen TB algoritmasının parametreleri ön deneylerle belirlenmiştir. T_0 , T_{min} , α parametrelerinin etkin değerlerini bulabilmek için rastgele üç test problemi seçilmiştir. T_0 için üç seviye (500, 1000, 1500), T_{min} için üç seviye ("0,1", "1", "10") ve α için üç seviye ("0,9", "0,95", "0,99") belirlenmiş ve her parametre için her seviye üçer kez çalıştırılarak test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar üzerinde, toplam maliyet ve CPU zamanı açısından varyans analizi yapılmış ve T_0 , T_{min} ve α parametreleri sırasıyla 1000, 1 ve 0,99 olarak belirlenmiştir.

Çalışmada önerilen algoritma kullanılarak MS Visual Studio ortamında C# programlama dili ile bir uygulama geliştirilmiş ve tüm test problemleri 32 GB bellek ve Intel Xeon 3.7 Ghz işlemcili bir masaüstü bilgisayar üzerinde çalıştırılmıştır. Her test problemi geliştirilen uygulama aracılığıyla beşer kez test edilmiş, çözümdeki ortalama süpermarket sayısı, ortalama maliyet ve ortalama CPU zamanı hesaplanmıştır.

Önerilen algoritmanın performansını kıyaslayabilmek için, birerleme yöntemiyle optimum sonuca ulaşan bir uygulama daha geliştirilmiştir. Tüm test problemleri bu uygulama aracılığıyla çalıştırılmış ve 7200 saniyelik çalışma sonrasında sonuç alınmadığı durumda uygulama sonlandırılmıştır. Uygulama küçük ölçekli (20 ve 30 istasyon içeren) test problemlerinde optimum çözüme ulaşabilmiş, büyük ölçekli (40 ve daha fazla istasyon içeren) test problemlerinde ise belirlenen sürede sonuç üretememiştir.

Tablo 3'de her bir test problemi için, istasyon sayısı ve sabit maliyet aynı kalmak şartıyla geliştirilen 4 farklı veri setinin önerilen algoritma ile beşer kez çalıştırılması sonucu elde edilen ortalama süpermarket sayısı, ortalama maliyet, ortalama CPU zamanı ve birerleme yöntemi ile hesaplanan optimum süpermarket sayısı ve optimum maliyetlerin ortalaması gösterilmiştir. Tablo 2'de, Tablo 3'de kullanılan kısaltmalar verilmiştir.

Tablo 3’de görülebileceği gibi geliştirilen uygulama küçük ölçekli tüm test problemleri ve veri setleri ile her çalıştırıldığında optimum sonuçlara eşit sonuçlar üretmiştir. Büyük ölçekli test problemlerinde ise birerleme yöntemi ile optimum sonuçlar hesaplamadığı için kıyaslama yapılamamıştır.

Tablo 2. Kısaltmaların gösterimi

S	İstasyon sayısı
r	Her süpermarket için sabit maliyet
Ort. n	Ortalama süpermarket sayısı
Ort. M.	Ortalama maliyet
T	Önerilen algoritma CPU zamanı
Opt. n	Ortalama optimum süpermarket sayısı
Opt. M.	Ortalama optimum maliyet
BT	Birerleme uygulaması CPU zamanı

Tablo 3. Uygulama sonuçları

No	S	r	Ort. n	Ort. M.	T (s)	Opt. n	Opt. M.	BT(s)
1	20	500	5,75	4917	0,1	5,75	4917	0,4
2		1000	4	6955,5	0,1	4	6955,5	0,4
3		1500	3,5	9553,5	0,1	3,5	9553,5	0,4
4		3000	2,25	13079	0,1	2,25	13079	0,4
5	30	500	9	7476	0,2	9	7476	534,8
6		1000	6,25	10865	0,1	6,25	10865	530,8
7		1500	5,25	14293	0,1	5,25	14293	527,8
8		3000	4	20495	0,1	4	20495	527,5
9	40	500	11,5	9661	0,2			
10		1000	8,5	14512,5	0,2			
11		1500	7	18877	0,1			
12		3000	5	28538	0,1			
13	60	500	18,55	15016,1	0,3			
14		1000	12,6	21939	0,2			
15		1500	10,35	27627,8	0,2			
16		3000	7,5	41589,8	0,1			
17	100	500	28,65	24531,5	0,5			
18		1000	21,3	37341,6	0,4			
19		5000	9,4	90738,4	0,2			
20		10000	6,8	128725,6	0,2			
21	150	1000	30,45	55138,7	0,5			
22		3000	18,25	102473,1	0,3			
23		5000	13,85	133079,8	0,3			
24		10000	10,05	195851,5	0,2			
25	200	1000	41,9	74736,3	0,7			

26		3000	24,35	137962,9	0,5			
27		5000	18,8	177663,9	0,4			
28		10000	13,25	258112,7	0,3			

4. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada işletme zeminine kurulacak süpermarketlerin yerleşim problemi için Emde ve Boysen'in (2012) çalışmasında önerilen matematiksel modelden faydalanılarak bir tavlama benzetimi algoritması önerilmiştir. Önerilen algoritma kullanılarak bir uygulama geliştirilmiş ve algoritmanın başarısı bir dizi test problemi ile ölçülmüştür. Birerleme yöntemiyle bir uygulama daha geliştirilmiş, test problemlerinin optimum sonuçları hesaplanmış ve önerilen algoritmanın test sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Küçük ölçekli test problemleri için önerilen algoritma, yaklaşık saniyenin onda biri çalışma sürelerinde optimum sonuçlara eşit sonuçlar üretmiştir. Büyük ölçekli test problemleri için ise, birerleme yöntemi ile sonuç bulunamadığı için karşılaştırma yapılamamıştır. Buna rağmen küçük test problemlerinde her çalıştırmada optimum sonuçlara ulaşıldığı için, büyük test problemlerinde de algoritmanın başarılı olarak çalışacağı söylenebilir. Birerleme yönteminde, 20 istasyonlu test problemlerinden 30 istasyon içeren test problemlerine geçildiğinde, çalışma zamanının yaklaşık 1300 kat arttığı gözlenmiştir. Bundan yola çıkarak 40 ve daha fazla istasyon içeren test problemlerin birerleme yöntemi ile sonuca ulaşmanın günler süreceği söylenebilir. Önerilen tavlama benzetimi algoritması büyük ölçekli test problemlerinde de bir saniyenin altında sonuçlar üretebilmiştir.

Literatürde SYP ile ilgili çok az sayıda çalışma vardır. Bunların içinde sadece birkaç tanesi probleme çözüm önerisi getirmiştir. Problemin çözümü için dinamik programlama ve genetik algoritma gibi yöntemler kullanılmıştır. Bu çalışmada komşuluk yapısı içeren algoritmaların da problem çözümünde etkili olabileceği düşünülerek tavlama benzetimi algoritması kullanılmıştır. Sonuçta geliştirilen algoritmanın düşük çalışma sürelerinde başarılı sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

Kaynaklar

- Alnahhal, M., and Noche, B. (2015). A genetic algorithm for supermarket location problem. *Assembly Automation*, 35(1), 122-127.
- Battini, D., Gamberi, M., Persona, A., and Sgarbossa, F. (2015). Part-feeding with supermarket in assembly systems: transportation mode selection model and multi-scenario analysis. *Assembly Automation*, 35(1), 149-159.
- Battini, Daria, Boysen, N., and Emde, S. (2013). Just-in-Time supermarkets for part supply in the automobile industry. *Journal of Management Control*, 24(2), 209-217.
- Battini, Daria, Faccio, M., Persona, A., and Sgarbossa, F. (2010). "Supermarket warehouses": stocking policies optimization in an assembly-to-order environment. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 50(5-8), 775-788.

- Boysen, N., Emde, S., Hoeck, M., and Kauderer, M. (2015). Part logistics in the automotive industry: Decision problems, literature review and research agenda. *European Journal of Operational Research*, 242(1), 107-120.
- Emde, S., and Boysen, N. (2012). Optimally locating in-house logistics areas to facilitate JIT-supply of mixed-model assembly lines. *International Journal of Production Economics*, 135(1), 393-402.
- Faccio, M., Gamberi, M., and Persona, A. (2013). Kanban number optimisation in a supermarket warehouse feeding a mixed-model assembly system. *International Journal of Production Research*, 51(10), 2997-3017.
- Kirkpatrick, S., Gelatt, C. D., and Vecchi, M. P. (1983). Optimization by simulated annealing. *Science*, 220, 671-679.
- Metropolis, N., Rosenbluth, A. W., and Teller, A. H. (1953). Equation of state calculations by fast computing machines. *Journal of Chemical Physics*, 1087-1092.
- Nourmohammadi, A., Eskandari, H., Fathi, M., and Aghdasi, M. (2018). A mathematical model for supermarket location problem with stochastic station demands. *Procedia CIRP*, 72, 444-449.
- Özcan, U., and Toklu, B. (2009). Balancing of mixed-model two-sided assembly lines. *Computers and Industrial Engineering*, 57(1), 217-227.
- Wanke, P. F., and Zinn, W. (2004). Strategic logistics decision making. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 34(6), 466-478.
- Yano, C. A., Bozer, Y., and Kamoun, M. (1998). Optimizing dock configuration and staffing in decentralized receiving. *IIE Transactions*, 30(7), 657-668.

Prediction of the Numbers of Visitors at the Sinop Museums by Artificial Neural Networks

Özlem ALCAN, Memnun DEMİR¹, Yalçın ALCAN^{2*}

¹Sinop University, Gerze Vocational School, Department of Computer Technologies, Sinop, Turkey

²Sinop University, Vocational School, Department of Electric and Energy, Sinop, Turkey

Received: 12.02.2019

Accepted: 20.05.2019

***Corresponding Author:** yalcinalcan@sinop.edu.tr

Abstract

In this study, the numbers of museums 'visitors (Archaeology, Ethnography and Historical Prison) at the city center of Sinop province have been predicted by Artificial Neural Network structures. Artificial Neural Network models have been created in MATLAB environment. These Artificial Neural Network models are feed forward and trained by Backpropagation Algorithm. For each museum, a Artificial Neural Network with 19-inputs and 1-output have been used separately. As inputs of networks, 10 different meteorological factors, time factor (month, year), tourism income (TL), exchange rate (\$/TL) and monthly-yearly PPI and CPI data have been used. Output of ANNs is the daily average of number of visitors for each month. In order to train and test the Artificial Neural Networks, the number of visitors of museum at city center for total 60 months of years between 2012 and 2017, and other input data have been used. The selection of proper Artificial Neural Networks structure have been achieved by trying backpropagation training functions 50-times on 3-different activation functions structure with 8 different neuron counts at one hidden layer. Totally, 32400-network have been created by training and the best network structure for each museum have been selected. Estimation result obtained by the Artificial Neural Network models have been evaluated and discussed. As a result of this work, it has been proved that estimation of number of visitors visiting museums at Sinop province can be done by using ANN structures.

Keywords: Sinop, Museums, Artificial Neural Networks , Number of Museum Visitors.

Sinop İlindeki Müzelere Gelen Ziyaretçi Sayısının Yapay Sinir Ağları İle Tahmini

Öz

Yapılan çalışmada, Sinop ili merkezinde bulunan müzelere (Arkeoloji, Etnografya ve Tarihi Ceza Evi) gelen ziyaretçi sayılarının Yapay Sinir Ağları modelleri kurularak tahmini yapılmıştır. Yapay Sinir Ağları modelleri oluşturulmasında bilgisayar ortamında MATLAB yazılımı kullanılmıştır. Kullanılan Yapay Sinir Ağları modelleri; ileri beslemeli ve geri yayımlıdır. Kullanılan Ağ yapıları, 19 girişli, bir çıkışlı, (Arkeoloji, Etnografya ve Tarihi Ceza Evi müzeleri için ayrı olarak oluşturulmuştur. Giriş girdisi olarak; 10 farklı meteorolojik faktör, zaman faktörü (ay, yıl), turizm geliri (TL), döviz (\$/TL), aylık-yıllık ÜFE ve TÜFE verileri kullanılmıştır. Çıkış olarak ise aylara göre aylık günlük ziyaretçi ortalama sayısı kullanılmıştır. Oluşturulan Yapay Sinir Ağları modelin eğitiminde ve testinde 2012 yılından 2017 yılına kadar toplam 60 aylık, ilde bulunan müzelere gelen ziyaretçi sayıları ve bu tarihlere ait giriş verileri kullanılmıştır. Yapay Sinir Ağları modellerinin seçilmesinde 3 farklı geri dağılımlı Eğitim Fonksiyonu, 3 farklı Transfer Fonksiyonu ve 8 farklı gizli katman hücre sayısı ile oluşturulan ağ yapılarının 50 şer kez tekrarlanarak olasılıkları denenmiştir. Toplamda 32400 ağ oluşturulup eğitilerek her bir müze için en iyi sonucu veren ağ yapısı seçilmiştir. Yapay Sinir Ağları modelleri ile elde edilen tahmin sonuçları değerlendirilmiş ve tartışılmıştır. Yapay Sinir Ağları ile Sinop ilinde bulunan müze için gelen ziyaretçi sayılarının tahmininin gerçekleştirilebileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Sinop, Müzeler, Yapay Sinir Ağları, Müze Ziyaretçi Sayısı.

1. Introduction

Estimation of tourism demand is very important for tourism and service sectors. This can provide effective information for tourism planning and policies. In order to estimate tourism demand correctly, it is essential to use a valid method. It is important to develop correct estimation methods for the continuation of research and planning of the future. Thus, with the investments to be made in the tourism sector, it will be made an important contribution to increase the employment and trade. There are many national and international studies in the literature made on tourism demand and its estimation. In these studies, Artificial Neural Network (ANN) models have been formed by using the relation between input and output data and it has been found that ANNs provides solutions with acceptable errors. Andrawis et al., (2011) applied ANNs to the problem of tourism demand prediction for the short and long-term periods of Egypt and saw the advantage of the proposed approach. Song et al. (2003), used Feed Forward Backpropagation Neural Networks in order to estimate the revenue from tourism by using the number of tourists visiting Hong Kong city, They have stated that the results of the studies were consistent with the analytical results. Burger et al. in 2001, were used different statistical (moving averages, exponential correction) and heuristic methods (Auto-Regressive Integrated Moving-Average (ARIMA), multiple regression, genetic regression, ANN) to predict the number of visitors to a city of Durban in South Africa from United States of America. By comparing the results of their study with the actual number of visitors, they found that the best result is with ANN. Cuhadar et al. in 2005, estimated the occupancy rates of accommodation companies by using the artificial neural network. Five input variables were used to estimate the occupancy rate. This is the first study for estimation of the occupancy rate in accommodation establishments in Turkey using artificial neural networks. In Çuhadar 2005, the forecasting performances of artificial neural networks and different regression models that used to estimate the demand for German tourists for Antalya province were compared. The result of this work demonstrated that ANN model show better performance than regression models. In Çuhadar et al. 2009, it is aimed to estimate the foreign tourism demand for province Antalya in monthly basis. To do this, they compared the estimation accuracy of two different time series methods and some artificial neural network models in different architectures. As a consequence of this work, Artificial Neural Network is the best method in terms of estimation accuracy. Aladağ, (2010), carried a study about the number of foreign visitors using ANN and in the training of ANNs, 5 different training algorithms have been used. As a result of this work, elastic backpropagation training algorithm has been found the best method amongst other for estimation of number of visitors. In the work of Teixeira and Fernandes have done in 2014, the number of overnight stays and tourism revenue of domestic and foreign tourists for the hotels in the northern part of Portugal have been estimated by

various feedforward ANN models. They have pointed out that the results of feedforward ANNs and analytic method is similar. In a work of Çuhadar et al. 2014, they have used different training algorithm for the estimation of the number of tourists came to Izmir by cruiser tourism per month. For this problem, ANN with radial based functions was considered to be the best (Cuhadar et al.2014). In the work of Karahan carried in 2015, monthly tourism demand of future periods has been estimated by input variables such as weather conditions, revenue from tourism, exchange data, and Consumer Price Index (CPI). According to the correlation between the tourism demand estimation produced by the suggested ANN model and the real tourism demand of the same period, it was seen that the suggested model was highly accurate. In (Ali and Shabri, 2017), the number of tourists going to Malaysia from Singapore in the years 2010-2014 are estimated by the techniques of ANN and support vector machines. Hence, they stated that ANN give better estimation than the support vector machines method.

In this work, the numbers of visitors of the museums (Archaeology, Ethnography and Historical Prison) in the city center of Sinop province have been estimated using artificial neural network (ANN) structures. In order to train and test the ANNs, the number of visitors of museum at city center for total 60 months of years between 2012 and 2017, and other input data have been used. Output of ANNs is the daily average of number of visitors for each month. Estimation results obtained by the ANN models have been evaluated and discussed. As a result of this work, it has been proved that estimation of number of visitors visiting museums at Sinop province can be done by using ANN structures successfully.

2. Materials and Methods

2.1. Artificial Neural Networks (ANN)

ANN is a simulated system using the human brain's ability to perform a function. ANN is composed of interconnected artificial nerve cells and is mostly in the form of layers. It is done with software on computers. It is similar to the information-processing feature of the brain. Analytical methods can solve problems that are difficult to solve effectively. ANN, can effectively solve problems that are difficult to solve by analytical methods. Many functional processes such as the rapid identification, perception, interrelation, evaluation of data of a very different structure can make an active and quickly. In this respect has been widely used in many different disciplines in recent years.

Generally, in the ANN model, the nerve cell receives input signals $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ (X vector). This signal is usually the output cell of another nerve cell. Each X vector is multiplied by the

associated weighting factor w . As a result, the weighted vector X is obtained. All inputs and weighted X vectors come to the collection module and their algebraic totals are made; as a result of X vector, S (total function) level of influence is determined. S is obtained as the equation 1.

$$S = \sum_{i=1}^n X_i \cdot W_i \quad (1)$$

A nerve cell output signal is calculated by f (activation function). The system output of is obtained with Equation 2.

$$y = f(S) \quad (2)$$

The General model of Artificial Neural Network is shown figure 1.

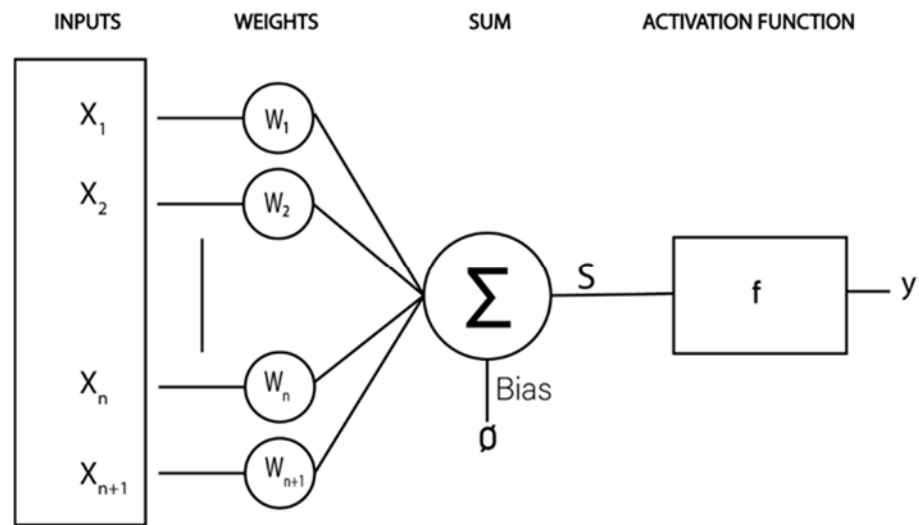


Figure 1. Basic structure of an Artificial Neural Network Neuron (Duman et al.2017) .

2.2. Training and Testing of Artificial Neural Network

The literature review shows that meteorological, seasonal and economic factors have effects over the number of visitors while estimating of monthly tourism demand. The number of visitors in this study have been taken from Sinop Provincial Directorate of Culture and Tourism. The variables used as input data have been given in Table 1. As the output of the network, the average numbers of daily visitors that are obtained by dividing the number of visitors per month to number of days of the same month for subjected museum have been used. In the training and testing of the created ANN models, the data of 60 months from 2012 to 2017 have been used.

Table 1. Example of the variables used as input data (Alcan and et. 2017, www.worldweatheronline.com, 2017; Obtain Information: Sinop Provincial Directorate of Culture and Tourism, 2017).

Year	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016
Months	6	7	8	9	10	11	12
Maximum Temperature(°C)	27	29	30	26	20	17	9
Average Temperature(°C)	26	27	28	24	19	15	8
Minimum Temperature(°C)	24	25	26	22	16	13	6
Rain (mm)	42, 21	1,4	5,41	44,19	22,01	46	106,9
Rainy day rate	0,333333	0,064516	0,096774	0,433333	0,451613	0,4	0,774194
Snow thickness (cm)	0	0	0	0	0	0	3,7
Number of snowy days	0	0	0	0	0	0	0,096774
Average Wind Speeds (mph)	8,1	9,8	8,1	9,2	10,1	10,5	11,4
Cloud percentage (%)	13	7	14	24	45	35	66
Sunshine duration (hours)	146,5	154,8	142,3	106,3	74,8	69,3	35,8
Turkey Consumer Price Index (month) (%)	0,47	1,16	-0,29	0,18	1,44	0,52	1,64
Turkey Consumer Price Index (year) (%)	7,64	8,79	8,05	7,28	7,16	7	8,53
Turkey Producer Price Index (month) (%)	0,41	0,21	0,08	0,29	0,84	2	2,98
Turkey Producer Price Index (year) (%)	3,41	3,96	3,03	1,78	2,84	6,41	9,94
USD/TL Parity (TL)	2,8777	2,9883	2,958	2,9992	3,0939	3,437	3,5277
Euro/TL Parity (TL)	3,1959	3,3391	3,3008	3,3714	3,3974	3,6391	3,7097
Holiday day rate (Number of holiday days/ Month days)	0,266667	0,419355	0,290323	0,4	0,322581	0,266667	0,290323
Ethnography museumdaily average of number	9,1	30,16129	34,19355	29,2	20,19355	7,666667	6,225806

of visitors for each months.							
Archaeological museum daily average of number of visitors for each months.	31,46667	58,51613	51,35484	40,6	31,09677	10,96667	7,645161
Historic Prison daily average of number of visitors for each months.	316,4333	1469,258	1278,032	951,3333	319,3548	125,8333	61,77419

ANN has been created separately for each museum. Levenberg - Marquardt backpropagation, scaled conjugate gradient backpropagation and resilient back propagation functions have been tried in the training of network. As activation function: Logarithmic sigmoid, tangent hyperbolic sigmoid and linear activation functions have been used. The combination of the training and activation functions have been run with 50 repetitions as 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 hidden layer cell networks. A total of 32400 trials have been conducted to determine the networks to be selected for 3 museums. The best, the worst and the average R2 (determination coefficient) values in the each 50 tests of the combination for training and activation functions have been computed. Among the results, the best value for the R2 has obtained. From the resulting network set, the R2 value has been chosen to be the best. Equation 3 used in measuring network performance has been given.

$$R^2 = 1 - \left(\frac{\sum_t^T (y_g(t) - y_d(t))^2}{\sum_t^T y_d(t)^2} \right) \quad (3)$$

3. Findings and Discussion

The combination of the training and activation functions have been run with 50 repetitions as 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 hidden layer cell networks. The best, the worst and the average R2 (determination coefficient) values in the each 50 tests of the combination for training and activation functions have been computed. Some of the results obtained in Table 2 have been given as in the examples. The values given in Table 2; training and activation functions are functions defined in the MATLAB software. These; Levenberg - Marquardt back propagation (trainlm), flexible back propagation (trainrp), gradual gravitational back propagation algorithm (trainscg), hyperbolic tangent activation function (tansig), logarithmic sigmoid activation function (logsig) are the linear activation

function (purelin). These: Levenberg - Marquardt backpropagation, scaled conjugate gradient backpropagation and resilient back propagation and hyperbolic tangent activation function (tansig), logarithmic sigmoid activation function (logsig) are the linear activation function (purelin).

Table 2. ANN Training Results.

Archaeological museum			Ethnography museum			Historic Prison			ANN Training Results			
Best	Mean.	Worst	Best	Mean.	Worst	Best	Mean	Worst	Hidden Layer Count	Backpropagation Algorithm (BPA)	Activation functions AF 1	Activation functions AF 2
0.976	0.941	0.335	-0.091	-0.183	-0.221	0.740	0.651	-0.109	5	'trainlm'	'tansig'	'tansig'
0.852	0.837	0.785	-0.192	-0.192	-0.192	0.048	0.048	0.048	5	'trainlm'	'tansig'	'logsig'
0.860	0.833	0.817	0.789	0.736	0.616	0.594	0.593	0.590	5	'trainlm'	'tansig'	'purelin'
0.897	0.884	0.852	0.857	0.821	0.755	0.828	0.811	0.743	5	'trainlm'	'logsig'	'tansig'
0.763	0.743	0.737	0.652	0.619	0.552	0.192	0.192	0.192	5	'trainlm'	'logsig'	'logsig'
0.905	0.850	0.773	0.892	0.888	0.816	0.546	0.460	0.192	5	'trainlm'	'logsig'	'purelin'
0.298	0.298	0.298	0.902	0.887	0.677	0.564	0.564	0.564	5	'trainlm'	'purelin'	'tansig'
~												
0.782	0.326	0.197	0.811	0.522	0.399	0.114	0.114	0.114	5	'trainrp'	'purelin'	'logsig'
0.844	0.844	0.844	0.650	0.650	0.650	0.139	0.139	0.139	5	'trainrp'	'purelin'	'purelin'
0.077	-0.020	-0.064	0.503	0.489	-0.203	0.968	0.926	0.868	10	'trainlm'	'tansig'	'tansig'
0.298	0.298	0.298	0.627	0.594	0.389	0.600	-0.072	-0.116	10	'trainlm'	'tansig'	'logsig'
0.849	0.758	0.140	0.658	0.645	0.581	0.904	0.826	0.263	10	'trainlm'	'tansig'	'purelin'
-0.194	-0.194	-0.194	0.608	0.608	0.608	0.677	0.677	0.677	10	'trainrp'	'purelin'	'logsig'
~												
0.240	-0.050	-0.190	0.270	0.034	-0.349	0.317	0.225	-0.109	10	'trainrp'	'purelin'	'purelin'
0.995	0.969	0.829	0.236	0.204	-0.065	0.742	0.536	0.426	15	'trainlm'	'tansig'	'tansig'
0.776	0.767	0.729	0.128	0.128	0.126	0.192	0.054	0.000	15	'trainlm'	'tansig'	'logsig'
0.995	0.980	0.876	0.884	0.807	0.024	0.876	0.864	0.765	15	'trainlm'	'tansig'	'purelin'
~												
-0.082	-0.082	-0.082	0.000	0.000	0.000	0.290	0.290	0.290	15	'trainlm'	'purelin'	'tansig'
-0.072	-0.072	-0.072	0.000	0.000	0.000	0.290	0.290	0.290	15	'trainlm'	'purelin'	'logsig'
0.835	0.817	0.789	0.842	0.827	0.807	0.885	0.881	0.876	15	'trainlm'	'purelin'	'purelin'
0.094	0.094	0.094	-0.323	-0.323	-0.323	0.806	0.783	0.622	15	'trainscg'	'tansig'	'tansig'
~												
0.978	0.854	0.300	0.768	0.578	-0.004	0.935	0.769	-0.049	40	'trainlm'	'logsig'	'purelin'
0.348	0.229	0.074	0.278	0.184	0.018	0.174	0.132	0.102	40	'trainrp'	'logsig'	'purelin'
0.667	0.667	0.667	0.548	0.548	0.548	0.455	0.455	0.455	40	'trainrp'	'purelin'	'tansig'
0.667	0.667	0.667	0.548	0.548	0.548	0.455	0.455	0.455	40	'trainrp'	'purelin'	'logsig'
0.297	0.135	0.034	0.258	-0.085	-0.369	0.650	0.134	-0.079	40	'trainrp'	'purelin'	'purelin'

In the Table 3, the best results from the combinations made for 3 different museums and their characteristics have been given.

Table 3. Selected Neural Networks and Features.

	Value Achieved (R)	Hidden Layer Cell Number	Training functions	Activation functions (AF1)	Activation functions (AF2)
Archaeological museum	0,9949	15	'trainlm'	'tansig'	'tansig'
Ethnography museum	0,9970	20	'trainlm'	'logsig'	'purelin'
Historic Prison	0,9989	25	'trainlm'	'tansig'	'tansig'

Figures 2, 3, 4, respectively of the structures of ANN models selected for Archaeological, Ethnography and Historic Prison are diagrams. In this study, the best results for the three museums Levenberg - Marquardt with back-propagation training algorithm have been achieved. Archaeological museum 15, Ethnography museum 25 for the Historic Prison 20, hidden layer and cells with the best results have been obtained. The combination of activation functions: tansig - tansig for Archaeological, logsig - purelin for Ethnography, tansig - tansig for the historical prison are shaped.

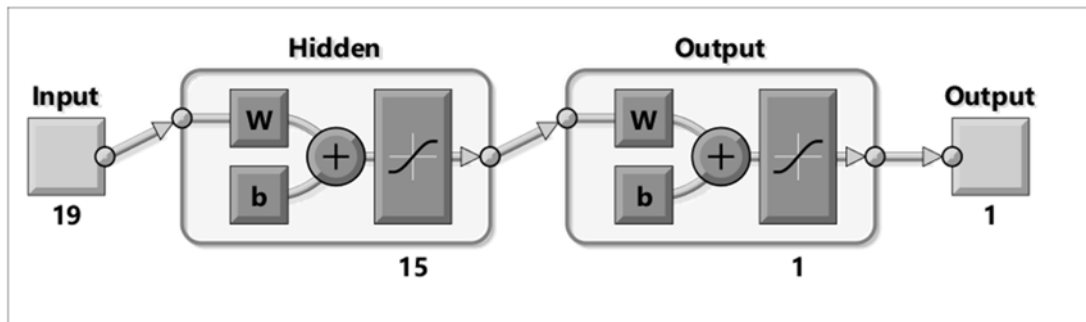


Figure 2: ANN model for number of Archaeological museum visitors.

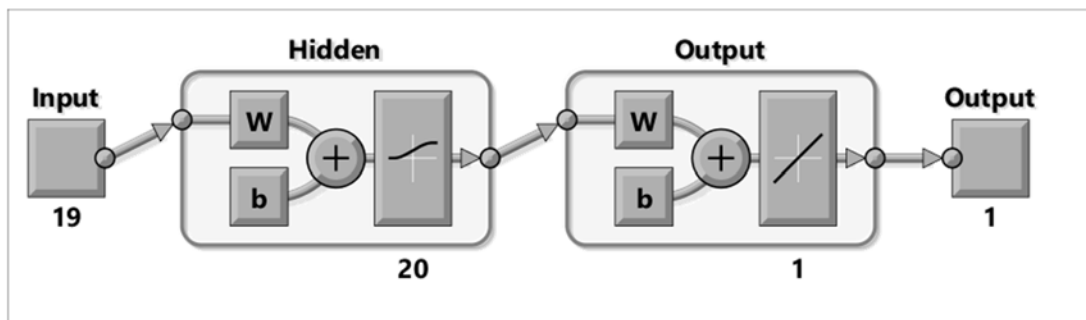


Figure 3: ANN model for number of Ethnography museum visitors.

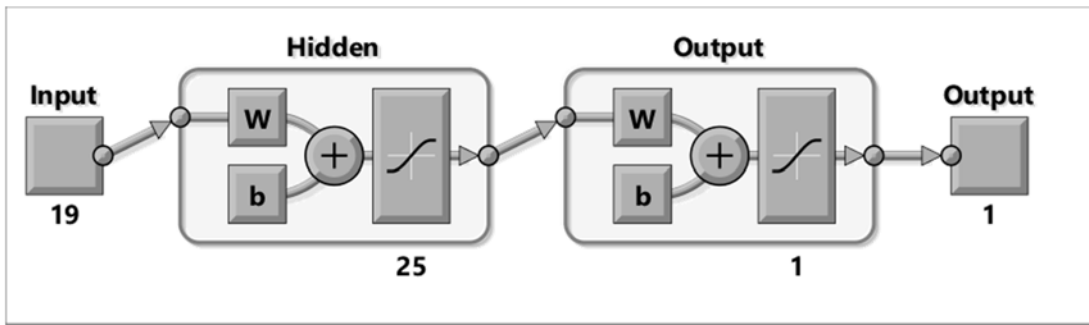


Figure 4: ANN model for number of Historic Prison visitors.

Figure 5, 6, 7 the best results for the museums together with the actual values in the data set have been shown.

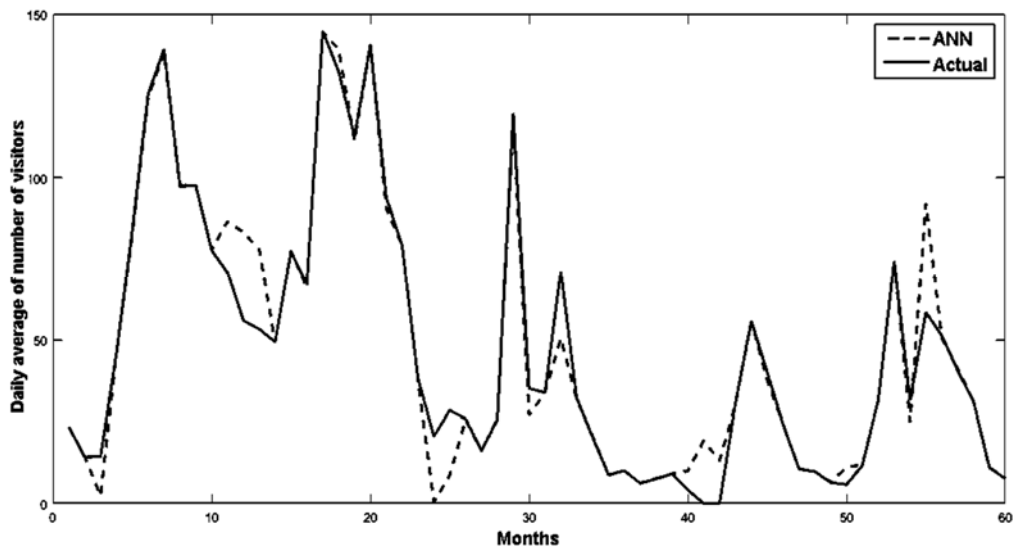


Figure 5: Archaeological Museum– ANN model output.

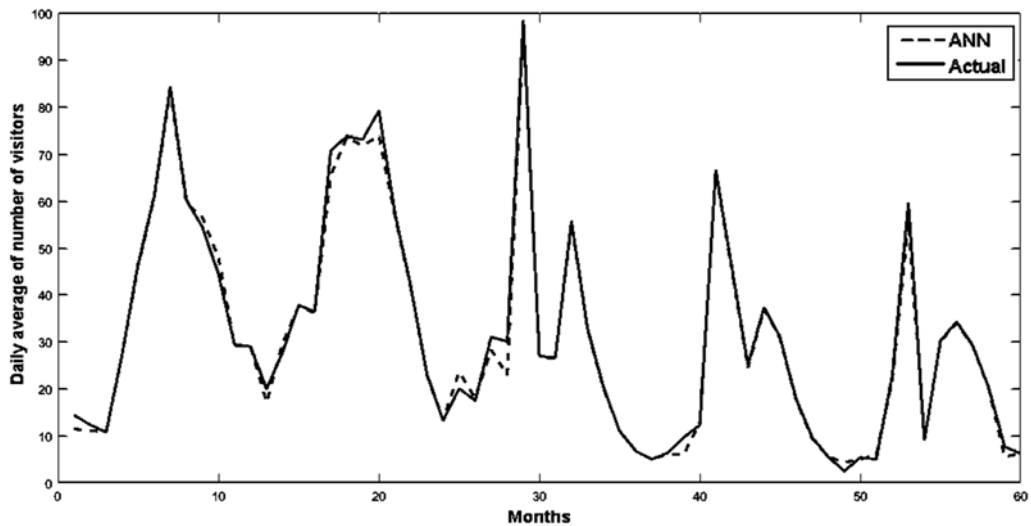


Figure 6: Ethnography Museum – ANN model output.

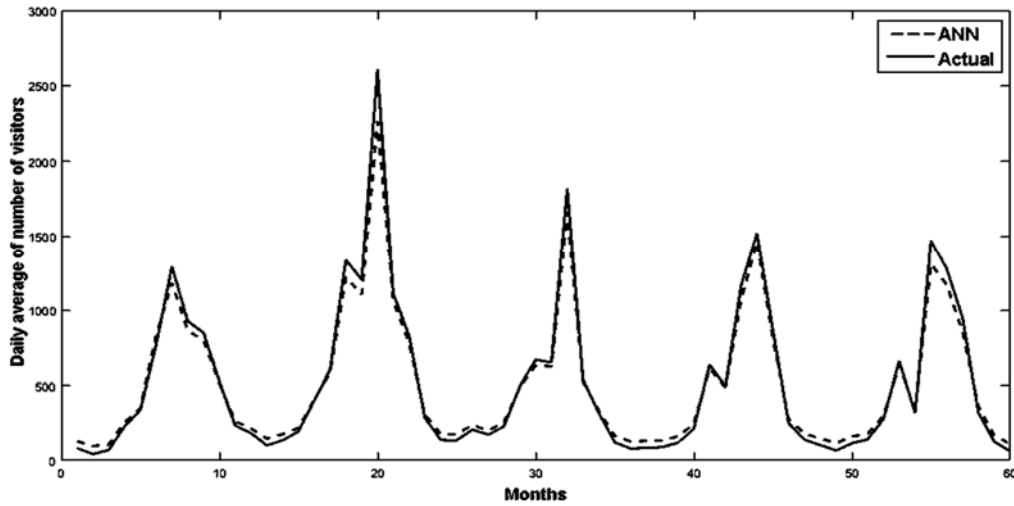


Figure 7: Historic Prison- ANN model output.

4. Conclusions and Recommendations

The number of the visitors at the Sinop museums (Archaeology, Ethnography and Historical Prison) is tried to be predicted by using ANN structures in the concept of this study. ANN models have been created in MATLAB environment. These ANN models are feedforward and trained by backpropagation algorithm. For each museum, an ANN with 19-inputs and 1-output have been used separately. As inputs of networks, 10 different meteorological factors, time factor (month, year), tourism income (TL), exchange rate (\$/TL) and monthly-yearly PPI and CPI data have been used. Output of ANNs is the daily average of number of visitors for each month. In order to train and test the ANNs, the number of visitors of museums at city center for total 60 months of years between 2012 and 2017, and other input data have been used.

ANN has been created separately for each museum. Levenberg - Marquardt backpropagation, scaled conjugate gradient backpropagation and resilient back propagation functions have been tried in the training of network. Logarithmic sigmoid, tangent hyperbolic sigmoid and linear activation functions have been used as activation functions. The combination of the training and activation functions have been run with 50 repetitions as 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 hidden layer cell networks. A total of 32400 trials have been conducted to determine the networks to be selected for 3 museums. The best, the worst and the average R^2 (determination coefficient) values in the each 50 tests of the combination for training and activation functions have been computed.

As a result of the study, ANN method has a close estimation rather than other traditional methods and produced solutions in small error rates have been seen. ANN can be evaluated as an alternative method to traditional methods in order to predict the number of the museum visitors. ANN is also considered as a beneficial tool in establishing more fruitful business plan with accurate

estimation results. . Thus, it could be possible the more the number of visitors of historical places and the richer the culture gets

For future studies, it is thought that estimates that are more accurate can be obtained by creating a data set with data from a wider period.

Acknowledgements

We would like to thank for support Sinop Provincial Directorate of Culture and Tourism.

References

- Alcan, Ö., Alcan, Y., Demir, M., and Öztürk, Z., (2017, April). Sinop İli Turizm Talebinin Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Tahmini. 1st International Congress on Vocational and Technical Sciences (UMTEB), (pp.889-910). Batumi – Georgia.
- Andrawis, R. R., Atiya, A. F., and El-Shishiny, H.,(2011). Combination of long term and short term forecasts, with application to tourism demand forecasting. *International Journal of Forecasting*, 27(3), 870-886.
- Ali, R., and Shabri, A.,2017. Modelling Singapore Tourist Arrivals to Malaysia by Using SVM and ANN. *SCIREA Journal of Mathematics*, 1(2), 210-216.
- Aydın, A., Darıcı, B., and Taşçı, H.M., (2015). Economic Determinants of International Tourism Demand: An Empirical Application on Turkey, *Erciyes University Journal of Faculty of Economics and Administrative Sciences* 45, 143-177.
- Burger, M. D., Kathrada, M. and Law, R. (2001). A Practitioners Guide to Time Series Methods for Tourism Demand Forecasting a Case Study of Durban, South Africa, *Tourism Management*, 22(4), 403-409.
- Aladağ, H.Ç., (2010, May). Farklı Öğrenme Algoritmalarıyla Türkiye'ye Gelen Yabancı Turist Sayısının Tahmini.1 th Interdisciplinary Tourism Research Conference (pp.188-197).Nevşehir/Turkey.
- Claveria, O., Monte, E. and Torra, S. (2013). Tourism demand forecasting with different neural networks models, *IREA Working Papers: University of Barcelona, Research Institute of Applied Economics*. 2013/21, 1-23.
- Çuhadar, M. and Kayacan, C. (2005). Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Konaklama İşletmelerinde Doluluk Oranı Tahmini: Türkiye'deki Konaklama İşletmeleri Üzerinde Bir Deneme. *Anatolia*, 16(1), 24-30.
- Claveria, O., and Torra, S., (2014). Forecasting tourism demand to Catalonia: Neural networks vs. time series models. *Economic Modelling*, 36, 220-228.
- Cho, V., 2003. A comparison of three different approaches to tourist arrival forecasting. *Tourism management*, 24(3), 323-330.
- Çuhadar, M., Güngör, İ., and Göksu, A., (2009). Forecasting Tourism Demand by Artificial Neural Networks and Time Series Methods: A Comparative Analysis in Inbound Tourism Demand to Antalya. *Suleyman Demirel University the Journal of Faculty of Economics and Administrative Sciences*, 14(1), 99-114.
- Çuhadar, M., Cogurcu, İ. and Kukrer, C. (2014). Modelling and forecasting cruise tourism demand to İzmir by different artificial neural network architectures. *International Journal of Business and Social Research*, 4(3), 12-28.
- Duman S., Alcan Y., and Demir M., (2017, August). Medium term load forecasting by using hybrid regression artificial neural network based on genetic algorithm. 4 rd International Multidisciplinary Congress of Eurasian (IMCOFE). Rome / Italy.
- Elmas, Ç., (2010). Yapay Zekâ Uygulamaları. Ankara, Seçkin Yayıncılık.
- Güngör, İ. and Çuhadar, M., (2005). Antalya İline Yönelik Alman Turist Talebinin Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Tahmini, *Journal of Commerce & Tourism Education Faculty*, (1), 84-99.
- Karahan, M., (2015). A Case Study On Forecasting Of Tourism Demand with Artificial Neural Network Method, *SuleymanDemirel University the Journal of Faculty of Economics and Administrative Sciences*, 20(2), 195-209.
- Karasulu, B., (2015). Esnek Hesaplama. Melez Zeki Sistemleri için bir Rehber, Ankara, Nobel Yayın Dağıtım.

- Pai, P. F., Hung, K. C., and Lin, K. P., (2014). Tourism demand forecasting using novel hybrid system. *Expert Systems with applications*, 41(8), 3691-3702.
- Obtain Information. (2017). Sinop Provincial Directorate of Culture and Tourism
- Soysal, M., and Ömürgönülşen, M., (2010). An Application on Demand Forecasting in the Turkish Tourism Industry. *Anatolia: A Journal of Tourism Research*, 21(1), 128-136.
- Song, H., Wong, K. K., and Chon, K. K., (2003). Modelling and forecasting the demand for Hong Kong tourism. *International Journal of Hospitality Management*, 22(4), 435-451.
- Teixeira, J. P., and Fernandes., P. O., (2014). Tourism time series forecast with artificial neural networks. *Tékhné*, 12(1), 26-36.
- URL-1: www.worldweatheronline.com, (Erişim tarihi: 02.04.2017).

Kamu Ulaşım Yatırımlarının Taşınmaz Üzerindeki Etkileri: Ordu-Giresun Havalimanı Örneği

Volkan BAŞER^{1*}

¹Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Giresun, Türkiye

Geliş Tarihi: 19.03.2019

Kabul Tarihi: 12.05.2019

***Sorumlu Yazar:** volkan.baser@giresun.edu.tr

Öz

Yeryüzündeki değişik yer şekilleri arasında, doğal ve beşeri etkilere bağlı olarak en hızlı değişime uğrayan alanlar kıyı alanlarıdır. Kıyı ve denizel alanlar her ne kadar tescil dışı alanlar olsa da mühendislik faaliyetlerinin yoğun yaşandığı bölgelerdir. Ülkemizde kıyı ve denizler, kamunun yararlanmasına bırakılmış, Devletin hüküm ve tasarrufu altında olan yerlerdir. Bu alanlar da son zamanlarda kamu yatırımları çok fazla görülmektedir. Kamu yatırımları, ekonomik, sosyal ve kültürel büyümede, istihdam ve yaşam kalitesini arttırmada, insan kaynaklarını geliştirmede, kamu hizmetlerine erişimi ve etkinliği arttırmada önemli katkılar yapmaktadır. Kamu yatırımının yapıldığı bölgede arsa, arazi ve konut gibi gayrimenkullerin değerlerinde artışlar ve çevresinde hızlı şehirleşmeler olmaktadır. Çalışma denizel alan üzerine inşa edilmiş ilk havalimanı olma özelliğini taşıyan, Ordu-Giresun havalimanının mülkiyet kaynaklı toplumsal ve çevresel etkileri üzerinedir. Bu bağlamda havalimanının çevresindeki taşınmazların değerindeki değişim incelenerek kamu yatırımının etkileri değerlendirilmiştir. Ayrıca artan arazi değerlerinin belirlenmesi ve kamu yatırımının finansmanında kullanılabilirliği üzerine vurgular yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Arazi Yönetimi, Kamu Yatırımı, Ordu-Giresun Havalimanı, Taşınmaz Değeri

Effects of Public Transportation Investments on Real Estate: Ordu-Giresun Airport Example

Abstract

Coastal areas are the fastest-changing areas, depending on natural and human influences, among the different forms of the earth. Coastal and marine areas are areas that are not registered, but where engineering activities are intense. In our country, coasts and seas are places that are left to the benefit of the city and which are under the control and saving of the State. Public investment has been seen in these areas too recently. Public investments, economic, social and cultural growth, as well as improving employment and quality of life, are also making important contributions to improving human resources, increasing access to public services and efficiency. In the region where public investment is made, the values of real estates such as land, land and housing increase and there are rapid urbanization around it. The study is about the social and environmental impacts of the Ordu-Giresun airport, which is the first airport built on a marine area. In this context, the change in the value of the immovable properties around the airport was examined and the effects of public investment were evaluated. In addition, emphasis has been placed on the determination of increased land values and the availability of public investment in financing.

Keywords: Land Management, Public Investment, Ordu-Giresun Airport, Real Estate Value

1. Giriş

Toplumun refahı ve kalkınması, kente hızlı erişimin sağlanması için en önemli kamu yatırımlarından biri ulaşım yatırımlarıdır. Bu tür yatırımların etkileri fayda – maliyet analizleri içinde yer almalıdır (Yankaya ve Çelik, 2005). Yer seçiminde, ulaşım altyapısına yönelik herhangi bir yatırımın, kısa dönem içinde taşınmaz değerindeki artış ile karşılanacağı (Alonso, 1964; Muth, 1969; Mills, 1972) test edilmiştir.

Literatür incelendiğinde; Chapman vd. (2009), ABD Utah'daki ulaştırma altyapısının finansmanı için arazi değer vergisinin fizibilitesini incelemiştir. Bu çalışmada istisnai olmayan bir vergi biçimi olmasının yanı sıra arazi değer vergisinden önemli gelir elde edilebileceğini ve idare edilmesinin nispeten kolay olacağını tespit etmiştir. Cohen (2012), Havalimanlarındaki iyileştirmelerin, arazi değerleri üzerinde büyük öneme sahip olacağını vurgulamıştır. Longhofer ve Redfearn (2009) pratikte toprak değerini arazideki yapıların değerinden nasıl ayrılacağını incelemiş ve arazi ile yapıların ayrılmaz olduğunu savunmuştur. Kentin çevresindeki boş araziye, şehir genelinde arazi değerlerini tahmin etmek için yerel olarak ağırlıklandırılmış regresyonların tahmin tekniği ile birlikte kullanmıştır. Ancak yaklaşımlarının bir dezavantajı, tüm araziler için arazi değerlerini üretirken boş arazi satışlarıyla ilgili verilere ihtiyaç duymalarıdır.

Kamu ulaşım projeleri bölgedeki erişilebilirliği arttırarak bireylerin sosyal hayatına etki etmektedir. Ulaşım alt yapısı sayesinde bölge ekonomisinde gelişmeler olmakta ve çevre, yatırım için cazip hale gelmektedir. Ayrıca zaman tasarrufu, kentsel gelişim, istihdam ve gelir de büyüme, artan erişilebilirlik düzeyi, ulaşım (veya transit) gibi ekonomik etkileri de vardır (Yankaya ve Çelik 2007). Bu tür yatırımlar ile ulaşım kolaylıkla sağlanabildiği için çevrelerinde yeni konut ve işyeri yatırımları doğmakta, cazip yerleşim alanları oluşabilmektedir. Ulaşım yatırımı sayesinde, taşınmaz değerlerinde, çevrenin sosyal etkinliklere katılımlarında, eğitim ve nüfus verilerinde bazı değişiklikler gözlemlenmektedir (Eryılmaz, 2014).

Türkiye'nin 2023 vizyonu ve hedefleri doğrultusunda ulaşım ve iletişim alanında birçok plan ve projesi bulunmaktadır. Bu projeler parasal olarak milyar dolarlarla ifade edilmektedir. Kentlerin sürdürülebilir ve sağlıklı bir yapıya kavuşturulabilmesi için çevreyi önemseyen ulaşım projelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkemizde ulaşım yatırımları, genelde devlet tarafından yapılmakta ve işletilmektedir. Buna karşılık, ulaşım yatırımları ile proje çevresinde oluşan taşınmaz değerlerindeki artıştan kamu yeterince yararlanamamaktadır. Bölgedeki emlak vergi oranları ve yıllık artışları gerçek değerlerden çok aşağıda kalmaktadır. (Eryılmaz, 2014). Ayrıca, bölgedeki arazi spekülasyonları sonucu haksız kazançlar sağlanmaktadır.

Arazi değeri tespitinde birçok kriter göz önünde bulundurulmaktadır. Bunlar, kullanım alanı, manzara, kamu hizmetleri varlığı, gürültü, topografya, merkeze yakınlık gibi faktörlerdir. Örneğin

kamu yatırımının olduğu bir bölgenin uzağındaki yerleşimlerin erişilebilirliklerinin artması, ulaşım maliyetlerini olumlu yönde etkilemektedir. Bu bağlamda kamu ulaşım yatırımları genellikle arazi satışlarını pozitif etkilemektedir. Kamu ulaşım yatırımlarında arazi maliyeti, güzergâh belirlemede önemli faktörlerden biridir. Çalışma alanı olan Ordu-Giresun havalimanının deniz üzerine yapılma isteğinin (kıyı ve denizler devletin hüküm ve tasarrufu altındadır) en önemli nedenlerinden biri de kamulaştırma maliyetlerini ortadan kaldırmaktır.

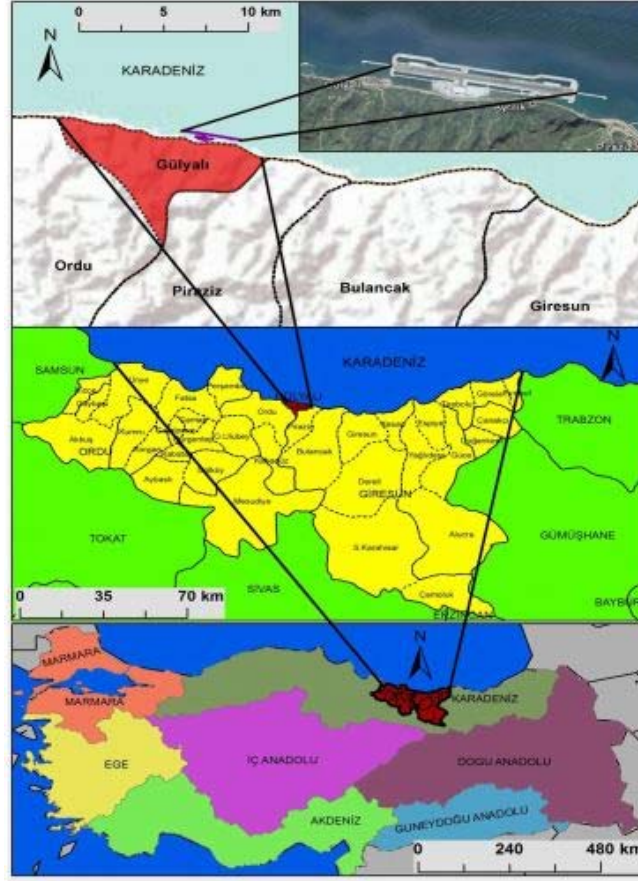
2. Çalışmanın Amacı ve Kapsam

Çalışmanın amacı, kamu ulaşım projelerinin yapıldığı çevrede oluşan, arazi değer değişimlerinin incelenmesidir. Ayrıca ulaşım yatırımları sonucu artan arazi değerlerinden kamunun yararlandırılıp yararlandırılmayacağı üzerinedir. Bu amaçla, 2011 yılında yapımına başlanan ve 2015 yılında hizmete açılan Ordu – Giresun Havalimanının çevresindeki arazi değerleri için taşınmaz alım/satımı yapan emlakçılarla görüşmeler yapılmış ve veriler toplanmaya çalışılmıştır. Ayrıca, Gelirler İdaresi Başkanlığı'nca dört yılda bir güncellenerek yayımlanan “Arsa ve Arazi Birim Metrekare Değerleri” veri olarak kullanılmıştır.

3. Çalışma Alanı

Ordu-Giresun Havalimanı Ordu il merkezine 17 km, Giresun il merkezine 28 km uzaklıkta olup, coğrafi konumu 40° 57' 53" Kuzey enlemi ile 38° 4' 48" Doğu boylamındadır. Havalimanı Ordu ili Gülyalı ilçe merkezinin kıyısında denizden kazanılmış arazi üzerine inşa edilmiştir (Şekil 1). Gülyalı'nın doğusunda ilçeye 6 km mesafede olan Piraziz, Giresun ilinin havalimanına en yakın konumdaki ilçesidir. Aynı zamanda bu ilçe havalimanına yakın konumuyla, bir ulaşım sistemi olarak düşünüldüğünde havayolu ulaşımının avantajlarından en fazla faydalanacak alanların başında gelir. Her iki ile hizmet etmesi amacıyla Ordu ve Giresun'un birbirine yakın kesiminde inşa edilen havalimanının doğusu Piraziz, batısı Altınordu, kuzeyi Karadeniz ve güneyi Gülyalı ile çevrilidir. Havalimanının güneydeki uzak komşuları ise Tokat, Sivas ve Gümüşhane illeridir. Havalimanının Giresun ilinin en doğudaki ilçesi durumunda olan Eynesil'e uzaklığı 103 km'dir. Ayrıca havalimanı batısındaki Altınordu' ya 14 km, Ordu ilinin batıdaki en uç noktası olan Ünye'ye ise 78 km uzaklıktadır.

Ordu-Giresun havalimanı Türkiye'de deniz üzerine yapılmış ilk havalimanıdır. 1970'li yıllardan beri yapılması planlanan fakat bürokratik sebeplerle ancak yapımına 2011 yılında başlanmıştır. Havalimanı 2015 yılında yapımı tamamlanarak hizmete açılmıştır.



Şekil 1. Çalışma Alanı Haritası (Türk, 2015).

4. Kamu Ulaşım Yatırımlarının Taşınmaz Üzerindeki Etkileri

Kamu ulaşım yatırımları bölgenin arazi kullanım, taşınmaz değer, eğitim ve nüfus yapısında (gelirler, iş dağılımı ve ulaşım biçimleri de dâhil olmak üzere) belirli oranlarda etkilerde bulunmaktadır.



Şekil 2. Arazi kullanımı ve nüfus üzerine etkiler (Trinidad, 2017).

4.1. Ekonomik Etkiler

Ordu ve Giresun ülkemizde nüfus hareketliliğinin yoğun olduğu yerlerdendir. Ordu ve Giresun il nüfusuna kayıtlı birçok insan kendi memleketlerinden uzakta, belli bir kısmı da ülke dışında yaşamaktadır. Bu insanların büyük bir kısmı yılın belli dönemlerinde memleketlerine gelip-gitmek istediklerinde zorunlu olarak karayolu ulaşımını kullanmaktadırlar. Havalimanı ile bu durum azalacaktır. Havalimanının varlığı bölgenin en önemli geçim kaynağı olan fındığın pazarlanmasına önemli ölçüde katkı sağlayacaktır (Türk, 2015). Sanayi, ticaret ve ulaşım sektörleri birbirinden bağımsız düşünülemez olduğundan doğrudan bir etki yaratmasa da havalimanının varlığının bölge sanayisinin gelişimine de katkı sağlayacaktır. Ayrıca çevre illerdeki turizm gelişimi değerlendirildiğinde havalimanının turizm ve eğitim üzerinde de olumlu etkileri olacaktır.

4.2. Kentsel Planlamaya Olan Etkiler

Şehirler, insanların ve işletmelerin merkezden uzaklaşması, artan banliyösüzleşme ve daha düşük konut ve iş yoğunluğu arzusu ile değişmektedir. Şehirlerden çıkış, kısmen şehir merkezlerinde uygun fiyatlı konut eksikliği ve daha fazla alan arzusundan kaynaklanmaktadır. Yeni talebi karşılamak için yeni yollara yatırım yapmak gerekecektir. Bu bağlamda ulaşım yatırımlarının şehirlerin ve bölgelerin konumsal ve ekonomik gelişimine katkısı büyüktür. Bazı bölgelerin cazibesi erişilebilirliği ile doğru orantılıdır bu da ulaşım altyapısının kalitesi ve sağlamlığına bağlıdır.

Ulaşım maliyeti, yatırım kararları için öncelikli kriterlerdendir. Ulaşım altyapısı, endüstri, alışveriş merkezi ve konut alanlarının yapımı gibi yatırımların planlanmasında temel unsurdur. Çünkü şehir ulaşım kararları ile şekillenecektir. Bu bağlamda çalışma alanında bulunan Ordu-Giresun Havalimanı 1.770.000 m² büyüklüğünde deniz dolgusu üzerine inşa edildiği için bölgedeki mevcut arazi üzerinde bir alan işgal etmemektedir. Havalimanının çevresinde yapacağı çekim kuvveti bölgedeki yapılaşmayı ve kentleşmeyi etkileyecektir. Bölgede havalimanı yapımı ile Gülyalı ve Piraziz belediyelerine yapılan arsa ve işyeri ruhsatı taleplerinde artışlar meydana gelmiştir (Türk 2015). Ayrıca havalimanının faaliyete geçmesiyle, havalimanına komşu illerde yabancı yatırımcı ilgisi artmıştır.

4.3 Turizm Etkileri

Ordu ve Giresun'un turizm açısından istenilen ölçüde tanınır olmayışının nedenleri arasında, bölgedeki turistik alanlarının yeteri kadar tanınmaması ve bölgeye hızlıca erişimi sağlayacak bir ulaşım ağının yeni yeni oluşması gösterilebilir. Havalimanının faaliyete geçmesiyle bu olumsuz

durum değişecektir. şöyle ki Trabzon havalimanı incelendiğinde sadece dış hatlar bazında yaz aylarında yabancı turist akını olduğu gözlenmekte olup (şekil 3), bu yoğunluk bölgede büyük bir ekonomik değişime neden olmaktadır.

TRABZON HAVALİMANI					
Dış Hatlar Geliş					
İç Hat Geliş		İç Hat Gidiş		Dış Hat Geliş	Dış Hat Gidiş
Tarih	Havayolu	Uçuş No	Geldiği Yer	Planlanan	
Date	Airline	Flight No	Origin	Sch.Time	
17.08.2017	 TURKISH AIRLINES	TK 1193	Yanbo	16:30	
17.08.2017	 airarabia	G9 285	Sharjah	18:40	
17.08.2017	 TURKISH AIRLINES	TK 1283	Kuveyt	21:55	
18.08.2017	 TURKISH AIRLINES	TK 1191	Medine	02:15	
18.08.2017	 TURKISH AIRLINES	TK 1740	Berlin	02:20	
18.08.2017	 PEGASUS	PC 1594	Koln	02:20	
18.08.2017	 TURKISH AIRLINES	TK 1714	Stuttgart	02:40	
18.08.2017	 atlasglobal	KK 8851	Riyadh	06:35	
18.08.2017	 TURKISH AIRLINES	TK 5879	Medine	10:10	
18.08.2017	 TURKISH AIRLINES	TK 231	Jeddah	13:30	

Son Güncelleme : 17/08/2017 - 14:47:37

şekil 3. Trabzon havalimanı 17-18 Ağustos 2017 dış hat gelen direkt uçak (URL-2).

Trabzon Ticaret ve Sanayi Odası (TTSO) Başkanı, “Türkiye genelinde inşaat sektöründe 2017 yılı Mayıs ayı itibarıyla ilk el satışlarda yüzde 5.5 düşüş olduğunu, İkinci el satışlarda ise yüzde 8.5 civarında artış olduğunu vurgulamaktadır. Yabancıya konut satışlarında ise yüzde 10 civarında artışın olduğunu belirterek Trabzon’un 2017 Mayıs ayı itibarıyla Türkiye’de yabancıya konut satışları yönünden üçüncü sırada bulunduğunu ve daha fazla tercih edilmeye başlandığını ifade etmektedir” (URL - 1). Diğer taraftan Türkiye’den konut satın alan yabancı ülke vatandaşları sırasıyla Suudi Arabistan, Irak, Rusya Federasyonu, Kuveyt ve Afganistan’dır (URL - 1). Bu bağlamda yabancılara konut satma düşüncesinde olan firmalar bu ülke sıralamasını göz önünde bulundurmalıdırlar.

Trabzon ve çevresindeki yabancı turist sayısındaki yoğunluğun en önemli nedenlerinin başında Trabzon havalimanı gelmektedir. Ordu - Giresun havalimanını zamanla faaliyetlerini artırması Trabzon ve çevresindeki yabancı turist yoğunluğunun bu bölgelere doğru kayabileceğini göstermektedir. Bu değişimin söylentileri bile taşınmaz değerleri üzerinde pozitif bir etki yapmaktadır.

4.4. Taşınmaz Değerine Etkiler

Taşınmaz piyasasında ulaşım yatırımının yararları ekonomik olarak değerlendirilmektedir. Ulaşım yatırımdan kaynaklanan erişilebilirlik düzeyindeki artış ve kentsel bölgenin geri kalan kısmı ile iyi kurulan bağlantı yatırıma değer katmaktadır (Erdem, 2016). Bu hizmetten yararlanan arsaların firma ve konut birimleri için çekiciliği artacaktır. Bu yatırımların etkileri; sanayi, ticaret, ofis veya konut birimlerinin satış veya kira fiyatlarındaki değişimler üzerinden ölçülebilir (Yankaya ve Çelik 2007).

Taşınmaz alım-satım fiyatlarının bildiriminde zorunluluk bulunmaması, vergi oranlarının algılanış biçimi, ticari gizliliğin sağlanması gibi sebepler sağlıklı bir veri tabanı kurulumunu engellemektedir. (Eryılmaz 2014). Bu durum bilimsel karar verme mekanizmalarını minimize etmektedir. Kamu kararlarını hesap vermekten uzak kurgulamakta ve kentsel planlamadan çok fiziksel planlama ile sınırlandırmaktadır.

Ordu-Giresun havalimanı yatırımı ile büyük bir değişime uğrayan çalışma bölgesine ilişkin olarak iki şekilde veri toplanmıştır. Birincisi Gelirler İdaresi Başkanlığının 4 yılda bir yayımladığı asgari m² birim değerleri, ikincisi ise bölgede alım-satım yapan emlakçılardan toplanana rayiç bedellerdir.

1. Tip veriler: Maliye Bakanlığı Gelir İdaresi Başkanlığınca dört yılda bir yayımlanan ve her yıl belli oranlarda arttırılan “Arsa ve Arazi Asgari Birim Metrekare Değerleri” verilerini içermektedir. Bunlar 2009 yılından itibaren belirlenmiş vergi değerleridir. 2009, 2013, 2017 yıllarına ait birim metrekaredeki değerler incelenerek değişim belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Tip veriler: Bölgedeki parsellerin alım-satım değerlerinin elde edilmesinde doğru sonuca en yakın veriyi tespit edebilmek için uygulama bölgesinde yaşayan insanlardan, bölge emlakçılarından ve bu bölgede çalışma yapan müteahhitlerden faydalanılmıştır. Alım-satım bedeli olarak bu değerlerin ortalaması kullanılmıştır.

Gülistan Mah. Ordu ilinde yer almakta olup, Gülyalı Merkez semtinde bulunan Gülistan Mah. Gülyalı ilçesine bağlıdır. Gülistan Mah. haritası konumu ise 40° 58' 0.5664" Kuzey ve 38° 3' 22.4640" Doğu, GPS koordinatlarıdır. Gülistan Mah. bağlı olduğu Gülyalı ilçe merkezine çok yakındır. Gülistan Mah. Ordu şehir merkezine mesafesi ise yaklaşık 15 kilometredir.

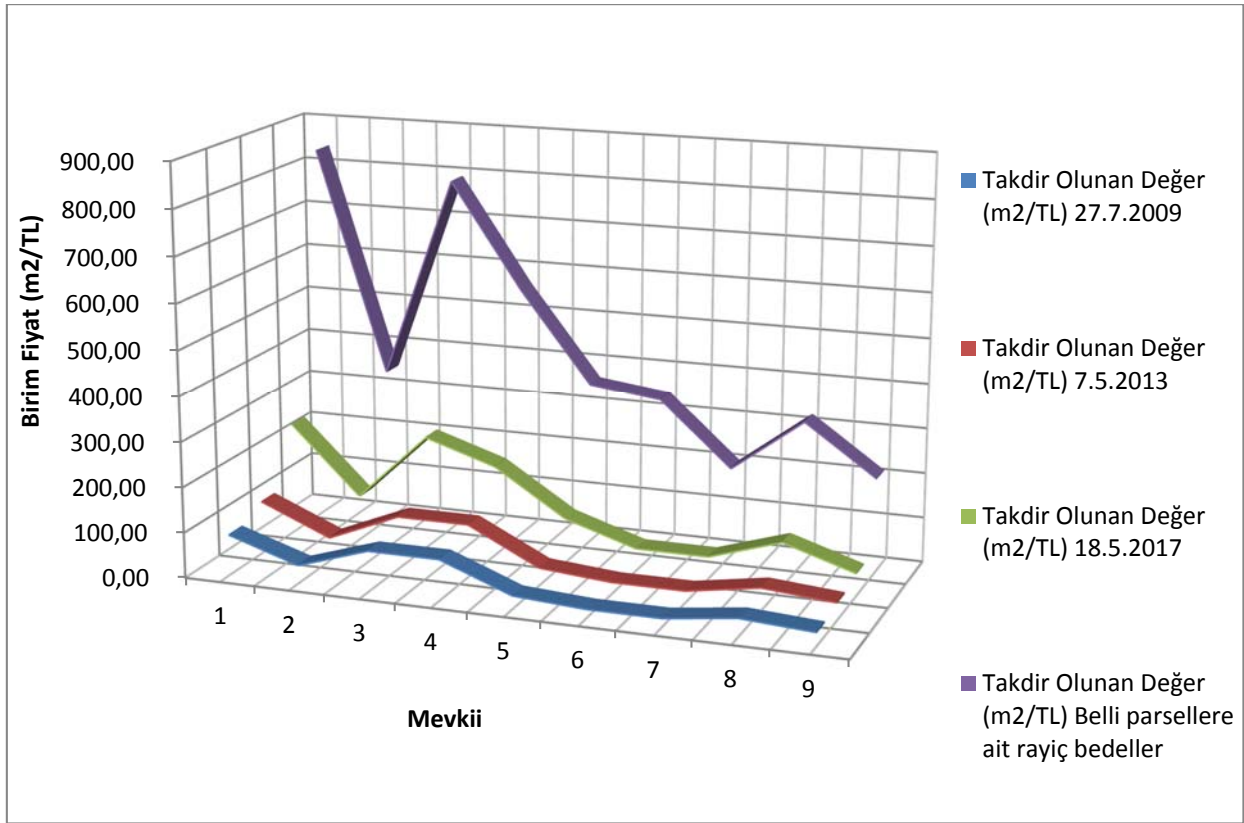


Şekil 4. Ordu ili Gülyalı İlçesi Gülistan Mahallesi.

Tablo 1. Gülyalı İlçesi Gülistan Mahallesi Değer Takdir Komisyon ve Piyasa Rayiç Değerleri.

Sıra No	Mevkii	Cadde/Sokak	Pafta	Takdir Olunan Değer (m ² /TL)			Rayiç Değerler (m ² /TL)
				27.7.2009	7.5.2013	18.5.2017	
1	ERSİN TARANOĞLU CADDESİ (Sahil Kısım)	C	1-2-3-4	90.00	117.00	250.00	840.00
2	ERSİN TARANOĞLU CADDESİ (İç Kısım)	C	1-2-3-4	40.00	52.00	100.00	347.00
3	ORDU CADDESİ	C	1-2-3-4	90.00	117.00	250.00	790.00
4	EMİNOĞLU CADDESİ (Sahil Mevkii)	C	1-2-3-4	90.00	117.00	200.00	560.00
5	EMİNOĞLU CADDESİ (Köseoğlu Mevkii)	C	6-7-8-14	30.00	39.00	100.00	310.00
6	EMİNOĞLU CADDESİ (Türkmenli Mevkii)	C	6-7-8-14	20.00	26.00	50.00	220.00
7	SAKAOĞLU CADDESİ	C	5-6-7-8	20.00	26.00	50.00	200.00
8	GÜLİSTAN CADDESİ (Çakmaklar Mevkii)	C	1-2-3-4	40.00	52.00	100.00	320.00
9	USTALI CADDESİ	C	6-7-8-14	30.00	39.00	50.00	210.00

Belirlenen bölgeye ait yıllara göre değer takdir komisyonlarınca belirlenmiş değerler ve rayiç bedellerden oluşan değişimin gösterimi aşağıda şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Yıllara göre değer takdir komisyonları ve rayiç bedeller.

Şekil 5 ve tablo 1 incelendiğinde görülmektedir ki Gülyalı ilçesi Gülistan Mahallesiinde değer takdir komisyonlarınca belirlenmiş yıllara göre oluşan değer değişimi 2009-2013 yılları arasında yaklaşık %30 civarında artma eğilimi göstermekte iken 2013-2017 yılları arasındaki taşınmaz değerindeki artış %100'ü bulmuş ve hatta geçmiştir. Ayrıca güllük alım satım bedellerinde bu değişim %400 gibi değerlere ulaşmıştır. Ordu – Giresun Havalimanının hizmete girdiği 2015 tarihi göz önüne alındığında bölgede kamu yatırımıyla taşınmazlarda oluşan değer değişimi (pozitif yönde) açıkça gözlemlenmektedir.

5. Kamu Yatırımlarının Vergilendirilmesi (KYV)

İyi bir planlama şehirlerin büyümesi için en önemli kriterdir. Şehirlerin büyümesi altyapı ihtiyacını arttırmakta ve kamusal kaynaklarda azalmaya neden olmaktadır. Yapılan kamu yatırımları ve imar planı değişiklikleri ile kişilerin mülklerinde önemli ölçüde değer artışları olmaktadır.

Türkiye'de değer artışları;

- 193 Sayılı Gelir Vergisi Kanunu'nda değer artış kazançları,
- 3194 Sayılı İmar Kanunu'nda düzenleme ortaklık payı,
- 2464 Sayılı Belediye Gelirleri Kanunu'nda harcamalara katılım payları rant vergileri (Aslan, 2014) şeklindedir.

Bu düzenlemelere rağmen, kentsel rantların tamamı vergilendirilememiştir. Mülga 5237 sayılı eski belediye gelirler yasasının 16. Maddesinde önemli bir gelir vergisi olarak düşünülebilecek şerefiye açık anlamı ile belirtilmiştir. Uluslararası literatürde şerefiye uygulamalarına benzer vergi biçimleri tartışılmakta ve uygulanmaktadır. Ancak gelişmiş bazı ülkelerde çeşitli uygulamaları olmasına rağmen ülkemizde şerefiye uygulaması 2464 sayılı yeni belediye gelirler yasasında kaldırılmıştır. Bu tür bir gelir vergisi kamu yatırımı ile oluşan arazi değer artışını yakalama yöntemi olarak düşünülmelidir (Baser et al., 2019).

6. Tartışma ve Sonuçlar

Kamu yatırımları buldukları bölgelerde taşınmaz fiyatlarını hızla arttırmakta ve ekonomik hayatı etkilemektedir. Ulaşım ve istihdam olanaklarının kolaylaştırılması ile taşınmazlarda oluşan değer artışlarından toprak sahipleri ve ev sahipleri sıklıkla yararlanmaktadır. Bu nedenledir ki altyapı iyileştirme maliyetlerinden daha fazla pay almak gerekir. Dahası, ulaşım altyapısı ile oluşacak değeri yakalama, ilave altyapıyı finanse etmek için kullanılabilir gelirlere artırma potansiyeline sahiptir. Doğru şekilde yapılırsa, değer yakalama da verimliliği tehlikeye atmayacaktır. Gelir tahsis açısından etkin ve verimli bir vergi ve kaçınılmaz olan vergiyi uygulamak için yöntem olarak, arazi değerini yakalama yöntemi önemli bir yaklaşımdır (Cohen, 2012).

Chapman ve ark. (2009), ABD Utah'daki ulaşım altyapısının finansmanı için arazi değer vergisinin fizibilitesini incelemişlerdir. Bu çalışmada istisnai olmayan bir vergi biçimi olmasının yanı sıra arazi değer vergisinden önemli gelir elde edilebileceğini ve idare edilmesinin nispeten kolay olacağını tespit etmişlerdir. Bu bağlamda mevcut ekonomik ve siyasi çerçevede büyük ulaşım altyapı projelerine finansman sağlamak oldukça zordur. İlave düşünülmesi gereken umut verici bir finansman seçeneği, altyapı projesiyle ilişkili arazi değer artışının yakalanması ve bir kısmının kamuya geri kazandırılmasıdır. Yatırımın yapıldığı bölgedeki mevcut parsellerde bir değer artışı olduğu aşikârdır. Bu değer artışından sadece parsel sahiplerini değil, aynı zamanda uygulamayı gerçekleştirecek kurumun da faydalanması doğru olacaktır.

Bir arazi değer vergisinin uygulanmasına ilişkin olarak, siyasi ve ekonomik iki konu önemlidir. Siyasi olarak, vergi konusunda politik destek sağlayan bir tabanın geliştirilmesi ve korunması gerektirir; ekonomik olarak ise, güvenilir, piyasa temelli değerlendirmelerin zamanında üretilmesidir. Dolayısıyla, odak noktamız arazi değer vergisinin uygulanması değil, güvenilir tahminler sunma ve toprak değer vergilendirmesi için bu temel bileşeni üretmek olmalıdır. Altyapının arazi fiyatları üzerindeki etkisinin doğru bir tahmini çok önemlidir. Arazi değerini zaman içerisinde etkileyebilecek faktörler değerlendirilip çıkarıldıktan sonra, havalimanı gibi ulaşım altyapılarının

taşınmazlar üzerindeki değer artışı belirlenebilir. Yerel yönetimler, gelişmiş havaalanı altyapısının oluşturduğu değer artışına dayanarak araziye vergi yükleyebilirler.

Çalışma bölgesi incelendiğinde ulaştırma yatırımlarının bölgedeki arazilerde önemli değer artışlarına neden olduğu gözlemlenmiştir. Bu maksatla “Arsa ve Arazi Birim Metrekare Değerleri” ve %1,0 - %6 arasındaki emlak vergisi artışları, alım-satım vergisi, kentsel arsa ve arazilerdeki değer artışlarına göre çok düşüktür. Bu bağlamda havalimanına ev sahipliği yapan Ordu Gülyalı’da ticari hareketlilik artmış ilçede yapılacak önemli yatırımlar için girişimlerde bulunulmuştur. Ayrıca havalimanına yakın konumda bulunan diğer yerleşim alanlarında da arazi talepleri artmıştır. Havalimanı yurtdışı uçuşlarına açık bir havalimanıdır. Çevre illerdeki havalimanları (özellikle Trabzon havalimanı) incelendiğinde yurtdışından gelen turist sayısı oldukça fazla olduğu görülmektedir. Trabzon’da yabancılara mülk satışı Türkiye’de ilk üç il arasındadır. Bu durum taşınmaz değerinde oldukça önemli bir değişime yol açmaktadır. Ordu – Giresun havalimanının açılması yabancı turist varlığını bu bölgelere doğru yavaş yavaş kaydırmaktadır. Bu durum bölge üzerinde mülkiyet bazlı hızlı bir değişime neden olmaktadır. Şöyle ki, havalimanı çevresindeki taşınmazlarda, 2009-2013 yılları arasında değer takdir komisyonlarınca belirlenmiş değerler yaklaşık %30 civarında artmıştır. Havalimanının 2011 yılında yapımına başlanması ve 2015 yılında bitirilmesi ile 2013-2017 yılları arasında taşınmazlarda oluşan değer değişimi ise %100’ü bulmuş ve hatta geçmiştir. Ayrıca günlük alım satım bedelleri incelendiğinde bu değişim %400 gibi değerlere ulaşmıştır. Bu bağlamda kamu yatırımı ile oluşan taşınmaz üzerindeki hızlı değer artışı mülkiyet sahiplerini etkilediği kadar, şerefiye uygulamaları gibi kanunlarımıza eklenecek ek maddeler ile kamuyu da olumlu yönde etkilemelidir.

Kaynaklar

- Alonso W. (1964). *Location and Land Use: Toward a General Theory of Land Rent*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Aslan, M. (2014). Kentsel rantların vergilendirilmesi. *Ankara Barosu Dergisi*, (3).
- Baser, V., Uzun, B., and Yildirim, V. (2019). An alternative method for expropriation for lane-like projects in planned area: a case study from Trabzon in Turkey. *Survey Review*, 51, 147-153.
- Chapman, J.I., G. Cornia, R. Facer, L. Walters. (2009). Alternative Financing Models for Transportation: A Case Study of Land Taxation in Utah, *Public Works Management & Policy*, 13(3), 202–214.
- Cohen, J.P. (2012). *Commentary: Airport Improvement Fees, Benefit Spillovers, and Land Value Capture Mechanisms*, in Ingram, G. and Y.H. Hong, eds., *Value Capture and Land Policies*, Lincoln Institute of Land Policy.
- Erdem, N. (2016). Büyük Ölçekli Kamu Yatırımlarının Uygulandığı Bölgelerdeki Taşınmaz Değer Artışı ve Kentleşme Üzerinde Etkisi: Osmaniye İli Örneği. *Journal of International Social Research*, 9 (47).
- Eryılmaz, Y. (2014). *Ulaşım Altyapılarının Arazi Değer Artışına Etkileri-Tem Otoyolu İstanbul Anadolu Kesimi Örneği*, Doctoral dissertation, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Longhofer, S. and C. Redfearn. (2009). *Estimating Land Values Using Residential Sales Data*. Lincoln Institute of Land Policy Working Paper.
- Mills. E. S. (1972). *Studies in the Structure of the Urban Economy*, Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Muth R. (1969). *Cities and Housing*, University of Chicago Press, Chicago, IL.

- Türk H., (2015). *Ordu-Giresun Havalimanı (Mekan Seçimi ve Muhtemel Etkileri)*, Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Giresun.
- Trinidad, A. (2017). *Impacts of Rail Transit Investments on Demographics and Land Use: 1990-2010*, Doctoral dissertation, Clemson University, ABD.
- URL 1. <http://www.milliyet.com.tr/yabancilara-konut-satisinda-trabzon-trabzon-yerelhaber-2139157/> (Erişim Tarihi: 03.08.2017)
- URL 2. <https://www.dhmi.gov.tr/Sayfalar/UcusDetay.aspx?b=1&s=0&a=trabzon> (Erişim Tarihi: 18.08.2017)
- Yankaya, U ve Çelik, H. M. (2005). İzmir metrosunun konut fiyatları üzerindeki etkilerinin hedonik fiyat yöntemi ile modellenmesi, *D.E.U İ.İ.B.F. Dergisi*, 20 (2), 61- 79.
- Yankaya, U., ve Çelik, H. M. (2007). Kamu Ulaşım Yatırımlarının Gayrimenkul Değerleri Üzerine Etkisinin Modellenmesi: İzmir Metrosu Örneği. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, İzmir.

Generalized $\left(\frac{G'}{G}\right)$ - Expansion Method for Some Soliton Wave Solution of the Coupled Potential Korteweg–de Vries (KdV) equation

İbrahim Enam İNAN

Firat University, Faculty of Education, 23119 Elazığ, Turkey

Received: 20.03.2019

Accepted: 29.04.2019

Corresponding Author: ieinan@yahoo.com

Abstract

In this article, some soliton wave solutions of the coupled potential KdV equation have been found using the generalized (G'/G) - expansion method. For this equation, hyperbolic function solutions, trigonometric function solutions and rational function solutions have been obtained. It was seen that the solutions provided the equation using Mathematica 11.2 In addition, the graphic performances of some solutions are given.

Keywords: The coupled potential KdV-equation, Soliton wave solutions, Generalized $\left(\frac{G'}{G}\right)$ - expansion method.

Potansiyel KdV- denklem çiftinin bazı soliton dalga çözümleri için

Genelleştirilmiş $\left(\frac{G'}{G}\right)$ - açılım metodu

Öz

Bu makalede, genelleştirilmiş (G'/G) – açılım metodu kullanılarak potansiyel KdV denklem çiftinin bazı soliton dalga çözümleri bulunmuştur. Bu denklem için hiperbolik fonksiyon çözümleri, trigonometrik fonksiyon çözümleri ve rasyonel fonksiyon çözümleri elde edilmiştir. Çözümlerin Mathematica 11.2 kullanılarak denklemleri sağladığı görülmüştür. Ayrıca, bazı çözümlerin grafik performansları verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Potansiyel KdV- denklem çifti, Soliton dalga çözümleri, Genelleştirilmiş $\left(\frac{G'}{G}\right)$ - açılım metodu.

1. Introduction

Nonlinear partial differential equations (NPDEs) have an important place in applied sciences. There are some analytical methods for solving these equations in the literature (Bock and Kruskal, 1979; Malfliet, 1992; Chuntao, 1996; Cariello and Tabor, 1989; Fan, 2000a; Clarkson, 1989). In addition to these methods, there are many methods of solving such equations by using an auxiliary equation. By using these methods, partial differential equations are converted to ordinary differential equations and the solutions of partial differential equations are found with the help of these ordinary differential equations. Some of these methods are given in (Fan, 2000b; Elwakil et al., 2002; Chen and Zhang, 2004; Fu et al., 2001; Shen and Pan, 2003; Chen and Hong-Qing, 2004; Chen et al., 2004; Chen and Yan, 2006; Wang et al., 2008; Guo and Zhou, 2010; Lü et al., 2010; Li et al., 2010; Manafian, 2016; Khater, 2015; Manafian et al., 2017; Yan, 2001).

We used the generalized $\left(\frac{G'}{G}\right)$ -Expansion Method for finding the some soliton wave solution of the coupled potential KdV-equation. This method is given in the second chapter.

2. Analysis of Method

The method will be introduced briefly. Consider a general partial differential equation of two variables,

$$Q(u, u_t, u_x, u_{xx}, \dots) = 0, \quad (1)$$

Using the wave variable $u(x, t) = u(\xi)$, $\xi = x - \mu t$ the Eq.(1) turns into an ordinary differential equation,

$$Q'(u', u'', u''', \dots) = 0 \quad (2)$$

here μ is constant. With this conversion, we obtain a nonlinear ordinary differential equation for $u(\xi)$. We can express the solution of Eq.(2) as below,

$$u(\xi) = \sum_{k=0}^m d_k \Phi(\xi)^k + \sum_{k=1}^m e_k \Phi(\xi)^{-k} \quad (3)$$

where m is a positive integer is found as the result of balancing the highest order linear term and the highest order nonlinear term found in the equation, the coefficients d_k and e_k are constants. $\Phi(\xi) = \left(\frac{G'}{G}\right)$ satisfies the following ordinary differential equation,

$$k_1 G G'' - k_2 G G' - k_3 (G')^2 - k_4 G^2 = 0. \quad (4)$$

Substituting solution (3) into Eq. (2) yields a set of algebraic equation for $\left(\frac{G'}{G}\right), \left(\frac{G'}{G}\right)^{-k}$, then, all coefficients of $\left(\frac{G'}{G}\right), \left(\frac{G'}{G}\right)^{-k}$, have to vanish. Then, $d_k, e_k, k_1, k_2, k_3, k_4$ and μ constants are found. The special solutions of Eq. (4) are as follows, (Manafian et al., 2017).

1. if $k_2 \neq 0, f = k_1 - k_3$ and $s = k_2^2 + 4k_4(k_1 - k_3) > 0$, then

$$\Phi(\xi) = \frac{k_2}{2f} + \frac{\sqrt{s} C_1 \sinh\left(\frac{\sqrt{s}}{2k_1} \xi\right) + C_2 \cosh\left(\frac{\sqrt{s}}{2k_1} \xi\right)}{C_1 \cosh\left(\frac{\sqrt{s}}{2k_1} \xi\right) + C_2 \sinh\left(\frac{\sqrt{s}}{2k_1} \xi\right)}$$

2. if $k_2 \neq 0, f = k_1 - k_3$ and $s = k_2^2 + 4k_4(k_1 - k_3) < 0$, then

$$\Phi(\xi) = \frac{k_2}{2f} + \frac{\sqrt{-s} C_1 \sin\left(\frac{\sqrt{-s}}{2k_1} \xi\right) + C_2 \cos\left(\frac{\sqrt{-s}}{2k_1} \xi\right)}{C_1 \cos\left(\frac{\sqrt{-s}}{2k_1} \xi\right) + C_2 \sin\left(\frac{\sqrt{-s}}{2k_1} \xi\right)}$$

3. if $k_2 \neq 0, f = k_1 - k_3$ and $s = k_2^2 + 4k_4(k_1 - k_3) = 0$, then

$$\Phi(\xi) = \frac{k_2}{2f} + \frac{C_2}{C_1 + C_2 \xi}$$

4. if $k_2 = 0, f = k_1 - k_3$ and $g = fk_4 > 0$, then

$$\Phi(\xi) = \frac{\sqrt{g} C_1 \sinh\left(\frac{\sqrt{g}}{k_1} \xi\right) + C_2 \cosh\left(\frac{\sqrt{g}}{k_1} \xi\right)}{f C_1 \cosh\left(\frac{\sqrt{g}}{k_1} \xi\right) + C_2 \sinh\left(\frac{\sqrt{g}}{k_1} \xi\right)}$$

5. if $k_2 = 0, f = k_1 - k_3$ and $g = fk_4 < 0$, then

$$\Phi(\xi) = \frac{\sqrt{-g} C_1 \sin\left(\frac{\sqrt{-g}}{k_1} \xi\right) + C_2 \cos\left(\frac{\sqrt{-g}}{k_1} \xi\right)}{f C_1 \cos\left(\frac{\sqrt{-g}}{k_1} \xi\right) + C_2 \sin\left(\frac{\sqrt{-g}}{k_1} \xi\right)}$$

6. if $k_4 = 0$ and $f = k_1 - k_3$, then

$$\Phi(\xi) = \frac{C_1 k_2^2 \exp\left(\frac{-k_2}{k_1} \xi\right)}{f k_1 + C_1 k_1 k_2 \exp\left(\frac{-k_2}{k_1} \xi\right)}$$

7. if $k_2 \neq 0$ and $f = k_1 - k_3 = 0$, then

$$\Phi(\xi) = -\frac{k_4}{k_2} + C_1 \exp\left(\frac{k_2}{k_1} \xi\right)$$

8. if $k_1 = k_3$, $k_2 = 0$ and $f = k_1 - k_3 = 0$, then

$$\Phi(\xi) = C_1 + \frac{k_4}{k_1} \xi$$

9. if $k_3 = 2k_1$, $k_2 = 0$ and $k_4 = 0$, then

$$\Phi(\xi) = -\frac{1}{C_1 + \left(\frac{k_3}{k_1} - 1\right) \xi}$$

3.Application

The coupled potential KdV equation were considered as follows (Yan, 2001),

$$\begin{aligned} u_t - u_{xxx} - 3uu_{xx} + 3vu_{xx} - 3u_x^2 - 3u^2u_x + 6uvu_x - 3v^2u_x &= 0 \\ v_t - v_{xxx} + 3uv_{xx} - 3vv_{xx} - 3v_x^2 - 3u^2v_x + 6uvv_x - 3v^2v_x &= 0 \end{aligned} \tag{5}$$

If $u(x, t) = u(\xi)$, $\xi = x - \mu t$ conversion is used, the (5) equation becomes the following ordinary differential equation,

$$\begin{aligned} -\mu u' - u''' - 3uu'' + 3vu'' - 3(u')^2 - 3u^2u' + 6uvu' - 3v^2u' &= 0 \\ -\mu v' - v''' + 3uv'' - 3vv'' - 3(v')^2 - 3u^2v' + 6uvv' - 3v^2v' &= 0 \end{aligned} \tag{6}$$

When balancing u''' with vu'' and uvu' , v''' with uv'' and uvv' then gives $m_1 = 1$ and $m_2 = 1$. The solutions are as follows,

$$\begin{aligned} u(\xi) &= d_0 + d_1\Phi(\xi) + e_1\Phi(\xi)^{-1} \\ v(\xi) &= f_0 + f_1\Phi(\xi) + g_1\Phi(\xi)^{-1} \end{aligned} \tag{7}$$

If Eq. (7) is substituted in Eq. (6), we have a system of algebraic equations for $d_0, d_1, e_1, f_0, f_1, g_1, k_1, k_2, k_3, k_4$ and μ . These algebraic equations system are as follows

$$\begin{aligned} -\mu e_1 - 3d_0^2e_1 - 3e_1^2 - 3d_1e_1^2 + 6d_0e_1f_0 - 3e_1f_0^2 + 6e_1^2f_1 - 6e_1f_1g_1 + 3d_1g_1^2 + \frac{3d_0e_1k_2}{k_1} - \frac{3f_0e_1k_2}{k_1} - \\ \frac{6d_0e_1f_1k_2}{k_1} + \frac{6f_0e_1f_1k_2}{k_1} + \frac{6d_0d_1g_1k_2}{k_1} - \frac{6f_0d_1g_1k_2}{k_1} - \frac{e_1k_2^2}{k_1^2} + \frac{3e_1f_1k_2^2}{k_1^2} + \frac{3d_1g_1k_2^2}{k_1^2} + \frac{\mu e_1k_3}{k_1} + \frac{3d_0^2e_1k_3}{k_1} + \frac{6e_1^2k_3}{k_1} + \\ \frac{3d_1e_1^2k_3}{k_1} - \frac{6d_0e_1f_0k_3}{k_1} + \frac{3e_1f_0^2k_3}{k_1} - \frac{6e_1^2f_1k_3}{k_1} + \frac{6e_1g_1f_1k_3}{k_1} - \dots \end{aligned} \tag{8}$$

If the system is solved, the coefficients are found as

Case 1.

$$e_1 = 0, f_0 = d_0, k_4 = 0, k_2 \neq 0, k_1 \neq 0, k_3 \neq 0, g_1 = 0, f_1 = d_1, k_3 = \frac{1}{2}(2k_1 - d_1k_1),$$

$$\mu = -\frac{k_2^2}{k_1^2}, d_1 \neq 0$$

Solution 1.

$$u(x, t) = d_0 + \frac{k_2}{k_1} + \frac{\left(\sinh \left[\frac{\sqrt{k_2^2(k_1^2x+k_2^2t)}}{2k_1^3} \right] C_1 + \cosh \left[\frac{\sqrt{k_2^2(k_1^2x+k_2^2t)}}{2k_1^3} \right] C_2 \right) \sqrt{k_2^2}}{\left(\cosh \left[\frac{\sqrt{k_2^2(k_1^2x+k_2^2t)}}{2k_1^3} \right] C_1 + \sinh \left[\frac{\sqrt{k_2^2(k_1^2x+k_2^2t)}}{2k_1^3} \right] C_2 \right) k_1} \tag{9}$$

$$v(x, t) = d_0 + \frac{k_2}{k_1} + \frac{\left(\sinh \left[\frac{\sqrt{k_2^2(k_1^2x+k_2^2t)}}{2k_1^3} \right] C_1 + \cosh \left[\frac{\sqrt{k_2^2(k_1^2x+k_2^2t)}}{2k_1^3} \right] C_2 \right) \sqrt{k_2^2}}{\left(\cosh \left[\frac{\sqrt{k_2^2(k_1^2x+k_2^2t)}}{2k_1^3} \right] C_1 + \sinh \left[\frac{\sqrt{k_2^2(k_1^2x+k_2^2t)}}{2k_1^3} \right] C_2 \right) k_1} \tag{10}$$

Case 2.

$$e_1 = 0, f_0 = d_0, f_1 = d_1, g_1 = 0, k_2 = 0, k_3 = \frac{1}{2}(2k_1 - d_1k_1), k_1(-k_1 + k_3) \neq 0, \mu = -\frac{2d_1k_4}{k_1}$$

Solution 2.

$$u(x, t) = d_0 + \frac{\sqrt{2} \left(-\sin \left[\frac{\sqrt{-d_1k_1k_4}(xk_1+2td_1k_4)}{\sqrt{2}k_1^2} \right] C_1 + \cos \left[\frac{\sqrt{-d_1k_1k_4}(xk_1+2td_1k_4)}{\sqrt{2}k_1^2} \right] C_2 \right) \sqrt{-d_1k_1k_4}}{\left(\cos \left[\frac{\sqrt{-d_1k_1k_4}(xk_1+2td_1k_4)}{\sqrt{2}k_1^2} \right] C_1 + \sin \left[\frac{\sqrt{-d_1k_1k_4}(xk_1+2td_1k_4)}{\sqrt{2}k_1^2} \right] C_2 \right) k_1} \tag{11}$$

$$v(x, t) = d_0 + \frac{\sqrt{2} \left(-\sin \left[\frac{\sqrt{-d_1k_1k_4}(xk_1+2td_1k_4)}{\sqrt{2}k_1^2} \right] C_1 + \cos \left[\frac{\sqrt{-d_1k_1k_4}(xk_1+2td_1k_4)}{\sqrt{2}k_1^2} \right] C_2 \right) \sqrt{-d_1k_1k_4}}{\left(\cos \left[\frac{\sqrt{-d_1k_1k_4}(xk_1+2td_1k_4)}{\sqrt{2}k_1^2} \right] C_1 + \sin \left[\frac{\sqrt{-d_1k_1k_4}(xk_1+2td_1k_4)}{\sqrt{2}k_1^2} \right] C_2 \right) k_1} \tag{12}$$

$$u(x, t) = d_0 + \frac{\sqrt{2} \left(\sinh \left[\frac{\sqrt{d_1k_1k_4}(xk_1+2td_1k_4)}{\sqrt{2}k_1^2} \right] C_1 + \cosh \left[\frac{\sqrt{d_1k_1k_4}(xk_1+2td_1k_4)}{\sqrt{2}k_1^2} \right] C_2 \right) \sqrt{d_1k_1k_4}}{\left(\cosh \left[\frac{\sqrt{d_1k_1k_4}(xk_1+2td_1k_4)}{\sqrt{2}k_1^2} \right] C_1 + \sinh \left[\frac{\sqrt{d_1k_1k_4}(xk_1+2td_1k_4)}{\sqrt{2}k_1^2} \right] C_2 \right) k_1} \tag{13}$$

$$v(x, t) = d_0 + \frac{\sqrt{2} \left(\text{Sinh} \left[\frac{\sqrt{d_1 k_1 k_4} (x k_1 + 2t d_1 k_4)}{\sqrt{2} k_1^2} \right] C_1 + \text{Cosh} \left[\frac{\sqrt{d_1 k_1 k_4} (x k_1 + 2t d_1 k_4)}{\sqrt{2} k_1^2} \right] C_2 \right) \sqrt{d_1 k_1 k_4}}{\left(\text{Cosh} \left[\frac{\sqrt{d_1 k_1 k_4} (x k_1 + 2t d_1 k_4)}{\sqrt{2} k_1^2} \right] C_1 + \text{Sinh} \left[\frac{\sqrt{d_1 k_1 k_4} (x k_1 + 2t d_1 k_4)}{\sqrt{2} k_1^2} \right] C_2 \right) k_1} \quad (14)$$

Case 3.

$$e_1 = g_1, f_0 = d_0, k_2 = 0, e_1 \neq 0, d_1 = 0, k_4 = 0, f_1 = 0, k_1(-k_1 + k_3) \neq 0, \mu = -\frac{3(e_1 k_1 - e_1 k_3)}{k_1}$$

Solution 3.

$$u(x, t) = d_0 + e_1(-x - C_1 + 3e_1 t) \quad (15)$$

$$v(x, t) = d_0 + e_1(-x - C_1 + 3e_1 t) \quad (16)$$

Case 4.

$$e_1 = 0, f_0 = d_0, f_1 = d_1, k_2 = 0, g_1 = 0, k_1 = k_3, k_1 k_4 \neq 0, \mu = -\frac{3d_1 k_4}{k_1}, d_1 \neq 0$$

Solution 4.

$$u(x, t) = d_0 + d_1 \left(C_1 + \frac{k_4(k_1 x + 3d_1 k_4 t)}{k_1^2} \right) \quad (17)$$

$$v(x, t) = d_0 + d_1 \left(C_1 + \frac{k_4(k_1 x + 3d_1 k_4 t)}{k_1^2} \right) \quad (18)$$

Case 5.

$$d_1 = 0, f_1 = 0, g_1 = e_1, k_2 = 0, k_4 = 0, k_1(-k_1 + k_3) \neq 0, -d_0 e_1 + e_1 f_0 \neq 0, \mu = -\frac{3(d_0^2 k_1 + e_1 k_1 - 2d_0 f_0 k_1 + f_0^2 k_1 - e_1 k_3)}{k_1}$$

Solution 5.

$$u(x, t) = d_0 + e_1(-x - C_1 - 3(d_0^2 - e_1 - 2d_0 f_0 + f_0^2)t) \quad (19)$$

$$v(x, t) = 3e_1^2 t + f_0 - e_1(x + C_1 + 3d_0^2 t - 6d_0 f_0 t + 3f_0^2 t) \quad (20)$$

4. Explanations and Graphical Representations of The Obtained Some Solutions

The graphical performance of found some solutions are demonstrated Figs. 1-4. These figures have the following physical explanations

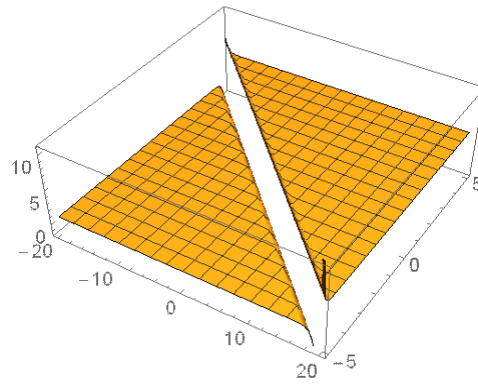


Figure 1. The 3 Dimensional surfaces of Eq. (9) for $k_1 = 1, k_2 = 2, d_0 = 1, C_1 = 2, C_2 = 3$.

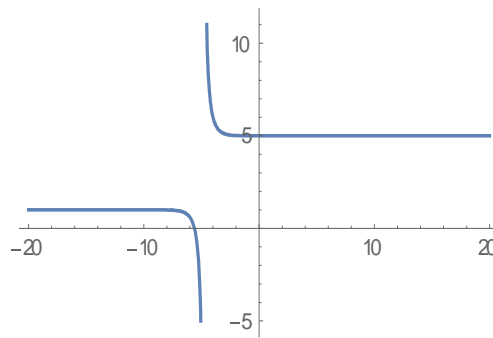


Figure 2. The 2 Dimensional surfaces of Eq. (9) for $k_1 = 1, k_2 = 2, d_0 = 1, C_1 = 2, C_2 = 3$ and $t = 1$.

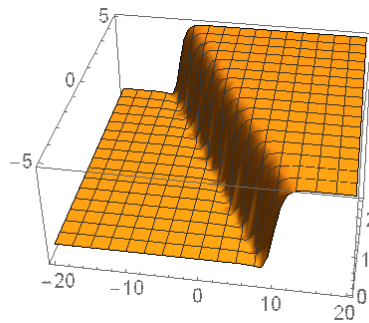


Figure 3. The 3 Dimensional surfaces of Eq. (11) for $k_1 = 1, k_4 = 2, d_0 = 1, d_1 = 1, C_1 = 3, C_2 = 2$.

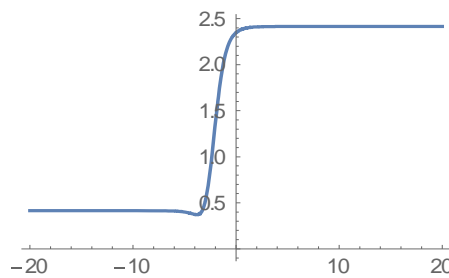


Figure 4. The 2 Dimensional surfaces of Eq. (11) for $k_1 = 1, k_4 = 2, d_0 = 1, d_1 = 1, C_1 = 3, C_2 = 2$ and $t = 1$.

The coupled potential KdV-equation: The shapes of Eqs.(9)-(11) are represented in Figures 1-4 within the intervals $-20 \leq x \leq 20$, $-5 \leq t \leq 5$.

5. Conclusions

The Generalized $\left(\frac{G'}{G}\right)$ - Expansion Method were used for some soliton wave solution the coupled potential KdV-equation. Some nonlinear partial differential equations were solved by this method. It can be solved similarly in a number of nonlinear partial differential equations.

References

- Bock, T.L. and Kruskal, M.D. (1979). "A two-parameter Miura transformation of the Benjamin-Ono equation", *Physics Letters A*, 74, 173-176.
- Cariello, F. and Tabor, M. (1989). "Painleve expansions for nonintegrable evolution equations", *Physica D*, 39, 77-94.
- Chen, H. T. and Hong-Qing, Z. (2004). "New double periodic and multiple soliton solutions of the generalized (2+1)-dimensional Boussinesq equation", *Chaos Solitons and Fractals*, 20, 765-769.
- Chen, Y., Wang, Q. and Li, B. (2004). "Jacobi elliptic function rational expansion method with symbolic computation to construct new doubly periodic solutions of nonlinear evolution equations", *Zeitschrift für Naturforschung A*, 59, 529-536.
- Chen, Y. and Yan, Z. (2006). "The Weierstrass elliptic function expansion method and its applications in nonlinear wave equations", *Chaos Solitons and Fractals*, 29, 948-964.
- Chuntao, Y. (1996). "A simple transformation for nonlinear waves", *Physics Letters A*, 224, 77-84.
- Chen, H. and Zhang H., (2004). "New multiple soliton solutions to the general Burgers-Fisher equation and the Kuramoto-Sivashinsky equation", *Chaos Solitons and Fractals*, 19, 71-76.
- Clarkson, P.A. (1989). "New similarity solutions for the modified boussinesq equation", *Journal of Physics A: Mathematical and General*, 22, 2355-2367.
- Elwakil, S. A., El-labany, S.K., Zahran, M.A. and Sabry, R. (2002). "Modified extended tanh-function method for solving nonlinear partial differential equations", *Physics Letters A*, 299, 179-188.
- Fan, E. (2000a). "Two new application of the homogeneous balance method", *Physics Letters A*, 265, 353-357.
- Fan, E. (2000b). "Extended tanh-function method and its applications to nonlinear equations", *Physics Letters A*, 277, 212-218.
- Fu, Z., Liu S. And Zhao, Q. (2001). "New Jacobi elliptic function expansion and new periodic solutions of nonlinear wave equations", *Physics Letters A*, 290, 72-76.
- Guo, S. and Zhou, Y. (2010). "The extended $\left(\frac{G'}{G}\right)$ -exnsion method and its applications to the Whitham-Broer-Kaup-like equations and coupled Hirota-Satsuma KdV equations", *Applied Mathematics and Computation*, 215, 3214-3221.
- Khater, M.M.A. (2015). "Extended $\text{Exp}(-\varphi(\xi))$ -Expansion Method for Solving the Generalized Hirota-Satsuma Coupled KdV System", *Global Journal of Science Frontier Research: F Mathematics and Decision Sciences*, 15, 7, Version 1.0.
- Li, L., Li, E. and Wang, M. (2010). "The $\left(\frac{G'}{G}, \frac{1}{G}\right)$ -expansion method and its application to travelling wave solutions of the Zakharov equations", *Applied Mathematics-A Journal of Chinese Universities*, 25, 454-462.
- Lü, H. L., Liu, X. Q. and Niu, L. (2010). "A generalized $\left(\frac{G'}{G}\right)$ -expansion method and its applications to nonlinear evolution equations", *Applied Mathematics and Computation*, 215, 3811-3816.
- Malfliet, W. (1992). "Solitary wave solutions of nonlinear wave equations", *American Journal of Physics*, 60, 650-654.

- Manafian, J. (2016). "Optical soliton solutions for Schrödinger type nonlinear evolution equations by the tan $\left(\frac{G(\varphi)}{2}\right)$ – expansion Method", *Optik*, 127, 4222-4245.
- Manafian, J., Aghdaei, M.F., Khalilian, M. and Jeddi, R.S. (2017) .“Application of the generalized G'/G -expansion method for nonlinear PDEs to obtaining soliton wave solution”, *Optik*, 135, 395–406.
- Shen, S. and Pan, Z. (2003). “A note on the Jacobi elliptic function expansion method”, *Physics Letters A*, 308, 143-148.
- Wang, M., Li, X. and Zhang, J. (2008) .“The $\left(\frac{G'}{G}\right)$ -expansion method and travelling wave solutions of nonlinear evolutions equations in mathematical physics”, *Physics Letters A*, 372, 417-423.
- Yan, Z. (2001).“New explicit travelling wave solutions for two new integrable coupled nonlinear evolution equations”, *Physics Letters A*, 292, 100-106.

Elektrokardiyografi Sinyallerinde Deneysel Mod Ayrıştırma Ve Geliştirilmiş Karar Ağaçları Kullanarak Aritmi Tespiti

Özgür TOMAK^{1*}

¹Giresun Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, Giresun, Türkiye

*Sorumlu Yazar: ozgur.tomak@giresun.edu.tr

Geliş Tarihi: 29.03.2019

Kabul Tarihi: 23.05.2019

Öz

Günümüzde ölüme neden olan kalp hastalıkları yaygınlaşmıştır. Elektrokardiyografi bu hastalıkların teşhis aşamasında sıkça kullanılan biyomedikal bir sinyaldir. Bu çalışmada, EKG incelemesi sonucunda aritmiyi saptamada kullanılacak bir teknik önerilmiştir. Aritmiyi tespit için, Deneysel Mod Ayrıştırma ve de Tekil Değerlere Ayrıştırma kullanıldı. Deneysel Mod Ayrıştırma durağan, doğrusal olmayan serileri analiz için uygun bir tekniktir ve yerel düzeyindeki salınım sinyallerini kullanır. Sinyalleri, İç Mod Fonksiyonları adındaki salınım yapılarına ayırır. Tekil Değerlere Ayrıştırma ise karmaşık veri setlerinin boyutlarını küçültülmede kullanılan bir cebirsel yöntemdir ve gürültü etkilerini azaltmada kullanılmıştır. Gürültünün etkisinin azaltılmasından ve uygun öz niteliklerin elde edilmesinden sonra, Sınıflandırma, Geliştirilmiş Karar Ağaçları kullanılarak yapıldı. Sınıflandırmanın performansını değerlendirmede doğruluk, duyarlılık ve özgünlük değerleri hesaplandı.

Anahtar Kelimeler: Elektrokardiyografi (EKG), Deneysel Mod Ayrıştırma, Tekil Değerlere Ayrıştırma, Geliştirilmiş Karar Ağaçları, Aritmi.

Arrhythmia Detection Using Empirical Mode Decomposition and Boosted Trees in Electrocardiography Signals

Abstract

Nowadays, heart diseases that cause death have become widespread. Electrocardiography is a biomedical signal commonly used in the diagnosis of these diseases. In this study, a technique which can be used for detecting arrhythmia as a result of ECG examination is proposed. In order to detect arrhythmia, Empirical Mode Decomposition and Singular Value Decomposition were used. Empirical Mode Decomposition is an appropriate technique for analysis of the stationary, non-linear series and uses oscillation signals at the local levels. It separates the signals into oscillation structures called Intrinsic Mode Functions. Singular Value Decomposition is an algebraic method used to reduce the size of complex data sets and is used to reduce noise effects. After reducing the effect of noise and obtaining the appropriate features, the classification was made by using Boosted Trees. Accuracy, sensitivity, and specificity values were calculated to evaluate the performance of the classification.

Keywords: Electrocardiography (ECG), Empirical Mode Decomposition, Singular Value Decomposition, Boosted Trees, Arrhythmia.

1. Giriş

Aritmi tespitini genelde tecrübelerine dayanarak doktorlar yapmaktadır ancak bugünlerde akıllı saatler gibi donanımlar ve gelişmiş yazılımlar kullanarak doktora gitmeye gerek kalmaksızın bazı aritmi türlerini yüksek doğrulukla tespit edilebilmektedir. Bu alanda yapılan pek çok çalışma bulunmaktadır. Deneysel Mod Ayırıştırma (DMA) tekniği EKG sinyallerindeki gürültüyü kaldırmada kullanılabilir. Bu tarz çalışmalardan birisinde Weng ve arkadaşları DMA tabanlı bir yöntem ile yüksek frekanslı gürültüyü minimum sinyal bozulması ile kaldırmayı hedeflenmiştir (Weng ve ark., 2006). Yöntem, MIT-BIH veri tabanlarının kullanıldığı deneylerle doğrulanmıştır. Blanco-Velasco ve arkadaşları DMA yönteminden yararlanan yeni bir EKG geliştirme tekniği önerdiler (Blanco ve ark., 2008). Önerilen teknik, yüksek frekanslı gürültüyü ve taban sapmasını minimum sinyal bozulması ile kaldırabilmektedir. Teknik, MIT-BIH veri tabanlarının kullanıldığı deneylerle doğrulanmıştır. Slimane ve Naït-Ali, QRS bölgesinin tespiti amacıyla yeni bir DMA tabanlı bir algoritma sundular (Slimane ve Naït-Ali, 2010). Bu algoritma yüksek geçişli bir filtre, sinyalin DMA ayırıştırması, doğrusal olmayan bir dönüşüm, bir entegrasyon ve son olarak düşük geçişli bir filtre kullanır. Önerilen algoritmanın yüksek algılama performanslarına ulaştığı görülmüştür. Labate ve arkadaşları tek kanallı EKG'yi işleyerek solunum sinyalinin dalga biçimini yeniden yapılandırmışlardır (Labate ve ark., 2013). Bu hedeflere ulaşmak için, DMA ve dalgacık analizi gibi EKG sinyalinin uygun fonksiyon tabanlarına ayrıştırılması için iki teknik kullandılar. Sonuçlar ayrıca her iki algoritmanın da solunum dalgası biçimini yeniden yapılandırabildiğini göstermektedir, bununla birlikte DMA önceden seçilmiş bir fonksiyona ihtiyaç duymadan sinyali ayırıştırabilmektedir. Dalgacık analizinde ise bir ana dalgacık seçilmesi gerekmektedir. Pal ve Mitra, DMA tekniğini kullanan EKG sinyal geliştirme ayrıca QRS tespit algoritmasını geliştirmişler (Pal ve Mitra, 2017). DMA tekniği ayırıştırma çıkışı olarak İç Mod Fonksiyonlarını (İMF) üreten tam uyarlamalı bir sinyal ayırıştırma tekniğidir. QRS kompleksini ifade eden bir dizi İMF seçilir ve QRS geliştirmesi nedeniyle doğrusal olmayan bir dönüşüm yapılmasıyla, sürecin algılamanın doğruluğunu artırdığı tespit edildi. DMA genellikle EEG sinyallerinin sınıflandırılmasında kullanılmıştır. Bu çalışmalardan birisinde Bajaj ve Pachori İMF'lerden hesaplanan genlik modülasyon bant genişliği ve frekans modülasyon bant genişliği bilgisini destek vektör makine yöntemine giriş olarak verip nöbet geçiren ve geçirmeyen hastaları sınıflandırdılar (Bajaj ve Pachori, 2012). Uygun İMF seçimi ve Morlet dalgacığını kullanarak % 99.5-100 (minimum- maksimum) başarı elde ettiler.

2. Materyal ve Metot

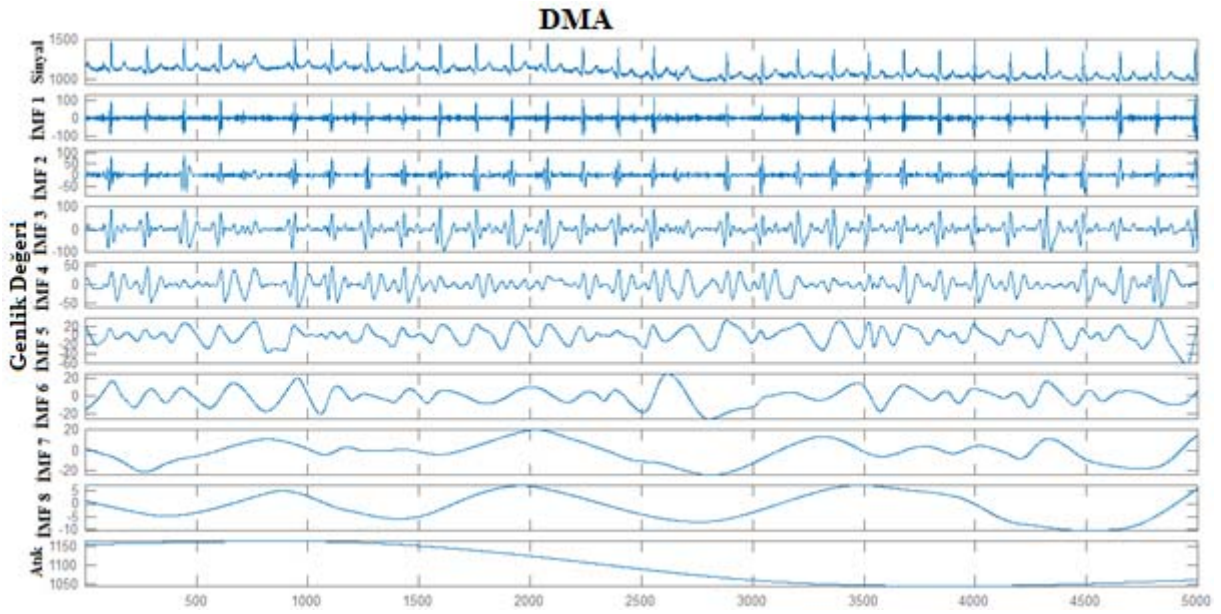
Yapılan çalışmada aritminin tespiti için DMA kullanılarak öznelikler elde edilmektedir. Tekil Değerlere Ayırıştırma (TDA) ile gürültü etkilerini azaltmaktadır. Sınıflandırma aşamasında ise Geliştirilmiş Karar Ağaçları kullanılmıştır. ST-Petersburg Enstitüsü Kardiyolojik veri tabanı analizler için tercih edilmiştir. Bu veri tabanı 32 adet Holter kaydı ve 75 açıklama içeren kayıt dosyasından meydana gelmektedir. Her kayıt 257 Hz'de örneklenmiştir ve 30 dakika süresindeki 12 kanal içermektedir (Goldberger ve ark., 2000).

2.1. Deneysel Mod Ayırıştırma

DMA durağan ve doğrusal olmayan serileri analiz etmede kullanılan uygun bir tekniktir ve yerel salınım düzeyindeki salınım sinyalleri kullanılmaktadır. Sinyaller, İMF'leri bazı salınım yapılarına ayrıştırılır (McDonald ve ark., 2007). DMA algoritmasında ilk olarak giriş sinyalinde yerel tepe noktaları bulunur. Yerel maksimum noktasındaki 3. derece bir eğriyi alarak üst sarma eğrisi oluşturulur. Yerel minimum noktasındaki 3. derece bir eğriyi alarak alt sarma eğrisi oluşturulur. Üst ve alt sarma eğrilerine ait ortalamalar hesaplanır. Bu ortalamalar giriş sinyalinden çıkartılarak sinyale ait düşük frekanslı bileşen ortadan kaldırılmaktadır. Elde ettiğimiz sinyal İMF ise işlem sonlandırılır. Eğer İMF değilse işlemler yeni sinyal için tekrarlanır. Sinyalin İMF olup olmadığını anlamak için İMF koşullarına bakarız. İMF koşullarının ilkinde sinyale ait sıfır geçişleri tepe sayısına eşit veya bir fazladır. İkinci koşulda yerel minimum ve de maksimum tarafından belirlenmiş sarma eğrileri simetrik olur. Bu tekniğin önemli avantajlarından birisi de, üretilen İMF'ler Hilbert dönüşümüyle geçici uzay verilerinden zaman frekans alanına dönüştürülebilir olmasıdır. Bir $x(t)$ fonksiyona ait Hilbert dönüşümü, $y(t)$, aşağıda denklem 1'deki gibi yapılabilir (McDonald ve ark., 2007).

$$y(t) = H[x(t)] = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{x(\tau)}{t-\tau} d\tau \quad (1)$$

Hilbert spektrum grafiği için, sinyalin İMF'lerine ihtiyacımız vardır. İMF'lerini ve sinyalin atıklarını hesaplamada DMA kullanıldı. İnterpolasyon yöntemi olarak pchip tercih edildi. Örnek ayırıştırma Şekil 1'de verilmektedir.



Şekil 1. Deneysel Mod Ayrıştırma ve İç Mod Fonksiyonları

2.2. Tekil Değerlere Ayrıştırma

TDA, karmaşık veri setimizin boyutunda küçültülme için uygulanmış bir cebirsel tekniktir. TDA'nın asıl uygulamaları matrisin temel alt uzaylarını bulmak, normu hesaplamak, sözde ters matris hesaplaması, düşük derece yaklaşık yapının elde edilmesidir (Lagerlund ve ark., 1997). Bu teknik sayesinde eğitim ve sınıflandırmada kullanılan süre kısalmaktadır. Her $M * N$ boyutlu A matrisi denklem 2'deki gibi ayrıştırılabilir.

$$A = UDV^T \quad (2)$$

D , köşegen, gerçek ve negatif olmayan bir $N \times N$ matris, U , AA^T özvektörleri tarafından hesaplanan ortogonal bir $M \times M$ matris ve V , AA^T özvektörleri tarafından hesaplanan ortogonal bir $N \times N$ matrisdir.

2.3. Sınıflandırma

Geliştirilmiş Karar Ağaçları kullanırken tercih ettiğimiz topluluk yöntemi AdaBoostM1'dir. AdaBoost'un eğitim sürecinde, modelde performansı artıran özellikler seçilerek yürütmenin süresini geliştirebilir (Freund ve Schapire, 1997). Algoritma, sırayla öğrenmektedir. İndeks t ile her öğrenci için, AdaBoostM1 ağırlıklı sınıflandırma hatasını hesaplar ve denklem 3 ile verilmiştir.

$$\varepsilon_t = \sum_{n=1}^N d_n^{(t)} I(y_n \neq h_t(x_n)) \quad (3)$$

x_n , n gözlem için belirleyici değerlerin bir vektörüdür.

y_n , gerçek sınıf etiketidir.

h_t , indeks t ile öğrencinin (hipotez) tahminidir.

I , gösterge fonksiyonudur.

$d_n^{(t)}$, t adımında n gözleminin ağırlığıdır.

AdaBoostM1, daha sonra, öğrenci t tarafından yanlış sınıflandırılan gözlemler için ağırlıkları artırır ve öğrenci t tarafından doğru şekilde sınıflandırılan gözlemler için ağırlıkları azaltır. Bir sonraki öğrenci t + 1 daha sonra güncellenmiş ağırlıklar ile veriler üzerinde eğitilir.

Eğitim bittikten sonra, AdaBoostM1 kullanarak yeni veri için sınıf tahmini yapar. Bu süreç denklem 4 ve 5’de verilmiştir.

$$f(x) = \sum_{t=1}^T \alpha_t h_t(x) \quad (4)$$

$$\alpha_t = \frac{1}{2} \log \frac{1-\varepsilon_t}{\varepsilon_t} \quad (5)$$

AdaBoostM1 tarafından yapılan eğitim, üstel kaydın kademeli olarak en aza indirilmesi olarak görülebilir ve indirilmesi gereken fonksiyon denklem 6’da verilmiştir.

$$\sum_{n=1}^N w_n \exp(-y_n f(x_n)) \quad (6)$$

Burada y_n gerçek sınıf etiketidir.

w_n normalize edilmiş gözlem ağırlıklarıdır.

$f(x_n)$ tahmini sınıflandırma skorudur.

Çoğu zaman AdaBoostM1 sığ ağaçlarla kullanılır. Öğrenme oranını daha düşük bir sayıya ayarlarsanız, topluluk daha yavaş bir hızda öğrenir, ancak daha iyi bir çözüme yaklaşabilir. 0.1,

öğrenme oranı için popüler bir seçimdir. 1'den az bir oranda öğrenmek genellikle büzülme olarak adlandırılır.

Sahte kayıpları yorumlamak, sınıflandırma hatasından daha zordur, ancak fikir aynıdır. Sözde kayıp, bir topluluktaki herhangi bir öğrencinin sınıflandırma doğruluğu ölçüsü olarak kullanılabilir. Sözde kayıp genellikle AdaBoostM1 için ağırlıklı sınıflandırma hatasıyla aynı davranışı gösterir. Güçlendirilmiş bir topluluktaki ilk birkaç öğrenci düşük yalancı kayıp değerleri verir. İlk birkaç eğitim aşamasından sonra, topluluk daha yavaş bir tempoda öğrenmeye başlar ve kayıp değeri 0,5'ten aşağıya doğru yaklaşır (Freund ve Schapire, 1997).

Uygulanabilirlik, hafızanın az kullanımı, artan tahmin hızından dolayı tercih edilmektedir. Fakat etkili bir tahmin için, fazla miktarda topluluk üyelerine ihtiyaç duyabilir. Öğrenme şekli olarak karar ağacı kullanıldı. Karar ağacı, hızlı sınıflandırma için tercih edilebilecek en iyi seçeneklerden birisidir. Yorumlanması kolaydır. Maksimum bölünme sayısını kullanarak ağacın derinliğini belirleyebiliriz. Model esnekliği öğrenen sayısının artmasıyla artar. Fakat öğrenen sayısını artarsa modelin sınıflandırmakta kullandığı zaman ihtiyacı artacaktır.

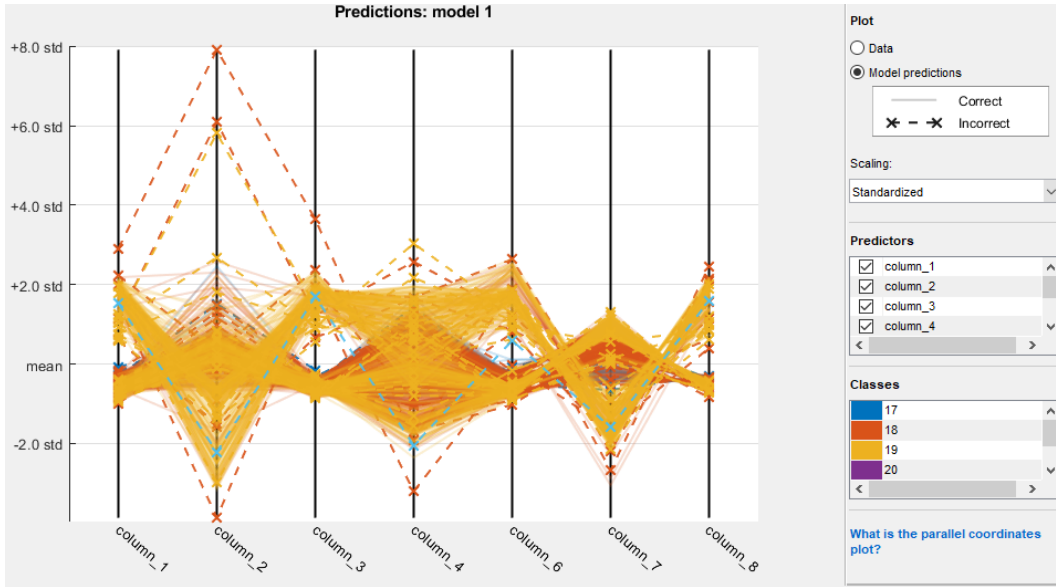
Sınıflandırma yönteminin performansını değerlendirmede doğruluk, duyarlılık ve özgünlük, kullanılmıştır. Doğruluk(D), özgünlük(Ö) ve hassaslık(H) matematiksel ifadeleri Denklem 7-9'da verilmektedir. Burada TP gerçek pozitif değeri, FP yanlış pozitif değeri, TN gerçek negatif değeri ve FN yanlış negatif değeri ifade etmektedir(Tomak ve Kayıkçıoğlu, 2018).

$$H = \frac{TP}{TP+FN} \quad (7)$$

$$\text{Ö} = \frac{TN}{TN+FP} \quad (8)$$

$$D = \frac{TP+TN}{TP+FP+FN+TN} \quad (9)$$

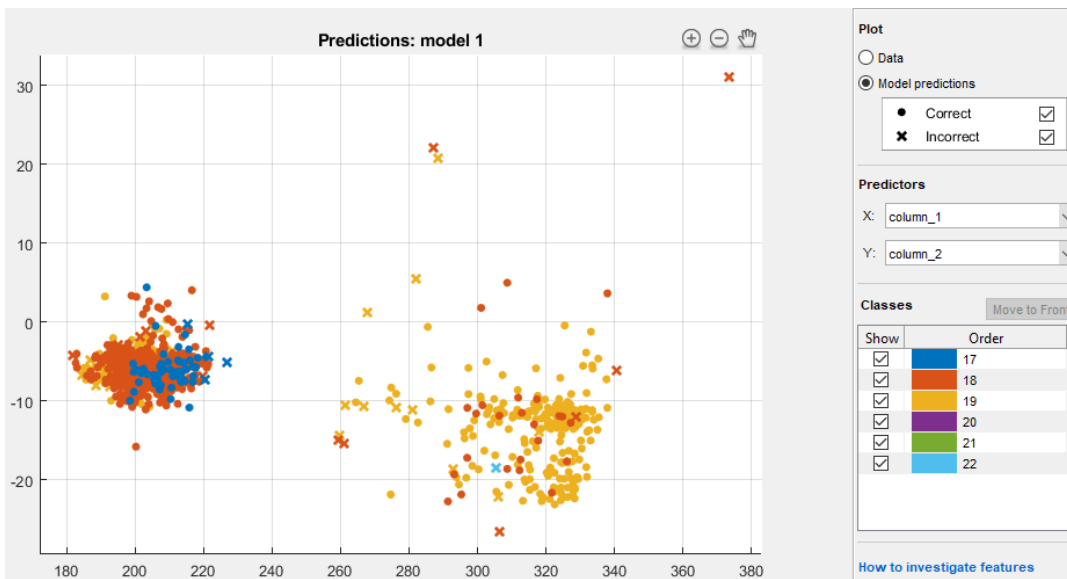
Paralel Koordinat Çizimleri Şekil 2'de verilmiştir. Böylece birçok değişkeni birlikte karşılaştırabiliriz ve aralarındaki ilişkileri görebiliriz. Paralel Koordinat Çizimlerinde, her bir değişkene kendi ekseni veririz ve tüm eksenleri birbirine paralel olarak yerleştiririz. Her bir eksen farklı bir ölçü biriminde çalıştığından her eksen farklı bir ölçek alabilir veya tüm ölçekleri eşit tutmak için tüm eksenler normalleştirilebiliriz. Değerler, tüm eksenlere bağlanan bir dizi çizgi olarak çizilir.



Şekil 2. Verilere ait Paralel Koordinat Çizimleri.

3. Bulgular ve Tartışma

ST-Petersburg Enstitüsü Kardiyolojik veri tabanından alınan 175497 kalp atışını içeren sinyaller rastgele ve eşit sayıda eğitim ve test kümelerine ayrılır ve sonra önışleme öznitelik çıkarımı ve sınıflandırma yapılmaktadır. Eğitim kümesindeki verilerimiz aritmi içeren ve de içermeyen veriler şeklinde etiketlendi. Öznitelikler elde edilirken DMA, gürültüyü bastırmada TDA, sınıflandırmada ise Geliştirilmiş Karar Ağaçları kullanıldı. MATLAB kullanılarak yapılan simülasyonlar sonucunda % 92.47'lük doğruluk % 95.71 duyarlılık ve % 88.62 özgünlük elde edildi. Bu verilerin dağılımı ve sınıflandırmasına ait dağılım grafiği Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Verilerin dağılımı ve sınıflandırmasına ait dağılım grafiği

4. Sonuçlar ve Öneriler

DMA ile öznelikleri oluşturup Geliştirilmiş Karar Ağaçları ile sınıflandırma yaptığımız sisteme ait sonuçlar başarılıdır ve geliştirilecek aritmi tespit sistemlerinde kullanılabilir. TDA kullanımı gürültü etkilerini azaltmanın yanında eğitim ve sınıflandırmada kullanılan süreyi kısaltmaktadır. Benzer çalışmalarda DMA özellik olarak genelde EEG sinyallerini sınıflandırmada kullanılmıştır ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir mesela Bajaj ve Pachori 2012’de uygun parametre seçimiyle %100’e ulaşan başarı elde etmişlerdir ancak bu tekniğin EKG sinyallerinin sınıflandırmasında kullanıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. EKG sinyallerini sınıflandırmada kullanılan diğer yöntemlere yakın başarı seviyelerine sahiptir ve TDA kullanımı ile başarıyı ve süre konusunda iyileşme sağlanmıştır. Algoritmanın optimizasyonu süreyi daha da kısaltabilecektir böylece gerçek zamanlı analizler için uygun hale getirilebilir

Kaynaklar

- Bajaj, V., & Pachori, R. B. (2012). Classification of seizure and nonseizure EEG signals using empirical mode decomposition. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 16(6), 1135-1142.
- Blanco-Velasco, M., Weng, B., & Barner, K. E. (2008). ECG signal denoising and baseline wander correction based on the empirical mode decomposition. *Computers in biology and medicine*, 38(1), 1-13.
- Freund, Y., & Schapire, R. E. (1997). A decision-theoretic generalization of on-line learning and an application to boosting. *Journal of computer and system sciences*, 55(1), 119-139.
- Goldberger AL, Amaral LAN, Glass L, Hausdorff JM, Ivanov PCh, Mark RG, Mietus JE, Moody GB, Peng C-K, Stanley HE. PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a New Research Resource for Complex Physiologic Signals. *Circulation* 101(23):e215-e220 [Circulation Electronic Pages; <http://circ.ahajournals.org/cgi/content/full/101/23/e215>]; 2000 (June 13).
- Labate, D., La Foresta, F., Occhiuto, G., Morabito, F. C., Lay-Ekuakille, A., & Vergallo, P. (2013). Empirical mode decomposition vs. wavelet decomposition for the extraction of respiratory signal from single-channel ECG: A comparison. *IEEE Sensors Journal*, 13(7), 2666-2674.
- Lagerlund, T. D., Sharbrough, F. W., & Busacker, N. E. (1997). Spatial filtering of multichannel electroencephalographic recordings through principal component analysis by singular value decomposition. *Journal of clinical neurophysiology*, 14(1), 73-82.
- McDonald, A. J., Baumgaertner, A. J. G., Fraser, G. J., George, S. E., & Marsh, S. (2007, March). Empirical Mode Decomposition of the atmospheric wave field. In *Annales Geophysicae* (Vol. 25, No. 2, pp. 375-384).
- Pal, S., & Mitra, M. (2012). Empirical mode decomposition based ECG enhancement and QRS detection. *Computers in biology and medicine*, 42(1), 83-92.
- Tomak, Ö., & Kayıkçıoğlu, T. (2018). Bagged tree classification of arrhythmia using wavelets for denoising, compression, and feature extraction. *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences*, 26(3), 1555-1571.
- Weng, B., Blanco-Velasco, M., & Barner, K. E. (2006, August). ECG denoising based on the empirical mode decomposition. In 2006 International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (pp. 1-4). IEEE. (Lagerlund ve ark., 1997). (Tomak ve Kayıkçıoğlu, 2018)

Isırgan-Polimetilmetakrilat Kompozitlerin Mekanik Testlerinde Lif Kalınlığının Kritik Lif Oranına Etkisi

¹Kenan BÜYÜKKAYA*

¹Giresun Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Makine Bölümü, Giresun, Türkiye

Geliş Tarihi: 15.04.2019

Kabul Tarihi: 11.06.2019

*Sorumlu Yazar: kenan.buyukkaya@giresun.edu.tr

Öz

Bu çalışmanın amacı, lif kalınlığına bağlı olarak ısırgan lifi/ polimetilmetakrilat kompozitlerin mekanik testlerinde lifin, kritik oranlarını ($v_{f_{kritik}}$) ortaya koymaktır. Bu amaç için gevrek bir matris olan polimetilmetakrilat kullanıldı. Doğal yöntemle üretilen ısırgan lifi, elle yatırma yöntemi ile % 1,25, 2,5, 3,75 ve % 5 hacim oranlarında ısırgan lifi takviyeli polimetilmetakrilat kompozitlerin üretiminde kullanıldı. Bu kompozitlerde çekme, eğilme ve darbe mukavemeti, testlerinden elde edilen grafiklerden faydalanılarak, lif kalınlığına bağlı kritik fiber oranları tesbit edildi. Lifin fiziksel özellikleri ve matris ile etkileşimi, sırasıyla XRD ve FITIR testleri ile belirlendi. SEM görüntüleri kırılma yüzeylerinin gözlemlenen mikro yapısı yardımı ile incelendi. Elde edilen verilere göre, kalın liflerde kritik lif çapı değerleri, ince liflere göre daha yüksektir. Bu sonuç, ince liflerin kalın liflere oranla malzemelerin mekanik özelliklerini olumlu yönde etkilediğini gösterir.

Anahtar Kelimeler: Kompozit, Mekanik özellikler, Isırgan lifi, Pmma, Kritik hacim oranı.

Effect of Fiber Thickness on Critical Fiber Ratio in Mechanical Tests of Nettle-Polymethylmethacrylate Composites

Abstract

The aim of this study was to determine the critical ratios of fiber (v_{fcrit}) in nettle fiber/polymethyl methacrylate composites depending on fiber thickness. Polymethyl methacrylate, a brittle matrix, was used for this purpose. Nettle fiber, produced by natural method, was used in the production of polymethylmethacrylate composites with nettle fiber with a ratio of 1,25%, 2,5, 3,75 and 5% by Hand lay-up. The tensile strength, bending strength, and impact strength of these components were used to obtain critical fiber ratios based on the thickness of the fiber. The physical properties of the fiber and its interaction with the matrix were determined by XRD and FITIR tests, respectively. SEM images were examined with the help of the observed microstructure of the fracture surfaces. According to the obtained data, critical fiber diameter values in thick fibers are higher than thin fibers. The results of the study showed that fine fibers had a positive effect on the mechanical properties of the materials compared to thick fibers.

Keywords: Composite, Mechanical properties, Nettle fiber, Pmma, Critical volume ratio.

1. Giriş

Kompozit malzemelerin avantajlarından biri, farklı gereksinimleri karşılamak üzere malzeme özelliklerini ayarlama imkânıdır. Heterojen kompozitlerin makroskopik davranışının, (Volumetrik) kompozisyon, her komponentin gerilme-şekil değiştirme davranışı, fazların geometrik düzeni ve arayüz özellikleri dahil olmak üzere birçok faktöre bağlı olduğu bilinmektedir (Shah ve Ark. 2012; Takagi ve Nakagaito 2016).

Bitkisel liflerden üretilen kompozitlerin mekanik özellikleri üzerine yapılan birçok çalışmada, kompozitlerin hacimsel etkisi iyi tanımlanmamıştır (Madsen ve ark. 2009). Bununla birlikte, Doğal elyaflarla güçlendirilmiş kompozitlerin yapı-özellik ilişkilerini çok güzel biçimde ortaya koyan bazı çalışmalar da vardır. Bunlar kısa fiber takviyeli (Aslan ve ark.2018), ve tek eksenli olarak yönlendirilmiş lif takviyeli (Madsen ve ark 2007) çalışmalardır.

Ghosh ve ark. (2011). tarafından yapılan ve bu alanda ilk olan çalışmada, kısa muz lif takviyeli vinil-ester kompozitlerin, kritik elyaf hacim ($V_{f,kritik}$) fraksiyonu % 25 vf, olarak tanımlanmıştır. Shah ve Ark. (2012), tarafından yapılan çalışmada keten-polyester ve jüt-polyester kompozitlerde kritik fiber oranları belirlenmiştir. $v_{f,kritik} = \% 9,3$ iken jüt polyester kompozitlerde bu oran %8,1 olarak gerçekleşmiştir. Aynı çalışmada karbon polyester kompozitlerin çekme testlerinde kritik oran %2,4 olarak belirlenmiştir. Fakat ısırgan lifleri için benzer bir çalışma yoktur. Yapılan diğer çalışmalarda ısırgan lifi takviyeli kompozitlerin mekanik ve yaşlanmaya bağlı davranışları irdelenmiştir

Isırgan lifi/PP kompozitler ile yaptıkları çalışmada Paukszta ve ark. (2013) çarpma dayanımının % 35, uzamanın %7 ve çekme modülünün % 50 arttığını rapor ettiler.

Kompozitlerin mekanik davranışına farklı işletim ortamlarının etkisini araştıran Kumar ve arkadaşları (2013) farklı uygulama süresi için nehir suyu, mazot, dondurucu hava şartlarıyla, güneş ışığı (UV) ve toprağın ısırgan lifi takviyeli polipropilen (PP) kompozitlerinin çekme davranışı üzerine etkisini araştırdılar.

Lanzilao ve arkadaşları (2016) yaptıkları çalışmada Himalaya ısırgan otu ile Avrupa ısırgan otu lifinin mekanik özelliklerini ortaya koydular. Yaptıkları çalışmada Himalaya ısırgan otu lifinin elyaf uzunluğunun daha fazla, lümen çapı ve şeklinin daha farklı olduğunu ve maksimum gerilme dayanımının Avrupa ısırgan Lifine göre iki kat daha yüksek olduğunu rapor ettiler.

Bu çalışmada elle yatırma yöntemi ile iki farklı lif çapı kullanılarak, üretilmiş ısırgan/polimetilmetakrilat kompozitlerin mekanik özellikleri belirlenmiştir. Kompozitlerin mekanik testlerinden elde edilen (çekme, eğme, darbe) grafikler yardımı ile, minimum ve kritik elyaf hacim fraksiyonu değerleri ortaya konulmuştur. Kırılma yüzeylerinin mikro yapısı SEM yardımı ile incelenmiştir.

2.Materiyal ve Metot

2.1. Materyal

Isırgan otundan lif üretimi (*Urtica dioica*) doğal yöntem (Huang ,2005) kullanılarak (hasat, kurutma, çürütme, elle soyma, tarama) elde edilmiştir. Bu yolla literatürde belirtildiği gibi ortaya çıkabilecek mekanik hasarların kısmen de olsa engellenmesi hedeflenmiştir(Nechwatal,2003). Elde edilen liflere farklı tarama süreleri uygulanarak farklı kalınlıkta lifler elde edilmiştir Şekil.1.



Şekil 1. Kalın ve ince ısırgan lifleri

Isırgan lifinin mekanik ve fiziksel özellikleri yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur. Bu özellikler tablo 1’de verilmiştir.(Bodros, E. ve Baley, C.2008).

Tablo 1.Isırgan lifinin mekanik ve fiziksel özellikleri

Çekme dayanımı 954-2234	Çzunluk 42-54 mm
Young Modülü 59-119 GPa	Çap 16-43 μm
Uzama % 1,5-6	Yoğunluk 1,5 gr/cm^3

Isırgan lifi-Polimetilmetakrilat kompozitlerin oluşturulmasında kullanılan matris ve sertleştirme malzemeleri Otto Bock (Almanya) Türkiye temsilciliğinden sağlandı. Standart Pmma’nın bazı mekanik özellikleri tablo 2’de verilmiştir (Callister, 2007).

Tablo 2. Standart Pmma ait bazı mekanik özellikler

Kopma uzaması (%)	0,5-5	Elastisite modülü (MPa)	3000
Sertlik –Rockwell (M)	93	Çekme dayanımı (MPa)	40-70
Darbe dayanımı (kJ/m ²)	11	Kırılma Tokluğu (MN/m ^{3/2})	0,7-1
Poisson ratio	0,35-0,40		

Isırgan lifi -Polimetilmetakrilat kompozitlerden deney numunesi oluşturmak amacı ile PTFE malzemeden döküm kalıpları hazırlandı ve kompozitler elle yatırma yöntemi ile üretildi. Jelleşme başlangıcında kalıp üst parçası kapatılarak üzerine 6,25 MPa basınç uygulandı. Reaksiyon tamamlandıktan sonra kalıptan çıkarılan numuneler nihai kür uygulaması için 24 saat boyunca 80°C fırında bekletildi. Numuneler otomatik tezgahlarda standartlara uygun ölçülerde işlendi (Şekil 2). Kırılma tokluğu numuneleri üzerine a/w oranı 0,3 olan standart çentikler açıldı.

**Şekil 2.** İşlenmiş çentiksiz üç nokta eğme numunesi

2.2 Metot

Kompozitlerin FTIR analizleri, Perkin Elmer Spectrum1400 spektrometresi ile 4000-650 cm⁻¹ tarama aralığında ve oda sıcaklığında gerçekleştirildi. Test 2 cm⁻¹ çözünürlükte ortalama 10 tarama ile yapıldı.

X-ışını kırınım testi, bakır radyasyonlu gelişmiş Diffractometer (**Europe 600 XRD**) ile gerçekleştirildi. Cu Ka, 40 kV ve 30 mA'da çalıştırıldı. Tarama aralığı 10-30, adım boyutu 0,02 ve tarama hızı 0,4 / dakika olarak seçildi.

Taramalı elektron mikroskopisi görüntüleme öncesinde numuneler 50 ± 3 °C'de 48 saat kurutuldu. Daha sonra altın kaplanan numuneler JSM-5910 cihazı kullanılarak görüntülendi. SEM görüntülerinin yorumlanması, ısırgan lifi /Pmma kompozit kırık yüzeylerinin detaylı incelenmesi ile yürütüldü.

Yapılan çalışmada kullanılan ısırgan liflerinin yoğunlukları, Pıkmometre Yöntemi ile belirlenmiş ve Isırgan lifinin yoğunluğu 1,157 olarak tespit edilmiştir.

Lif çaplarını belirlemek amacı ile OLIMPUS B52 optik mikroskop kullanıldı. 50'şer adet kalın ve ince lifin ölçümü yapılarak ölçüm aralığı belirlendi. Yapılan araştırmada kullanılan liflerin çap aralığı, ince liflerde 30-80 µm iken kalın liflerde 80-150µm olarak belirlendi.

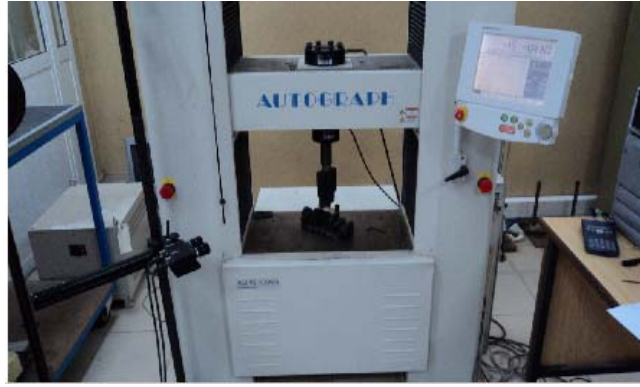
Çekme testi (ASTM D638), 3 nokta eğme testi (ASTM D790) üniversal test makinesi (Shimadzu Ag-X Plus100 Kn) ile yapıldı (şekil 3). Çatlak ucundaki açılmanın ölçülmesi için klipgeyç kullanıldı. K_{IC} ölçümü, çentik uzunluğunun, numune genişliğine oranı (a / w) 0,3 olan numuneler yardımı ile belirlendi ve denklem 1 kullanılarak hesaplandı (Hughes, 2002).

$$K_{IC} = \frac{PmS}{DW^{2/3}} f\left(\frac{a}{w}\right) \quad (1)$$

Burada Pm kırılma anındaki yük, S mesnetler arası mesafe, D numune kalınlığı, W numune genişliği, ve $f(a / w)$ olarak verilen polinomial geometrik düzeltme faktörü eşittir.

$$f\left(\frac{a}{w}\right) = \frac{3(a/w)^{1/2} [1,99-(a/w)(1-(a/w)x(2,15-3,93(a/w)+2,7(a^2/w^2))]}{2(1+2a/w)(1-a/w)^{3/2}} \quad (2)$$

İzod darbe testi D 4812 – 99'deki prosedürlere uygun, beş adet çentiksiz test numunesi ile gerçekleştirildi. Darbe enerjisi, 5,4 kJ sarkaç çekicine sahip Zwick B5113 izod darbe cihazı ile belirlendi ve sonuçlar kJ / m^2 cinsinden elde edildi.



Şekil.3. Eğme ve kırılma testi düzeneği

2.3. Elyaf hacim oranının değerlendirilmesi

Doğal elyaflarla güçlendirilmiş kompozitlerin hacim fraksiyonunu (V_f) ölçmek için aşağıdaki ifade kabul edilmiştir (Messiry 2013):

$$V_f = (V_c - (M_c - M_f)/\rho_r)/V_c \quad (3)$$

Burada; Mc kompozitin kütlesi, M_f lif kütlesi, Vc kompozit hacmi ve p_f elyaf, p_r kür edilmiş polimerin yoğunluğudur.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Hacim oranları ve kompoziti yoğunluğu

Deney numunelerine ait hacim oranları ve yoğunluk sonuçları Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 2'de kompozit yoğunluğunun, fiber hacim ve ağırlık oranı ile değişimi incelendiğinde, Isırgan elyaf takviyesinin % hacim oranlarının artmasına bağlı olarak kompozitlerin yoğunluğunun arttığı görülmektedir. Yoğunluk değişimi kompozitlerde sırasıyla % 0,6, %1,3, %1,9, %2,6 olarak kaydedilmiştir.

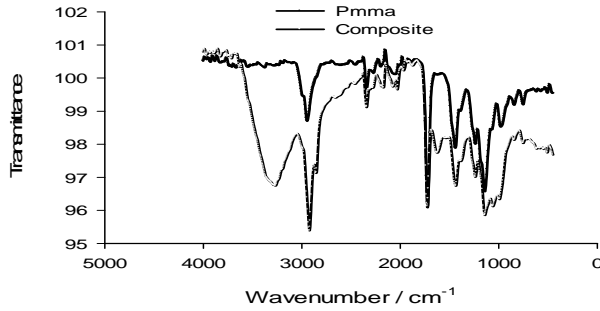
Tablo.2. Kompozitlerde fiber hacim ve ağırlık oranı ile yoğunluğun değişimi

Örnek	Lif ağırlık oranı (%)	Lif hacim oranı (%)	Kompozitin yoğunluğu
Isırgan Lifi-0	0	0	0,970±0,01
Isırgan Lifi-1	1,31	1,25	0,976±0,02
Isırgan Lifi-2	2,62	2,50	0,983±0,02
Isırgan Lifi-3	3,93	3,75	0,989±0,03
Isırgan Lifi-5	5,22	5	0,996±0,04

3.2. Kompozitin Fıtır analizi

Şekil 4'de kompozitin Fıtır analizi incelendiğinde 748 cm⁻¹ deki pik C-C bağının titreşiminden kaynaklandığı düşünülmektedir. 1051 cm⁻¹ bulunan pik aromatik halkadaki C-H titreşimine ve birincil alkollerdeki C-O titreşimine bağlı olarak ortaya çıkar. 1418 cm⁻¹ oluşan pik CH₂ nin simetrik eğilmesinden kaynaklanır. 1648- 1630 cm⁻¹ aralığındaki absorpsiyon bandı selülozun kristal olmayan bölgelerindeki absorbe edilmiş su moleküllerinin titreşiminden kaynaklanmaktadır. 2933 cm⁻¹ deki pik metil ve metilen gruplarının gerilme titreşimine atfedilebilir. 3343 cm⁻¹ de gözlemlenen pik O-H gruplarının varlığını göstermektedir. Bu pik lifin içerdiği nem veya alkol yada fenol gruplarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kompozitin fıtır incelemesine bakıldığında Isırgan lifinin kompozit içerisindeki varlığı açıkça teyit edilebilir. Isırgan lifinin varlığı kimyasal kompozisyona bağlı olarak

bazı farklı pikleri ortaya çıkardığı gibi Pmma'nın bazı piklerinde de küçük kaymaların olduğu gözlenmektedir. Bu da iki malzeme arasında zayıf bir etkileşimin varlığını ortaya koyar.

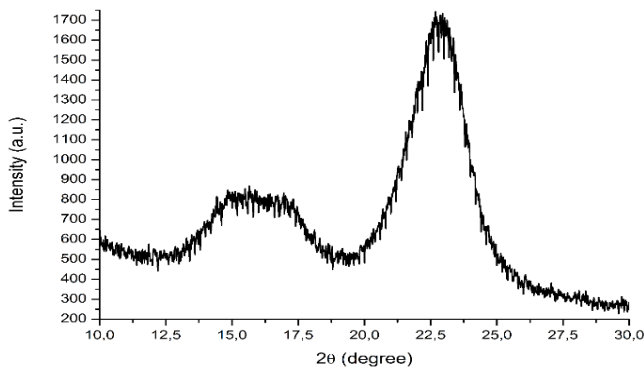


Şekil 4. Kompozitin Fıtır analizi

3.3.İsırgan Lifinin X-Işını Kırınımı Analizi

İsırgan lifi içerisindeki selülozun tipik kristal kafesine ait X-ışını kırınım desenleri Şekil 5'de verilmiştir. Selüloz elyafa ait ana desenlerin iki teta değeri sırasıyla $I_{am} = 16,5$ ve $I_{002} = 22,8$ dir ve bu desenler (101) ve (002) düzlemlerine karşılık gelir. İsırgan elyafının kristallik indeksi (CrI), Segal ampirik yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. İsırgan elyafının kristalinite indeksinin % 71,8 olduğu ortaya koyuldu. Yapılan bazı çalışmalarda, sisal, keten, kenevir, kenaf gibi selüloz elyaf çeşitlerinin kristalinite indeksini ölçmek için aynı yöntemi kullandı (Jonoobi ve ark.2010).

$$CrI = (I_{002} - I_{am}) \times 100 / I_{002} \quad (4)$$

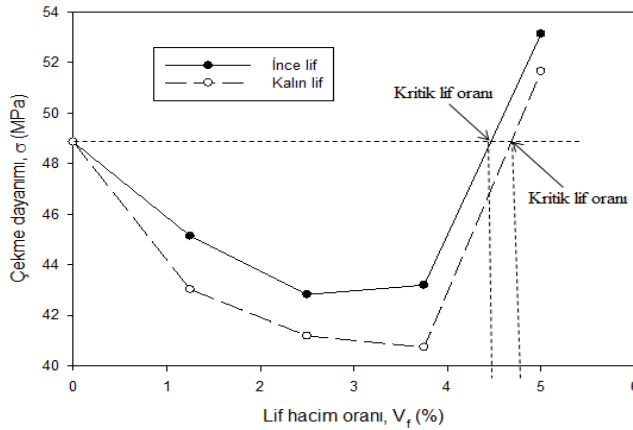


Şekil 5. İsırgan lifi X-ışını kırınım desenleri

3.3. Mekanik Testlerde, Kritik Fiber Oranının belirlenmesi

3.3.1.Çekme Testinde, Kritik Fiber Oranının Belirlenmesi

Çekme Testinde minimum ve kritik oranların değişimi deneysel yöntemle belirlenmiş ve şekil 6'da verilmiştir. Liflerin takviye edici etkisi, elyaf hacim fraksiyonu kritik elyaf hacim fraksiyonunu ($v_f > v_{f,kritik}$) aştığında görülür (Pan,1993). Yapılan çalışmada kompozitin içerisine ilave edilen %1,25 ve %2,5 oranındaki liflerin iki farklı lif kalınlığında da dayanımı düşürdüğü belirlenmiştir. Lif ilavesinin artırılması ile kritik değer aşıldığında lifin takviye edici özelliği ortaya çıkar. Gerçekleştirilen test sonuçlarına göre, çekme testindeki kritik lif oranı değerleri kalın ve ince elyaflarda sırasıyla % 4,78 ve % 4,39 olmuştur. Yapılan çalışmalarda genellikle, polimer matrise liflerin eklenmesi ile matris mukavemetinin ve rijitliğinin artırılması yoluyla, kompozitlerin gerilme özellikleri belirgin şekilde geliştirilmiştir (Malkapuram ve ark.2008). Bu özelliklerdeki artış hacim fraksiyonuna, karşım kuralına, fiberin fiziksel ve kimyasal özelliklerine ve fiber matris uyumuna bağlıdır (Ku ve ark. 2011).

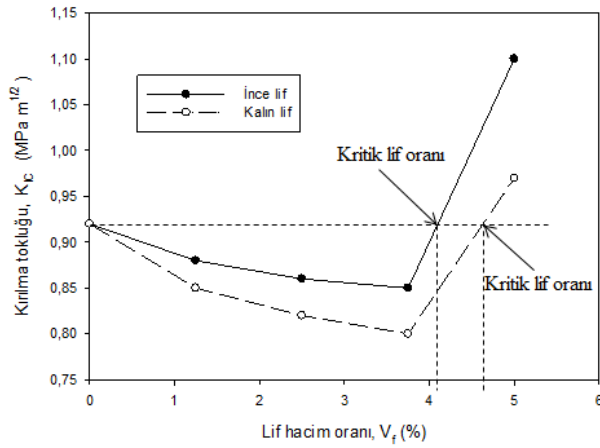


Şekil 6. Çekme testi grafiği yardımı ile, kritik lif oranlarının belirlenmesi

3.3.2. Kırılma Tokluğu Testinde, Kritik Fiber Oranının Değerlendirilmesi

Kalın ve ince lif takviyeli kompozitlerin kırılma tokluğunun, fiber oranı ile değişimini gösteren grafik şekil 7'de verilmiştir. Çekme gerilmesindeki benzer davranış burada da tekrarlanmış, kritik lif oranına ulaşıldığında değerlerde artış görülmüştür. Bu grafikten faydalanılarak kalın ve ince lif takviyeli kompozitlerin minimum ve kritik lif oranları belirlenmiştir. İsrırgan lifi- Pmma kompozitler ile yapılan çalışmada, kalın lifler için $v_{f, kritik} = \% 4,67$ ince lifler için $v_{f, kritik} = \% 4,10$ değerleri bulunmuştur. Kompozitin mekanik özelliklerinin artırılmasında, elyafların, mekanik ve fiziksel özellikleri bunların kimyasal kompozisyonu olan, selüloz, hemiselüloz ve ligninden etkilenmektedir

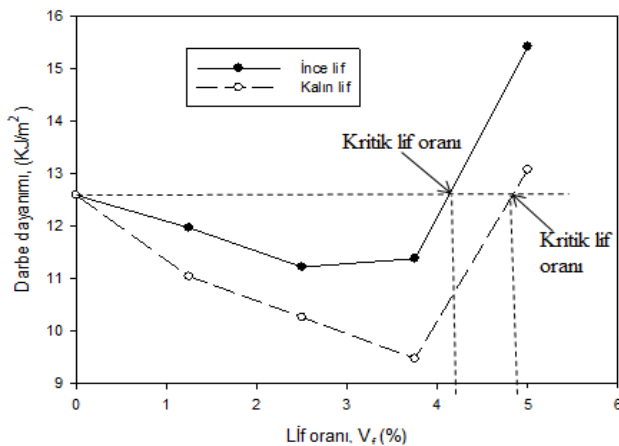
(Gümüşkaya ve ark. 2003). Örneğin, yüksek çekme mukavemeti ve yüksek termal kararlılık daha fazla kristalin selüloz ihtiva eden liflerden elde edilir (Ornaghi 2014).



Şekil 7. Kırılma tokluğu grafiğinde minimum ve kritik lif hacim oranının değişimi

3.3.3. Darbe Testinde, Minimum ve Kritik Fiber Oranının Belirlenmesi

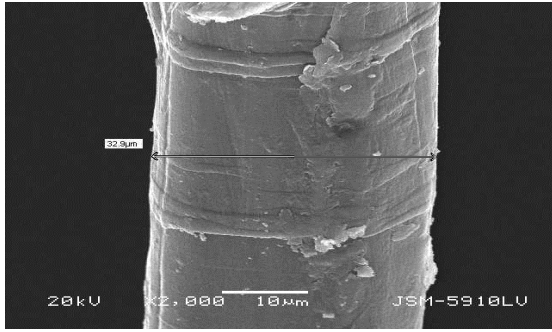
Kalın ve ince lif takviyeli kompozitlerin darbe dayanımının fiber oranı ile değişimini gösteren grafik şekil 8'de verilmiştir. Bu grafikten faydalanılarak kalın ve ince lif takviyeli kompozitlerin minimum ve kritik lif oranları belirlenmiştir. İsrırgan lifi- Pmma kompozitler ile yapılan çalışmada, kalın lifler için v_f , kritik =% 4,83 benzer şekilde ince lifler için v_f , kritik =% 4,22 değerleri bulunmuştur. Çekme testinde v_f , minimum ve v_f , kritik değerleri arasındaki fark yaklaşık % 1 iken darbe testinde bu oran daha büyüktür.



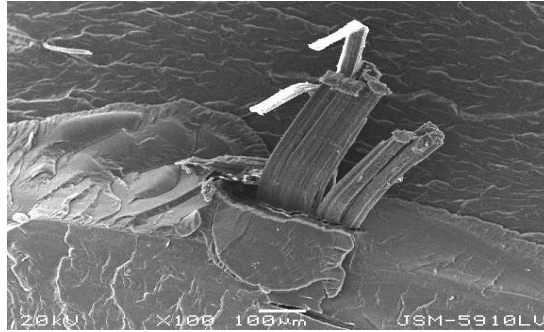
Şekil 8. Darbe dayanımında, minimum ve kritik lif hacim oranının değişimi

3.4 . Morfoloji

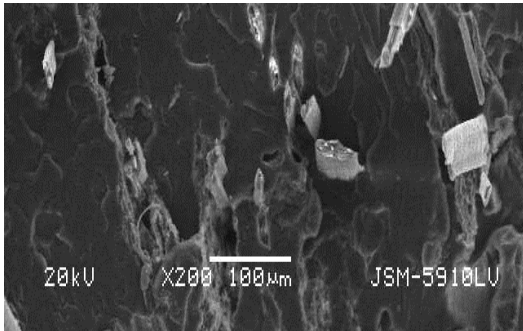
İsırgan lifi-Pmma kompozit numunelerin test sonrası kırık yüzeylerine ait SEM mikro fotoğrafları sırasıyla şekil 9 a, b, c,'de görülmektedir (Büyükkaya,2017). Tek lifinin yüzeyi pürüzsüz sayılabilecek bir görüntüye sahiptir (şekil 9a). Şekil 9b'de % 1,25 hacim fraksiyonuna ait kalın lifler ile takviye edilmiş mikrografi görülmektedir. Görüntülerle düşük lif oranlarında hasarın lif kopması şeklinde olduğu teyit edilmektedir. Şekil 9c'de % 5 hacim oranına sahip ince liflerle takviye edilmiş kompozitin kırılma yüzeyi incelemesinde yüzeyde farklı kırılma mekanizmalarının etkileri görülmektedir. Bu mekanizmalar fiber çekilmeleri ve fiber kopmalarıdır. İnce liflerle takviye edilmiş kompozitin kırık yüzey görüntüleri, kritik hacim fraksiyonu aşıldığında ısırgan lifi-Pmma kompozitlerin kırılma esnasında farklı mekanizmalarla enerji absorbe ederek mekanik özellikleri olumlu yönde etkilediğini ortaya koymaktadır.



Şekil 9a Tek ısırgan lifinin mikro görüntüsü



Şekil 9b kalın lifin hasar mikrografi



Şekil 9c Kompozitin kırık yüzeyinin mikrografi

4. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışma, Pmma matrise takviye edici katkı olarak, diğer doğal liflerden daha düşük oranda ısırgan lifi ilavesi ile iyi mekanik özelliklere sahip bir kompozitin başarılı bir şekilde

geliştirilebileceğini göstermiştir. İnce ısırgan lifi, takviyeli kompozitlerin mekanik özellikleri kalın life oranla daha fazla artmıştır.

Isırgan lifi/ Pmma kompozitlerin minimum ve kritik elyaf hacim fraksiyonlarının, keten ve jüt ile güçlendirilmiş kompozitlerin değerlerinden düşük, buna karşılık karbon kompozitlerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Elde edilen veriler, ısırgan lifinin, mukavemeti artırma yönü ile, keten ve jüt'den daha iyi bir takviye malzemesi olduğunu ortaya koyar.

Bu sonuçlar, ısırgan lifinin mekanik değerler açısından, sentetik fiberlere ağırlık/mukavemet oranına göre lojistik, inşaat ve spor gibi bazı sektörlerde alternatif olabileceği, yada hibrit kompozit uygulamalarında önemli bir seçenek olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Aslan, M , Kaya, M , Güler, O , Alver, Ü . (2018). Effect Of Fibre Content On The Mechanical Properties Of Basalt Fibre Reinforced Polylactic Acid (Pla) Composites. *Tekstil Ve Konfeksiyon*, 28 (1), 66-71
- Bodros, E. & Baley, C., (2008) Study of the tensile properties of stinging nettle fibres (*Urtica dioica*), *Materials Letters*, 62, 2143-2145
- Büyükkaya, K . (2017). Investigation of Mechanical Behavior of Nettle Filled Hybrid Composites of Nettle Fiber-Hazelnut Shell. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 5 (4), 133-144. DOI: 10.29109/http-gujsc-gazi-edu-tr.337247
- Callister W.D, (2007) *Materials Science and Engineering: An Introduction*, seventh ed., *John Wiley & Sons*.
- Ghosh R, Reena G, Krishna A.R., Raju B.H.L. (2011). Effect of fibre volume fraction on the tensile strength of Banana fibre reinforced vinyl ester resin composites. *Int J Adv Eng Sci Technol*, 4(1), 89–91.
- Gümüşkaya, E.; Usta, M.; Kirei, H. The effects of various pulping conditions on crystalline structure of cellulose in cotton linters. *Polym. Degrad. Stab.* 2003, 81, 559–564.
- Huang, G., Nettle (2005). (*Urtica cannabina* L) fibre, properties and spinning practice, *Journal of the Textile Institute*, 96(1),11-15
- Hughes, M. Hill, C. A. S. & Hague. J. R. B. W. (2002). The fracture toughness of bast fibre reinforced polyester composites, *Journal of Materials Science*, 37, 4669 – 4676
- Jonoobi, M., Harun, J., Tahir, P., Zaini, L., S. Saiflu A.S., & Makinejad, M., (2010). Characteristics of nanofibers extracted from kenaf core, *Bio- Resources*, 5(4), 2556–2566.
- Ku , H., Wang, H., Pattarachaiyakoop, N., Trada, M., (2011) A review on the tensile properties of natural fiber reinforced polymer composites, *Composites Part B: Engineering* Volume 42 (4) , 856–873
- Kumar, B.P, Dharmendra, M. & Shrey, V. (2013). Tensile Behavior Of Nettle Fiber Composites Exposed To Various Environments, *Journal Of Natural Fibers*, 10(3), 244-256
- Lanzilao, G. Goswami, P. & Blackburn, R.S. (2016). Study of the morphological characteristics and physical properties of Himalayan giant nettle (*Girardinia diversifolia* L.) fibre in comparison with European nettle (*Urtica dioica* L.) fibre *Materials Letters*, 181, 200–203
- Madsen B, Hoffmeyer P., Lilholt H. (2007). Hemp yarn reinforced composites – II. Tensile properties. *Compos Part A: Appl Sci Manuf*, 38, 2204–2215.
- Madsen B, Thygesen A., Liholt H. (2009) Plant fibre composites – porosity and stiffness, *Compos Sci Technol*, 69, 1057–1069.
- Malkapuram R, Kumar V, Yuvraj SN. Recent development in natural fibre reinforced polypropylene composites. *J. Reinf Plast Compos* 2008;28:1169–89.
- Messiry, M.E. (2013). Theoretical analysis of natural fiber volume fraction of reinforced composites, *Alexandria Engineering Journal*, 52 (3), 301-306. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2013.01.006>
- Nechwatal A, Mieck K.P., Reusmann T. (2003). Developments in the characterization of natural fibre properties and in the use of natural fibres for composites. *Comp Sci Tech.*, 63, 1273-1279.
- Ornaghi, H.L., Jr.; Poletto, M.P.; Zattera, A.J., (2014) Amico, S.C. Correlation of the thermal stability and the decomposition kinetics of six different vegetal fibers. *Cellulose* , 21, 177–188.

- Pan N, (1993) Theoretical determination of the optimal fiber volume fraction and fiber-matrix property compatibility of short fiber composites, *polymer composite*, 14:(2) 85-93
- Paukzta, D. Mańkowski, J. Kołodziej, J. & Szostak, M. (2013). Polypropylene (PP) Composites Reinforced with Stinging Nettle (*Urtica dioica* L.) Fiber, *Journal of Natural Fibers*, 10 (2) , 147-158
- Shah, D. U., Schubel, P. J., Licence P. & Clifford, J. (2012). Determining the minimum, critical and maximum fibre content for twisted yarn reinforced plant fibre composites, *Composites Science and Technology*, 72, 1909–1917
- Takagi, R.B., Nakagaito, A.N. (2016). Tensile and flexural properties of polylactic acid-based hybrid green composites reinforced by kenaf, bamboo and coir fibers, *Industrial Crops and Products*, 94 (30), 562–573.

Yalova Üniversitesi Merkez Kampüsünde Elektrik Enerji Kalitesini Etkileyen Harmoniklerin İncelenmesi

Aykut Fatih GÜVEN^{1*}, Nuran YÖRÜKEREN²

¹ Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Yalova, Türkiye

² Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye

Geliş Tarihi: 19.04.2019

Kabul Tarihi: 28.05.2019

***Sorumlu Yazar:** afatih.guven@yalova.edu.tr

Öz

Elektrik güç sistemlerinde enerjinin üretilmesi, iletimi ve dağıtımı sırasında, akım ve gerilimin, 50 Hz frekansında ve sinüs eğrisine çok benzer bir biçimde olması arzu edilir. Bu koşul, elektrik enerjisinin kalitesini belirleyen ana faktörlerden biridir. Ancak, doğrusal olmayan yüklerin ürettiği harmonikler nedeni ile akım ve gerilim gibi büyüklükler sinüs biçimde olmaktan çıkarlar ve dalga biçimleri oldukça karmaşık hale gelir. Bunun sonucunda, işletme açısından arzu edilmeyen önemli sorunlar ortaya çıkar. Bu problemler, sistemin çalışmasını olumsuz yönde etkileyen ve tüketiciye kaliteli enerji sunulmasını engelleyen problemlerdir. Bu çalışmada, Yalova Üniversitesi Merkez Kampüsünde tüketilen elektrik enerjisinin kalitesi incelenmiştir. Çalışma kapsamında, Merkez kampüsünde farklı noktalardaki güç dağıtım merkezlerine güç kalitesi analizörü bağlanmıştır. Güç kalitesi analizörü ile sisteme ait akım, gerilim, güç ve frekans gibi parametrelerin yanı sıra sistemde meydana gelen güç kalitesi olayları ölçülmüş ve bilgisayar ortamına aktararak incelenmiştir. Harmonik ölçümleri sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda güç kalitesi problemlerinin sebepleri araştırılarak çözüm önerileri sunulmuştur

Anahtar Kelimeler: Güç Sistemleri, Enerji Kalitesi, Harmonik, Harmonik Bozulma.

Investigation of Harmonics Affecting the Electrical Energy Quality in Yalova University Main Campus

Abstract

During the generation, transmission, and distribution of energy in electric power systems, it is desirable that the current and the voltage are in a frequency of 50 Hz and very similar to the sine curve. This condition is one of the main factors determining the quality of electric energy. However, due to the harmonics produced by the nonlinear loads, the magnitudes such as current and voltage are subtracted from the sinusoidal form and the waveforms become more complex. As a result, important problems arise which are not desirable in terms of operation. These problems are problems that adversely affect the operation of the system and prevent the transmission of high quality energy to the consumer. In this study, quality of electrical energy consumed on Yalova University Central Campus was investigated. Within the scope of the study, Power quality analyzers were connected to power distribution centers at different points on the central campus. In addition to the parameters such as current, voltage, power and frequency of the system with the power quality analyzer, power quality events that occurred in the system were measured and analyzed by transferring them to the computer environment. In accordance with the data obtained as a result of harmonic measurements, the reasons for power quality problems were investigated and solution proposals were presented. As well as the parameters such as the current, voltage, power and frequency of the system, power quality events occurring in the system were measured and sent to a computer for analyses. Some solutions were suggested by investigating the causes of power quality disturbances in accordance with the data obtained.

Keywords: Power Systems, Energy Quality, Harmonic, Harmonic Distortion.

1. Giriş

Günümüzde elektrik enerjisi kaynaklarının azalması ve enerji fiyatlarının sürekli artması elektrik enerjisinin daha verimli bir şekilde kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Bunun bir sonucu olarak şebekeden sağlanan elektrik enerjisi bilgisayar, fax makinesi, fotokopi makinesi gibi birçok yüke güç elektroniği (güç konverterleri) devre elemanları vasıtasıyla yükün ihtiyaçlarını karşılayacak şekle (istenilen gerilimi, frekans ve akım değerlerine) dönüştürülmektedir. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte elektrik enerjisi hayatımızın her alanında, hem endüstriyel bazda hem ticari bazda ve hem de meskenlerde çok yaygın olarak tüketilmektedir. Günümüz yük tiplerinin birçoğunun mikroişlemci tabanlı olduğu görülmektedir. Mikroişlemci tabanlı yüklerin hem çok kaliteli bir enerjiyle beslenmesi ve hem de aynı zamanda (kullandıkları anahtarlamalı konverterlerden dolayı) güç kalitesi problemlerinin kaynağını oluşturmaması beklenmektedir. Bu tür yükler genelde nonlineer yükler veya devre elemanları olarak tanımlanırlar. Doğrusal olmayan yüklerin geniş bir şekilde kullanılması, elektrik güç sistemlerinde güç kalitesi problemine özellikle harmonik kirliliğine sebep olmaktadır. Bunun sonucu olarak tüketiciye verilen enerjinin kalitesi önemli ölçüde olumsuz olarak etkilenmektedir. Harmoniklerin meydana getirdiği etkilere; enerji hatlarındaki kayıpların artması, elektronik-tabanlı kontrol sistemlerinin hatalı çalışması, enerji hatlarının yakınından geçen haberleşme sistemlerinin olumsuz yönde etkilenmesi, elektrik makinelerinde aşırı ısınma, gürültülü çalışma ve mekanik salınımlar vb. gibi birçok problem örnek olarak verilebilir.

Güç kalitesine olan ilgi de her geçen gün daha da artmaktadır. Bunun nedeni olarak pek çok parametre sıralanabilir; elektroniğin gelişmesiyle hassas yüklerin sayısının artması, hassas yüklerin, gerilim dalgalanmalarından ve harmoniklerden olumsuz etkilenmesi, hatalı çalışması veya arızalanması, standardizasyon ve performans kriterlerinin önem kazanması, ekipmanların her geçen gün dalgalanmalara daha da hassasiyet göstermeleri, Değişken Hız Kontrol Cihazları gibi yeni teknolojik cihazların dalgalanmalara sebep olmaları, güç kalitesi izleme cihazlarının hızla gelişmesi, enerji sektöründe rekabetin artması ve kullanıcıların daha kaliteli enerji talep etmeleridir.

Güç kalitesi problemlerinin tespit edilmesi, sebeplerinin belirlenmesi ve muhtemel sonuçlarının ortaya çıkarılması ve analiz çalışmaları için elektrik enerjisinin üretim noktasından tüketim noktasına kadar üzerinde önemle durulması gerekmektedir.

Bu çalışmada Yalova Üniversitesi için güç kalitesi ölçümleri yapılmıştır. Yalova Üniversitesinde kullanılan yük tiplerine bakıldığında büyük çoğunluğunun nonlineer yük tipleri olduğu görülmektedir. Gerek akademik gerekse idari personelin kullandığı bilgisayarlar, fotokopi makineleri, fax cihazları, bölüm laboratuvarlarında bulunan cihazlar, merkezi araştırma laboratuvarında farklı amaçlarla kullanılan yüksek güçte cihazlar doğrusal olmayan yüklere örnek olarak verilebilir. Bu tip cihazların çok kaliteli elektrik enerjisiyle beslenmesi gerekmektedir.

Özellikle dalga şekli bozulmuş enerjiyle beslenmeleri cihazların bozulmasına neden olmaktadır. Bilgi işlem merkezinde veya strateji dairesinde verilerin kayıtlı olduğu bilgisayarların güç beslemesinde meydana gelebilecek bir dalgalanma, istenmeyen sonuçlar doğurabilir. Öğrenci kayıtlarının saklandığı bilgisayarlarda veri kaybı probleminin oluşması istenmemektedir. Bu çalışma, bu tür muhtemel kayıpların önceden önlenmesini hedeflemektedir. Çalışma kapsamında merkez kampüsteki enerji altyapısını olumsuz olarak etkileyen güç kalitesi harmonik bozulmalara yol açan problemlerin araştırılması, kesintilerin sebeplerinin tespiti ve asgari düzeye indirmek için gerekli önlemlerin alınması hedeflenmektedir.

Bir güç sisteminin güç kalitesi problemlerini tanımlamak, güç kalitesini değerlendirmek ve çözüm önerileri ortaya koymak için IEEE, IEC, ANSI, CBEMA, EPRI gibi farklı çalışma grupları farklı standartlar oluşturmuşlardır. Dünyada güç kalitesi çalışmalarında genellikle IEEE ve IEC standartları tercih edilmektedir. (Kesler, 2010)

IEEE 1159 standartlarına göre güç kalitesi problemleri; Geçici dalgalanma (Transients Surges), Kısa süreli değişimler (Short duration variations), Uzun süreli değişimler (Long duration variations), Dalga şekli bozulmaları (Waveform distortion), Gerilim dengesizliği (Voltage unbalance), Frekans değişimleri (Power frequency variations), Gerilim kırışması (Voltage flickers) olmak üzere yedi kategoriye ayrılmaktadır. (Kesler, 2010)

Geçici dalgalanma, darbeleri (impulsive transients) ve salınımlı (oscillatory transients) olarak iki şekilde oluşmaktadır. Darbe etkisi, güç sistem hatlarında akım veya gerilim üzerinde çok kısa anlık bir değişim olarak tanımlanmaktadır. Kısa süreli değişimler, güç sistemlerinde gerilimin genliğinde veya akımda 0,5 çevrim ile 1 dakika arasında meydana gelen değişim olaylarıdır. Bu sorun, IEC standardında gerilim çökmeleri “voltage dips” ve kısa süreli kesintiler “short interruptions” olarak iki başlıkla sınıflandırılmaktadır. Uzun süreli değişimler, güç sistemlerinde gerilim genliğinde veya akımda 1 dakikadan uzun süreli meydana gelen değişim olayları olarak tanımlanmaktadır.

Güç sistem hatlarında şebeke frekansının ve sinüzoidal dalga şeklinin bozulmasına neden olan olaylar bir güç kalitesi problemi olarak ifade edilmektedir. Bu olaylar, doğru akım bileşeni (DC offset), harmonikler (harmonics), ara harmonikler (interharmonics), çentikler (notching) ve gürültü (EMI/ noise) olarak sınıflandırılmaktadırlar. Gerilim dengesizliği, üç faz gerilim veya akımın ortalamasından elde edilen maksimum sapma veya üç faz gerilim veya akımın ortalamasına bölümü olarak, frekans değişimleri ise güç sisteminin temel frekansının nominal değerinden sapması olarak tanımlanmaktadır. Gerilim kırışması, genliği nominal gerilimin 0.9-1.1p.u. değerleri arasında olan hızlı sistematik gerilim değişiklikleridir.

Harmonikler güç kalitesinin en önemli ölçülebilir parametrelerinden biridir. Harmonikler, genel olarak nonlineer elemanlar ile nonsinüzoidal kaynaklardan herhangi birisi veya bunların ikisinin

sistemde bulunmasından meydana gelirler. Akım-gerilim karakteristiği doğrusal olmayan elemanlara nonlineer elemanlar denir. Sistemde bulunan bu elemanların etkisiyle akım ve gerilim dalga biçimleri, periyodik olmakla birlikte temel sinüsoidal dalga ile frekans ve genliği farklı diğer sinüsoidal dalgaların toplamından meydana gelmektedir. Temel dalga dışındaki sinüsoidal dalgalara “harmonik” adı verilir. (Kürker, 2016)

Güç sistemindeki sinüsoidal dalganın simetrisinden dolayı 3., 5., 7., 11. gibi tek harmonik bileşenleri bulunur. Çift harmonikli bileşenler bulunmaz.

Enerji kalitesinin ölçülebilmesi ve bozulmaların sınırlandırılabilmesi için akım ve gerilim harmoniklerinin tanımlanması gerekmektedir.

Toplam harmonik distorsiyonu (THD), harmonikli bileşenlerin efektif (rms) değerlerinin, temel bileşen efektif (rms) değerine bölünmesiyle elde edilir ve genellikle yüzde olarak gösterilir. Toplam harmonik distorsiyon ifadesinin yardımı ile temel sinüs bileşenimizin harmonik bileşenlerin toplanması ile ilk formundan ne derece sapmaya maruz kalacağı görülebilir. (Kürker, 2016)

Sadece temel frekanstan oluşan tam bir sinüsoidal dalga için THD değeri sıfırdır. Yani denklem (1) ve denklem (2)’den de anlaşılacağı gibi harmonik bileşenlerin olmadığı sistemlerde toplam harmonik distorsiyon herhangi bir değere ulaşmayacaktır. Gerilim için toplam harmonik distorsiyonu denklem (1)’de verilmiştir. (Kürker, 2016)

$$THD_V = U_{THD} = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} V_n^2}}{V_1} = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots + V_n^2}}{V_1} \quad (1)$$

Burada;

THD_V = Gerilimin toplam harmonik distorsiyonunu (bozunumu),

V_n : Devreye uygulanan gerilimin n’inci mertebedeki harmoniğinin etkin değerini,

V_1 : Devreye uygulanan gerilimin temel frekanstaki etkin değerini,

Akım için toplam harmonik distorsiyonu denklem (2)’de verilmiştir.

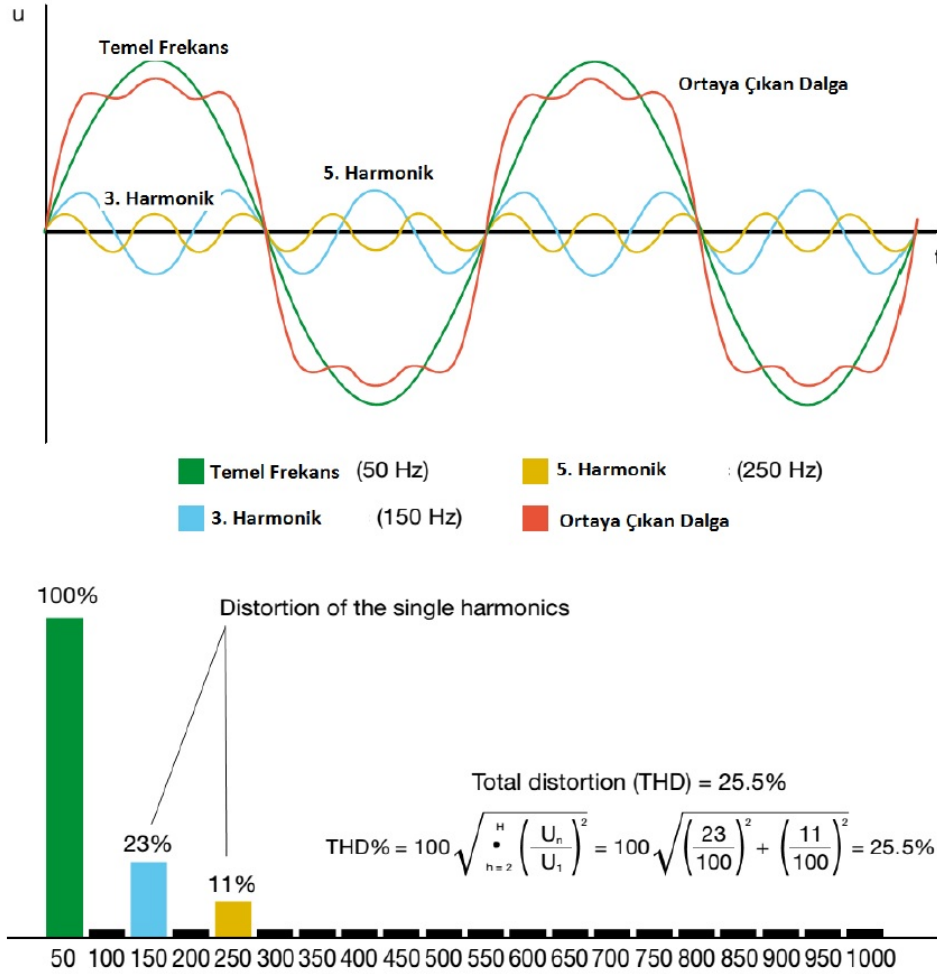
$$THD_I = I_{THD} = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{I_1} = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + I_4^2 + \dots + I_n^2}}{I_1} \quad (2)$$

THD_I : Akımın toplam harmonik distorsiyonunu (bozunumu),

I_n : Devreden geçen akımın n’inci mertebedeki harmoniğinin etkin değerini,

I_1 : Devreden geçen akımın temel frekanstaki etkin değerini ifade etmektedir,

Temel dalga, harmonikli dalgalar ve bunların bileşkesi olan toplam dalgalar ile ilgili örnek şekil 1’ de gösterilmiştir.



Şekil 1. Harmoniklerin sisteme etkisi, sinüsoidal bozukluk (harmonik bozulmasında bir akım dalgası), temel 50 Hz. sinüsoidal akım, 3.,5. harmonik ve toplam harmonikli dalga . (Kürker, 2016)

Ülkemizde ideal enerji dağıtımı 50 Hz. de, temel frekansta ve sinüsoidal dalga şeklindedir. Ancak işletmelerimizdeki bazı yükler sahip oldukları çalışma karakteristiklerinden dolayı çeşitli frekans seviyelerinde akım ve gerilim oluştururlar. Bu gibi devrelerde faz gerilimlerinin dengeli olması ve gerilimdeki harmonik miktarının belirli değerlerde kalması gibi bir takım kriterlerin göz önüne alınması gerekir. (Kürker, 2016)

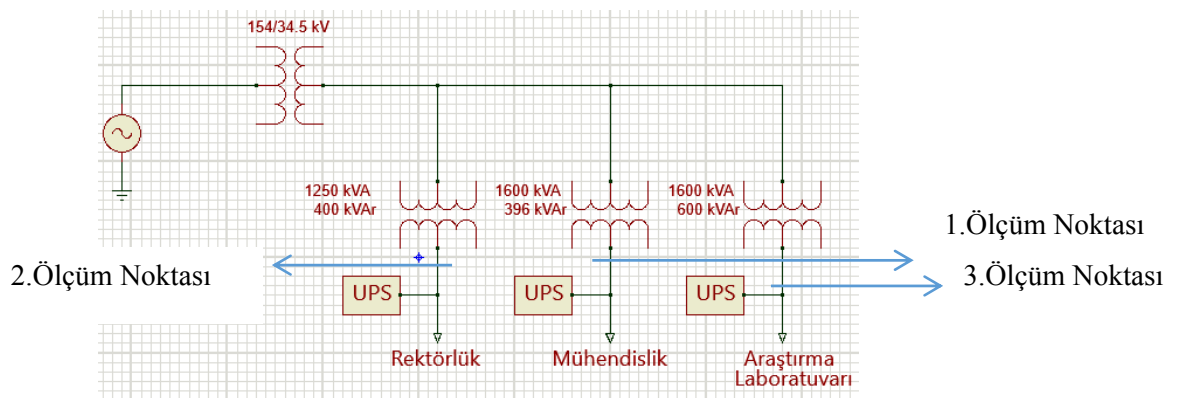
Uluslararası (IEC 519-1992)'ye göre harmonik bozulma değerleri akım için $I_{THD} < \%5$ ve gerilim için $U_{THD} < \%3$ verilmiştir. Şebekede normal olarak akım toplam harmonik distorsiyonu $I_{THD} < \%15 - 20$ ve gerilim toplam harmonik distorsiyonu $U_{THD} < \%3 - 5$ olmalıdır. Bu limit değerlerinin üzerinde bulunan harmonik oranlarında elektrik devre veya sistemleri için tehlikeli ve büyük zararlar oluşturabilecektir. (Kürker, 2016)

2. Materyal ve Metot

Yalova Üniversitesinin elektrik enerjisi besleme şeması Şekil 1’de görülmektedir. Kampüsün ana beslemesi 154 kV gerilim ile yapılmaktadır. Ana beslemeden gelen 154 kV’luk gerilim bir adet 50MVA transformatör ile 34,5 kV’a düşürülmektedir. Kampüs içinde bulunan ana binalar (Rektörlük, Mühendislik Fakültesi, Araştırma Laboratuvarı) 34,5 kV enerji ile beslenmekte ve her binanın besleme gerilimi kendisine ait bir transformatör ile 380/220 Volt gerilime indirgenmektedir. Her binanın kendisine ait dizel jeneratör tipi bir kesintisiz güç kaynağı mevcuttur. Rektörlük binasında 525 kVA dizel jeneratöre ek olarak bir adet 120 kVA’lık on-line KGK, Mühendislik Fakültesi binasında 200 kVA dizel jeneratöre ek olarak bir adet 80 kVA’lık on-line KGK ları bulunmaktadır. Araştırma Merkez Laboratuvarlarında ise 200 kVA dizel jeneratöre ek olarak 200 kVA’lık on-line KGK hizmet vermektedir. Bu kesintisiz güç kaynakları ile binadaki belirli hassas yükler beslenmesi için düşünülmüştür, Dizel jeneratörlerin tepki süresi 10 saniye olarak ayarlanmıştır. Her binanın kendisine ait kompanzasyon ünitesi mevcuttur. Her kompanzasyon ünitesi 18 kademeli bir röle ile kontrol edilmektedir. Transformatörlerin anma güçleri, kompanzasyon kapasiteleri ve KGK’ların kapasitesi Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo 1. Transformatör Yük Değerleri

Bina Adı	Transformatör Gücü	Kompanzasyon Kapasitesi	Kesintisiz Güç Kaynağı Kapasitesi	Bağlantı Grupları
Rektörlük	1250 kVA	400 kVAr	120 kVA	Dyn11
Mühendislik Fakültesi	1600 kVA	396 kVAr	80 kVA	Dyn11
Araştırma Laboratuvarı	1600 kVA	600 kVAr	200 kVA	Dyn11

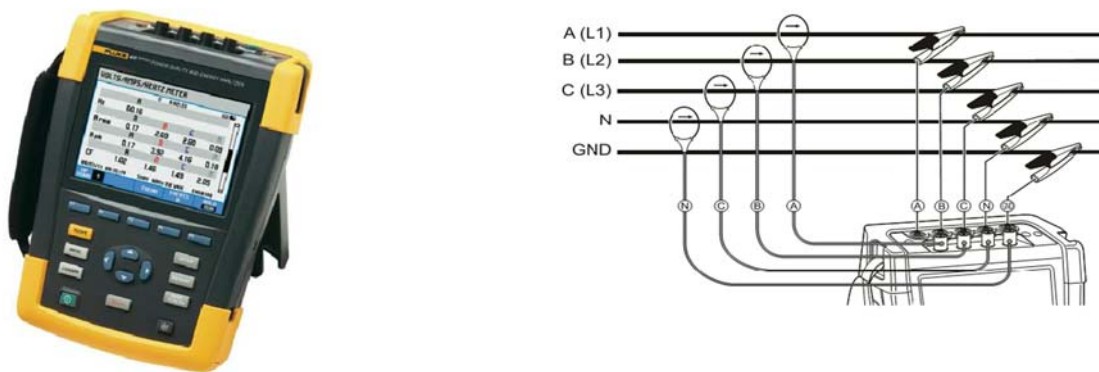


Şekil 2. Kampüs Besleme Şeması

Yapılan saha çalışmalarında toplanan verilerin toplanma şekli ve raporlama şekli çok önemlidir. Toplanan veriler cihazdan cihaza farklılıklar gösterebilir. Farklı cihazlarla yapılan ölçümlerin aynı sonucu vermesi için 2003 yılında IEC 61000-4-30 standardı yayınlandı. Bu standart güç kalitesi izlenmesini ve ölçülmesini düzenlemektedir. Standartın yayın tarihinden sonra üretilen güç kalitesi cihazları standartla uyumlu olarak üretilmektedirler.

Güç sistemlerinde kullanılan ölçüm cihazlarının gelişmesiyle birlikte en etkili ölçüm metodu, güç analizörünün kullanılmasıdır. Yalova Üniversitesi Merkez Yerleşkesinde güç kalitesi sorunlarının tespiti ve analiz çalışmalarında Fluke 435-II Üç Fazlı Enerji ve Güç Kalitesi Analizörü (GKA) kullanılmıştır. Çalışmada gerekli ölçümlerin yapılabilmesi için kullanılan Fluke435-II GKA ile güç sistemlerinde gerilim, akım, frekans, güç katsayısı, aktif güç, reaktif güç, harmonik distorsiyon değerleri anlık olarak ölçülerek kaydedilmektedir. Bu sayede güç sisteminin karakteristik analizi yapılabilmektedir. Fluke 435-II GKA, güç dağıtım sistemlerinin kontrolü için kapsamlı ve güçlü bir ölçüm seti sunmaktadır. Fluke 435-II GKA, Kırpışma, Geçici Akımlar, Güç Dalgası, Ana Şebeke Sinyali, Dalga Olayı, Rms Olayı ve % 0,1 gerilim giriş hassasiyeti gibi ek özelliklere sahiptir. (Fluke Corporation, 2012)

Şekil 3’de Fluke 435-II GKA’nın resmi ve üç fazlı şebekeye bağlantısı verilmiştir. Bir GKA ekranındaki tüm ölçüm değerleri kaydedilebilmektedir. Ortalama, minimum ve maksimum değerler, ölçümün gerçekleştirildiği süre boyunca ayarlanabilir bir ortalama süreyle (1s) kaydedilebilmektedir. Ortalama süre ayarlanabildiği gibi toplam ölçüm ve başlangıç gecikmesi süresi de ayarlanabilmektedir. Ölçüm sonucu elde edilen veriler SD karta Measurement xx (Ölçüm xx) olarak kaydedilebilmektedir. LOGGER (Kayıt Cihazı) tuşunun altında maksimum 150 değer saklanabilmektedir. Kaydedilecek değer veya seti kullanıcı tarafından tanımlanabilmektedir.



Şekil 3. FLUKE 435-II Üç fazlı Güç Kalitesi Analizörü ve Üç Fazlı GKA'nın Şebeke Bağlantısı

Yapılan saha çalışması kapsamında üniversite kampüsünde bulunan Rektörlük- Mühendislik Fakültesi ve Araştırma Laboratuvarına Şekil 4’ de görüldüğü gibi Güç kalitesi analizörü bağlanarak besleme geriliminde meydana gelen dalgalanmalar kaydedilmiştir



Şekil 4. Birincil Ölçüm Noktası (Mühendislik Fakültesi)

3. Bulgular ve Tartışma

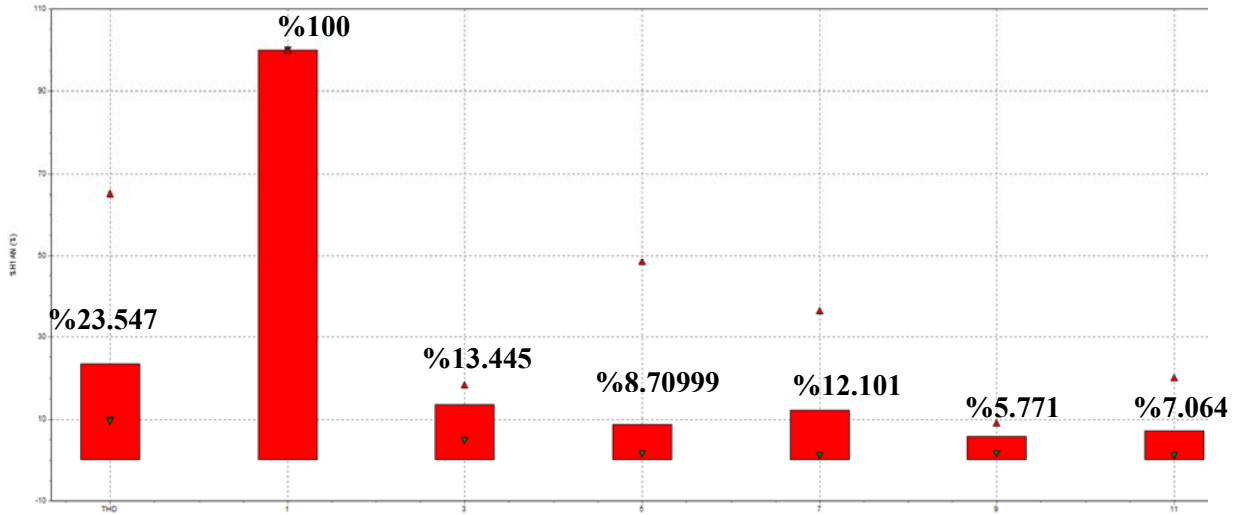
Yapılan ölçümler neticesinde alınan veriler Power Log isimli programda incelenmiştir. Kampüs içerisinde bulunan 3 binanın farklı zaman aralıklarında GKA kullanılarak güç kalitesi ölçümleri değerlendirilmiştir. Yapılan tüm ölçümlerde RMS kaydı, frekans kaydı, harmonik kaydı ve güç harmoniği kaydı ve voltaj-akım kaydı yapılmıştır. Araştırma Merkez Laboratuvarında yapılan kayıtlarda 2 adet düşme, 3 adet geçici olay, 1 adet kesinti olayı, 15 adet dalga olayı, 15 adet RMS olayı belirlenmiştir.

Mühendislik Fakültesinde yapılan kayıtlarda 9 adet düşme, 17 adet geçici olay, 62 adet dalga olayı, 62 adet RMS olayı belirlenmiştir.

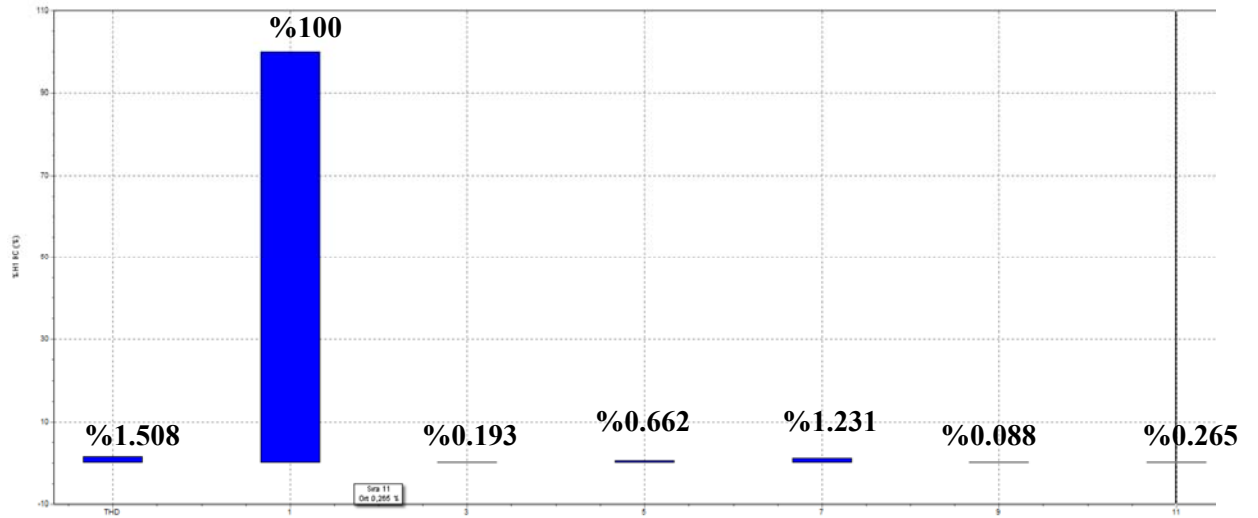
Tablo 2 ve Şekil 7-8-9-10-11-12’de görüldüğü gibi 2. Ölçüm noktasında (Rektörlük binası) yapılan ölçümlerin her fazına ait gerilim ve akımların toplam harmonik değerleri verilmiştir. A, B ve C faz gerilimlerde oluşan THD uygun sınırlarda olmakla birlikte Tablo 2’ de ortalama % 1.34 civarında harmonik gerilim distorsiyonu olduğu görülmektedir. Şekil 10-11-12’de görüldüğü gibi ortalama A fazının akım THD %14.2, B fazının akım THD %18.5 ve C fazının akım THD %20.6 gibi büyük değerlerde olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca Şekil 5-6 ‘da A, B ve C fazlarına ait akım harmonik ve akım THD değerleri ile gerilim harmonik ve gerilim THD değerleri verilmiştir.

Tablo 2. Rektörlük THDV ve THDI Ölçüm Sonuçları

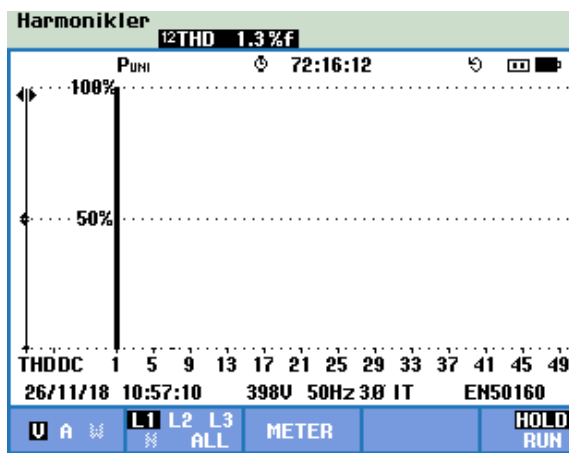
Tarih	Zaman	THDV AB	THDV BC	THDV CA	THDI A	THDI B	THDI C
23.11.2018	10:50:07.711	1,37	1,34	1,46	16,33	19,38	20,69
23.11.2018	11:10:47.711	1,4	1,36	1,47	15,75	17,48	21,3
23.11.2018	13:03:57.711	1,2	1,27	1,23	16,32	20,48	22,56
23.11.2018	20:34:17.711	1,11	1,21	1,2	26,44	17,72	25,25
24.11.2018	03:46:07.711	1,61	1,78	1,59	26,87	20,26	24,02
24.11.2018	06:00:17.711	1,49	1,61	1,51	21,32	18,62	18,03
24.11.2018	07:35:37.711	1,42	1,57	1,44	26,09	20,44	23,51
24.11.2018	08:34:27.711	1,38	1,46	1,42	31,34	26,84	26,77
24.11.2018	20:22:37.711	1,18	1,28	1,28	21,6	21,07	23,66
25.11.2018	00:31:37.711	1,56	1,68	1,54	23,13	19,49	22,78
25.11.2018	05:06:37.711	1,67	1,8	1,66	23,45	21,57	22,81
25.11.2018	09:03:07.711	1,95	2,22	2,04	24,38	25,06	25,95
25.11.2018	13:10:47.711	1,62	1,77	1,75	19,85	23,07	24,03
25.11.2018	19:39:37.711	1,37	1,5	1,51	22,17	20,94	23,06
26.11.2018	05:44:17.711	1,7	1,85	1,8	25,84	20,89	24,73
26.11.2018	10:04:17.711	1,1	1,16	1,12	30,67	34,83	35,07
27.11.2018	10:06:17.711	1,14	1,18	1,22	20,39	23,64	22,34
27.11.2018	12:30:27.711	1,12	1,16	1,21	20,25	23,61	22,43
27.11.2018	15:06:47.711	1,13	1,18	1,23	20,24	20,73	22,37
27.11.2018	18:06:27.711	1,11	1,16	1,2	20,28	20,34	22,34
28.11.2018	08:06:57.711	1,11	1,16	1,2	20,36	21,71	22,36
28.11.2018	12:07:07.711	1,11	1,16	1,19	19,95	23,57	22,18
28.11.2018	15:21:07.711	1,16	1,19	1,22	17,66	19,91	20,03
28.11.2018	18:19:27.711	1,23	1,24	1,25	18,44	19,59	20,44
29.11.2018	08:30:47.711	1,09	1,14	1,17	25,98	26,11	27,13
29.11.2018	10:50:17.711	1,21	1,23	1,29	25,31	20,57	27,86
29.11.2018	12:03:57.711	1,32	1,41	1,41	23,37	22,04	24,65
29.11.2018	16:58:27.711	1,19	1,29	1,29	24,77	22,93	23,92
30.11.2018	08:33:27.711	1,19	1,32	1,3	22,45	21,66	23,35
30.11.2018	11:07:47.711	1,08	1,2	1,21	24,24	21,19	23,21
30.11.2018	12:33:37.711	1,32	1,34	1,38	32,2	27,49	29,28
30.11.2018	15:07:17.711	1,14	1,19	1,23	20,27	23,7	22,37



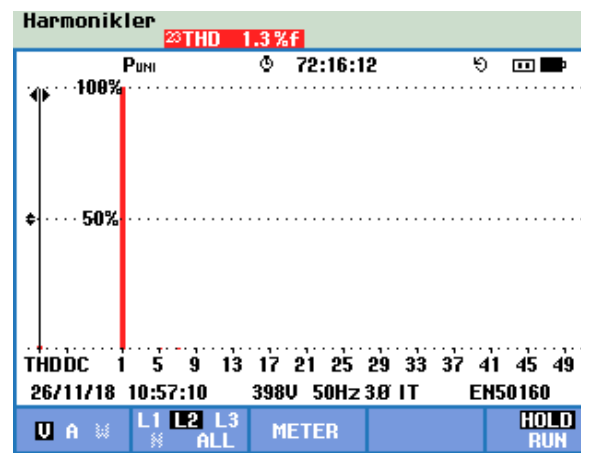
Şekil 5. Rektörlük A, B ve C Fazlarına Ait Akım Harmonik ve Akım THD Değerleri



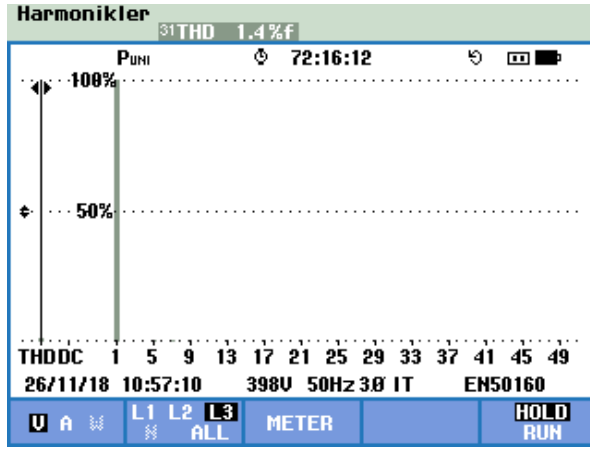
Şekil 6. Rektörlük A, B ve C Fazlarına Ait Gerilim Harmonik ve Gerilim THD Değerleri



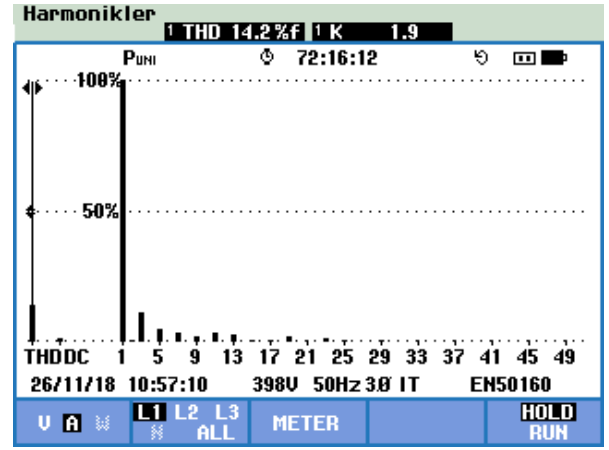
Şekil 7. Rektörlük Binasının A fazına ait Gerilim Harmoniği ve THD değerleri



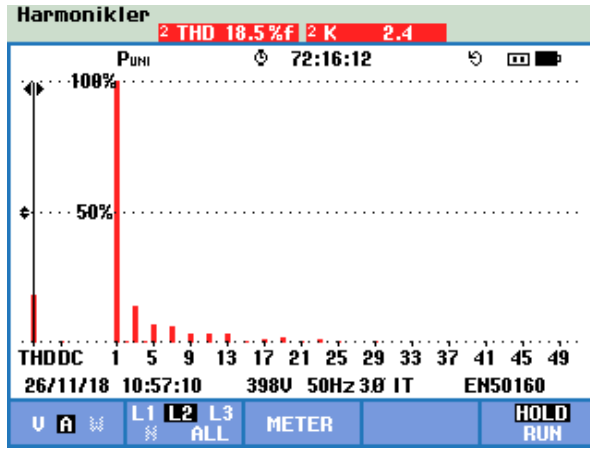
Şekil 8. Rektörlük Binasının B fazına ait Gerilim Harmoniği ve THD değerleri



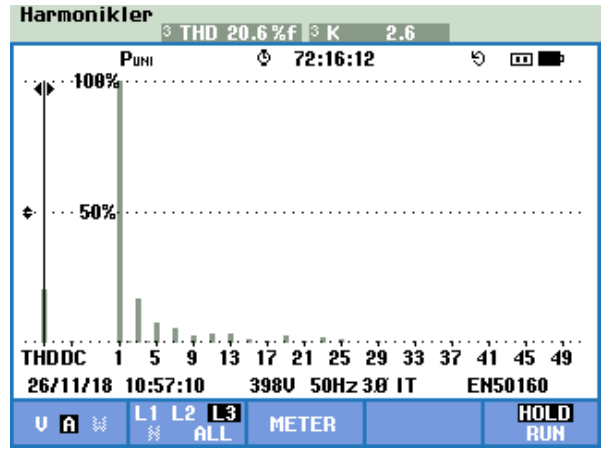
Şekil 9. Rektörlük Binasının C fazına ait Gerilim Harmoniği ve THD değerleri



Şekil 10. Rektörlük Binasının A fazına ait Akım Harmoniği ve THD değerleri



Şekil 11. Rektörlük Binasının B fazına ait Akım Harmoniği ve THD değerleri



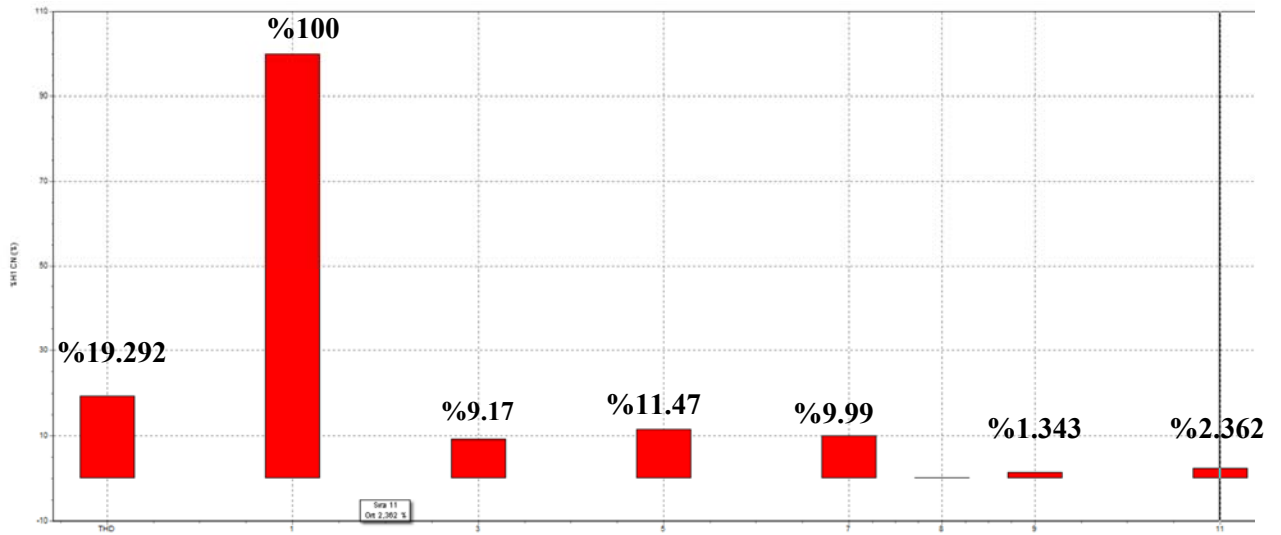
Şekil 12. Rektörlük Binasının C fazına ait Akım Harmoniği ve THD değerleri

Tablo 3. Mühendislik Fakültesi THD_V ve THD_I Ölçüm Sonuçları

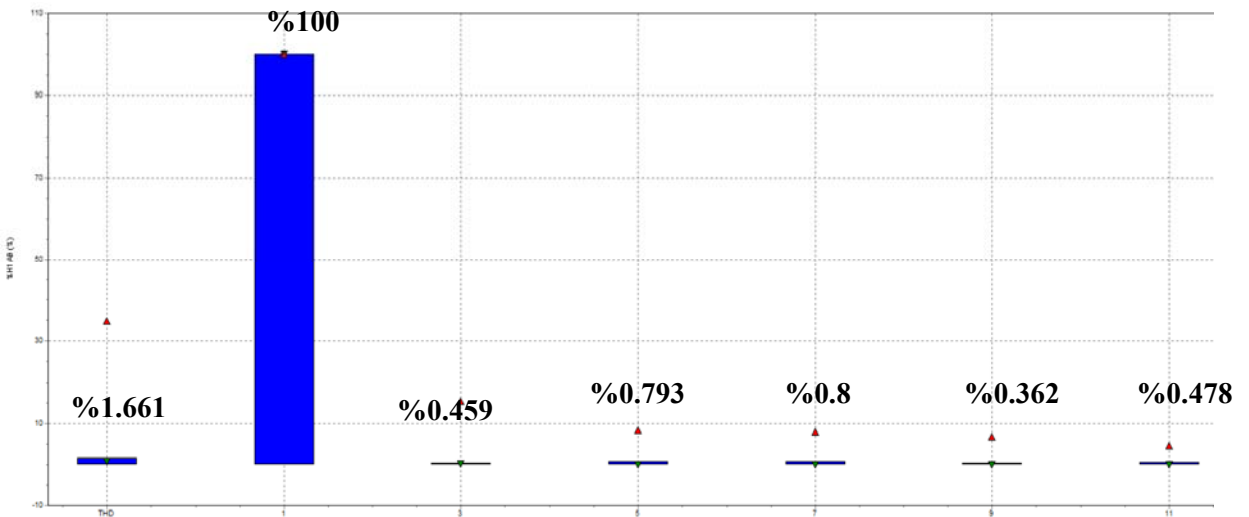
Tarih	Zaman	THDV AB	THDV BC	THDV CA	THDI A	THDI B	THDI C
26.11.2018	12:01:48.167	2,18	1,82	2,05	16,31	16,35	29,52
26.11.2018	12:49:38.167	2,43	1,98	2,26	18,85	20,71	30,11
26.11.2018	14:04:08.167	2,53	2,2	2,38	16,77	20,35	26,17
26.11.2018	16:02:28.167	2,13	1,81	2,02	16,41	19,98	29,99
27.11.2018	08:24:18.167	1,74	1,37	1,51	19,83	33,61	40,08
27.11.2018	08:25:38.167	1,62	1,27	1,34	20,67	32,72	40,16
27.11.2018	10:20:18.167	1,99	1,72	1,85	16,51	15,67	27,28
27.11.2018	11:16:58.167	1,83	1,62	1,72	16,72	17,75	26,39
27.11.2018	13:15:18.167	1,59	1,4	1,44	15,65	15,16	23,91
27.11.2018	16:42:08.167	1,31	1,11	1,03	16,14	20,19	24,99
28.11.2018	08:43:58.167	1,71	1,52	1,58	20,34	23,68	38,38
28.11.2018	09:01:28.167	1,77	1,67	1,67	18,34	17,46	37,39
28.11.2018	11:38:18.167	2,09	1,85	1,98	17,77	16,57	26,59

28.11.2018	12:32:48.167	2,32	1,82	2,09	20,5	17,74	28,87
28.11.2018	16:06:18.167	2,01	1,83	1,93	18,44	17,05	28,61
29.11.2018	07:37:28.167	1,75	1,33	1,52	18,12	28,75	40,58
29.11.2018	08:45:28.167	2,5	2,1	2,32	19,45	21,95	31,77
29.11.2018	13:06:28.167	2,82	2,33	2,69	17,25	17,69	23,48
29.11.2018	15:26:28.167	2,95	2,44	2,91	18,86	17,82	26,66
29.11.2018	15:48:28.167	2,72	2,29	2,72	18,99	17,55	29,34
30.11.2018	09:09:48.167	2,27	1,89	2,06	18,75	22,29	35,85
30.11.2018	13:49:48.167	2,08	1,95	2,01	17,31	17,4	24,3
30.11.2018	16:25:48.167	1,97	1,74	1,85	18,72	18,88	27,86
30.11.2018	16:56:48.167	2,3	2,01	2,29	21,19	23,36	38,52
01.12.2018	16:58:38.167	1,97	1,75	1,84	21,25	21,55	35,53
01.12.2018	17:09:18.167	1,88	1,59	1,66	21,2	22,63	35,82
01.12.2018	17:11:58.167	1,82	1,51	1,64	20,88	23,15	36,33
02.12.2018	12:06:18.167	2,27	1,89	2,17	15,44	16,16	28,2
02.12.2018	13:08:28.167	2,34	1,95	2,21	16,6	17,19	26,85
02.12.2018	14:15:08.167	2,62	2,22	2,51	17,4	18,34	27,63
03.12.2018	12:02:38.167	2,4	1,97	2,33	16,65	17,49	29,87
03.12.2018	13:06:38.167	2,47	2,05	2,34	19,63	22,73	28,2
03.12.2018	14:19:08.167	2,73	2,29	2,64	17,53	20,72	29,68
03.12.2018	16:08:38.167	2,52	1,97	2,35	19,1	23,33	32,21
03.12.2018	17:02:08.167	2,3	1,86	2,19	22,47	23,2	37,59

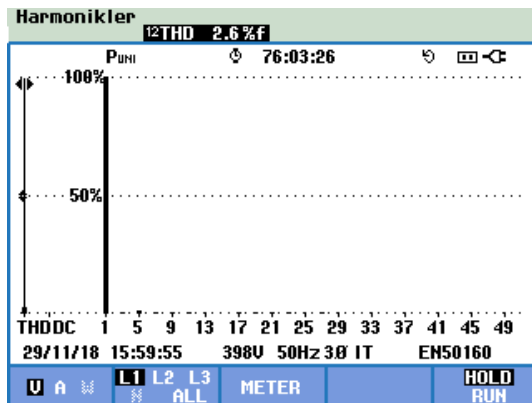
Tablo 3 ve şekil 18-19-20’de görüldüğü gibi, 1.Ölçüm noktasında (Mühendislik Fakültesi Binası) yapılan ölçümlerin her fazına ait gerilim ve akımların toplam harmonik değerleri verilmiştir. A, B ve C faz gerilimlerde oluşan THD uygun sınırlarda olmakla birlikte Tablo 3’de ortalama %2 civarında olduğu görülmektedir. Şekil 15-17’de saat 15:59:55’ de A ve C fazında %2.6’lık gerilim harmoniği, Şekil 16’ da görüldüğü gibi B fazında %2.3 ‘lük gerilim harmonik distorsiyonu belirlenmiştir. Ayrıca Şekil13-14’de A, B ve C fazlarına ait akım harmonik ve akım THD değerleri ile gerilim harmonik ve gerilim THD değerleri verilmiştir.



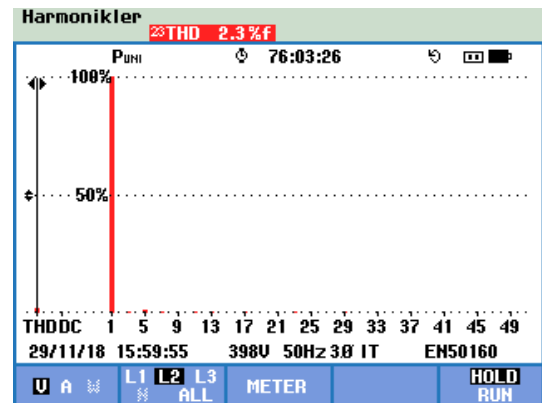
Şekil 13. Mühendislik Fakültesi, A, B ve C Fazlarına Ait Akım Harmonik ve Akım THD Değerleri



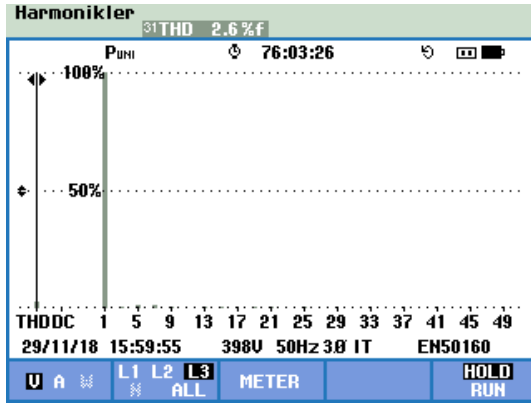
Şekil 14. Mühendislik Fakültesi, A, B ve C Fazlarına Ait Gerilim Harmonik ve Gerilim THD Değerleri



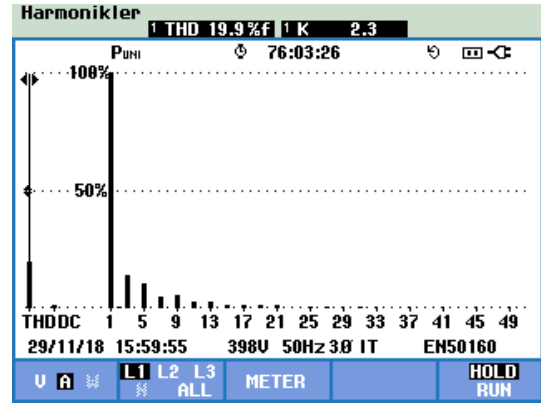
Şekil 15. Mühendislik Fakülte Binasının A fazına ait Gerilim Harmoniği ve THD değerleri



Şekil 16. Mühendislik Fakülte Binasının B fazına ait Gerilim Harmoniği ve THD değerleri

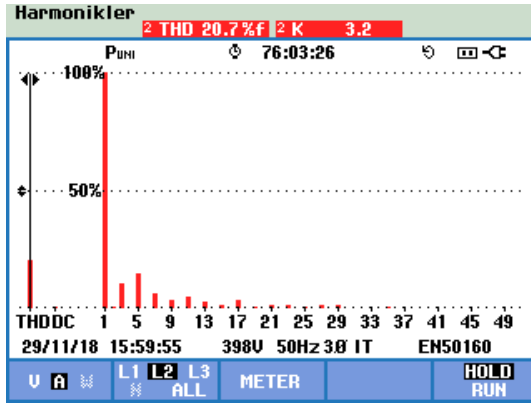


Şekil 17. Mühendislik Fakülte Binasının C fazına ait Gerilim Harmoniği ve THD değerleri

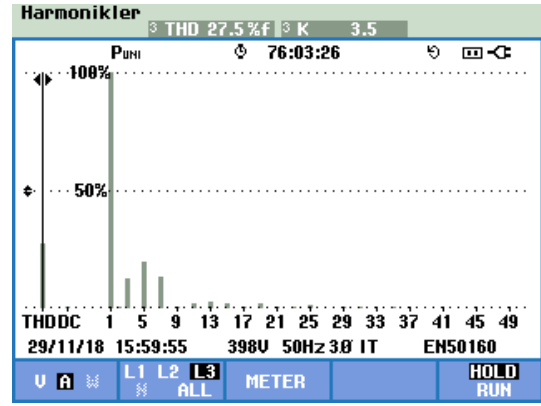


Şekil 18. Mühendislik Fakülte Binasının A fazına ait Akım Harmoniği ve THD değerleri

Şekil 18-19-20'de GKA cihazı ile ölçümlenen sonuçlara baktığımızda Mühendislik Fakültesinde, A fazında belirgin olarak 3., 5., 7., 9., 11 ve 13. harmonikler tespit edilmiş olup faz akımı toplam harmonik bozulma değeri yaklaşık olarak THD %19.9, B fazında 3., 5., 7., 9., 11., 13., 15 ve 17. harmonikler belirlenmiş olup faz akımı toplam harmonik bozulma değeri yaklaşık olarak THD %20.7 ve C fazında ise 3., 5., 7. ve 13. harmonikler bulunmakta faz akımı toplam harmonik bozulma değeri yaklaşık olarak THD %27.5 'dir.



Şekil 19. Mühendislik Fakülte Binasının B fazına ait Akım Harmoniği ve THD değerleri

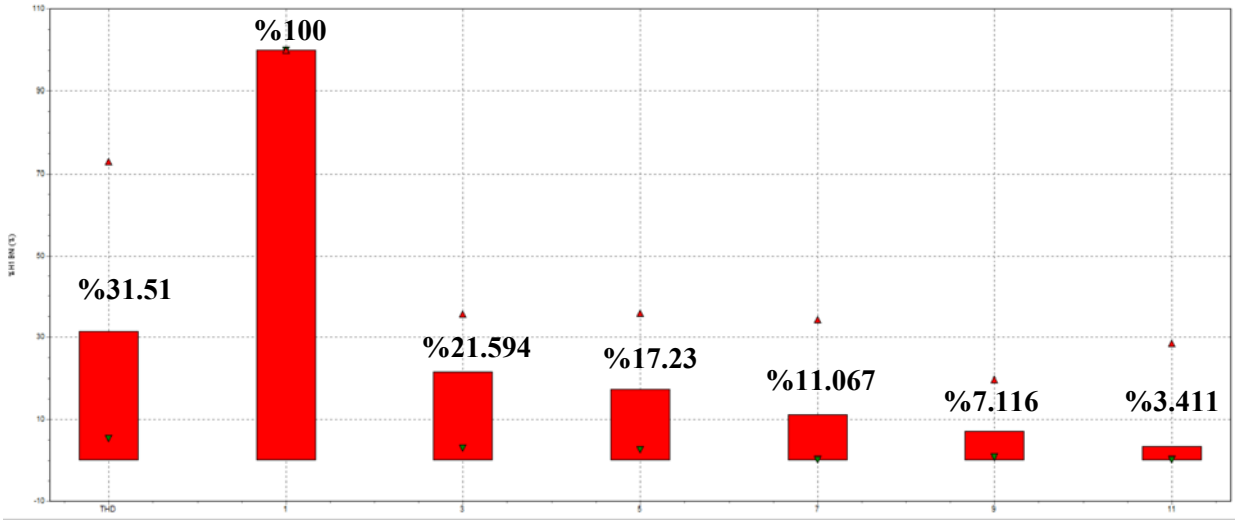


Şekil 20. Mühendislik Fakülte Binasının C fazına ait Akım Harmoniği ve THD değerleri

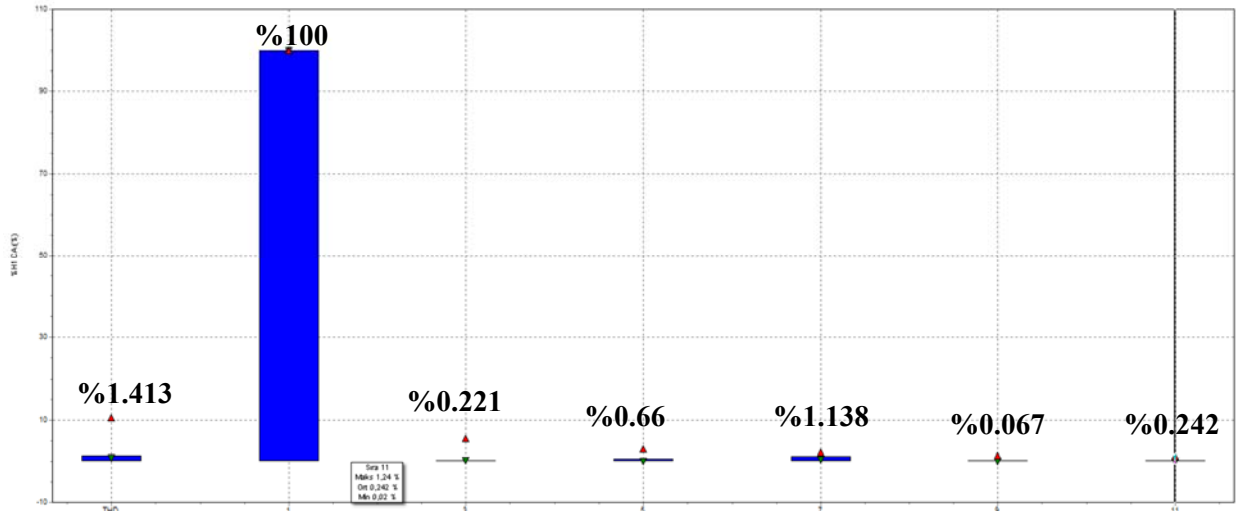
Tablo 4 ve Şekil 20-21 'de, Araştırma Merkez Laboratuvarı binasında yapılan ölçümlerin her fazına ait akım harmonik ve akım THD değerleri ile gerilim harmonik ve gerilim THD değerleri verilmiştir. A, B ve C faz gerilimlerde oluşan THD uygun sınırlarda olmakla birlikte Tablo 4'de ortalama %1.25 civarında gerilim harmonik distorsiyonu olduğu görülmektedir. Şekil 23-24'de B ve C fazında %1.1'lik gerilim harmoniği, Şekil 22'de görüldüğü gibi A fazında %1.3 'lük gerilim harmonik distorsiyonu belirlenmiştir. Ayrıca Şekil 20-21'de A, B ve C fazlarına ait akım harmonik ve akım THD değerleri ile gerilim harmonik ve gerilim THD değerleri verilmiştir.

Tablo 4. Araştırma Merkez Laboratuvarı THDV ve THDI Ölçüm Sonuçları

Tarih	Zaman	THDV AB	THDV BC	THDV CA	THDI A	THDI B	THDI C
29.11.2018	16:16:33.605	1,03	0,97	0,99	10,12	11,6	9,78
29.11.2018	17:03:03.605	0,97	0,92	1,01	10,12	24,73	10,37
29.11.2018	17:09:13.605	0,94	0,88	0,95	10,26	22,64	15,26
29.11.2018	18:00:53.605	1,09	1,04	1,08	11,73	25,08	17,33
29.11.2018	18:53:53.605	1,12	1,1	1,16	16,53	26,09	24,16
29.11.2018	19:51:03.605	1,13	1,09	1,18	12,19	19,81	23,9
29.11.2018	21:18:23.605	1,13	1,05	1,1	11,95	20,87	23,33
30.11.2018	00:11:43.605	1,31	1,27	1,34	11,82	17,94	23,24
30.11.2018	03:51:03.605	1,28	1,22	1,3	15,23	19,19	22,89
30.11.2018	04:20:03.605	1,37	1,3	1,39	14,73	17,84	22,82
30.11.2018	06:19:23.605	1,32	1,32	1,37	15,55	19,43	23,17
30.11.2018	08:08:13.605	1,06	1,05	1,11	12,35	18,74	18,89
30.11.2018	12:05:43.605	0,98	0,95	1,05	10,35	19,3	23,65
30.11.2018	15:30:33.605	1,05	1,02	1,04	10,61	11,91	9,34
30.11.2018	16:03:13.605	1,06	1,04	1,1	10,82	12,85	15,52
30.11.2018	19:13:43.605	1,12	1,06	1,15	12,39	24,95	23,84
30.11.2018	19:24:53.605	1,15	1,09	1,19	13,03	26,31	23,89
1.12.2018	04:48:43.605	1,28	1,19	1,37	24,67	36,94	23,79
1.12.2018	05:05:43.605	1,33	1,24	1,4	24,61	36,88	24,94
2.12.2018	08:07:23.605	2,47	2,52	2,58	27,03	29,43	22,59
2.12.2018	08:32:13.605	2,61	2,68	2,71	28,35	34,39	22,61
2.12.2018	11:29:23.605	1,63	1,57	1,76	22,19	22,43	19,13
3.12.2018	07:25:03.605	1,3	1,32	1,4	23,22	29,91	22,15
3.12.2018	07:30:43.605	1,26	1,25	1,36	24,32	28,89	21,79
3.12.2018	08:21:03.605	1,08	1,06	1,17	17,35	18,98	21,74
04.12.2018	01:15:43.605	1,31	1,24	1,34	11,31	20,72	22,57
04.12.2018	02:03:03.605	1,29	1,2	1,25	11,57	17,75	23,22
04.12.2018	04:06:15.605	1,27	1,35	1,29	1,36	14,96	18,21
05.12.2018	22:41:13.605	1,19	1,11	1,16	12,02	21,37	23,38
05.12.2018	23:02:53.605	1,18	1,11	1,17	11,54	21,71	23,55
05.12.2018	00:06:03.605	1,34	1,3	1,38	11,85	18,8	18,64
05.12.2018	01:46:33.605	1,32	1,25	1,31	11,79	16,86	23,3
06.12.2018	03:45:53.605	1,8	1,82	1,95	23,95	31,43	22,41
06.12.2018	05:07:53.605	1,86	1,89	2,03	24,29	28,19	22,58
06.12.2018	06:20:43.605	1,73	1,77	1,85	25,31	35,89	22,31
06.12.2018	07:11:53.605	1,45	1,48	1,56	25,01	26,95	21,9
06.12.2018	08:17:53.605	1,08	1,06	1,15	17,4	19,12	21,78
06.12.2018	09:32:53.605	0,96	0,97	1,05	9,84	11,74	12,47

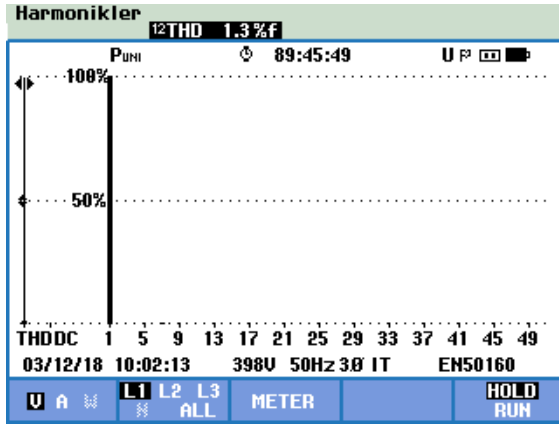


Şekil 21. Araştırma Merkez Laboratuvarı, A, B ve C Fazlarına Ait Akım Harmonik ve Akım THD Değerleri

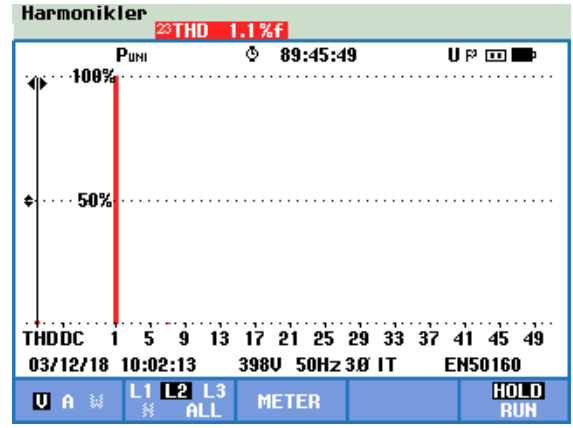


Şekil 22. Araştırma Merkez Laboratuvarı, A, B ve C Fazlarına Ait Gerilim Harmonik ve Gerilim THD Değerleri

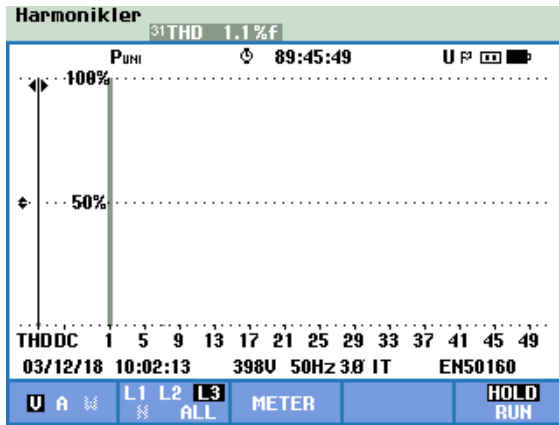
Şekil 26-27-28'de GKA cihazı ile ölçümlenen sonuçlara baktığımızda Araştırma Merkez Laboratuvarında, A fazında belirgin olarak 3., 5., 7. ve 9. harmonikler tespit edilmiş olup faz akımı toplam harmonik bozulma değeri yaklaşık olarak THD %10.5, B fazında 3., 5., 7. ve 9. harmonikler belirlenmiş olup faz akımı toplam harmonik bozulma değeri yaklaşık olarak THD %11.1 ve C fazında ise 3., 5., 7. 9., 11. ve 13. harmonikler bulunmakta faz akımı toplam harmonik bozulma değeri yaklaşık olarak THD %14.1 'dir.



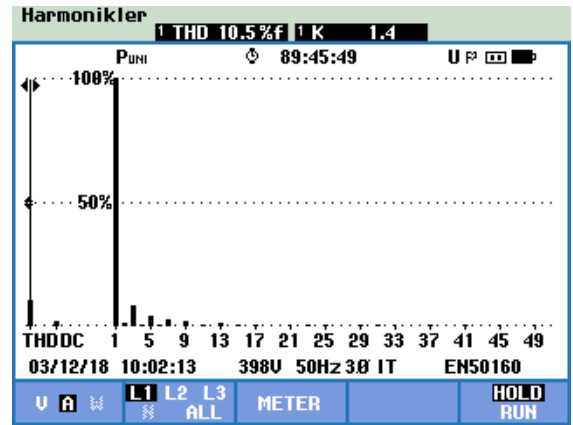
Şekil 23. Araştırma Merkez Laboratuvarı A fazına ait Gerilim Harmoniği ve THD değerleri



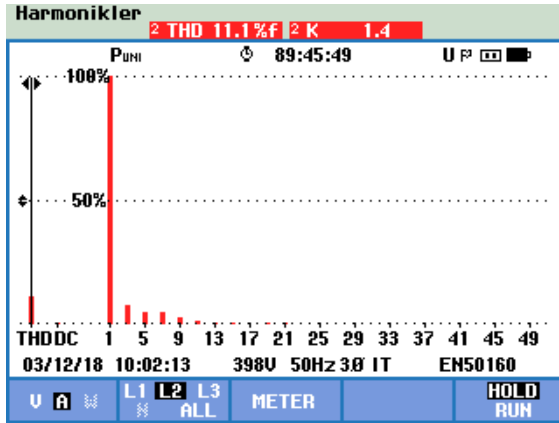
Şekil 24. Araştırma Merkez Laboratuvarı B fazına ait Gerilim Harmoniği ve THD değerleri



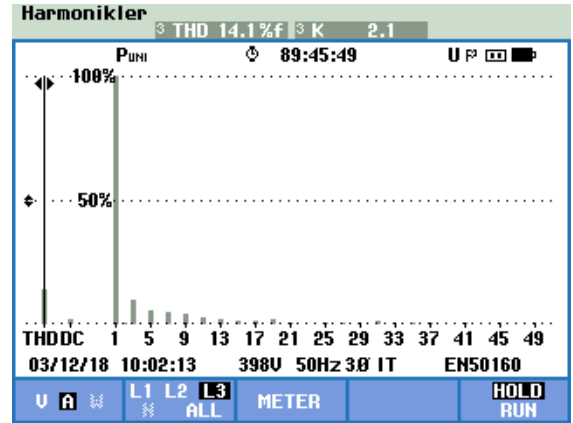
Şekil 25. Araştırma Merkez Laboratuvarı C fazına ait Gerilim Harmoniği ve THD değerleri



Şekil 26. Araştırma Merkez Laboratuvarı A fazına ait Akım Harmoniği ve THD değerleri

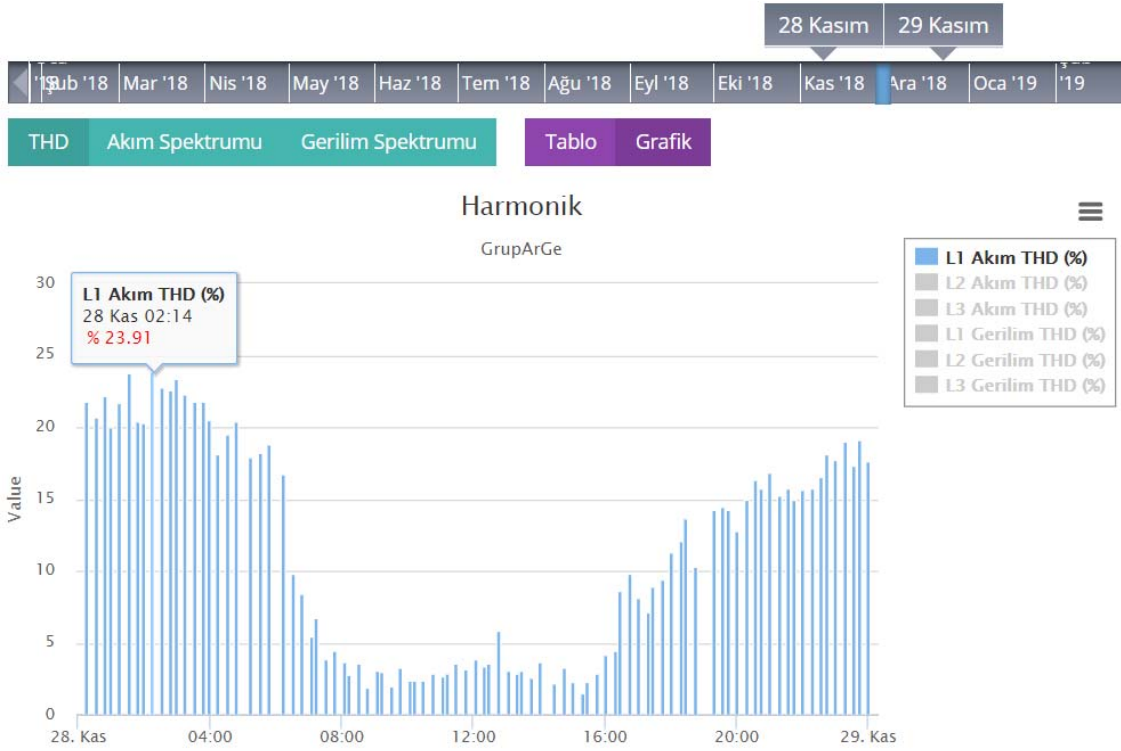


Şekil 27. Araştırma Merkez Laboratuvarı B fazına ait Akım Harmoniği ve THD değerleri



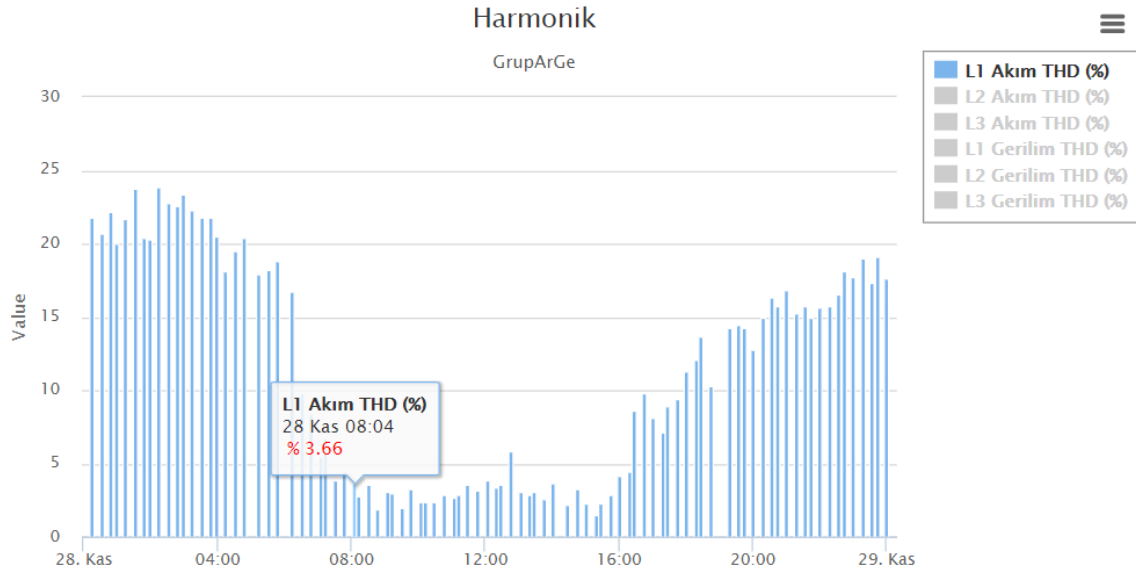
Şekil 28. Araştırma Merkez Laboratuvarı C fazına ait Akım Harmoniği ve THD değerleri

Üniversitemize ait binaların tamamının enerji takibi bir sistem üzerinden yapılmaktadır. Enerji takip sistemi üzerinden alınan veriler ile güç kalitesi analizörü ölçüm sonuçlarının yaklaşık olarak aynı değerlerde olduğu, Şekil 29' da görülmektedir.

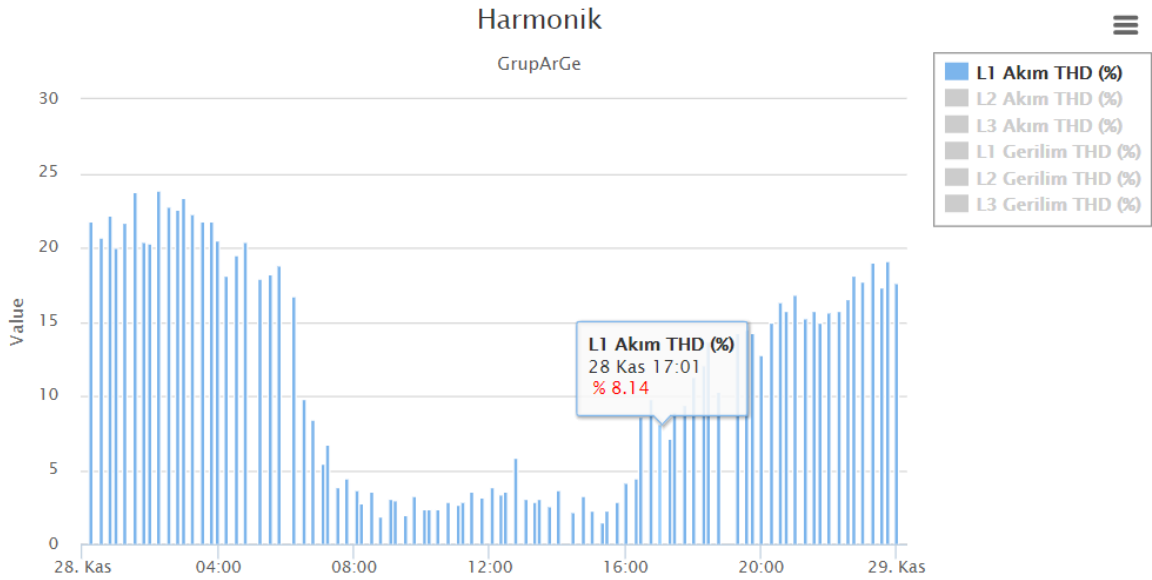


Şekil 29. Enerji Takip Sisteminde Alınan A Fazının Akım THD Spektrumu

Şekil 30’ da Mühendislik Fakültesi binasının, mesai başlangıcında A fazının akım THD %3,66 ve Şekil 31’de mesai bitiminde A fazının akım THD %8,14 olduğu görülmektedir. Mesai saatleri dışında A fazının akım THD Şekil 29’da görüldüğü gibi %23,91 değerindedir.



Şekil 30. Mesai Başlangıcında Mühendislik Fakültesinde Alınan A Fazının Akım THD Spektrumu



Şekil 31. Mesai Bitiminde Mühendislik Fakültesinde Alınan A Fazının Akım THD Spektrumu

Ölçümler, binalardaki kompanzasyon panoları devre dışı bırakılarak 7 gün süreyle alınmıştır. Kampüs genelindeki ana hat kapasitesini dengelemek için binalarda direkt bağlı reaktörler bulunmaktadır. Mühendislik Fakültesi ve Rektörlük binalarında olmayan, Merkezi Araştırma Laboratuvarında mevcut 2 tane 2,5 kVAr değerinde reaktör bağlıdır.

Binaları besleyen trafoların gücü 1600 kVA olup çekilen akımın en büyük değeri 60 A olarak tespit edilmiştir. Şekil 29’ de görüldüğü gibi gece mesai saatleri dışında akım THD değeri yükselirken, Şekil 30 ve Şekil 31’de ise mesai saati içerisinde bu değer çok düştüğü belirlenmiştir. Üniversite kampüs alanının yeni kurulması ve binaların besleme trafolarının çok yüksek güç değerinde seçilmesi (en az 2 binayı besleyecek şekilde planlanmıştır.) yüksüz durumda olan transformatörün kayıplarının artmasına yol açmaktadır. Güç sistemlerindeki en önemli elemanlardan olan transformatörler bilinen en eski nonlineer elemanlardır. Bunların harmonik üretme özelliği, demir çekirdeğin mıknatıslanma karakteristiğinin lineer olmamasından, yani transformatörün doymasından kaynaklanmaktadır. Transformatörün çekirdeğinin mıknatıslanma karakteristiği lineer özelliğe sahip olmadığından uygulanan sinüsoidal uyarma akımı sonucu sinüsoidal akı ve gerilim oluşmaktadır. Transformatörün boştaki çalışma akımı, demir kayıplarına ait akım ile harmonik bileşenler içeren mıknatıslanma akımının toplamından oluşur. Boştaki çalışan transformatör yüksüz olmasına rağmen mıknatıslanma akımı nedeniyle, nonsinüsoidal (harmonikli) akım çeker diğer bir deyişle harmonik üretir. Motor veya transformatörler yüklendiğinde daha az harmonik üretecektir. Çünkü uyarma gerilimi, sistemdeki gerilim düşümünden dolayı daha az olacaktır. Mıknatıslanma akımı harmonikleri günün erken saatlerinde en yüksek seviyeye ulaşacak, çünkü bu halde sistemdeki yük az olduğundan gerilim yükselmekte ve aşırı uyarma meydana gelmektedir. Aşırı uyarımla oluşan akım harmoniklerinde ise 3., 5. ve 7. harmonikler etkili olurlar.

4. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada Yalova Üniversitesi Merkez Kampüsünde güç kalitesi problemlerinin belirlenmesi için Fluke 435-II Üç Fazlı Enerji ve Güç Kalitesi Analizörü (GKA) cihazıyla, Rektörlük-Mühendislik Fakültesi ve Araştırma Merkez Lab. binalarında meydana gelen RMS olayları düşme, yükselme, geçici dalgalanma, kesinti, hızlı gerilim değişiklikleri, frekans dalgalanmaları ve toplam harmonik distorsiyonu parametreleri 7 gün aralıklarla ölçülmüştür. Ölçümler sonucunda, harmoniklerin var olduğu ve Uluslararası IEC 519-1992 standart içinde kabul edilen harmonik bozulmanın, THDV gerilim için % 3 değerinin altında, THDI akım için % 5 in üzerinde olduğu gözlemlenmiştir. Kampüste yapılan ölçümlerde elde edilen sonuçlar incelendiğinde, her birimde farklı enerji kalitesi olayları olduğu görülmüştür. Bu kalite olayları değerlendirilirken, tabiat şartları, besleme şebekesindeki anahtarlama, dizel-jeneratörlerin devreye zamanında girip çıkmadığının etkisi ve kesintisiz güç kaynaklarının etkinliğinin de benzer şekilde incelenmesi gerekir.

Yapılan ölçümler ve tüm kayıt verileri incelendiğinde, Yalova Üniversitesi Merkez Kampüsünün enerji kalitesinde ciddi kalite problemleri olduğu ortaya çıkmıştır. Yeni bir üniversitesi olması ve kampüs elektrik alt yapısında çalışan birçok cihazın özellikle bina besleme trafolarının yüksek güç değerlerinde alındığı tespit edilmiştir. Yüksek güçte tercih edilmesi ve yüklenme kapasitesinin çok düşük olması sistemde yüksek değerde harmonik oluşumuna neden olmaktadır. Bu yüksek harmonikler zamanla kondansatör tahribatına, elektronik kart arızalarına, bilgisayar arızalarına, bilgisayarlarda veri kayıplarına neden olmaktadır. Standartlar göz önünde bulundurulduğunda harmoniklerin etkileri minimuma indirilir, sistem üzerindeki etkileri tamamen kaldırılamaz. Ancak çok daha düşük seviyelere çekilerek sisteme zarar vermesi engellenebilir. Çözüm olarak, elektrik sisteminde kullanılan harmonik üreten cihazların tasarım aşamasında, harmonik üretmeyecek şekilde ya da sisteme harmonik vermeyecek şekilde filtreli imal edilmelidir. Bu gerçekleştirilemiyorsa ya da sistemdeki cihazlar yenilenemiyorsa o zaman harmonik sorununun üretildiği yerde yok edilmelidir. Bunun için her bir harmonik seviyesine ayrı ayrı pasif filtreleme veya aktif filtreleme çalışmaları yapılmalıdır. Ayrıca harmonikli devrelerde kullanılacak trafoların bağlantı grupları: Dyn11 yerine Dyn5 kullanılmasında yarar vardır. Çünkü; Dyn11 Trafonun OG. Girişi ile AG. Çıkışında 330° Dyn5 Trafonun OG. Girişi ile AG. Çıkışında 150° faz farkı vardır. Bu da harmoniklerin yok edilmesinde büyük önem taşır.

Kaynaklar

- Kesler, M., (2010). “Birleşik Güç Kalite Düzenleyicisinin Senkron Referans Yapı Tabanlı Uygulama Tasarımı ve Analizi”, Yayınlanmış Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Kürker, F., Taşaltın, R., (2016) “Elektrik Tesislerinde Harmoniklerin Meydana Getirdiği Kayıpların Analizi”, Adıyaman Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, Adıyaman 21-38.
- Fluke 434-II/435-II/437-II Üç Fazlı Enerji ve Güç Kalitesi Analizörü Kullanım Kılavuzu, TR Ocak 2012 rev. 1 06/12, Fluke Corporation, 2012; 3:1- 3.
- ABB, Technical Application Papers No.8, 64s.
<https://library.e.abb.com/public/4704e67320c08992c1257870002e4700/1SDC007107G0202.pdf>
(Erişim Tarihi 01.04.2019)

Yıldız Gölü Sedimentinden İzole Edilen Aktinobakterilerin Antimikrobiyal ve Enzim Üretim Kapasitelerinin Araştırılması

Kadriye ÖZCAN^{1*}

¹Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Genetik ve Biyomühendislik Bölümü, Giresun, Türkiye

*Sorumlu Yazar: kadriye.ozcan@giresun.edu.tr

Geliş Tarihi: 12.05.2019

Kabul Tarihi: 03.06.2019

Öz

Bu çalışmada, Yıldız Gölü (Gümüşhane) sedimentinden aktinobakteri izolasyonu gerçekleştirilmiş ve izolatlar antimikrobiyal aktivite ve enzim üretme kapasiteleri (amilaz, lipaz, proteaz, pektinaz, selüloz) bakımından incelenmiştir. Tarama, uygun besiyeriler içeren petrielerde gerçekleştirilmiştir. İzolasyon için SCA besiyeri kullanılmış ve besiyeriye nistatin ve nalidiksik asit ilave edilmiştir. Antimikrobiyal aktivite tespiti için, çapraz çizgi ekim yöntemi ve *C. tropicalis*, *C. albicans*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *MRSA*, *E. faecium*, *E. fecalis* standart suşları tercih edilmiştir. Sonuç olarak izolatların %55'i en az bir test mikroorganizmasına karşı antimikrobiyal aktivite gösterirken %66.6'sının ise en az bir enzimi üretebildiği belirlenmiştir. Bununla birlikte izolatların %22.2'si ne antimikrobiyal aktivite ne de enzim üretme yeteneğine sahip bulunmuştur. Bu çalışma Yıldız Gölü'nden aktinobakteri izolasyonu ve izolatların biyolojik aktivitesi üzerine gerçekleştirilen ilk araştırmadır. Sonuç olarak, elde edilen aktinobakterilerin endüstriyel ve farmakolojik çalışmalar için kaynak olabileceği öngörülmekle birlikte aktif bileşiklerin izolasyonu ve karakterizasyonu için ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal aktivite, Enzim üretimi, İzolasyon, Tarama

Investigation of Antimicrobial and Enzyme Production Capacities of Actinobacteria Isolated from Yıldız Lake Sediment

Abstract

In this study, actinobacteria was isolated from Yıldız Lake (Gümüşhane) sediment and the isolates were examined for antimicrobial activity and enzyme production capacities (amylase, lipase, protease, pectinase, cellulase). Screening was carried out on petri dishes containing suitable media. SCA medium was used for isolation and nistatin and nalidixic acid were added. For the detection of antimicrobial activity cross-streak method and *C. tropicalis*, *C. albicans*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *MRSA*, *E. faecium*, *E. fecalis* standard strains were used. As a result, 55% of the isolates showed antimicrobial activity against to at least one test microorganism while 66.6% were able to produce at least one enzyme. However, 22.2% of the isolates were not capable of producing either antimicrobial activity or enzyme. This study was the first study on isolation of actinobacteria from Yıldız Lake and the biological activity of isolates. As a results, it is expected that the actinobacteria obtained from this sediment may be the source for industrial and pharmacological studies, but further studies are needed for the isolation and characterization of the active compounds.

Keywords: Antimicrobial activity, Enzyme production, Isolation, Screening

1. Giriş

Aktinobakteriler toprakta yoğun olarak bulunan Gram (+) ve yüksek G+C içerikleriyle bilinen mikroorganizmalardır. Endüstriyel açıdan önemli sekonder metabolitleri üretme kabiliyetleri nedeniyle değerli mikroorganizmalar olarak kabul edilirler. Mikroorganizma kökenli biyoaktif bileşiklerin %45'i aktinobakteriler tarafından üretilmektedir (Berdy, 2005). Günümüzde bilinen ve tıbbi amaçla kullanılan antibiyotiklerin %80'i, *Streptomyces* ve *Micromonospora* tarafından üretilmektedir (Pandey ve ark., 2004). Bununla beraber Aktinobakteriler endüstriyel öneme sahip enzimlerin çoğunu üretmektedir (Divya ve ark., 2013). Sıklıkla kullanılan endüstriyel enzimler olan lipaz, proteaz, amilaz, pektinaz ve selülazlar; pişirme, ilaç, kağıt hamuru endüstrisi, deterjan sanayi (Shigeri ve ark., 2009), gıda endüstrisinde meyve suyunun durultulması, tekstil endüstrisinde ketenin işlenmesi (Janaki ve ark., 2016), deri işlemede kıl giderimi, tarımsal atıkların dönüştürülmesi (Bentley vd., 2002) gibi amaçlarla kullanılmaktadır.

Çoklu antibiyotik dirençliliğine sahip mikroorganizmaların artması nedeniyle yeni antimikrobiyal bileşiklere ihtiyaç her geçen gün artmaktadır (Baltz, 2007). Bununla beraber Aktinobakteriler toprakta bol bulunduğu için yoğun olarak toprak örneklerinden çalışılmıştır (Fenical, 1993). Ne yazık ki son zamanlarda yapılan çalışmalarda yeni aktinobakteri veya yeni aktif bileşik elde etme oranı düşmüştür. Çalışmalar sıklıkla bilinen türlerin ya da farklı türlerden aynı aktif bileşiğin eldesi ile sonuçlanmaktadır (Igarashi, 2004). Araştırmacılar bu sorunun, çalışılmamış ekstrem habitatlardan toplanan örneklerin incelenmesi ile üstesinden gelineceğini düşünmektedirler (Bull, 2011). Çünkü ekstrem koşullara adapte olmuş mikroorganizmaların farklı biyoaktif bileşikleri üretebildiği belirlenmiştir (Thumar ve ark., 2010; Mohammadipanah, ve Wink, 2016). Mikroorganizmalar karşılaştıkları zorlukları aşmak için normal durumlarda kullanılmayan genetik bilgilerini kullanmaya ve adaptasyonu sağlayacak sekonder metabolitleri üretmeye yönelmektedir (Mitra ve ark., 2008; Ningthoujam ve ark., 2009).

Çalışmada, 2980 m yükseklikte bulunan buzul göllerden birisi olan Yıldız Gölü sediment örneğinden izole edilen aktinobakterilerin antimikrobiyal ve endüstriyel önemi olan enzimleri (lipaz, amilaz, proteaz, selülaz, pektinaz) üretim kapasitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma, Yıldız Gölü'nden aktinobakteri izolasyonu ve biyolojik aktiviteleri üzerine gerçekleştirilen ilk araştırmadır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Örnek temini

Gümüşhane ili sınırları içerisinde yer alan Yıldız Gölü'nden (2980 m, 505005D 4473032K, pH 7.04, sıcaklık 14.5°C) 0.5-1 m derinlikten sediment örneği steril falkon tüplere manuel olarak alınmış ve soğuk zincir korunarak laboratuvara taşınmıştır.

2.2. Aktinobakteri izolasyonu

İzolasyon besiyeri olarak nalidiksik asit (50 µg/mL) ve nistatin (20 µg/mL) içeren SCA besiyeri kullanılmıştır. Sediment örneği, 10^0 - 10^{-6} aralığında seyreltilmiş ve her seyreltmeden üç tekerrürlü ekimler gerçekleştirilmiş, 15 °C sıcaklıkta 3 hafta inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda aktinobakteri kolonileri izolasyon besiyeri kullanılarak seri pasajlamalarla saflaştırılmış ve mikroskopik inceleme ile saflık kontrolü yapılmıştır.

2.3. Antimikrobiyal aktivite tarama

Antimikrobiyal aktivite çapraz çizgi ekim metoduyla belirlenmiştir. SCA besiyeride petrinin ortasına düz çizgi olarak aktinobakteri suşu inoküle edilmiş ve 1 hafta süre ile 15 °C sıcaklıkta inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda test organizmalar aktinobakteriye dik açı ile öze yardımıyla çizgi şeklinde inoküle edilmiş ve mikroorganizmaların üreyebilmeleri için 37 °C'de inkübasyona bırakılmış ve inhibisyon mesafesi cetvel yardımıyla ölçülmüştür (Selvameenal ve ark., 2009). Test mikroorganizmalar olarak standart suşlar; MRSA ATCC 43300, *Enterococcus faecium* DSMZ 13590, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Escherichia coli* ATCC 29998, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Candida albicans* DSMZ 5817 ve *Candida tropicalis* NRLL YB-366 kullanıldı.

2.4. Enzim üretimi taramaları

Enzim üretiminin tespiti için enzimin substratını içeren spesifik besiyeriler hazırlanmıştır. Lipaz üretimi için tribütrin agar (% 0,3 maya özütü, % 0,5 pepton, % 1 tributrin, % 2 agar; pH:6.0) (Rapp ve Backhaus, 1992), amilaz için nişasta agar (%1 nişasta, % 0.3, NaCl, % 0.1 KH₂PO₄, % 2 agar) (Fossi ve ark., 2009), selüloz için karboksimetilselüloz (CMC) besiyeri (% 1.0CMC, % 0.3 NaCl, % 0.1 KH₂PO₄, % 2.0 agar) (Kasana ve ark., 2008), proteaz için kazein agar (% 1 kazein, % 0,5 maya özütü, % 2 agar) (Mohamedin, 1999), pektinaz için ise % 1 pektin, % 0.3 (NH₄)₂HPO₄, % 0.2 KH₂PO₄, % 0.3 K₂HPO₄, % 0.01 MgSO₄, % 2 agar (Nagaraju ve Divakar, 2013) içeren besiyeriler kullanılmıştır. Petrilere aktinobakteriler inoküle edilmiş ve 7 gün 15 °C sıcaklıkta inkübasyona

bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda koloni etrafında şeffaf zon oluşumu enzimatik aktivite olarak kabul edilmiş ve zon çapı cetvel yardımıyla ölçülmüştür. Amilaz aktivitesinde şeffaf zonu görünür hale getirmek amacıyla petri yüzeyine %1'lik lügol uygulanmıştır. Selülaz aktivite tespiti için petriye % 0.1' lik Congo red solüsyonu uygulanmış 10' bekletilmiş, sonrasında 1M NaCl solüsyonu ile petri yıkanmış ve 20' sonunda oluşan şeffaf zon ölçülmüştür.

3. Bulgular ve Tartışma

2980 m yükseklikte bulunan Yıldız Gölü (Gümüşhane) sediment örneğinden SCA besiyeri kullanılarak aktinomiset izolasyonu yapılan bu çalışmada 9 izolat elde edilmiştir. İzolasyon besiyeride seri pasajlamalar sonucu saf izolatlar elde edilmiş ve izolatların saflığı mikroskopik incelemelerle kontrol edilmiştir. İzolatların antimikrobiyal aktivite ve enzim üretim kapasitesi petri kaplarında uygun besiyeriler kullanılarak incelenmiştir.

Aktinobakteriler toprakta yoğun bulunan, hatta toprak mikroorganizmal yükünün % 10' unu sağlayan organizmalardır (Han ve ark., 2015). Fakat karasal sucul sistemlerin de doğal üyesi oldukları belirlenmiştir (Jiang ve ark., 2010; Ghai ve ark., 2014; Mallowney ve ark., 2015). Bununla birlikte Yıldız Gölü sedimentinden sınırlı sayıda aktinobakteri izole edilmiştir. Bunun sebebinin göl ekstrem koşullarının (düşük sıcaklık ve besin miktarı) mikroorganizmaların yaşamasını güçleştirmesi olduğu düşünülmektedir.

İzolatların antimikrobiyal aktivitesi hızlı sonuç almayı sağlayan çapraz çizgi ekim metoduyla belirlendi. Sonuçlar tablo 1'de verildi. 9 izolattan 5'i (% 55.6) en az bir test organizmaya karşı aktivite gösterdi. Bunlardan YG8 sadece *C. albicans* üzerine etki gösterirken diğer suşlar birden fazla mikroorganizmaya karşı aktivite sergiledi. YG2, YG5 ve YG8 sadece anticandidal aktivite gösterirken; YG1 Gram (+), Gram (-) ve *Candida* suşları üzerine, YG6 ise *C. albicans* ve Gram (+) mikroorganizmalar üzerine aktivite göstermiştir. Genel olarak bakıldığında ise *E. coli* ve *E. faecium*'a karşı sadece 1, *E. faecalis*'e karşı 2, *C. tropicalis*'e 3 ve *C. albican*'a karşı 5 izolat antimikrobiyal aktivite sergilemiştir. Dolayısı ile izolatlar, *Candida albicans* ve *Candida tropicalis*'e karşı bakterilerden daha fazla etkin bulunmuştur. Bu durumu *E. faecalis* > *E. faecium* = *E. coli* takip etmiştir. Hiçbir izolat, MRSA ve *P. aeruginosa*'ya karşı inhibisyon göstermemiştir. Test organizmalardan *E. faecium* vankomisin dirençli bir suştur. YG6'nın *E. faecium* üzerine güçlü inhibisyonu (3 cm) bu patojenle mücadelede kullanılma ihtimalini düşündürmektedir. Fakat izolatların antimikrobiyal aktivitesi genel olarak değerlendirildiğinde öncelikle daha fazla mikroorganizma üzerine test edilmesi gerekmektedir. Bu araştırma bir tarama çalışması olup antimikrobiyal bileşik üretme yeteneği olan

suşların seçilmesini sağlamakta ve böylelikle ileri çalışmalarda kullanılacak aktif suşların belirlenmesi için yol göstermektedir.

İzolatların antimikrobiyal aktivite sergilemesi literatüre uyumluluk göstermektedir. Birçok araştırmacı göl sedimentlerinden elde edilen aktinobakterilerin antibiyotik üretme kapasitesinin yüksek olduğunu rapor etmiştir (Singh ve ark., 2006; Terkina ve ark., 2006; Kharat ve ark., 2009; Ramesh, ve Mathivanan, 2009; Ningthoujam ve ark., 2009; Ayari ve ark., 2012; Tiwari ve Gupta, 2012; Gebreyohannes ve ark., 2013).

Tablo 1. Çapraz çizgi ekim antimikrobiyal aktivite sonuçları

İzolat	İnhibisyon (cm)						
	<i>C. tropicalis</i>	<i>C. albicans</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>MRSA</i>	<i>E. faecium</i>	<i>E. fecalis</i>
YG1	1	1.8	0.8	*	*	*	1
YG2	1.3	1.5	*	*	*	*	*
YG3	*	*	*	*	*	*	*
YG4	*	*	*	*	*	*	*
YG5	1.5	2.5	*	*	*	*	*
YG6	*	3.5	*	*	*	3.0	3.0
YG7	*	*	*	*	*	*	*
YG8	*	1.5	*	*	*	*	*
YG9	*	*	*	*	*	*	*

*aktivite tespit edilmedi.

İzolatların endüstriyel enzim üretim kabiliyetleri uygun besiyeriler içeren petrielerde aktinomiset kolonisinin etrafında oluşan şeffaf zon tespit edilerek belirlenmiştir. İzolatlar ve üretebildikleri enzimler Tablo 2’de görülmektedir. Elde edilen verilere göre 6 izolat en az bir endüstriyel enzim üretmektedir. Lipaz, proteaz ve pektinaz yalnızca bir izolat (% 11.1), selülaz ve amilaz ise birden fazla izolat tarafından (% 33.3) üretilmektedir. YG1, YG4, YG9 herhangi bir enzim üretmemektedir. Antimikrobiyal aktivite göstermeyen YG3 ve YG7’ nin enzim üretebildiği, antimikrobiyal aktivitesi tespit edilen YG1’in enzim üretmediği belirlenmiştir. Sonuç olarak sadece iki izolatın (YG4, YG9; % 22.2) ne antimikrobiyal ne de enzim üretme kapasitesi bulunmadığı belirlenmiştir. İzolatların lipaz ve proteaz üretme yetenekleri zayıf bulunurken, YG2 pektinaz, YG7 amilaz, YG8 amilaz ve selülaz enzimleri bakımından etkili görülmüştür. Dolayısı ile bu izolatların ilgili enzimleri üretme potansiyellerini açığa çıkarmak için enzim üretiminin optimizasyonu ve ilgili enzimlerin saflaştırılarak karakterizasyonunun yapılması gerekmektedir.

Aktif enzim üreticisi suşların belirlenmesi için enzimin substratını içeren petrielerde büyümesini teşvik etmek, üretimin olduğu kolonilerin etrafındaki substratın parçalanması sebebiyle şeffaf zon

oluşumu reaksiyonunun rahat gözlenmesine fırsat tanınması sebebiyle aktif suşların tespiti için tarama çalışmalarında sıklıkla tercih edilmektedir. Birçok araştırmacı petri taramalarıyla enzim üretebilen suşları belirlemiştir (Kuddus ve ark., 2011; Sierra, 1957).

Aktinobakteriler, antibiyotik üretimi potansiyelleri yüksek mikroorganizmalar olarak bilinse de birçok araştırmada endüstriyel enzimlerden amilaz, proteaz, pektinaz, selülaz, ksilenaz, kitinaz ve lipazı da etkin bir şekilde ürettikleri belirlenmiştir (Vishnupriya ve ark., 2010; Magda ve ark., 2011; Mitra ve Chakrabartty, 2005; Özcan ve Çorbacı, 2017; Al-Askar ve ark., 2015; Fatokun ve ark., 2016). Araştırmada kullanılan izolatlar 15 °C’de yaşayabilen aktinobakterilerdir ve bu koşullarda birçok endüstriyel enzimi üretebildikleri belirlenmiştir. Düşük ısıda üretilen enzimlerin, bu sıcaklıklarda aktif enzimlere ihtiyaç duyulan endüstrilerde kullanılabilmesi söz konusudur. Saflaştırma ve karakterizasyon işlemleri sonunda ilgili enzimlerin endüstriyel kullanıma sunulması, bu alandaki ihtiyacı karşılayabilecektir.

Tablo 2. İzolatların enzim üretme kabiliyetleri

İzolat	Enzim üretimi (mm)				
	lipaz	proteaz	pektinaz	selülaz	amilaz
YG1	*	*	*	*	*
YG2	*	*	25	*	*
YG3	*	*	*	10	*
YG4	*	*	*	*	*
YG5	*	*	*	16	*
YG6	*	10	*	*	14
YG7	**	*	*	*	21
YG8	*	*	*	20	30
YG9	*	*	*	*	*

*üretim tespit edilmedi; **zayıf aktivite

4. Sonuçlar ve Öneriler

Yıldız Gölü sediment örneğinin ilk defa araştırıldığı bu çalışmada, SCA besiyeri kullanılarak 9 aktinomisetin izolasyonu gerçekleştirilmiştir. İzolatların endüstriyel ve farmasötik bir ürün üretme yeteneği petrilerde uygun besiyeriler kullanılarak taranmıştır. Sonuç olarak izolatların %77.8’i ya bir test organizmaya karşı antimikrobiyal aktivite ya da endüstriyel enzimlerden birisini üretebilme kapasitesine sahip bulunmuştur. Bu çalışma literatüre ileri çalışmaların gerçekleştirilebilmesi için yön gösterebilecektir. YG6 antimikrobiyal aktivitesi yüksek izolatlardan birisi olmakla beraber ileri

çalışmalarda kullanılabilir bir izolattır. Bununla beraber fermentasyon teknolojisi kullanılarak yüksek hacimli üretimi ve aktif bileşiklerin saflaştırılarak tanımlanması gerekmektedir. İn vitro çalışmaların yanısıra, in vivo çalışmalarla desteklenip muhtemel bir ilaç olarak değerlendirilebileceği de düşünülmelidir. YG2 pektinaz, YG8 amilaz ve selüloz enzimleri için kullanılma potansiyeli yüksek olan izolatlardır. Bu izolatlardan enzimlerin yüksek verimlilikte üretilmesi ve saflaştırılma çalışmalarının yapılıp, enzimin karakterizasyonu vb. ileri çalışmalar gerçekleştirilerek endüstriyel bir ürün olarak kullanıma sunulabileceği öngörülmektedir.

Kaynaklar

- Al-Askar, A. A., Rashad, Y. M., Hafez, E. E., Abdulkhair, W. M., Baka, Z. A., and Ghoneem, K. M. (2015). Characterization of alkaline protease produced by *Streptomyces griseorubens* E44G and its possibility for controlling *Rhizoctonia* root rot disease of corn. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 29(3), 457-462.
- Aly, M. M., Tork, S., Al-Garni, S. M., and Nawar, L. (2012). Production of lipase from genetically improved *Streptomyces exfoliates* LP10 isolated from oilcontaminated soil. *African Journal of Microbiology Research*, 6, 1125-1137.
- Ayari, A., Morakchi, H., and Djamila, K.G. (2012). Identification and antifungal activity of *Streptomyces* sp. S72 isolated from Lake Oubeira sediments in North-East of Algeria. *African Journal of Biotechnology*, 11(2), 305-311.
- Baltz, R. (2007). Antimicrobials from actinomycetes: Back to Future. *Microbe*, 2, 125-131.
- Bentley, S. D., Chater, K. F., Cerdano-Tarraga, A. M., Challis, G. L., and Thomson, N.R, et al. (2002). Complete genome sequence of the model actinomycete *Streptomyces coelicolor* A3(2). *Nature*, 417, 141-147.
- Berdy, J. (2005). Bioactive microbial metabolites: a personal view. *The Journal of antibiotics*, 58 (1), 1-26.
- Bull, A.T. (2011). *Actinobacteria of the extremobiosphere*, in *Extremophiles Handbook*, ed K. Horikoshi, (pp.1203-1240), Springer.
- Demain, A.L., and Sanchez, S. (2009). Microbial drug discovery: 80 years of progress. *The Journal of Antibiotics*, 62, 5–16.
- Fatokun, E. N., Nwodo, U. U., and Okoh A. I. (2016). Classical Optimization of Cellulase and Xylanase Production by a Marine *Streptomyces* Species. *Applied Sciences*, 6, 286.
- Fenical, W. (1993). Chemical studies of marine bacteria: developing a new resource. *Chemical Reviews*, 93, 1673-1683.
- Fossi BT, Tavea F, Jiwoua C, and Ndjouenke R. (2009). Screening and phenotypic characterization of thermostable amylases producing yeasts and bacteria strains from some Cameroonian soils. *African Journal Microbiol Research*, 3(9), 504-514.
- Gebreyohannes, G., Moges, F., Sahile, S., and Raja, N. (2013). Isolation and characterization of potential antibiotic producing actinomycetes from water and sediments of Lake Tana, Ethiopia. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 3(6), 426-435.
- Ghai, R., Mizuno, C. M., Picazo, A., Camacho, A., and Rodriguez-Valera, F. (2014). Key roles for freshwater Actinobacteria revealed by deep metagenomic sequencing. *Molecular Ecology*, 23, 6073-6090.
- Han, P. P., Shen, S. G., Jia, S. R., Wang, H. Y., Zhong, C., Tan, Z. L., et al. (2015). Comparison of bacterial community structures of terrestrial cyanobacterium *Nostoc flagelliforme* in three different regions of China using PCR-DGGE analysis. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 31, 1061-1069.
- Igarashi, Y. (2004). Screening of Novel Bioactive Compounds from Plant-Associated Actinomycetes. *Actinomycetol*, 18, 63-66.
- Janaki, T., Nayak, B. K., and Ganesan T. (2016). Antifungal activity of soil actinomycetes from the mangrove *Avicennia marina*. *Journal of Medicinal Plant Research*, 4, 05-08.
- Jiang, H., Huang, Q., Deng, S., Dong, H., and Yu, B. (2010). Planktonic actinobacterial diversity along a salinity gradient of a river and five lakes on the Tibetan Plateau. *Extremophiles*, 14, 367-376.

- Kasana, R. C. Salwan, R., Dhar, H., Dutt, S., and Gulati, A. (2008). A Rapid and Easy Method for the Detection of Microbial Cellulases on Agar Plates Using Gram's Iodine. *Current Microbiology*, 57, 503-507.
- Kharat, K. R., Kharat, A., and Hardikar, B. P. (2009). Antimicrobial and cytotoxic activity of *Streptomyces sp.* from Lonar Lake. *African Journal of Biotechnology*, 8 (23), 6645-6648.
- Kuddus, M., Roohi, J. M., Arif, J. M., and Ramteke, P. W. (2011). An overview of cold-active microbial alpha-amylase: adaptation strategies and biotechnological potentials. *Biotechnology*, 10, 246-258.
- Mitra, A., Santra, S. C., and Mukherjee, J. (2008). Distribution of actinomycetes, their antagonistic behaviour and the physico chemical characteristics of the world's largest tidal mangrove forest. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 80, 685-695.
- Mitra, P., and Chakrabartty, P. (2005). An extracellular protease with depilation activity from *Streptomyces nogalator*. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 64, 978-983.
- Mohamedin, A. H. (1999). Isolation, identification and some cultural conditions of a protease-producing thermophilic *Streptomyces* strain grown on chicken feather as a substrate. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 43, 13-21.
- Mohammadipanah, F., and Wink, J. (2016). *Actinobacteria* from Arid and Desert Habitats: Diversity and Biological Activity. *Frontiers in Microbiology*, 28, <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01541>
- Mullowney, M. W., Hwang, C. H., Newsome, A. G., Wei, X., Tanouye, U., Wan, B., et al. (2015). Diazanthracene antibiotics from a freshwater-derived actinomycete with selective antibacterial activity toward *Mycobacterium tuberculosis*. *ACS Infectious Diseases*, 1, 168-174.
- Nagaraju E. V., and Divakar G. (2013). Screening and Isolation of Pectinase producing Bacteria from Various Regions in Bangalore. *International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, 4(1), 151-154.
- Ningthoujam, D.S., Sanasam, S., and Nimaichand, S. (2009). Screening of Actinomycete Isolates from Niche Habitats in Manipur for Antibiotic Activity. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 5, 221-225.
- Özcan, K., ve Çorbacı, C. (2017). *Streptomyces sp.* K22 ve K30 Suşlarından Lipaz ve Proteaz Enzim Üretimi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 7(2), 128-135.
- Pandey, B., Ghimire, P., and Agrawal, V. P. (2004). In: International Conference on the Great Himalayas: Climate, Health, Ecology, Management and Conservation, Kathmandu. Organized by Kathmandu University and the Aquatic Ecosystem Health and Management Society, Canada.
- Ramesh, S., and Mathivanan, N. (2009). Screening of marine actinomycetes isolated from the Bay of Bengal, India for antimicrobial activity and industrial enzymes. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 25(12), 2103-2111.
- Rapp P, and Backhaus S. (1992). Formation of extracellular lipase by filamentous fungi, yeasts and bacteria. *Enzyme and Microbial Technology*, 14, 938-943.
- Selvameenal, L, Radhakrishnan, M., and Balagurunathan, R. (2009). Antibiotic pigment from desert soil actinomycetes; biological activity, purification and chemical screening. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 71(5), 499-504.
- Shigeri, Y., Matsui, T., and Watanabe, K. (2009). Decomposition of intact chicken feathers by a thermophile in combination with an acidulocomposting garbage- Treatment process. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 73, 2519- 2521.
- Sierra, G. A. (1957). Simple method for the detection of lipolytic activity of micro-organisms and some observations on the influence of the contact between cells and fatty substrates. *Antonie Van Leeuwenhoek*. 23(1):15-22.
- Singh, L. S., Baruah, I., and Bora, T.C. (2006). Actinomycetes of Loktak habitat: isolation and screening for antimicrobial activities. *Biotechnology*, 5(2), 217-221.
- Terkina, I. A., Parfenova, V.V., and Ahn, T. S. (2006). Antagonistic activity of actinomycetes of Lake Baikal. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 42, 173-176.
- Thumar, J. T., Dhulia, K., and Singh, S. P. (2010). Isolation and partial purification of an antimicrobial agent from halotolerant alkaliphilic *Streptomyces aburaviensis* strain Kut-8. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 26, 2081-2087.
- Tiwari, K., and Gupta, R.K. (2012). Rare actinomycetes: a potential storehouse for novel antibiotics. *Critical Reviews in Biotechnology*, 32, 108-132.
- Vishnupriya, B., Sundaramoorthi, C., Kalaivani, M., and Selvam, K. (2010). Production of lipase from *Streptomyces griseus* and evaluation of Bioparameters. *International Journal of Chem Tech Research*, 2, 1380-1383.

Fotovoltaik Güneş Panelleri için farklı MGNİ Teknikleri kullanılarak Bir Şarj Regülatörünün Performansının İncelenmesi ve Karşılaştırılması

Abdullah KARABAŞ^{1*}, Onur Özdal MENGİ²

¹Milli Eğitim Bakanlığı, Giresun Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Elektrik Elektronik Bölümü, Giresun, Türkiye

²Giresun Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Giresun, Türkiye

*Sorumlu Yazar: akarabas28@gmail.com

Geliş Tarihi: 15.05.2019

Kabul Tarihi: 27.06.2019

Öz

Güneş enerjisi en önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından bir tanesidir. Güneşten elde edilen enerjinin verimli olması için Maksimum Güç Noktası İzleyici (MGNİ), kıyıcı gibi ara bağlantı güç elektroniği sistemlerinin kullanılması gerekmektedir. Yapılan çalışmada farklı MGNİ metotları kıyaslanırken aynı zamanda kıyıcıyı kontrol eden kontrolörlerde incelenmiştir. Sistemde Sabit Gerilim Yöntemi (SGY), Değiştir Gözle Yöntemi (DGY) ve Artan İletkenlik Yöntemleri (AİY) kullanılarak MGNİ yapılmaya çalışılmıştır. Kıyıcılar PI ve Kesir Dereceli PI yöntemleri kullanılarak kontrol edilmiştir. Farklı MGNİ teknikleri ve farklı kontrol tekniklerinin kullanıldığı bu çalışmada kullanılan yöntemler arasında en iyi sonucu verilen teknik belirlenmeye çalışılmıştır. Değişken ortam koşullarında test edilen sistem Matlab/Simulink ortamında benzetimi yapılmış ve sonuçları incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir enerji, PI, Kesir Dereceli PI, Akü, Şarj.

Investigation and Comparison of the Performance of a Charge Regulator using Different MGNI Techniques for Photovoltaic Solar Panels

Abstract

Solar energy is one of the most important renewable energy sources. For efficient solar energy, the use of intermediate connection power electronics such as the Maximum Power Point Tracking (MPPT) and converter must be used. In the study, different MPPT methods were compared as well as examined controllers that control the converter. In the system, it has been tried to make MGNİ by using Constant Voltage Method (CV), Perturbation and observation Method (P&O) and Increased Conductivity Methods (IC). The converter are controlled using PI and Fractional PI methods. In this study, which uses different MPPT techniques and different control techniques, it is tried to determine the best results. The system, which is tested in variable ambient conditions, has been simulated in the Matlab/Simulink environment and the results are examined.

Keywords: Renewable energy, PI, Fractional PI, Battery, Charger.

1. Giriş

Teknolojinin gelişimi ve dünya nüfusundaki artış enerjiye olan ihtiyacı her geçen gün doğrusal olmayan bir biçimde artırmaktadır. Fosil yakıtların tükenmekte olması ve nükleer yakıtların olumsuz yönlerinin yanında, iletim kayıplarının azaltılması, enerji güvenliğinin sağlanması gibi amaçlarla enerjinin tüketildiği yerlerin yakınlarında üretilmesine yönelik oluşan eğilim yenilenebilir enerji kaynaklarına (YEK) olan ilgiyi artırmaktadır. Ancak YEK'lerden elde edilen enerjinin birim maliyetinin geleneksel yakıtlara göre daha fazla olması, araştırmacıları bu kaynakların yatırım ve işletme maliyetlerinin azaltılmasına yönelik çalışmalara yoğunlaştırmıştır.

Yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak güneş enerjisi ve bu enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülmesinde kullanılan güneş pilleri ile sistem bileşenleri araştırmalarda en çok ilgi çeken konulardandır. Günlük hayatta kullanılan alıcıların çoğunun besleme girişleri alternatif akım (AA) iken fotovoltaik (FV) paneller doğru akım (DA) üretmektedir. Kullanıcıların enerji talep miktarı ve zamanı ile güneş pilinden üretilen enerjinin zaman ve miktarının genellikle uyumlu olmaması PV ile beslenen lokal sistemlerin güvenilirliğini ve işletme verimini düşürmektedir. Enerjinin sürekliliğinin sağlanması için kullanılan aküler ise yatırım maliyetini arttırırken sistemin verimini de düşürmektedir. Bu sakıncaların giderilmesi ve güneş pillerinden üretilen enerjiden her zaman istifade edilebilmesi ise ancak şebeke etkileşimli sistemler ile mümkün olmaktadır.

Walker çalışmasında Shockley diyot denklemine dayanan bir fotovoltaik elektrik modeli sunmuştur (Walker, 2001). Bu model, bir foto-akım akımı kaynağına, tek bir diyot bağlantısına ve bir seri dirence sahiptir ve sıcaklık bağımlılığı içerir. Tipik 60W güneş paneli için Matlab'da parametre çıkarımı ve model değerlendirme yöntemi oluşturulmuştur. Bu model, MGNİ (maksimum güç noktasının) sıcaklık ve izolasyon seviyeleri ile değişimini araştırmak için kullanılmıştır.

Walker ve Sernia bu çalışmada, basitleştirilmiş bir DA-AA eviriciye bağlı yüksek voltajlı bir bağlantı oluşturmak için seri halinde bağlanmış, izole edilmemiş DA-DA dönüştürücülerin alternatif bir topolojisini önermektedir (Walker ve Sernia 2004). Bu yöntem, her bir DA-AA şebekeye bağlı eviricilerin maliyet veya verimlilik sorunu olmadan panel başına dönüştürücü yaklaşımının avantajını sunar.

Jain ve Agarwal bu çalışmada, şebekeye bağlı fotovoltaik sistemler için yüksek performanslı, tek aşamalı evirici topolojisi sunmuştur (Jain ve Agarwal, 2007). Önerilen konfigürasyon, sadece düşük fotovoltaik dizi voltajını arttırmakla kalmaz, aynı zamanda maksimum gücü takip ederken güneş enerjisi akımını şebekeye beslemek için yüksek kaliteli AA gücüne dönüştürebilir.

Sridhar ve ark. çalışmada fotovoltaik modelin oluşturulmasını ve simülasyonunu yapmışlardır (Sridhar ve ark, 2010). Bir fotovoltaik dizisinin çıkış özelliklerinin çevresel faktörlerden

etkilenmesi ve dönüşüm verimliliğinin düşük olmasından dolayı üretilen enerjiyi en üst düzeye çıkarmak için en yüksek gücü izlemek için bir MGNİ tekniği kullanılmıştır. Güç voltajı grafiğindeki maksimum güç noktası, pertürbasyon ve gözlem yöntemi veya tepeye tırmanma adı verilen bir algoritma ile tanımlanır. Bu algoritma, güç çıkışını maksimuma çıkarmak için DA/DA dönüştürücünün kullanılması gereken uygun görev oranını belirler.

Ishaque ve Salam bu çalışmasında fotovoltaik sistem için kapsamlı bir MATLAB Simulink simülatörü kullanmıştır (Ishaque ve Salam, 2011). Simülatör, fotovoltaik hücrelerini temsil etmek için yeni bir iki diyot modelini kullanır. Bu model, fotovoltaik sistemin performansını daha doğru bir şekilde tahmin edilmesini sağlayan düşük ışık seviyesinde daha iyi bir doğruluğa sahiptir. Simülatör, MGNİ algoritmalarına ve güç elektroniği dönüştürücülerinin geniş bir dizi kombinasyonunu destekler.

Fotovoltaik güneş panellerinden elde edilen gücün akülerde depolanmasını konu alan bu makalede elde edilen gücün verimli kullanılabilmesi için MGNİ ile birlikte akü şarj cihazı tasarlanmıştır. Kullanılan kıyıcı farklı kontrol teknikleri ile kullanılarak etkinliği incelenmiştir. Makale dört bölümden oluşmaktadır. Literatür taraması ile birlikte esere giriş yapılan ilk bölümün ardından ikinci bölümde kullanılan materyal ve metotlar anlatılmıştır. Burada fotovoltaik güneş paneli ile ilgili temel bilgiler verildikten sonra MGNİ metotları anlatılmıştır. Akabinde kıyıcılar, aküler ve kullanılan kontrol teknikleri kısaca tarif edilmiştir. Bu bölümden sonra gelen üçüncü bölümde yapılan benzetim çalışmaları ve elde edilen bulgular grafiksel olarak gösterilmiştir. Son bölümde ise elde edilen sonuçlara kısaca değinilmiştir.

2. Materyal ve Medot

2.1. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi sistemleri endüstrinin yanı sıra ısınma ihtiyaçlarına kadar birçok alanda yaygın kullanım alanları mevcuttur. Tüm dünya ülkeleri güneş enerji sistemlerinden her alanda faydalanırken ülkemizde 1960 yılından sonra alternatif enerji kaynağı olarak kullanılmaya ve bu konuda çalışma yapılmaya başlamıştır. 1970'li yılların ortalarında ise dünyadaki güneş enerjisi teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak güneş enerjisinden ısı uygulama konusunda çalışmalar yürütülmeye başlanmıştır (Deveci ve ark., 2014).

2.1.1. Fotovoltaik Etki

Fotovoltaik etki; güneş hücresi, güneşin yaydığı fotonları emerek yani fotonun sahip olduğu

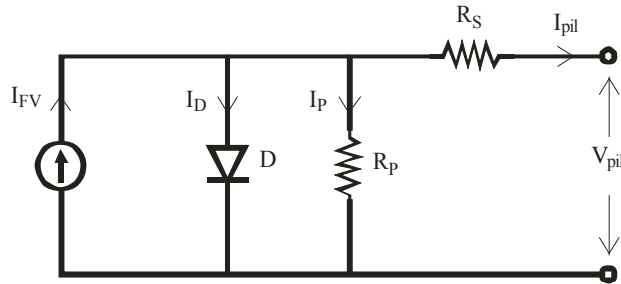
enerjiyi kendi yapısında bulunan serbest elektronlara kazandırarak elektrik akımı oluşturma yöntemidir. Üretilen bu elektrik DA bir gerilim olup akımının büyüklüğü güneş ışınım şiddeti, hücre ve çevresel sıcaklığa bağlı olarak değişkenlik gösterir.

2.1.2. Güneş Hücresi Elektriksel Eşdeğer Devre Modeli

Güneş hücreleri p-n katkılı diyot yapısındadır. Güneş hücresi akımı, Denklem 1'e göre diyot akımına çok benzer ve bu sebeple foto diyot olarak adlandırılabilir. Araştırmacılar güneş hücresi elektriksel eşdeğer devre modeli için tek diyotlu eşdeğer devreyi tercih etmiştir (Yanmaz, 2018). Bunun sebebi çift diyotlu yapının oldukça karmaşık olması ve çift diyotlu devrenin modelleme sonuçlarına kayda değer bir etkisinin olmamasıdır (King ve ark., 2007; Saetre ve ark., 2011).

2.1.2.1. Güneş Hücresi Modeli

Monokristal güneş hücresi, genel olarak tek diyotlu olarak modellenmektedir. Şekil 1'de elektriksel eş değer devresi verilen güneş hücresinde; I_{PH} , güneş ışınımı ile doğru orantılı olarak değişen ışınım akımını, D , güneş pili p-n diyot yapısında olduğu için diyotu, R_p ve R_s sırasıyla yarı iletken malzemeden dolayı yaşanan kayıpları ve kontak direncini temsil etmektedir. I_{PIL} ve V_{PIL} güneş pili akımı ve uç gerilimidir.



Şekil 1. Monokristal güneş hücresi elektriksel eşdeğer devresi

Güneş hücresi uçlarına yük bağlı iken akan I_{PV} akımı Şekil 1'e göre Denklem 1'deki gibi olacaktır.

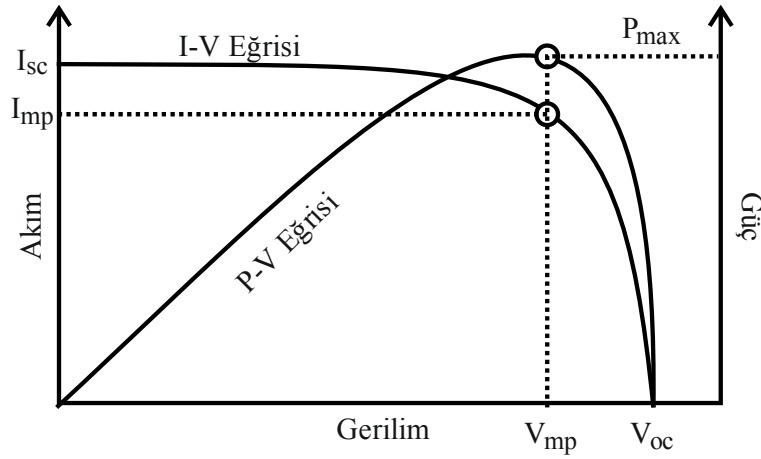
$$I_{PIL} = I_{FV} - I_D - I_P \quad (1)$$

I_{PIL} , güneş hücresinin ürettiği ışınım akımı olup, Denklem 1'deki gibi ifade edilir. Hava sıcaklığının ya da güneş ışınımının fazla olması güneş hücresi çalışma sıcaklığını olumsuz etkiler.

Sıcaklığın güneş hücresi çalışma performansına etkisi akım ve gerilim büyüklükleri için ayrı ayrı incelenmelidir (Mengi, 2018).

2.2. Maksimum Güç Noktası İzleyicileri (MGNI)

Fotovoltaik pillerden elde edilen enerjiyi depolamak amacıyla depo ile fotovoltaik arasına yerleştirilen **DA-DA dönüştürücülerdir**. Buradaki temel amaç fotovoltaik pilden, sisteme en büyük gücü aktarmaktır. (Larbes ve ark., 2009).



Sekil 2. FV Panelin Çalışma Egrileri ve Maksimum Güç Noktası

2.2.1. MGNI Yöntemleri

Kullanılacak MGNI yöntemlerini belirlemek için öncelikle sistemin yükü, sürekli değişen doğa koşulları ve sistemin çalışma koşulları dikkate alındığında birçok farklı yöntemin geliştirildiği görülmektedir (Deveci ve ark., 2014). Geliştirilen bu yöntemler sistemin daha verimli çalışması için yapılan çalışmalar olup en çok kullanılan yöntemler aşağıdaki gibidir.

Artan iletkenlik algoritması, I/V değişimini esas kabul eden, fotovoltaik sistem güç eğrisinin maksimum güç noktasının solunda pozitif, sağında negatif, maksimum güç noktasında ise sıfır değişim prensibine dayanmaktadır. Buna göre algoritmayı oluşturmadan önce aşağıdaki formülleri yazmak gerekir.

$$(\Delta I/\Delta V)+(I/V)=0 \quad (2)$$

MGNI'de,

$$\Delta I/\Delta V=-I/V \quad (3)$$

MGNI eğrisinin solunda;

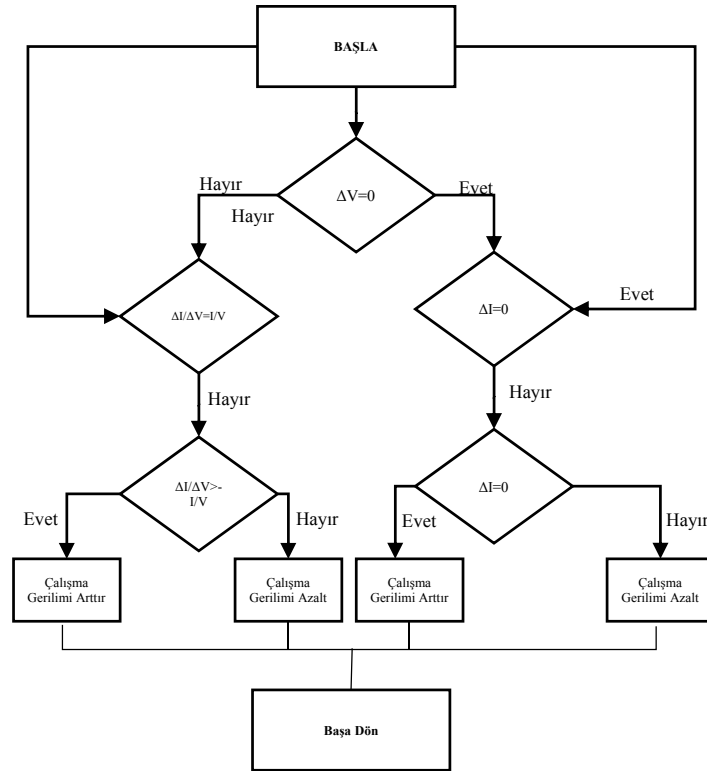
$$\Delta I/\Delta V < -I/V \quad (4)$$

MGNİ eğrisinin sağında;

$$\Delta I/\Delta V > -I/V$$

(5)

Anlık iletkenlik (I/V), artan iletkenlik değeri ($\Delta I/\Delta V$) değeri ile karşılaştırılır. Bu duruma ait algoritma akış diyagramı Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Artan iletkenlik algoritması akış diyagramı

2.2.1.1. Değiştir&Gözle Yöntemi(D&G)

MGNİ'nin maksimum noktasını bulmak için temel kriter fotovoltaik panelin gerilimini veya akımını değiştirerek gözleme yöntemidir. Gerilimde veya akımda yapılan değişiklik sebebiyle gücün arttığı gözlemleniyorsa gerilim veya akım artırılmaya devam edilir. Şayet bir azalma görülüyorsa tersi yönde işlem yapılır.

2.2.1.2. Artan İletkenlik Yöntemi

Güç-Gerilim (P-V) eğrisinin eğimi incelenerek sistemin maksimum noktasının neresinde olduğuna karar verilir. Daha sonra bu nokta fotovoltaik paneldeki gerilimin değişimine göre

ayarlanabilen bir yöntemdir.

2.2.1.3. Kısmi Açık-Devre Gerilim Yöntemi

Fotovoltaik panelin uçlarını anlık olarak devreden ayrılmasıyla elde edilen açık devre gerilimine bağlı olarak hesaplanan MGNİ yöntemidir (Esrām ve ark., 2007).

2.3. DA-DA Dönüştürücüler

Güç elektroniği devrelerinde doğru akım gerilim dönüştürücüsü olarak nitelendirilen bu dönüştürücüler herhangi bir DA gerilimi farklı değerde bir DA gerilime dönüştürmektedir. Farklı uygulama alanları bulunan bu dönüştürücüler daha çok anahtarlamalı güç kaynakları, kontrol ve haberleşme devrelerinin beslenmesi, Cosφ güç faktörünün düzeltilmesi, bilgisayar, gibi uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

DA-DA dönüştürücüleri tasarlarken kullanılan kondansatör, bobin ve transformatör önemi çoktur. Sınır değerler seçilerek hassas gerilim ve akım değerleri elde edilmektedir. Ayrıca yüksek frekans değerleri elde etmek için küçük kondansatör ve bobin kullanılarak transformatör boyutları küçültülmüş olunur.

DA-DA dönüştürücüler güç elektroniği devrelerinde yüksek frekansta çalıştırılarak boyutları küçültülmüş ve maliyeti azaltılmıştır. Ancak bu özelliğinden dolayı hızlı anahtarlama ve yüksek frekans nedeniyle Elektro Manyetik Girişim (EMG), akım gerilim yükselme hızları, akım ve gerilimin maksimum değerleri ile anahtarlama güç kayıpları artmaktadır (*Bodur, 2010*). DA-DA dönüştürücüler Darbe Genişlik Modülasyonu (DGM) yöntemi ile kontrol edilebilen bir devre elemanı olup DGM ile yarı iletken eleman için gereken kontrol sinyali üretirler. DA-DA dönüştürücülerin birçok devresi vardır. Bunlardan Düşürücü (azaltan), Yükseltici (artıran) ve Düşürücü-Yükseltici (artıran-azaltan) metotları kullanılarak devre tasarlanmıştır.

2.3.1. Düşürücü DA-DA dönüştürücüler

Düşürücü dönüştürücülerin çalışma prensibine bakıldığında girişteki DA gerilimini değerini düşük seviyeye yansıtan devrelerdir. Ayrıca bu dönüştürücülerde yarı iletkenin kapı (gate) ucuna uygulanan sinyali Lojik 1 durumunda iken yarı iletken iletim halindedir ve direnç özelliği gösterir.

2.3.2. Yükseltici DA-DA dönüştürücü

Yükseltici DA-DA dönüştürücü girişindeki DA gerilimini daha yüksek gerilim seviyelerine dönüştüren devrelerdir. Bu dönüştürücüler daha çok fotovoltaiik sistemlerde, güç faktörünün düzeltilmesi amacıyla ve özellikle anahtarlamalı güç kaynaklarında kullanılmaktadır.

2.3.3. Düşürücü-Yükseltici DA-DA dönüştürücü

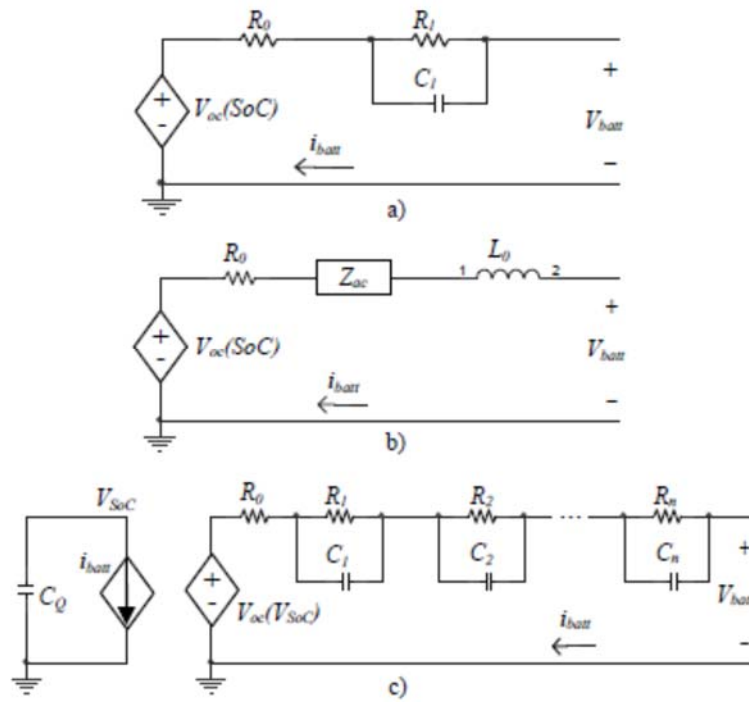
Doluluk oranının değerine göre düşüren veya yükselten olarak görev yapan bu devrenin çalışma prensibi daha önce bahsedilen düşürücü ve yükseltici devreler gibidir. Voltaj düşürücü-yükseltici dönüştürücüsü, çıkış voltajının giriş voltajından daha düşük, aynı ya da daha yüksek voltaj seviyesinde olmasını sağlar. Bu özelliği sayesinde değişken çıkışlı güç kaynakları ve şarjı bittikçe çıkış voltajı değişen pil destekli devre sistemleri için değişilmez bir devredir.

2.4. Akü Şarj Metotları

Aküler için çok çeşitli şarj yöntemleri mevcuttur. Bunlar ilk şarj, tampon şarj, hızlı şarj, sabit akımla şarj, sabit gerilimle şarj gibi birçok yöntem vardır. Bu yöntemlerin amacı aküyü tam kapasite doldurup en verimli bir şekilde kullanmaktır. Böylece akü deşarj olurken en verimli ve aksamadan enerji sağlaması amaçlanmıştır. Aküleri şarj edebilmek için, voltaj regülasyonu ve akım limitleme özellikleri olan redresöre ihtiyaç vardır (<https://www.mpoweruk.com/chargers.htm>).

En temel şekliyle, Şekil 4’de gösterilen Thevenin tabanlı bir model, sabit bir açık devre gerimi ile geçici yük olaylarına akü tepkisini öngörmek için bir direnç ile seri halinde bir gerilim kaynağından ve bir kondansatör ve direncin paralel bağlanmasından oluşur.

$$\begin{aligned}
 V_{dis} &= E_0 - K_{dr} \frac{Q}{Q-it} - R_0 i - K_{dv} \frac{Q}{Q-it} it + Exp(t) \\
 K_{cv} &= E_0 - K_{cr} \frac{Q}{i + \lambda Q} i - R_0 i - K_{cv} \frac{Q}{Q-it} it + Exp(t)
 \end{aligned}
 \tag{6}$$



Şekil 4. Akü sarj devresinin eşdeğer modeli

Denklemler, Shepherd ilişkisine ve MATLAB/Simulink/Simpower pil modeline dayanarak, sırasıyla kurşun-asit akülerin deşarj ve şarj edilmesi için modifiye edilmiş modelleri sunar. K_{dr} polarizasyon direnci katsayısıdır. λ in katsayısı, akünün şarjı sırasında polarizasyon direncinin kaymasını açıklar. İç direnç, şarj ve deşarj için farklı değerlere sahiptir (Li ve ark.,2011).

2.5. Batarya Çeşitleri

Elektro-kimyasal bataryalar elektriksel olarak şarj olabilme özelliklerine göre birincil veya ikincil (şarj edilebilen – şarj edilemeyen) olmak üzere iki ana modeli bulunmaktadır. Şarj edilebilen modeller yüksek güç yoğunluğu, yüksek deşarj hızı, tam deşarj profilleri ve düşük sıcaklıktaki iyi performansları ile karakterize edilebilirler. İçyapısı olarak en önce ve en çok kullanılan modelleri Kurşun-asit ve Nikel-demir alkaline bataryalardır. Daha sonra kapalı tip nikel-kadmiyum bataryanın geliştirilmesi taşınabilir cihazlarda kullanılmaya başlanmıştır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte Lityum-İyon bataryalar öncülüğü elde etmiştir (Linden,1995).

2.6. Kesir Dereceli Sistemler

Kesir dereceli sistemleri klasik kontrol sistemlerine göre türev ve integral kavramlarının tam sayı olmayan kompleks, irrasyonel ve reel sayılarda işlem yapılabilme imkanı bulunmasıdır. Bu sayede doğadaki sistemleri daha gerçekçi bir modelleme olanağı sunmaktadır (Das, 2008). Bu

sistemlerin hesaplanması için birçok farklı yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerden en çok kullanılanları Riemann-Liouville, Grünwald-Letnikov ve Caputo tanımlarıdır (Monje ve ark., 2010).

2.6.1. Riemann-Liouville tanımı

Riemann-Liouville tanımına göre integral ifadesi (7) denkleminde ifade edilmektedir.

$${}_a D_x^\alpha f(x) = \frac{1}{-\alpha} \int_a^x (x - \tau)^{-\alpha-1} f(\tau) d(\tau), \quad \alpha < 0 \quad (7)$$

${}_a D_x^\alpha$: Kesir Dereceli PID Operatörü, τ : zaman sabiti; α : Kesir derecesi

$(n - 1) \leq \alpha < n$ olmak kaydıyla denklem (8) nin n . Dereceden türevi alınır;

$${}_a D_x^\alpha f(x) = \frac{1}{\Gamma(n-\alpha)} \frac{d^n}{dx^n} \int_a^x (x - \tau)^{n-\alpha-1} f(\tau) d\tau, \quad n > 0 \quad (8)$$

elde edilmiş olur. Denklem (8) ile $f(x)$ fonksiyonunun $(n - \alpha)$ ncü dereceden kesir dereceli türevi ifade edilmektedir.

2.6.2. Grünwald-Letnikov tanımı

Grünwald-Letnikov tanımında ise, α reel sayı dereceli sistemi (9) denkleminde vermektedir.

$${}_a D_x^\alpha f(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{1}{h^\alpha} \sum_{j=0}^{\lfloor \frac{x-\alpha}{h} \rfloor} (-1)^j \binom{\alpha}{j} f(x - jh) \quad (9)$$

Denklem (9)'de h adım sayısını göstermektedir. Denklem (10)'da yer alan toplam ifadesi ise

$$\sum_{j=0}^r (-1)^j \binom{\alpha}{j} = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \frac{\Gamma(r+1-\alpha)}{\Gamma(r+1)} \quad (10)$$

olarak verilmektedir.

Denklem (10)'te kullanılan ve $\Gamma(x)$ ile ifade edilen Euler-Gama fonksiyonu

$$x^\alpha = \underbrace{x \cdot x \cdot x \cdot x \cdot \dots \cdot x}_\alpha, \quad \alpha \text{ Tamsayı} \quad (11)$$

$$x^\alpha = e^{\alpha \ln x} \quad (12)$$

$$\alpha! = 1.2.3 \dots (\alpha - 1). \alpha, \quad \alpha \text{ Tamsayı} \quad (13)$$

$$\alpha! = \Gamma(\alpha + 1), \quad \alpha \text{ Reel Sayı} \quad (14)$$

$$\Gamma(x) = \int_0^\infty e^{-t} t^{x-1} dt \quad (15)$$

Γ : Euler Gama Fonksiyonu

formülasyonu ile elde edilir. Denklem (16)'de, $x \geq 0$ olup bir tamsayıdır. Denklem (16)'de, $\binom{\alpha}{j}$ binom katsayısını göstermektedir. Binom açılımından;

$$\binom{\alpha}{j} = \frac{\alpha(\alpha-1)(\alpha-2)\dots(\alpha-j+1)}{j!} \quad (16)$$

ile ifade edilir.

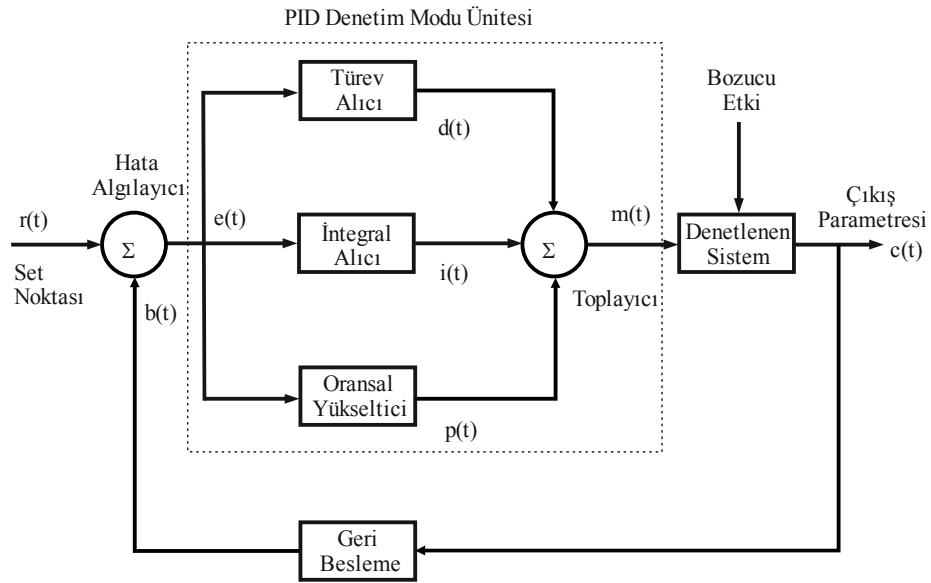
2.6.3. Caputo tanımı

Caputo tanımı (17) denklemi ile ifade edilir. Bu denklemde, n tamsayı, α ise reel sayı olarak verilmiştir.

$${}_a D_x^\alpha f(x) = \frac{1}{\Gamma(n-\alpha)} \int_a^x \frac{f^{(n)}(\tau)}{(x-\tau)^{\alpha+1-n}} d\tau, \quad (n-1) \leq \alpha < n \quad (17)$$

2.6.4. PID Kontrolör

PID Kontrolör sistemin oransal (P), integral (I) ve türevsel (D) işlemlerinden geçirilerek çıkışa aktaran blok diyagramlarından oluşmaktadır. Kapalı çevrim kontrol sisteminde oransal (P) band parametresi kontrol cihazının içinde bulunan denetim mekanizması sayesinde kazanç miktarı ile ters orantılı bir etki göstererek kazanç değeri ile çarpımının sonucunu verir. İntegral (I) etkisi kontrol çıkışını integral işlemi uygulayarak sönümlmeyi azaltmaktır. Bu işlemi yaparak band genişliğini daraltır ve frekans cevabını kısa sürede oturtur. Türevsel (D) etki ise kontrol çıkışını türev işleminden geçirerek hataya da doğru oranda etki göstererek yükselme zamanını ve oturma zamanını azaltır. Klasik PID nin üstel katsayıları tam sayı olduğundan kesir dereceli sistemlere nazaran cevabı daha yaklaşık sonuç vermektedir (Ogata, 2019). Klasik bir PID nin eşdeğer şeması Şekil 5'te verilmiştir.

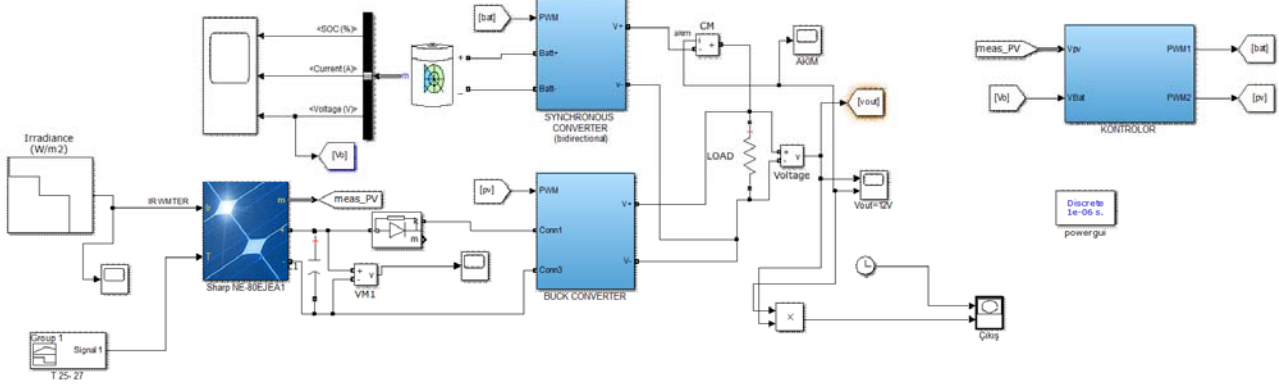


Şekil 5. Klasik PID eşdeğer şeması

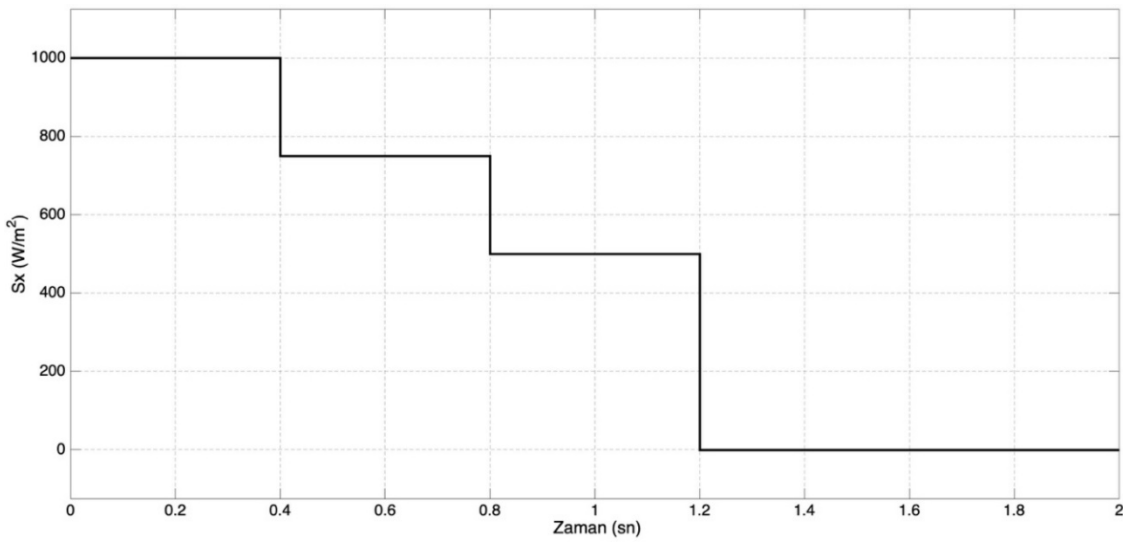
$$m(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt} + V_0 \quad (18)$$

3. Bulgular ve Tartışma

Tüm veriler incelenirken ortam sıcaklık değeri $t=25$ °C olarak alınmış, güneş ışınım değeri ise 4 farklı değer seçilerek benzetimi yapılmıştır. Bu değerler $S_x=1000\text{w/m}^2$, $S_x=750\text{w/m}^2$, $S_x=500\text{w/m}^2$ ve $S_x=0$ olarak seçilmiştir. Güneş ışınım seviyesi 0,4sn, 0,8sn ve 1,2sn değişim göstermektedir. Yük olarak 25Ω 'luk bir DA yük kullanılmıştır. Bu veriler Şekil 7'de grafik olarak verilmiştir. Ayrıca sistemde kullanılan dönüştürücüler fotovoltaik panel ile yük arasında azaltan (düşürücü) dönüştürücü, yük ile batarya arasında yükselten-düşüren (artıran-azaltan) dönüştürücü kullanılmıştır. Sistemde kullanılan denetleyicilerin oranları simülasyon üzerinden MATLAB PID TUNING üzerinden otomatik hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar $K_p=2$, $K_i=9$, $\lambda=0,5$ ve $\mu=0,5$ alınmıştır. Klasik kontrolör PI değerleri ile kesir dereceli PI kontrolörün katsayı değerleri aynıdır. Kontrol tekniğinde ise kesir dereceli PI'da Caputo yaklaşımı kullanılmıştır. Sistemde anahtarlama frekansı 10kHz seçilmiştir.

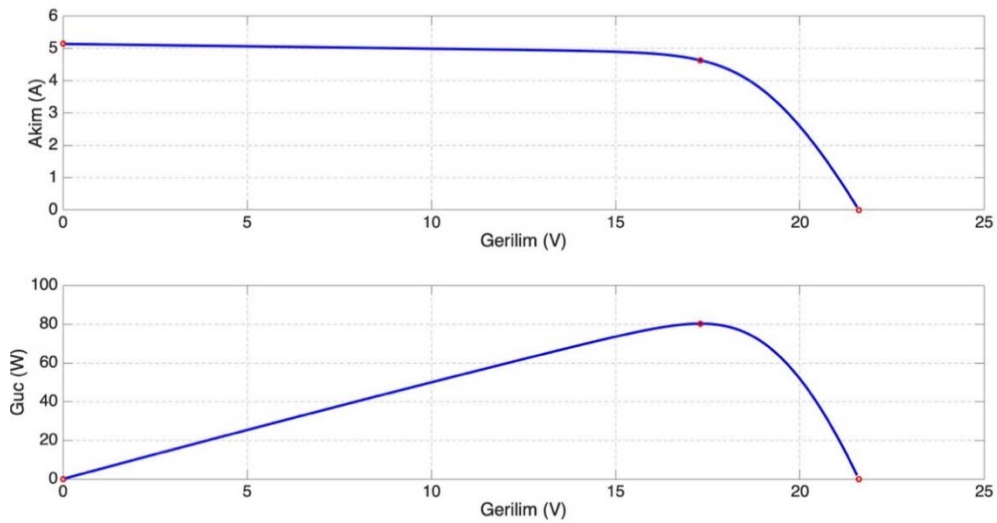


Şekil 6. Sistemin tek hat diyagramı



Şekil 7. Sx'in zamana göre değişimi

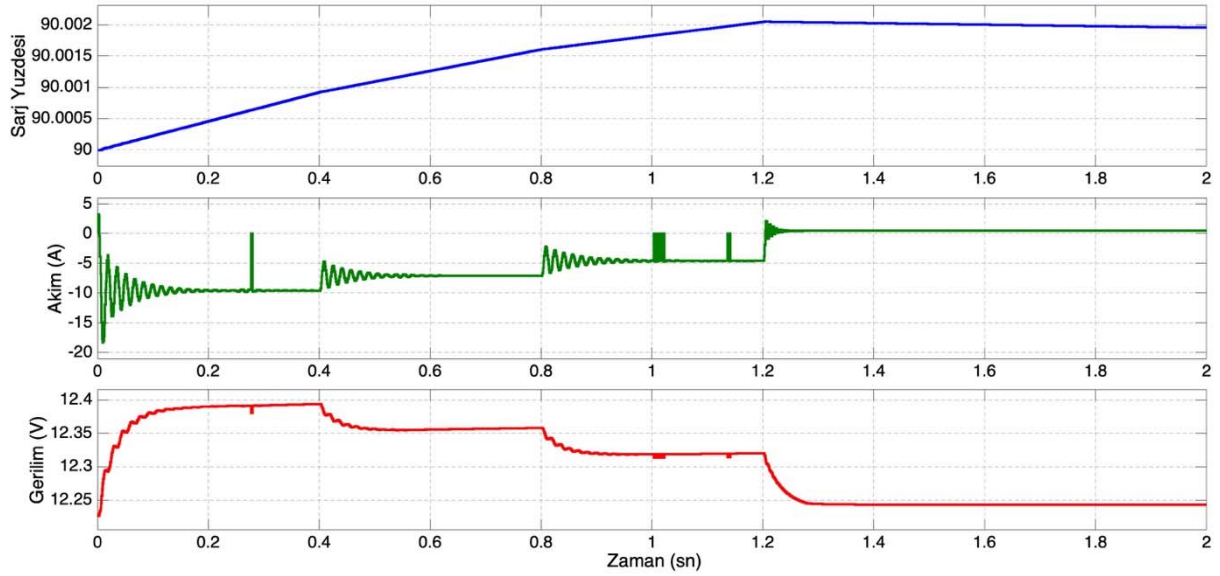
Şekil 8'te ise kullanılan güneş panelinin akım-gerilim ve gerilim-güç grafiği verilmiştir.



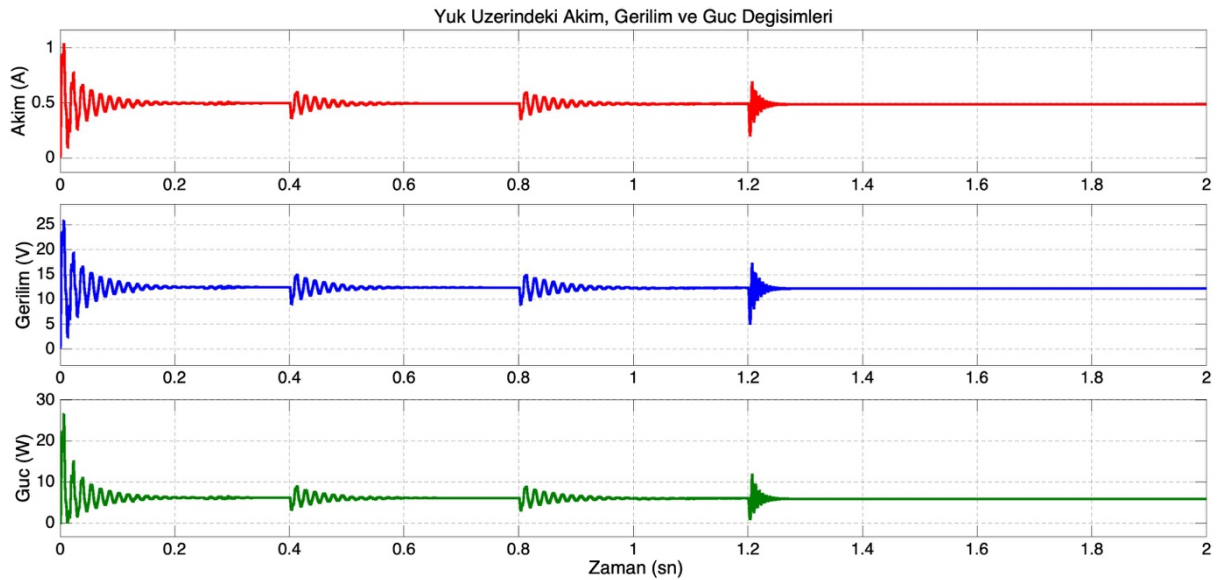
Şekil 8. Bir güneş paneline ait gerilim-akım ve gerilim-güç değişimleri

3.1. MGNİ Devrede Olmadan PI Kontrolör ile Alınan Sonuçlar

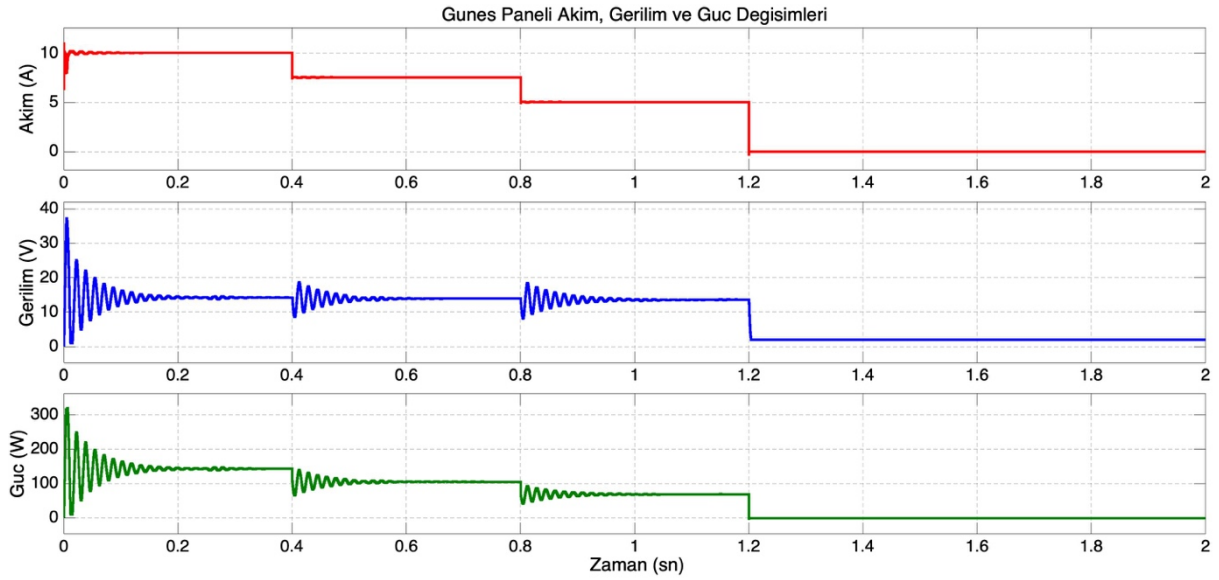
Sistemi MGNİ olmadan devreye alınması durumunda şarj yüzdesi % 90 civarında olup, akım ve gerilim dalgalanması oldukça fazladır. FV üzerinden bakıldığında maksimum güç elde edilememektedir. Dolayısıyla yük üzerindeki güç oldukça düşük değerdedir. Bu verilerle ilgili grafikler Şekil 9, Şekil 10 ve Şekil 11’de verilmiştir.



Şekil 9. Akü akım, gerilim ve şarj yüzdesinin değişimi



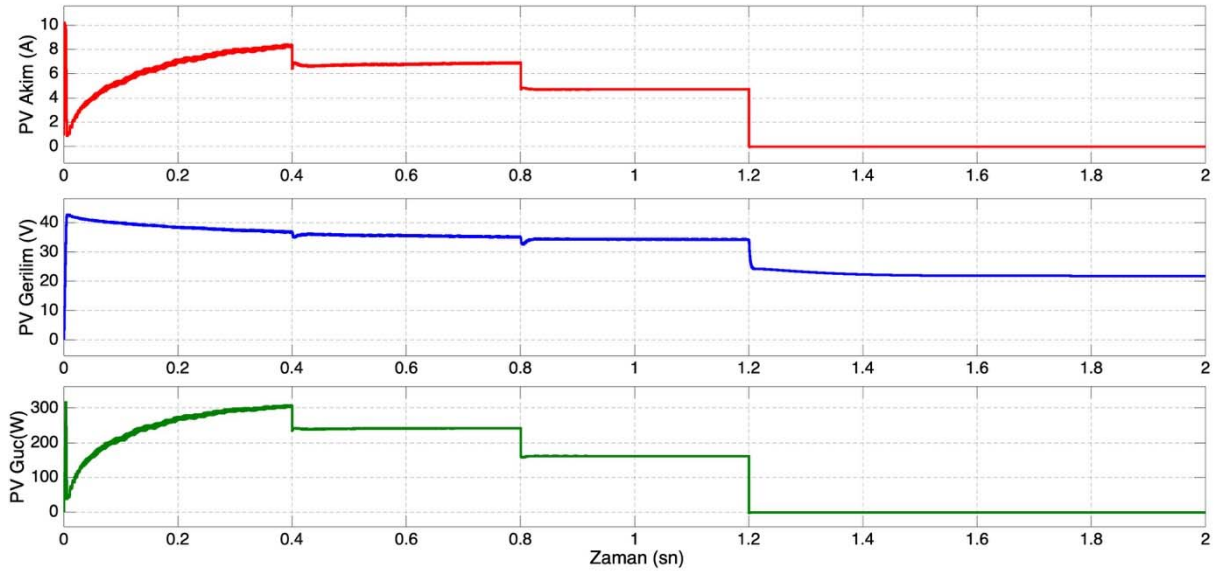
Şekil 10. Yük üzerindeki akım, gerilim ve gücün değişimi



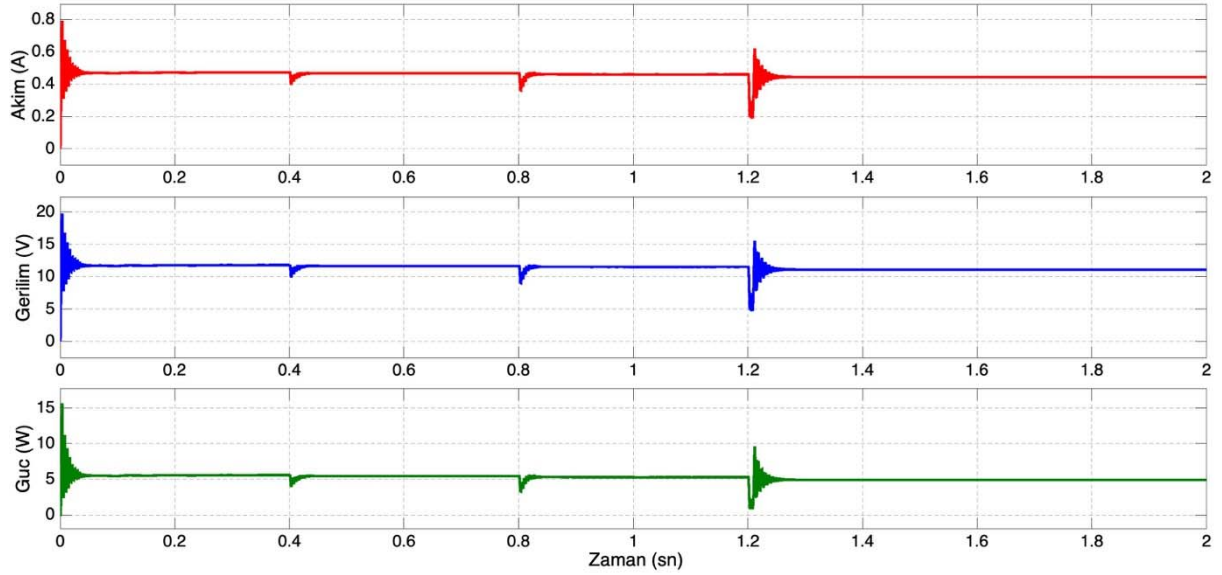
Şekil 11. Gunes panelinden çekilen akım, gerilim ve güç değerleri

3.2. MGNI ve PI Kontrolör Devrede İken Elde Edilen Sonuçlar (Açık Devre Gerilimi Yöntemi)

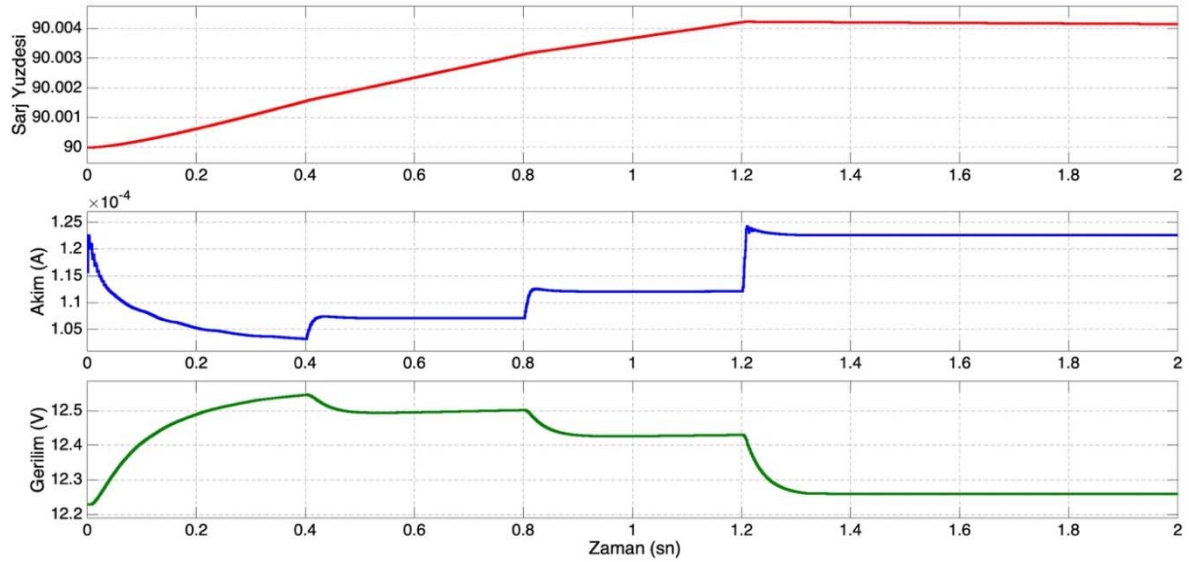
Sisteme Açık devre gerilimi yöntemiyle MGNI uygulandığında şarj yüzdesi % 90 civarında olup, akım ve gerilim dalgalanması oldukça azdır. FV üzerinden bakıldığında maksimum güç elde edilmektedir. Dolayısıyla yük üzerindeki güç oldukça yüksek değerdedir. Bu devreye PI kontrolör uygulandığında dalgalanmalar minimum seviyeye çekilmiştir. Bu verilerle ilgili grafikler Şekil 12, Şekil 13 ve Şekil 14'te verilmiştir.



Şekil 12. FV akım, gerilim ve güç değerleri



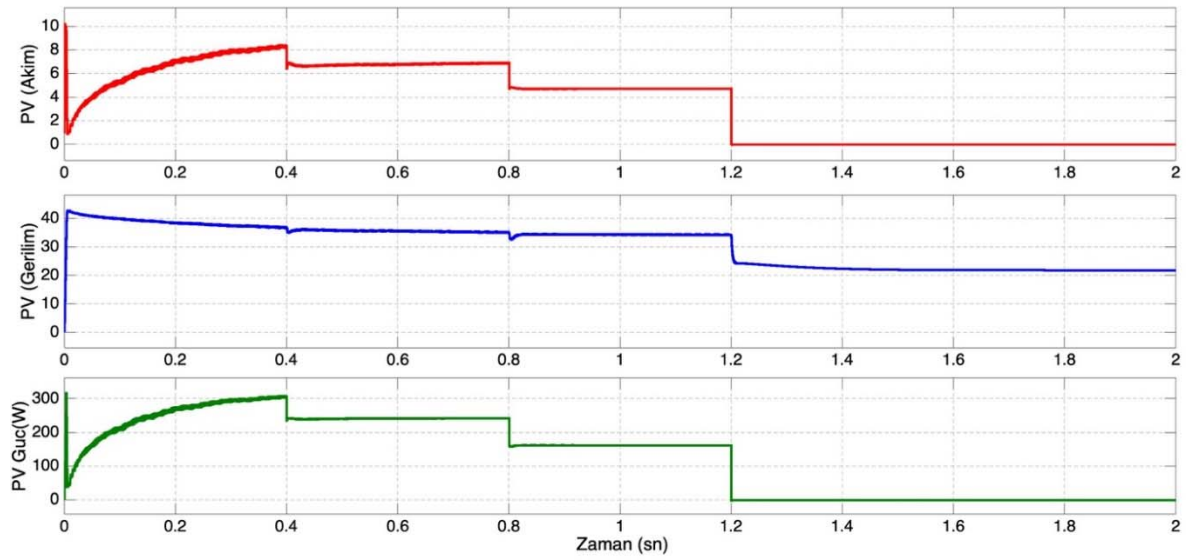
Şekil13. Yük üzerindeki akım, gerilim ve güç değişimi.



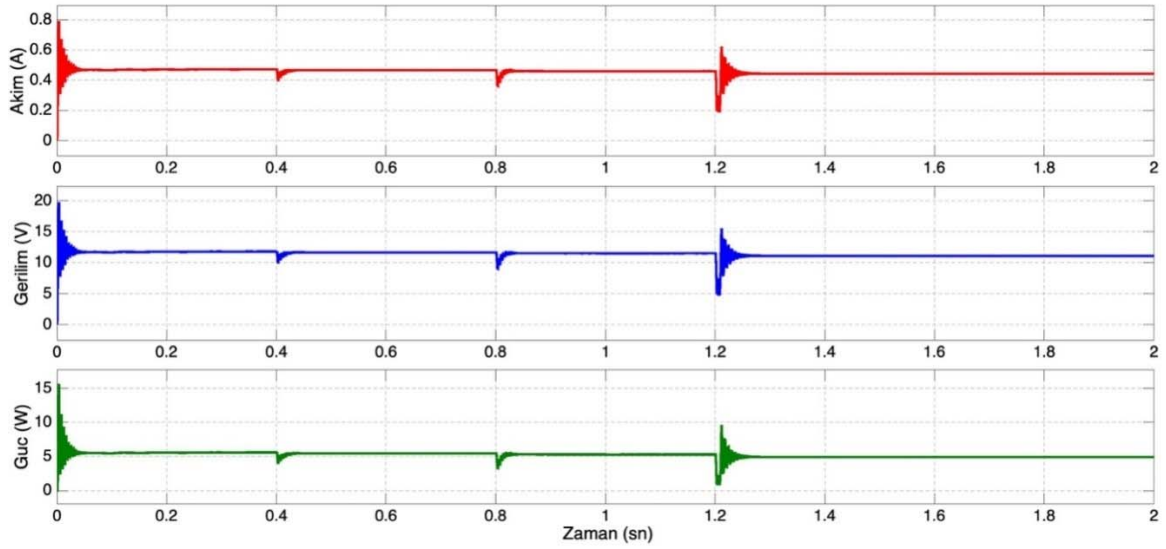
Şekil 14. Akü ye ait şarj yüzdesi, akım ve gerilim değerlerinin zamana göre değişimi

3.3. MGNİ ve Kesir Dereceli PI Kontrolör Devrede İken Elde Edilen Sonuçlar (Açık Devre Gerilimi Yöntemi)

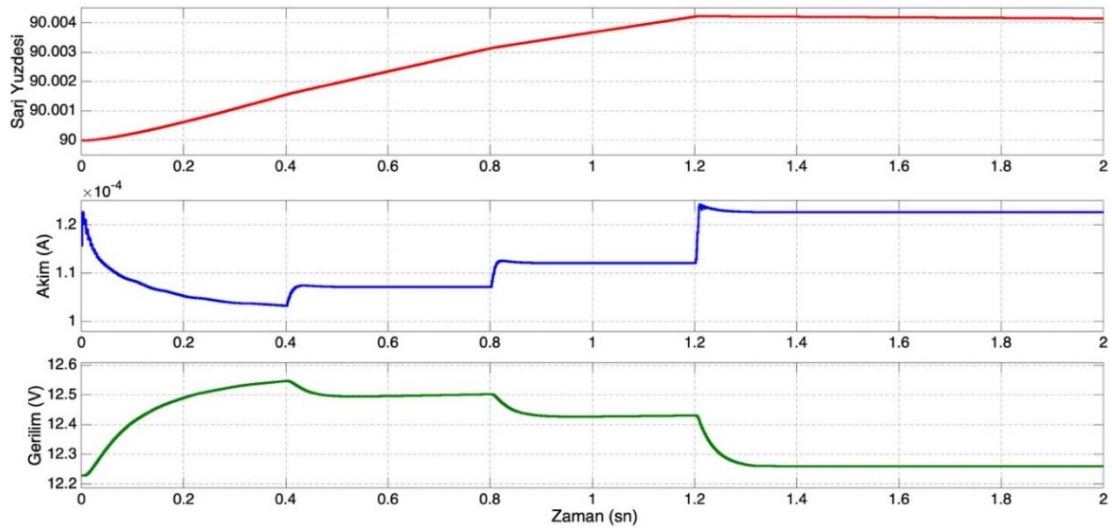
Sisteme Açık devre gerilimi yöntemiyle MGNİ uygulandığında şarj yüzdesi % 90 civarında olup, akım ve gerilim dalgalanması oldukça azdır. FV üzerinden bakıldığında maksimum güç elde edilmektedir. Dolayısıyla yük üzerindeki güç oldukça yüksek değerdedir. Bu devreye Kesir Dereceli PI kontrolör uygulandığında dalgalanmalar klasik PI kontrolöre göre daha azdır. Bu verilerle ilgili grafikler Şekil 15, Şekil 16 ve Şekil 17’de verilmiştir.



Şekil 15. Kesir Dereceli PI denetleyicili PV akım, gerilim ve güç değerleri



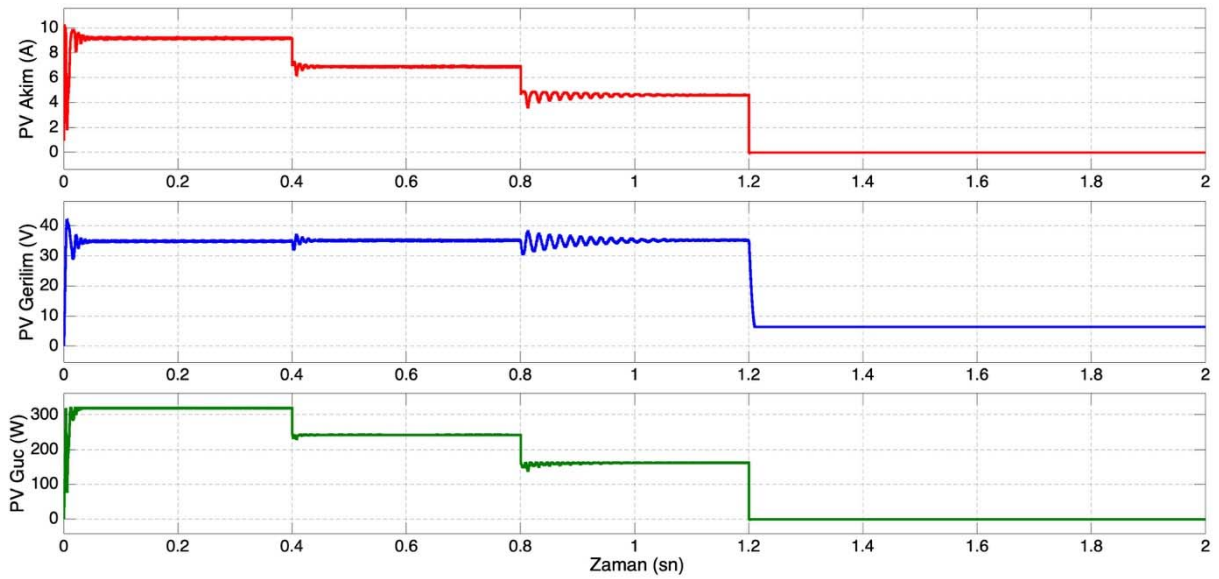
Şekil 16. Kesir Dereceli PI denetleyicili yük üzerindeki akım, gerilim ve güç değişimi.



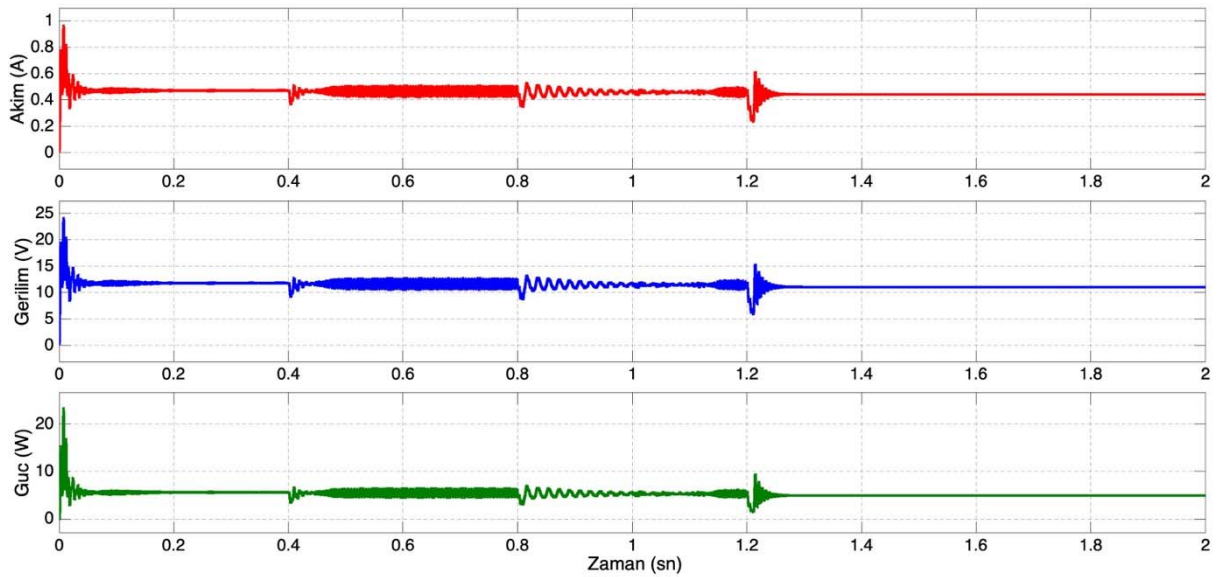
Şekil 17. Kesir Dereceli PI akü ye ait şarj yüzdesi, akım ve gerilim değerlerinin zamana göre değişimi

3.4. MGNI ve PI Kontrolör Devrede İken Elde Edilen Sonuçlar (Artan İletkenlik Yöntemi)

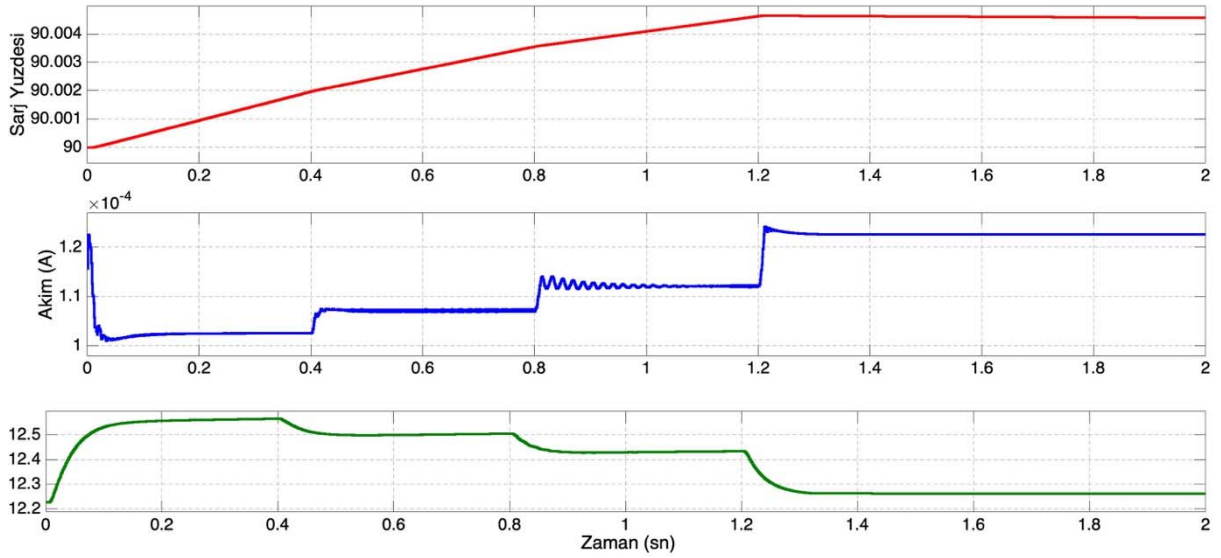
Sisteme Artan iletkenlik yöntemiyle MGNI uygulandığında şarj yüzdesi % 90 civarında olup, akım ve gerilim dalgalanması güneş ışınım seviyelerinde oldukça azdır. Sisteme cevabı oldukça hızlıdır. FV üzerinden bakıldığında maksimum güç elde edilememektedir. Dolayısıyla yük üzerindeki güç oldukça en yüksek değerdedir. Bu devreye klasik PI kontrolör uygulandığında salınımlar minimize edilmiştir. Bu verilerle ilgili grafikler Şekil 18, Şekil 19 ve Şekil 20’de verilmiştir.



Şekil 18. PID denetleyicili FV akım, gerilim ve güç değerleri



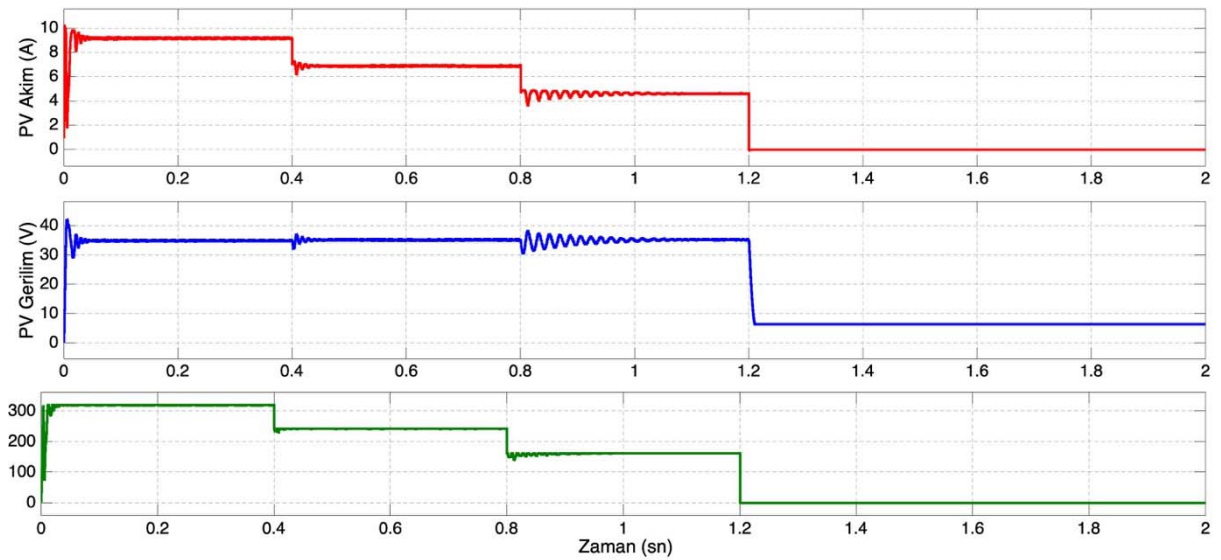
Şekil 19. PID denetleyicili yük üzerindeki akım, gerilim ve güç değişimi.



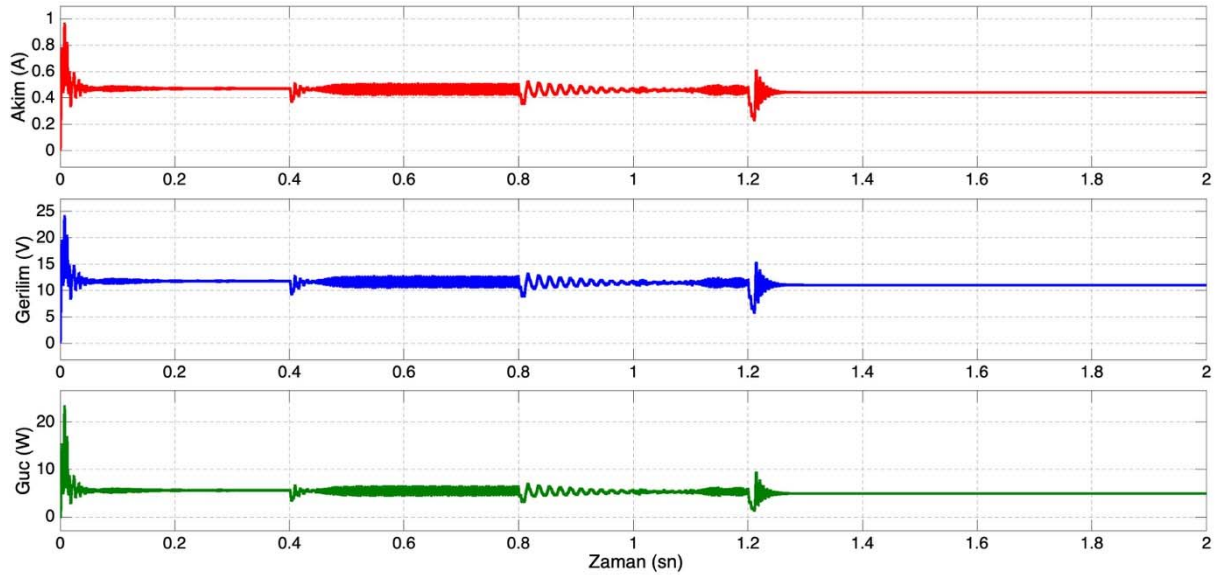
Şekil 20. PID akü ye ait şarj yüzdesi, akım ve gerilim değerlerinin zamana göre değişimi

3.5. MGNI ve Kesir Dereceli PI Kontrolör Devrede İken Elde Edilen Sonuçlar (Artan İletkenlik Yöntemi)

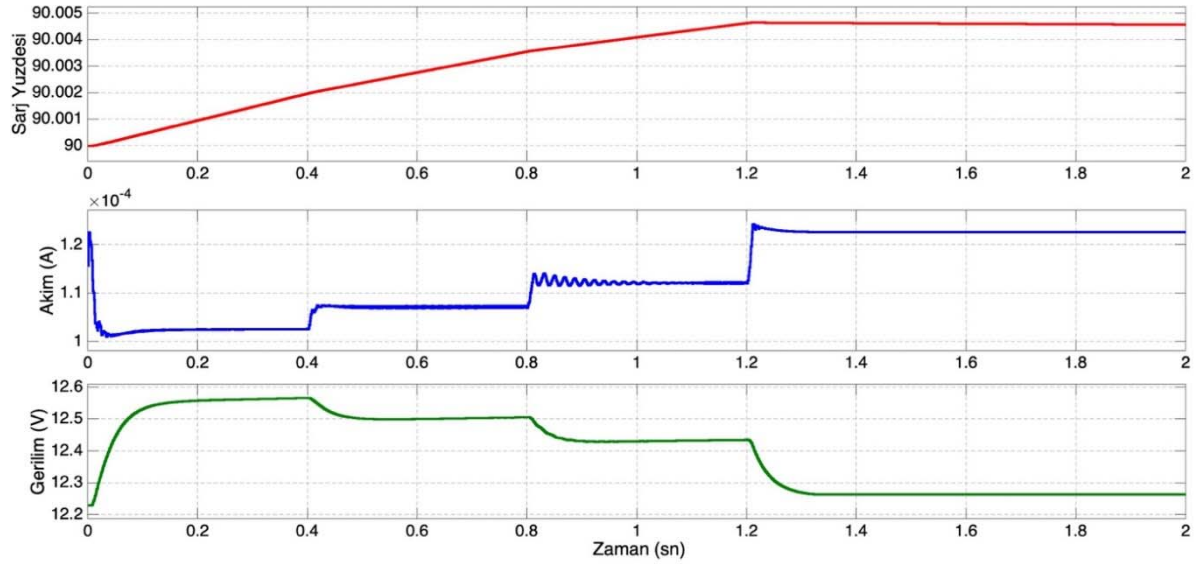
Sisteme Artan iletkenlik yöntemiyle MGNI uygulandığında şarj yüzdesi % 90 civarında olup, akım ve gerilim dalgalanması güneş ışınım seviyelerinde oldukça azdır. Sisteme cevabı oldukça hızlıdır. FV üzerinden bakıldığında maksimum güç elde edilmektedir. Dolayısıyla yük üzerindeki güç oldukça en yüksek değerdedir. Bu devreye Kesir dereceli PI kontrolör uygulandığında ışınım bölgelerinde oturma zamanı klasik PI göre daha hızlıdır. Bu verilerle ilgili grafikler Şekil 21, Şekil 22 ve Şekil 23'te verilmiştir.



Şekil 21. Kesir Dereceli PI denetleyicili FV akım, gerilim ve güç değerleri



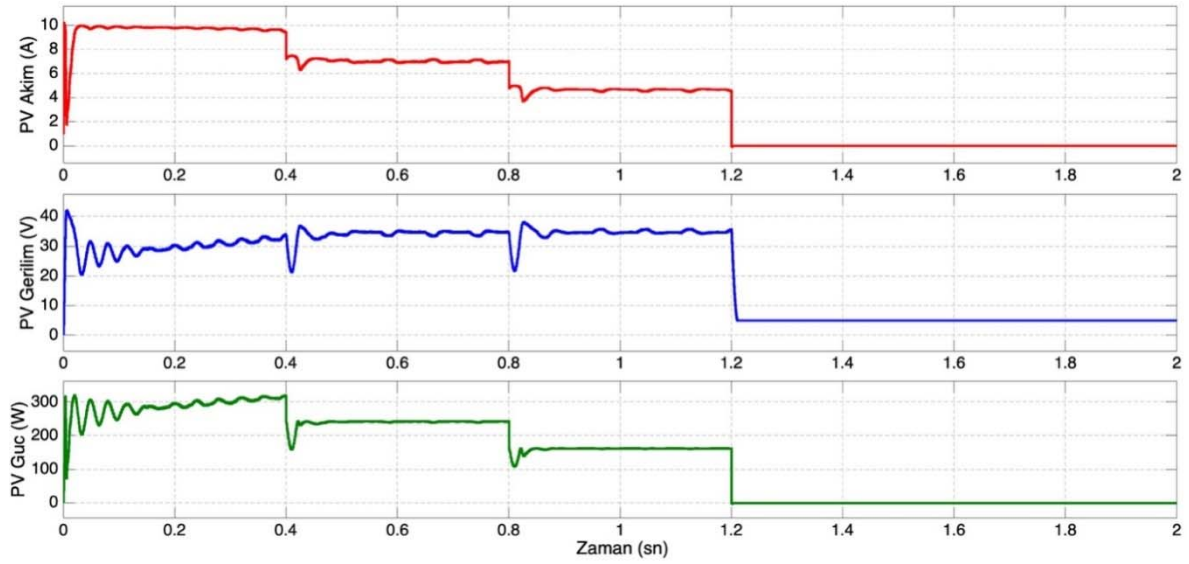
Şekil 22. Kesir Dereceli PI denetleyicili yük üzerindeki akım, gerilim ve güç değişimi.



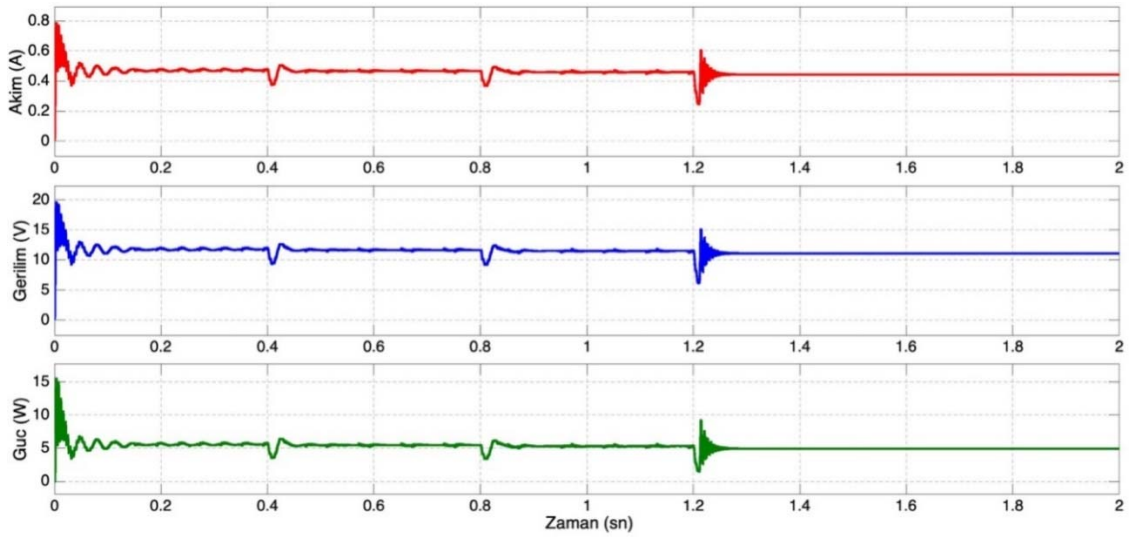
Şekil 23. Kesir Dereceli PID akü ye ait şarj yüzdesi, akım ve gerilim değerlerinin zamana göre değişimi

3.6. MGNİ ve PI Kontrolör Devrede İken Elde Edilen Sonuçlar (Değiştir & Gözle Yöntemi)

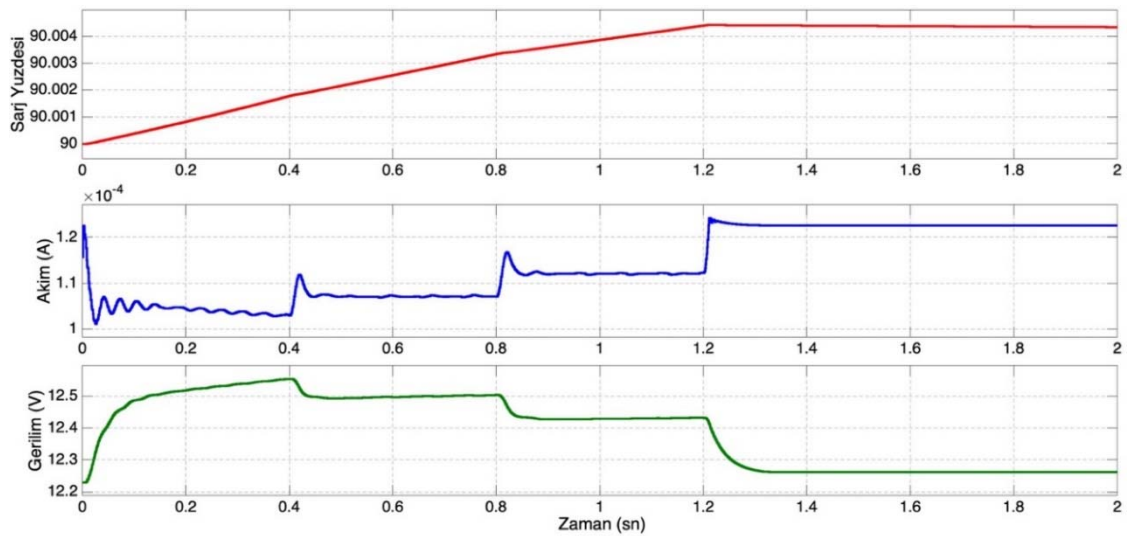
Sisteme Artan iletkenlik yöntemiyle MGNİ uygulandığında şarj yüzdesi % 90 civarında olup, akım ve gerilim dalgalanması oldukça fazladır. Sisteme cevabı hızlıdır. FV üzerinden bakıldığında maksimum güç elde edilememektedir. Dolayısıyla yük üzerindeki güç oldukça en yüksek değerdedir. Bu devreye klasik PI kontrolör uygulandığında salınımlar oldukça fazladır. Bu verilerle ilgili grafikler Şekil 24, Şekil 25 ve Şekil 26'da verilmiştir.



Şekil 24. PI denetleyicili FV akım, gerilim ve güç değerleri



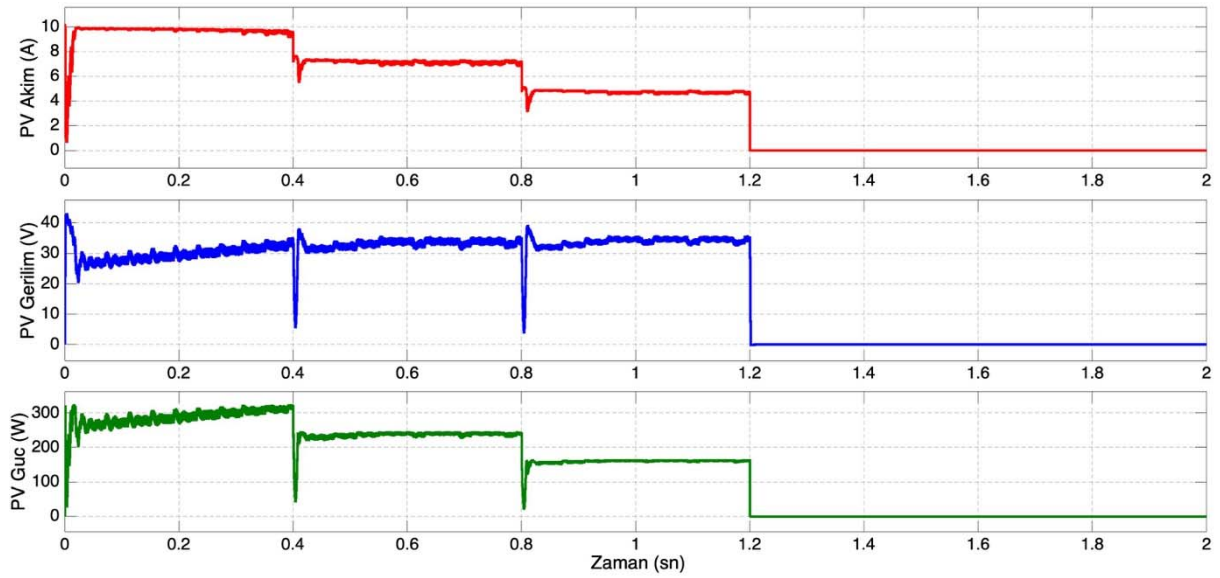
Şekil 25. PI denetleyicili yük üzerindeki akım, gerilim ve güç değişimi.



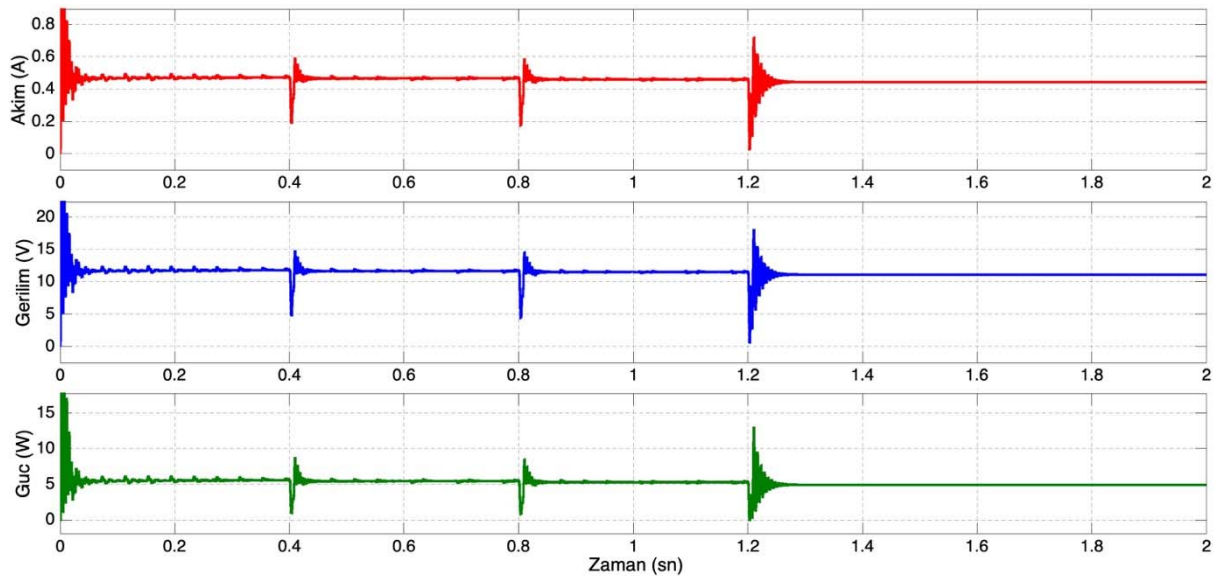
Şekil 26. PID akü ye ait şarj yüzdesi, akım ve gerilim değerlerinin zamana göre değişimi

3.7. MGNI ve Kesir Dereceli PI Kontrolör Devrede İken Elde Edilen Sonuçlar (Değiştir & Gözle Yöntemi)

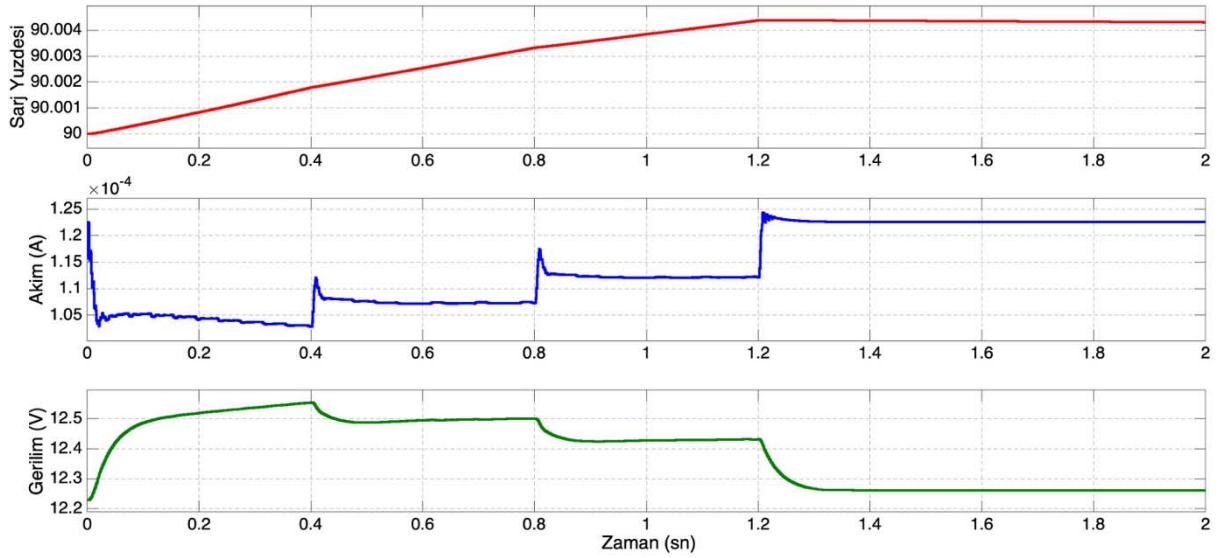
Sisteme Artan iletkenlik yöntemiyle MGNI uygulandığında şarj yüzdesi % 90 civarında olup, akım ve gerilim dalgalanması oldukça fazladır. Sisteme cevabı hızlıdır. FV üzerinden bakıldığında maksimum güç elde edilememektedir. Dolayısıyla yük üzerindeki güç oldukça en yüksek değerdedir. Bu devreye kesir dereceli PI kontrolör uygulandığında klasik PI kontrolöre göre salınımlar daha az seviyede fakat genel anlamda oldukça fazladır.. Bu verilerle ilgili grafikler Şekil 27, Şekil 28 ve Şekil 29'da verilmiştir.



Şekil 27. Kesir Dereceli PI denetleyicili FV akım, gerilim ve güç değerleri



Şekil 28. Kesir Dereceli PI denetleyicili yük üzerindeki akım, gerilim ve güç değişimi.



Şekil 29. Kesir Dereceli PI akü ye ait şarj yüzdesi, akım ve gerilim değerlerinin zamana göre değişimi

4. Sonuçlar ve Öneriler

Yapılan bu çalışmada MGNI, PI kontrolör ve kesir dereceli PI kontrolör devreye uygulanarak sisteme cevabı, maksimum güç noktası, akım-gerilim cevabı ayrıntılı olarak incelenmiş, MGNI devrede yokken panellerin maksimum gücü aktaramadığı görülmüştür. MGNI devredeyken açık devre gerilimi yönteminde sistem cevabında dalgalanma azdır. Değiştir&Gözle yöntemi incelendiğinde oturma zamanı açık devre gerilimi yöntemine göre daha iyi, fakat dalgalanma oldukça fazladır. Artan iletkenlik yöntemi devreye alındığında sisteme cevabı oldukça kısa, yük üzerindeki dalgalanma en az seviyededir. Kontrolörler kıyaslandığında kesir dereceli PI kontrolör bulunan devrelerde klasik PI kontrolörlere göre oturma zamanının daha iyi olduğu gözlenmiştir. Dalgalanmalar daha az seviyededir.

Sistemdeki MGNI FV güneş panellerinin etkin bir şekilde kullanımını sağlarken akülerin şarj olmasında da sisteme katkıda bulunmaktadır. Yapılan benzetimler kısa süreli olduğu için akülerin şarj durumları çok net olarak gözlemlenememektedir. Uzun süreli benzetin sonucunda akülerin doluluk oranının düzenli bir şekilde yükseldiği görülmüştür. Dolayısıyla sistem bileşenleri arasında en önemli cihazın MGNI olduğu anlaşılmaktadır.

Teşekkür

2017 yılında başlayan “Güneş Enerjisi Sistemleri için Akıllı Akü Şarj Cihazı Tasarımı” isimli ve FEN-BAP-C-160317-05 numaralı projeye desteklerinden dolayı Giresun Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimine desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Bodur H. (2010). Güç Elektroniği Temel Analiz ve Sayısal Uygulamalar, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Das, S. (2008). Functional fractional calculus for system identification and controls, Springer, Springer Berlin Heidelberg New York.
- Deveci, O., Kasnakoğlu, C., (2014). Bir Fotovoltaik Sistemden Değişken Güneş Işınım Değerlerinde Maksimum Güç ve Sabit DA Gerilim Elde Edilebilmesine Yönelik DA/DA Dönüştürücü ve Kontrolcü Tasarımı, s.187–193.
- Esrām, T and Chapman, P. L. (2007). Comparison of Photovoltaic Array Maximum Power Point Tracking Techniques, IEEE Transactions on Energy Conversion, 22,2,439-449.
<https://www.mpoweruk.com/chargers.htm> [Son erişim: 22.05.2019 13:41]
- Ishaque, K., & Salam, Z. (2011). A comprehensive MATLAB Simulink PV system simulator with partial shading capability based on two-diode model. Solar energy, 85(9), 2217-2227.
- Jain, S., & Agarwal, V. (2007). A single-stage grid connected inverter topology for solar PV systems with maximum power point tracking. IEEE transactions on power electronics, 22(5), 1928-1940.
- King D. L., Boyson W. E, Kratochvil J. A., (2004). Photovoltaic array performance model, *Sandia National Laboratories*, SAND2004-3535,1-43,.
- Larbes, C., Ait Cheikh, S.M., Obeidi, T. ve Zerguerras, A. (2009). Genetic algorithms optimized fuzzy logic control for the maximum power point tracking in photovoltaic system, Renewable Energy, 34(10), 2093–2100,
- Li, S., Ke, B. (2011). Study of battery modeling using mathematical and circuit oriented approaches. In 2011 IEEE Power and Energy Society General Meeting (pp. 1-8). IEEE.
- Linden, D., (1995). Handbook of Batteries, McGraw-Hill, New-York
- Mengi, Ö.O., (2018). A Five-Level H-Bridge STATCOM for Off-Grid PV Solar Farm Under Two Controllers PI and PI λ -MPC Hybrid. International Journal of Photoenergy, 2018,1-15.
- Monje, C., Chen, Y.Q., Vinagre, B.M., Xue, D. ve Feliu, V. 2010. Fractional order systems and controls: fundamentals and applications (advances in industrial control). London: Springer-Verlag.
- Ogata, K., (2019). Modern Kontrol Mühendisliği, Palme Yayınevi, İstanbul.
- Saetre T. O., Midtgard, Yordanov G. H. (2011). A new analytical solar cell I-V Curve Model, *Elsevier Renewable Energy*, 36, 2171-2176.
- Sridhar, R., Jeevananathan, D., ThamizhSelvan, N., & Banerjee, S. (2010). Modeling of PV array and performance enhancement by MGNİ algorithm. International Journal of Computer Applications, 7(5), 35-39.
- Walker, G. (2001). Evaluating MGNİ converter topologies using a MATLAB PV model. Journal of Electrical & Electronics Engineering, Australia, 21(1), 49.
- Walker, G. R., & Sernia, P. C. (2004). Cascaded DC-DC converter connection of photovoltaic modules. IEEE transactions on power electronics, 19(4), 1130-1139.
- Yanmaz, K. (2018). Güneş Enerji Sistemlerinde Sürekli Miknatıslı DC Motorun Benzetimi ve 2-DOF PI Kontrolörü ile Kontrolü. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 8(2), 181-188.

Antimicrobial Activity and Cytotoxicity of *Alkanna tinctoria* (L.) Tausch Root Extracts

Hatice Aysun MERCIMEK TAKCI^{1*}, Filiz UCAN TURKMEN², Fatma Ceren ANLAS³, Fulya USTUN ALKAN³, Pemra BAKIRHAN⁴, Cihan DEMİR⁴, Nazim SEKEROGLU²

¹Arts and Sciences Faculty, Department of Molecular Biology and Genetics, Kilis 7 Aralık University, 79000, Kilis, Turkey. mersimek@hotmail.com

²Engineering and Architecture Faculty, Department of Food Engineering, Kilis 7 Aralık University, 79000, Kilis, Turkey. ucanfiliz@gmail.com/nsekeroglu@gmail.com

³Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pharmacology and Toxicology, Istanbul University, 34320, Avcılar, Istanbul, Turkey. cerenis@istanbul.edu.tr, fustun@istanbul.edu.tr

⁴The Institute for Graduate Studies in Sciences and Engineering, Kilis 7 Aralık University, Kilis, 79000, Turkey. pemrabakirhan@gmail.com

Received: 16.05.2019

Accepted: 03.06.2019

*Corresponding Author: mersimek@hotmail.com

Abstract

Alkanna tinctoria (L.) Tausch produced naphthoquinones known as DNA-topoisomerases inhibitors has been used as the traditional therapeutic agent, especially wound healing in Turkey. The antimicrobial activity against 9 clinical microorganisms and cytotoxicity on canine mammary carcinoma cell line (CMT-U27) of *Alkanna tinctoria* root extracts (methanol, ethanol and acetonitrile) were researched by using MTT analysis. Alkanet root extracts showed antimicrobial activity against 2 (*Proteus* spp. and *S. haemolyticus*) out of 9 microorganisms. *In vitro* study towards CMT-U27 cancer cells, acetonitrile root extract at 100 µg/mL concentration showed strong and significant anti-proliferative effect. Our results are manifested that the Alkanet acetonitrile root extract can be evaluated as potential therapeutic agent, immediately after identification of bio-active metabolites in extract.

Keywords: Alkanet root, *Alkanna tinctoria*, antimicrobial, cytotoxicity

***Alkanna tinctoria* (L.) Tausch Kök Ekstraktlarının Antimikrobiyal Aktivitesi ve Sitotoksitesisi**

Öz

DNA-topoizomerazları olarak bilinen naftokinonları üreten *Alkanna tinctoria* (L.) Tausch, Türkiye’de özellikle yara iyileştirmede geleneksel terapötik ajan olarak kullanılmaktadır. *Alkanna tinctoria* metanol, etanol ve asetonitril kök ekstraktlarının 9 klinik mikroorganizmaya karşı antimikrobiyal aktivitesi ve köpek meme kanser hücre hattı (CMT-U27) üzerinde sitotoksitesisi MTT analizi kullanılarak araştırılmıştır. Alkanat kök ekstraktları 9 mikroorganizmadan sadece ikisine (*Proteus* spp. and *S. haemolyticus*) karşı antimikrobiyal aktivite göstermiştir. CMT-U27 kanser hücrelerine yönelik *in vitro* çalışmada, 100 µg/mL konsantrasyondaki asetonitril kök ekstraktı güçlü ve önemli bir hücre büyümesini engelleyici etki göstermiştir. Sonuçlarımız Alkanat asetonitril kök ekstraktının biyoaktif metabolitlerinin tanımlanmasını takiben potansiyel terapötik ajan olarak değerlendirilebileceğini açıkça ifade etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Alkanat kök, *Alkanna tinctoria*, antimikrobiyal, sitotoksitesite.

1. Introduction

In ancient civilizations, herbal remedies were widespread used for treatment of the several diseases. Even today, herbal metabolites in medicine are evaluated as therapeutic agents (Hayta et al., 2014). Therefore, the newer researches in pharmaceutical industry and developing medicines are aimed on exploring the medicinal plants and the pharmacological activities of plant metabolites (Elsharkawy et al., 2013). In folk medicine, the several therapeutic uses of *Alkanna* genus have attracted attention since ancient times (Elsharkawy et al., 2013; Khan et al., 2015; Alwahibi and Perveen, 2017). The first evidences related to the use of *Alkanna tinctoria* roots for the skin ulcers treatment were found in the work of Hippocrates (Sevimli-Gur et al., 2010; Alwahibi and Perveen, 2017). The similar findings concerning to *Alkanna tinctoria* were also recorded by Theophrastus and Dioscorides (Alwahibi and Perveen, 2017).

Alkanna Tausch belongs to Boraginaceae family of the Tubiflorae order, is a genus represented by 34 (about endemic) species and 40 taxa in the flora of Turkey (Kayabası et al., 2000; Akcin et al., 2004; Gumus and Ozlu, 2007; Ozer et al., 2010; Sevimli-Gur et al., 2010). *Alkanna tinctoria* (L.) Tausch with the blue-blooming is grown in Europe, the Mediterranean region, and Western Asia, subtropical areas of the world (Gumus and Ozlu, 2007; Ozer et al., 2010; Mohammed et al., 2016). *Alkanna tinctoria* name originates from the Spanish word *alcana* and Arabic *al-hena*. It is also known as Alkanet or dyers, bugloss, orchanet, Spanish bugloss or Languedoc bugloss (Ozer et al., 2010; Elsharkawy et al., 2013). Besides, it has diverse local names such as Havaciva, Egnik, Kızilenik, Tuyluboya and Yerinegi are for *A. tinctoria*, in Turkey (Akcin et al., 2004).

The appearance of Alkanet root is described as dark red root of blackish externally but blue-red inside, with a whitish core (Ozer et al., 2010; Elsharkawy et al., 2013). Since antiquity, a fine red colouring compound produced by Alkanet roots has been used for dyeing cloth, giving color to medicines, varnishes, food, wines etc. (Akcin et al., 2004; Ozer et al., 2010; Amal and Abdel-Hamid, 2011; Elsharkawy et al., 2013; Kheiri et al., 2017). The Alkanet roots as a dye, are insoluble in water but soluble in solvents such as ethanol, methanol, acetonitrile, ether etc (Elsharkawy et al., 2013).

As well as its pigmentation activity, Alkanet root extracts has been traditionally performed for wound healing, anti-nociceptive, anti-inflammatory and pain-related ailments (Gumus and Ozlu, 2007; Alwahibi and Perveen, 2017). The existence of alkannin and its derivatives that have cytotoxic, antimicrobial, antioxidant, anti-leishmanial and anti-inflammatory activities as active compounds found in these extracts were indicated by Papageorgiou and his co-workers in 1976 (Assimopoulou et al., 2005; Sevimli-Gur et al., 2010; Tsermentseli et al., 2013; Tung et al., 2013; Yazdinezhad et al., 2013; Alwahibi and Perveen, 2017; Kheiri et al., 2017). Alkannin and its enantiomer shikonin in

Alkanet root extracts are isohexenylnaphthazarine derivatives of hydroxynaphthoquinones (Assimopoulou et al., 2005; Sevimli-Gur et al., 2010). Nowadays, the wound healing ointments such as the trademark helixderm and histoplastin red include alkannin and related derivatives as active component (Tsermentseli et al., 2013; Alwahibi and Perveen, 2017).

Thus, present study was undertaken to determine antimicrobial and cytotoxic effects of the *Alkanna tinctoria* (L.) Tausch root extracts grown in Mus, Turkey.

2. Materials and Methods

2.1. Collection and preparation root extracts of *Alkanna tinctoria*

Alkanna tinctoria (L.) Tausch was collected from Malazgirt mountain, Mus, Turkey in July and August 2016. For the preparation of root extracts, the surface and the root parts of samples were separated, then dried at room temperature. The chopped roots were then grinded at porcelain mortar. 20 g of the powdered roots in 200 mL of each selected solvent (methanol, ethanol and acetonitrile) were extracted on shaking incubator for 48 h at room temperature. The brown-deep red root extracts were filtered by filter paper and then evaporated at 70°C. The dryness residues were scraped and dissolved by methanol at the 20 mg/mL final volume and stored at 4°C until further use.

2.2. Antimicrobial effect

Antimicrobial activity of the root extracts was evaluated against *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus* spp, *Klebsiella* spp, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus haemolyticus*, *Bacillus subtilis* and *Candida albicans* by Kirby Bauer disc diffusion method. Microbial strains were provided from Kilis state hospital. As positive and negative control, chloramphenicol standard disc and pure methanol were used, respectively. These strains were spread on Mueller Hinton Agar (MHA) and Potato Dextrose Agar (PDA) for each four extracts. 50 µL of the root extracts were emulsified to blank sterile discs and then applied on the agar plates. After incubation at 37°C and room temperature for PDA 24-48 h, inhibition zone around the disc on agar plate were measured as millimetres (mm). PDA plates were used for *C. albicans*.

Traditional balm prepared from Alkanet roots is used as wound healing agent. One spoonful butter and olive oil are melted on medium heat, then added Alkanet root pieces to mixture until the red color is achieved (Figure 1).

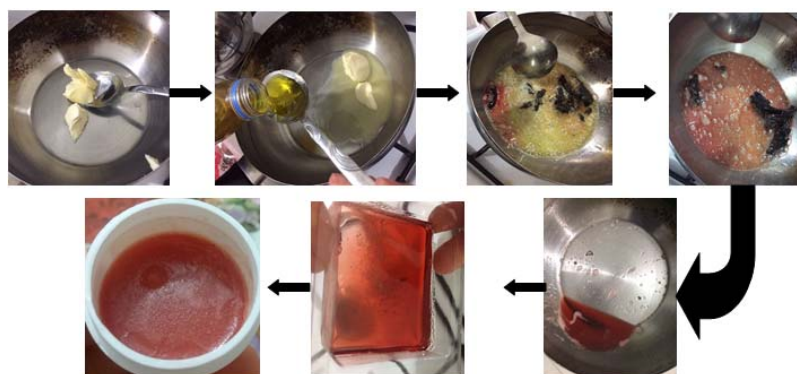


Figure 1. The preparation of traditional balm from Alkanet roots

Antimicrobial effect of this balm by dissolving in chloroform, was searched against same microbial strains. Chloroform as negative control was used.

2.3. Cytotoxicity

Cell culture: Cytotoxic effect of the root extracts were tested on canine mammary carcinoma cell line (CMT-U27). CMT-U27 cells were supplied from Upsala University, Prof. Dr. Eva Héllmen. Cells were cultured in Dulbecco's Modified Eagle's Medium (DMEM)-F12 supplemented with 10% fetal bovine serum (FBS), 1% antibiotic-antimycotic solution. Cells were maintained in a humidified atmosphere of 5% CO₂ at 37°C with medium changed every 2 to 3 days. The culture was continued until reaching 80% confluency. Cells were detached from the culture surface using 0.25% trypsin-EDTA solution.

Cell viability assay: Plant extracts were dissolved in DMSO and further serial dilutions made with DMEM F-12. The final DMSO concentration did not exceed 0.25% and this condition was used as negative control. The cytotoxic effects of the root extracts on the proliferation of CMT-U27 cells were detected by using MTT cell proliferation kit (Roche, Germany). This colorimetric assay is based on reduction of a yellow tetrazolium salt (3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide, MTT) by metabolically active cells. NAD(P)H-dependent oxidoreductase enzymes in viable cells reduce the MTT reagent to formazan and occur a deep purple color crystalline product. This insoluble product is dissolved and then, quantified by spectrophotometrically.

MTT analysis was applied according to method described by Ustun Alkan et al (2014). Cancer cells were transferred into a 96-well plate at a density of 1×10^4 cells/well and incubated for 24 h. After incubation, the medium was changed to fresh medium and cell line was treated by different concentrations (6.25, 12.5, 25, 50 100 µg/mL) of Alkanet root extracts and DMSO (as control). Cell viability by following 24-48 h, the absorbance of each well, including the blanks was measured by multimode microplate reader (FilterMax F5, Molecular Devices, USA) at 595 nm.

The average values were obtained from triplicate readings. The viable cell rate in vehicle treated control was defined as 100% viable and % viability was measured by the formula:

$$\text{Viability (\%)} = (\text{sample absorbance/control absorbance}) \times 100$$

The statistical significance of results was evaluated by one-way ANOVA with Tukey post hoc test.

3. Findings and Discussion

These extracts were detected to show antimicrobial activity against 2 out of 9 microorganisms. *Proteus* spp. and *S. haemolyticus* were sensitive to all of extracts, but resistance against methanol as negative control (Table 1).

Table 1. Antimicrobial activity of Alkanet root extracts (mm inhibition zone)

	<i>Ethanol extract</i>	<i>Methanol extract</i>	<i>Acetonitrile extract</i>	<i>Methanol</i>	<i>Chloramphenicol</i>
<i>E. coli</i>	-*	-*	-*	-*	23
<i>S. aureus</i>	-*	-*	-*	-*	20
<i>C. albicans</i>	-*	-*	-*	-*	-*
<i>B. subtilis</i>	-*	-*	-*	-*	35
Enteric bacteria	-*	-*	-*	-*	10
<i>Proteus</i> spp.	15	12	14	-*	25
<i>Klebsiella</i> spp.	-*	-*	-*	-*	35
<i>S. haemolyticus</i>	10	16	10	-*	35
<i>E. faecalis</i>	-*	-*	-*	-*	-*

*: Inhibition zone was not observed.

The highest inhibition zones of the ethanol and acetonitrile root extracts were detected against *Proteus* spp (Figure 2). The methanol root extract appeared the highest inhibition zone (16 mm) against *S. haemolyticus*.

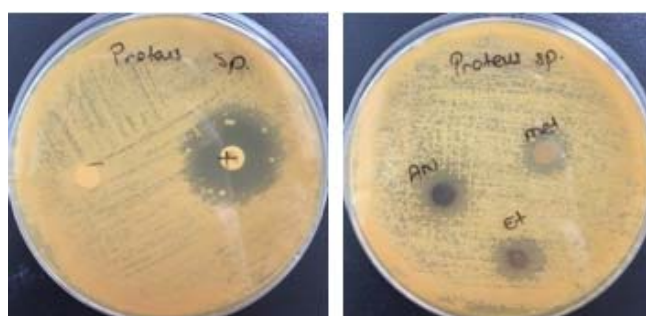


Figure 2. The antimicrobial activity of Alkanet root extracts on *Proteus* spp. (-:negative control; +:positive control)

Antimicrobial effects of the ethanol and acetonitrile root extracts on *S. haemolyticus* were same level of inhibition (10 mm) (Figure 3). The inhibition was not encountered against *S. aureus*, the important bacterial agent of wound infections. By comparison with inhibitory zone, the inhibition of standard antibiotic against all test microorganisms was better effective than Alkanet root extracts.

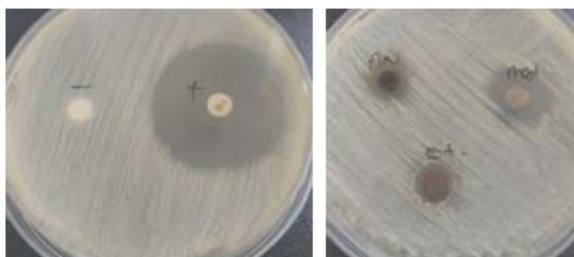


Figure 3. The antimicrobial activity of Alkanet root extracts on *S. haemolyticus* (-:negative control; +:positive control)

The microbial inhibition mechanism of extracts associates hydroxynaphthoquinones in Alkanet root. This agent is a effective chelator of divalent metal ions. As suggested in literature, it binds to a zinc finger domain of topoisomeras proteins and may inhibit them (Plyta et al., 1998). The dissociation rate of the bioactive compounds is different based on by using solvent. So, our antimicrobial results can be stated to the presence of chelator agents at different concentration in root extracts.

Sengul et al. (2009) determined the highest inhibition zone (10 mm) against *Alcaligenes faecalis* for methanol extract, similarly our result. Alwahibi and Perveen depicted that the ethanol extract of *A. tinctoria* had maximum zone of inhibition against *B. subtilis* (28 mm) (Alwahibi and Perveen, 2017). Khan et. al (2015) reported anti-multi-drug resistant bacterial activity of extracts of *Alkanna tinctoria* leaves and the best activity against test microorganisms detected in aqueous extract. Compared to literature, antimicrobial activity results related to ethanol and methanol extracts had potential in inhibiting of the bacterial growth. But the traditional root cream against test microorganisms was not effective.

The in vitro cytotoxicities of the prepared Alkanet root extracts against canine mammary carcinoma cell line (CMT-U27) were tested by the standard MTT assay. 6.25 $\mu\text{g/mL}$ and 12.5 $\mu\text{g/mL}$ concentrations for each root extracts on cell viability was not statistically observed a meaningful effective (Figure 4).

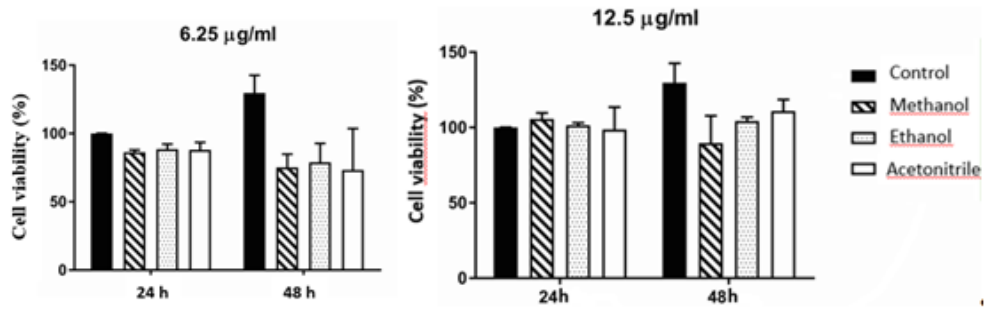


Figure 4. Cytotoxic effect of Alkanet root extracts (6.25-12.5 µg/mL) on CMT-U27, time-dependent.

After treatment with 25 µg/mL Alkanet root extracts for 24 h showed no cytotoxicity to the cancer cells viability. The cell viability of CMT-U27 cells was decreased dose and time-dependently. After 48 h, the cancer cells viability was inhibited by average 10 and 40% in culture applied ethanol and acetonitrile, respectively (Figure 5).

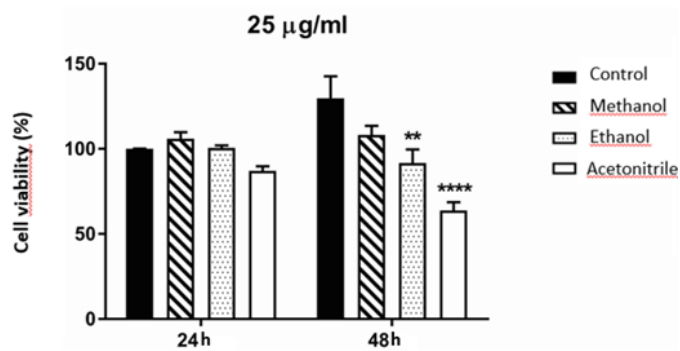


Figure 5. Cytotoxic effect of Alkanet root extracts (25 µg/mL) on CMT-U27, time-dependent. ** ($P < 0.01$): **** ($P < 0.0001$) as statistically significant at each time point, according to control.

The acetonitrile root extracts showed the stronger anti-proliferative and cytotoxic effect against the cancer cell line than other extracts. Compared to the viability of cancer cells, the cell proliferation was increased in the control group. This increase was average at 30%. For methanol root extract, cytotoxic activity was not recorded as time-dependently.

The acetonitrile extract decreased viability of cancer cells at 50 µg/mL concentrations for 24 and 48 h (Figure 6).

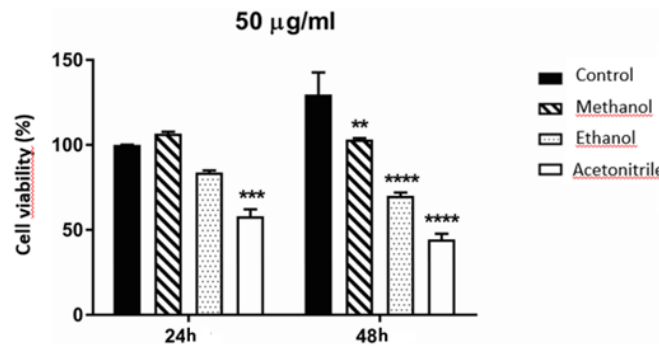


Figure 6. Cytotoxic effect of Alkanet root extracts (50 µg/mL) on CMT-U27, time-dependent ** ($P < 0.01$): *** ($P < 0.001$): **** ($P < 0.0001$) as statistically significant at each time point, according to control.

The viabilities of CMT-U27 cells were about 58% and 44%, respectively. Compared with the ethanol and methanol extract, it can be mentioned from a significant cytotoxic effect of acetonitrile extract. The second best inhibitory effect in the viability of CMT-U27 cells, the distribution was to be average 30% after treatment with ethanol extract for 48 h. The considering to viability percentages of cancer cells treated by 100 µg/mL root extracts, the better cytotoxic activity showed acetonitrile extract (average 80%) (Figure 7).

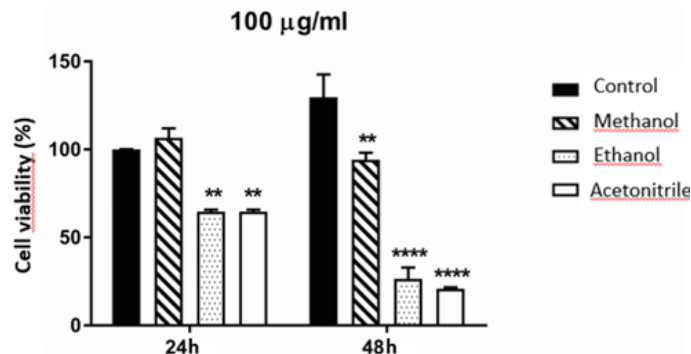


Figure 7. Cytotoxic effect of Alkanet root extracts (100 µg/mL) on CMT-U27, time-dependent ** ($P < 0.01$): *** ($P < 0.001$): **** ($P < 0.0001$) as statistically significant at each time point, according to control.

In summary, at 25, 50 and 100 µg/mL test concentrations of alkanet extracts, can be said to show cytotoxic effects and acetonitrile be the most effective solvent. For acetonitrile root extract with the lowest antioxidant activity, the cytotoxic activity on the cells correlated with the amount of phenolic and flavonoid substance. On treating CMT-U27 cells with extracts for 48 h, 25, 50 and 100 µg/mL acetonitrile extracts exhibited maximum cytotoxic effect with ~40, 60 and 80% inhibition of viability, respectively.

4. Conclusions and Recommendations

This investigation is the first study that intended to evaluate the cytotoxic potential of the *A. tinctoria* root extracts on CMT-U27 cell line. According to our results, a selective cytotoxic activity of acetonitrile root extract can be referred. So, this extract can be evaluated as potential substance for anticancer drug therapies. But at first, identification of biologically active compounds in extracts are needed.

Acknowledgements

This present study was presented at The 3rd Mediterranean Symposium on Medicinal and Aromatic Plants (MESMAP-3) and published as abstract. We thank Kilis 7 Aralık University, Prof. Dr. Eva Héllmen from Upsala University for providing the CMT-U27 cell line and Prof. Dr. Tulay Bakirel from Istanbul University for her collaboration.

References

- Akcin, O. E., Kandemur, N., and Cansaran, A. (2004). Morphological and anatomical study on endemic *Alkanna haussknechtii* Bornm. (Boraginaceae), critically endangered in Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 28, 591-598.
- Alwahibi, M. S., and Perveen, K. (2017). Chemical analysis by GC-MS and in vitro antibacterial activity of *Alkanna tinctoria* extracts against skin infection causing bacteria. *Biomedical Research*, 28(18), 7946-7949.
- Amal, M. E., and Abdel-Hamid, A. M. E. (2011). DNA Fingerprint of *Alkanna tinctoria* subspecies in Misurata, Libya. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 7(4), 555-560.
- Assimopoulou, A. N., Boskou, D., and Papageorgiou, V. P. (2005). Antioxidant activities of alkannin, shikonin and *Alkanna tinctoria* root extracts in oil substrates. *Food Chemistry*, 87, 433-438.
- Elsharkawy, E., Elshathely, M., Jaleel, G. A., and Al-Johar, H. I. (2013). Anti-inflammatory effects of medicinal plants mixture used by Bedouin people in Saudi Arabia. *De Gruyter Open*, 59(3), 76-87.
- Gumus, K., Ozlu, Z, K. (2007). The effect of a beeswax, olive oil and *Alkanna tinctoria* (L.) Tausch mixture in burn injuries: An experimental study with a control group. *Complementary Therapies in Medicine*, 34, 66-73.
- Hayta, S., Polat, R., and Selvi, S. (2014). Traditional uses of medicinal plants in Elazığ Turkey. *Journal of Ethnopharmacology*, 154, 613-623.
- Kayabası, N., Sanlı, H. S., and Etikan, S. (2000). Havaciva (*Alkanna tinctoria* (L.) Tausch) ve Labada (*Rumex conglomeratus* Murr.) Bitkilerinden elde edilen renkler ve bu renklerin ısı ve surlunme haslıkları üzerinde bir araştırma. *Journal of Agricultural Science*, 10(1):7-10.
- Khan, U. A., Rahman, H., Qasim, M., Hussain, A., Azizllah, A., Murad, W., Khan, Z., Anees, M., and Adnan, M. (2015). *Alkanna tinctoria* leaves extracts: a prospective remedy against multidrug resistant human pathogenic bacteria. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 15(127), 1-6.
- Kheiri, A., Amini, S., Javidan, A. N., Saghafi, M. M., and Khorasani, G. (2017). The effects of *Alkanna tinctoria* Tausch on split-thickness skin graft donor site management: a randomized, blinded placebo-controlled trial. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 17, 1-5.
- Mohammed, M. S, Ali, A. A. M., Basudan, O., El Tahir, K. E. H., Osman, B., and Wadah, J. A. O. (2016). Evaluation of antipyretic, antinociceptive and sedative effects of *Tribulus terrestris*, *Mimosa pigra* and *Alkanna tinctoria* methanolic extracts. *The Journal of Phytopharmacology*. 5(3), 105-107.

- Ozer, M. S., Sarikurkcu, C., Tepe, B., and Cam, S. (2010). Essential oil composition and antioxidant activities of Alkanet (*Alkanna tinctoria* subsp. *tinctoria*). *Food Science and Biotechnology*, 19(5), 1177-1183.
- Plyta, Z. F., Li, T., Papageorgiou, V. P., Mellidis, A. S., Assimopoulou, A. N., Pitsinos, E. N., and Couladouros, E. A. (1998). Inhibition of topoisomerase I by naphthoquinone derivatives. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 8, 3385-3390.
- Sengul, M., Yildiz, H., Gungor, N., Cetin, B., Eser, Z., and Ercisli, S. (2009). Total phenolic content, antioxidant and antimicrobial activities of some medicinal plants. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 22(1), 102-106.
- Sevimli-Gur, C., Akgun, I. H., Deliloglu-Gurhan, I., Korkmaz, K. S., and Bedir, E. (2010). Cytotoxic naphthoquinones from *Alkanna cappadocica*. *Journal of Natural Product*, 73, 860-864.
- Tsermentseli, S. K., Manesiotis, P., Assimopoulou, A. N., and Papageorgiou, V. P. (2013). Molecularly imprinted polymers for the isolation of bioactive naphthoquinones from plant extracts. *Journal of Chromatography A*, 1315, 15-20.
- Tung, N. H., Du, G-J., Wang, C-Z., Yuan, C-S., and Shoyama, Y. (2013). Naphthoquinone components from *Alkanna tinctoria* (L.) Tausch showed significant antiproliferative effects on human colorectal cancer cells. *Phytotherapy Research*, 27(1), 66-70.
- Ustun Alkan, F., Anlas, C., Ustuner, O., Bakirel, T., and Sari, A. B. (2014). Antioxidant and proliferative effects of aqueous and ethanolic extracts of *symphytum officinale* on 3T3-Swiss Albino cells fibroblast cell line. *Asian Journal of Plant Science & Research*, 4(4), 62-68.
- Yazdinezhad, A., Monsef-Esfahani, M., and Ghahremani, M. H. (2013). Effect of *Alkanna frigid* extracts on 3t3 fibroblast cell proliferation. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 3(4), 212-215.

Çanakkale Bölgesi'nde Kullanılan Sardalye (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792) -Gümüş (*Atherina boyeri* Risso, 1810) Çapari Takımlarında Av Kompozisyonun Belirlenmesi

Alkan ÖZTEKİN^{1*}, Uğur ÖZEKİNCİ¹, Adnan AYAZ¹, Uğur ALTINAĞAÇ¹

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Çanakkale, Türkiye

Geliş Tarihi: 20.05.2019

Kabul Tarihi: 27.06.2019

*Sorumlu Yazar: alkanoztekin@comu.edu.tr.

Öz

Bu çalışma Nisan 2015- Mart 2018 yılları arasında Çanakkale kıyılarında gerçekleştirilmiştir. Çapari takımında 11, 12, 13, 14 numara iğneler kullanılmıştır. Çaparilerde tüy rengi olarak beyaz, kırçılı, sarı, yeşil, turuncu renkler kullanılmıştır. Köstek kalınlığı olarak 0,10 mm misina ve ana beden kalınlığı olarak 0,15 mm misina kullanılmıştır. Köstek boyu 10 cm ve köstekler arası mesafe 15 cm olacak şekilde takımlar donatılmıştır. Akıntı durumuna göre 100-500 gr ağırlık kullanılmıştır. Hedef tür olan *Atherina boyeri* (Gümüş) (414; %70,29) adet olarak en fazla yakalanan türdür. Diğer hedef tür olan *Sardina pilchardus* (Sardalye) ise 13 adet (%2,21) yakalanmıştır. Hedef dışı tür olarak ise en fazla yakalanan tür *Scomber japonicus* (Kolyoz) (59; %10,02) olarak belirlenmiştir. Sardalye-gümüş çapari ile yapılan avcılıkta 427(%72,5) adet hedef tür yakalanmış iken 162 (%27,5) adet hedef dışı birey yakalanmıştır. Sardalye-gümüş çaparisinde kullanılan iğne numarasına göre av verimi değerlendirildiğinde en fazla 12 numara iğne ile (168 adet) avcılık yapılmış iken en az en küçük iğne olan 14 numara iğne ile (123 adet) avcılık yapılmıştır. Kullanılan tüy rengine göre av verimi değerlendirildiğinde ise en fazla beyaz renk ile (200 adet) bireyin avcılığı yapılmış iken en az yeşil renk ile (81 adet) birey yakalanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çapari, Av kompozisyonu, Çanakkale, *Atherina boyeri* (Gümüş), *Sardina pilchardus* (Sardalye)

Determination of catch composition of feathered European pilchard – Big-scale Sand Smelt handline used in Çanakkale Region

Abstract

This study was made in the Çanakkale coast between April 2015 and March 2018. Number 11, 12, 13, 14 hooks were used in the feathered handline. The colors are white, gray, yellow, green, orange and mixed color used as feather color. Leaders with 10 cm length and 0.10 mm diameter which were equipped with hooks were knotted to 0.15 mm diameter mainline and distance between leaders were 15 cm. According sea stream, 100-500 gr weight is used. The target species *Atherina boyeri* (Risso, 1810) (Big-scale sand smelt) (414; 70.29%) are the most commonly caught species. The other target species, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) (*European pilchard*), was caught 13 individuals (2.21%). As the non-target species, the most caught species was *Scomber japonicus* (Houttuyn, 1782) (Chub mackerel) (59) (10.02%). 427 target species (72.5%) and 162 non-target species (27.5%) were caught in this target feathered handline. According to this study, number 12 hook has maximum catch rate (168 individuals) and number 14 has minimum catch rate (123 individuals). According to catch effect of feathers color, white color has maximum catch rate (200 individual) and green color has minimum catch rate (81 individuals).

Keywords: feathered handline, Catch composition, Çanakkale, Big-scale Sand Smelt, Sardine

1. Giriş

Dünyadaki teknolojik gelişmeler, her alanda olduğu gibi su ürünleri avcılık sektörünü de yakından ilgilendirmektedir. Balıkçı teknelerinin modernleşmesiyle dünya denizleri üzerindeki avcılık baskısı artmıştır.

Balıkçılık kaynakları yenilenebilir kaynaklar olmalarına rağmen, sınırsız değildir. Asıl konu, su ürünleri avcılığının çevreyle dost bir şekilde devamının sağlanmasıdır. Ülkemizde özellikle boğazlar sistemi içerisinde yoğun olarak balıkçılık faaliyetleri sürdürülmektedir. Çanakkale Boğazı'nın Ege Denizi çıkışında tür çeşitliliğinin oldukça fazla olmasından dolayı çapari ve olta takımları başta olmak üzere birçok av aracı kullanılmaktadır. Pelajik balıklar çapari, paragat, uzatma ağları, orta su trolü ve gırgır ağları gibi av araçları ile avlanmaktadır (Pope ve ark., 1975; Gurbet, 1989). Çapari takımlarının kullanımı kolay ve maliyeti düşüktür. Ekosisteme diğer (trol, gırgır vb.) av araçlarına kıyasla daha az zarar vermektedir. Çanakkale ve adalar bölgesinde ticari ve sportif amaç ile kullanılan birçok tüylü çapari modeli vardır. Bunlardan bazıları kolyoz, uskumru, istavrit, gümüş, sardalye, çinekop, palamut, torik vb. çapari takımlarıdır.

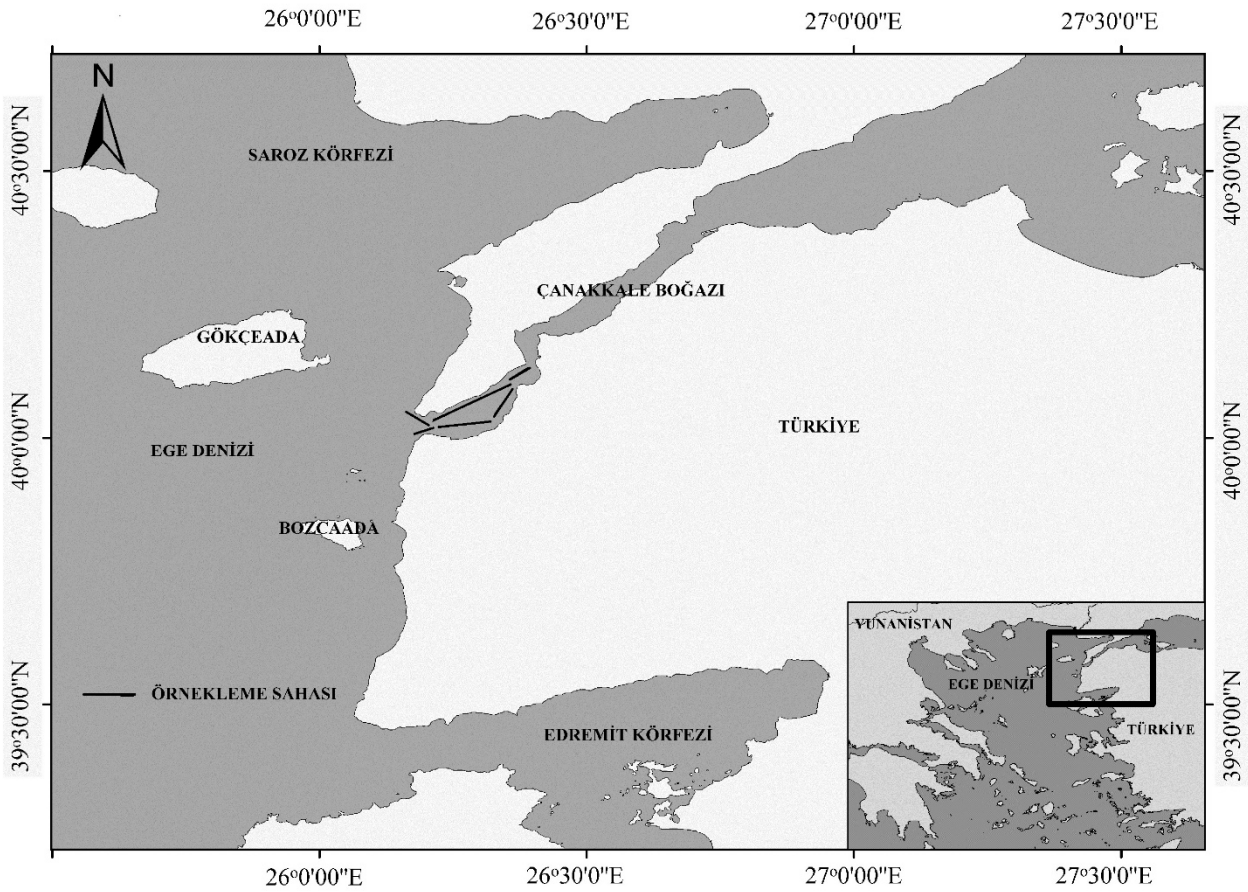
Örnekleme yapıldığı gümüş balığı Uluslararası Doğanın Korunması Birliği'nde (IUCN) nesli tükenmekte olan türler listesinde asgari kaygı seviyesinde yer almış iken sardalye ise en küçük endişe seviyesindedir (IUCN, 2016). Gümüş (*Atherina boyeri* Risso, 1810) balığı deniz, tatlı su ve acı su kaynaklı demersal ve amfidrom bir türdür (Kottelat ve Freyhof, 2007). Sardalye (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792) balığı ise açık deniz kaynaklı bir tür olup acı sularda da bulunur ve okyanus göçü yapan bir tür olarak bilinir (Riede, 2004). Gümüş ise kıyısız bir türdür ve maksimum derinlik dağılımı hakkında bir bilgi bulunmamaktadır. Subtropikal bir tür olup tercih ettiği dağılım sıcaklığı 11°C dir (Cheung ark., 2013). Gümüş balıklarının tuzluluğa karşı toleransı yüksektir. Yetişkin bireyleri genellikle acı sulardadır. Ancak belirli dönemlerde tatlı sularda da bulunduğu bildirilmiştir (Wildekamp ark., 1986). Ayrıca durgun ve yavaş akan suları tercih ettiği tespit edilmiştir. Akarsuların aşağı kısımlarında, nehir ağızlarında, kıyısız göllerde ve denizde dağılım gösterir (Kottelat ve Freyhof., 2007).

Her iki türde Çanakkale'nin değerli pelajik balıklarındandır. Sardalye bölge de yoğun olarak tüketilen adına festivaller düzenlenen bir tür olarak bölge halkı için oldukça önemlidir. Özellikle son zamanlarda yoğunluğu artan lesepsiyen bir tür olan gümüş balığı da besin olarak tüketilmektedir. Ayrıca bunun yanında boğazın en değerli balığı olan çinekop ve lüfer balıklarının avcılığı zamanında bölgede canlı yem ihtiyacını karşılamak için kullanılan sardalye-gümüş çaparileri havanın güzel olduğu dönemlerde kıyıda da sportif amaçlı olarak kullanılmaktadırlar. Av araçlarının teknik özelliklerinin, av verimlerinin belirlenmesi sürdürülebilir balıkçılık açısından oldukça önemlidir.

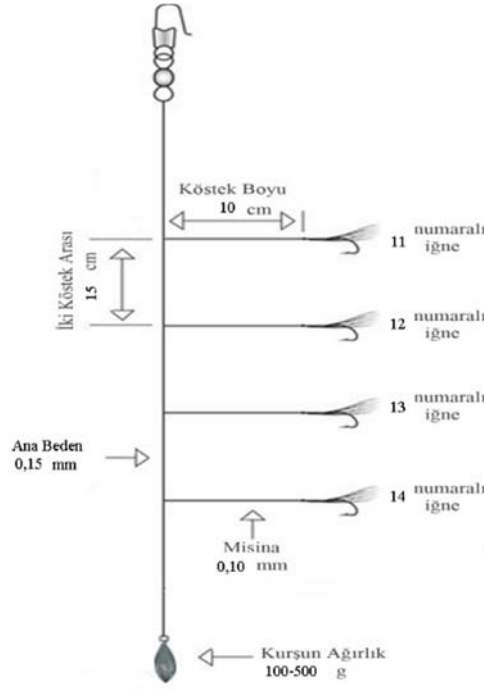
Bu çalışma ile Çanakkale Boğazı'nda kullanılan sardalye ve gümüş çapari takımlarının avcılık durumu belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışma Nisan 2015- Mart 2018 yılları arasında Çanakkale kıyılarında gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Sardalye-gümüş çaparilerinde iğne numaraları olarak 11, 12, 13, 14 numara iğne ve tüy rengi olarak beyaz, kırçilli, sarı, yeşil, turuncu renkler kullanılmıştır. Çapari takımlarında, iğnelerin sıralaması sistematik olarak yapılmıştır. Köstek kalınlığı olarak 0,10 mm misina ve ana beden kalınlığı olarak 0,15 mm misina kullanılmıştır. Köstek boyu 10 cm ve köstekler arası mesafe 15 cm olacak şekilde akıntı ve hava durumuna göre 100-500 gr arasında kurşun kullanılarak takımlar donatılmıştır. Sabah gün doğumunda ya da güneş batarken avcılığı yoğun iken tüm gün bu takımlar ile avcılık yapılabilmektedir (Şekil 2).

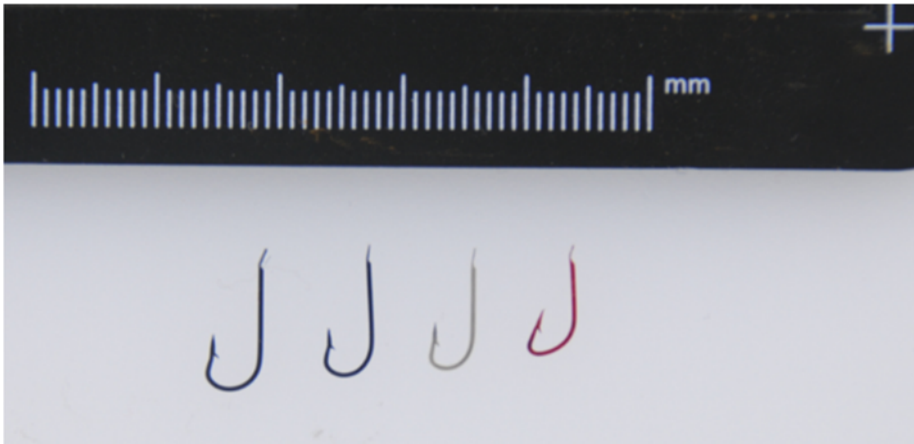


Şekil 1. Çanakkale Boğazı örnekleme sahası.



Şekil 2. Çalışmada kullanılan sardalye-gümüş çaparı takımı.

İğne numarası 11, 12, 13, 14 numara iğne olarak 4 farklı büyüklükte iğne kullanılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. İğne materyali olarak çelik (galvaniz) 11, 12, 13, 14 numara iğneler.

2.1. Verilerin Toplanması

Çalışmada elde edilen tüm balıklar kullanılan renk ve yakalandıkları iğne numarasına göre, ayrılmış boy ölçümleri ± 1 mm hassasiyetli ölçüm tahtası, ağırlıkları (W) ise $\pm 0,01$ g hassasiyetli dijital terazi kullanılarak ölçülmüştür.

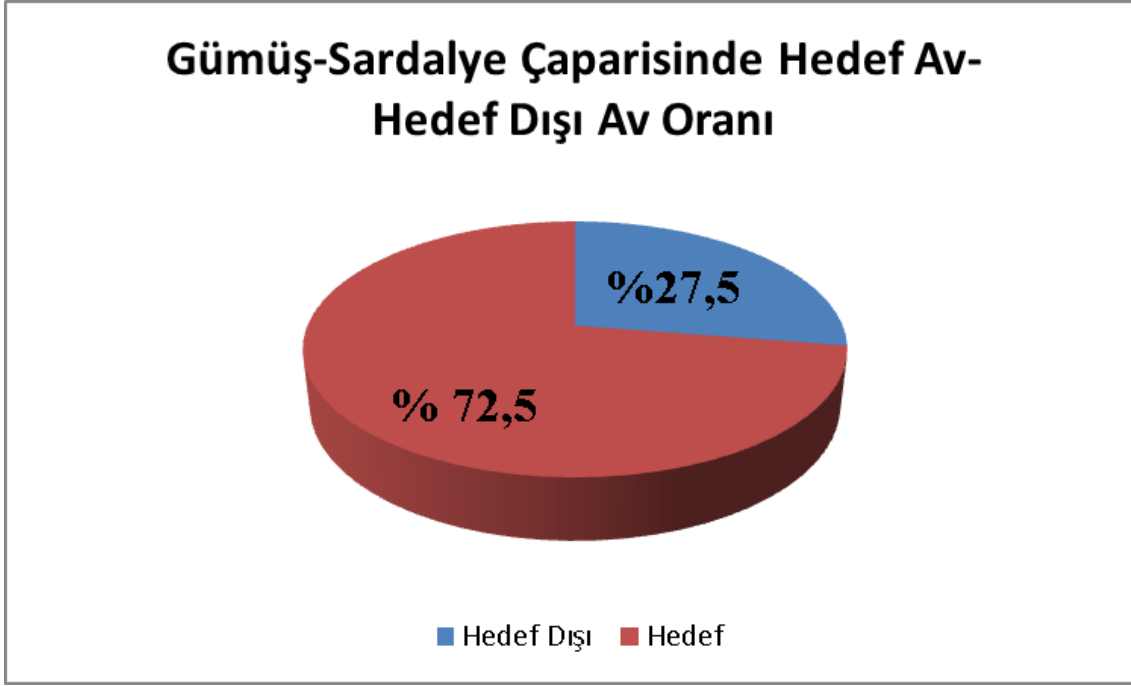
3. Bulgular ve Tartışma

Bu çapari takımında hedef tür olan *Atherina boyeri* (Gümüş) (414; %70,29) adet olarak en fazla yakalanan bireydir. Diğer hedef tür olan *Sardina pilchardus* (Sardalye) ise 13 adet (%2,21) yakalanmıştır. Hedef dışı tür olarak ise en fazla yakalanan tür *Scomber japonicus* (Kolyoz) (59; % 10,02) olarak belirlenmiştir. Sardalye-gümüş çapari takımları ile yakalanan türlerin toplam adet olarak miktarı ile hedef tür, hedef dışı oranları ve ayrıca % frekans değerleri Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1. Sardalye-gümüş çapari takımları ile yakalanan tür kompozisyonu- frekans ile hedef tür (H) ve hedef dışı (HD)oranları.

Tür Kompozisyonu	Frekans (n)	Frekans (%)	H/HD
<i>Atherina boyeri</i> (Gümüş)	414	70,29	H
<i>Scomber japonicus</i> (Kolyoz)	59	10,02	HD
<i>Pagellus bogaraveo</i> (Mandagöz)	41	6,96	HD
<i>Trachurus mediterraneus</i> (İstavrit)	29	4,92	HD
<i>Sardina pilchardus</i> (Sardalye)	13	2,21	H
<i>Pagellus acerna</i> (Yabani m.)	11	1,87	HD
<i>Sardinella aurita</i> (Tırsi)	9	1,53	HD
<i>Boops boops</i> (Kupa)	8	1,36	HD
<i>Spicara maena</i> (Menekşe)	3	0,51	HD
<i>Sarda sarda</i> (Palamut)	1	0,17	HD
<i>Spicara smaris</i> (İzmarit)	1	0,17	HD
Genel Toplam	589	100	

Sardalye-gümüş çaparisini ile yapılan avcılıkta 414 adet gümüş (%70,29) ve sardalye 13 adet (%2,21) hedef tür yakalanmış iken 162 adet (%2,5) hedef dışı birey yakalanmıştır (Şekil 4).



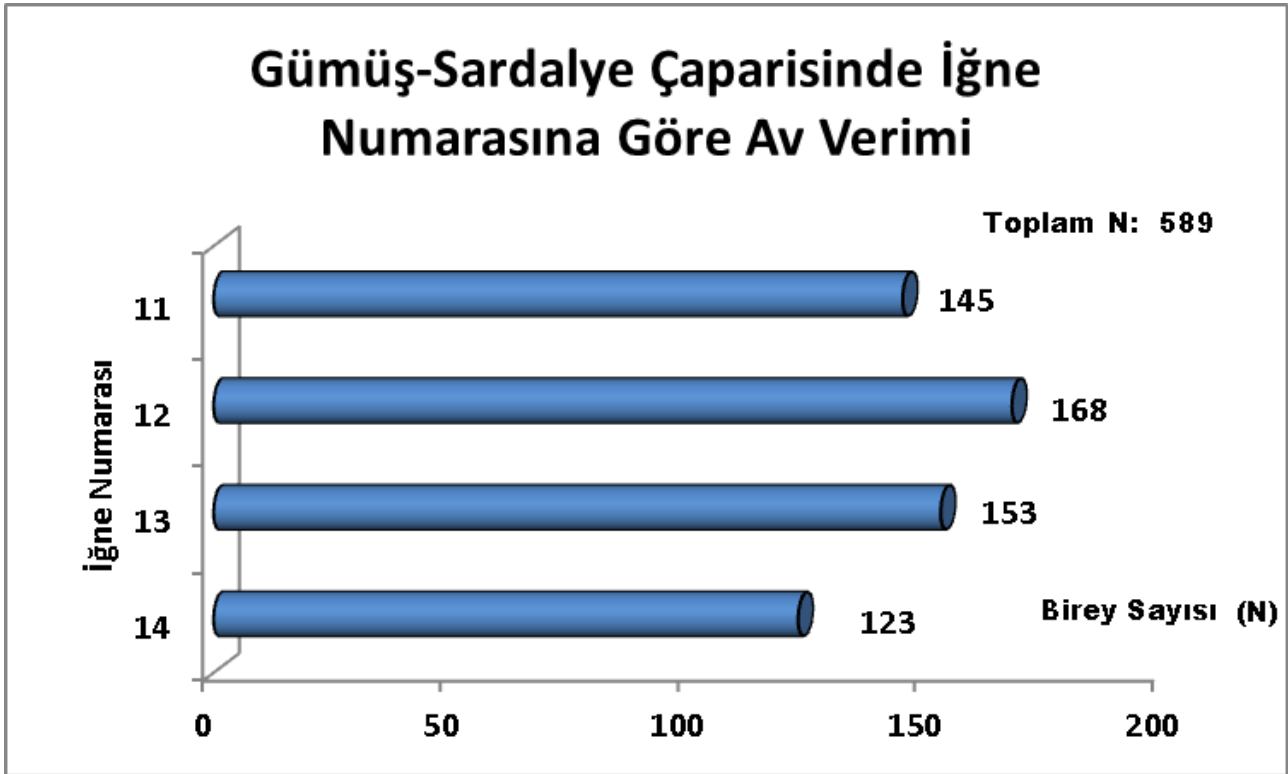
Şekil 4. Sardalye-gümüş çaparısında hedef av ve hedef dışı av oranları.

Sardalye-gümüş çaparısında kullanılan iğne numarasına göre av verimi değerlendirildiğinde 11,12,13,14 numara iğneler içinde en fazla 12 numara iğne ile (168 adet) avcılık yapılmış iken en az en küçük iğne olan 14 numara iğne ile (123 adet) avcılık yapılmıştır (Şekil 5).

Çekiç ve Başusta (2004) yaptıkları çalışmada İskenderun Körfezi'nde iğne büyüklüğünün balık boy büyüklüğüne ve yem çeşitliliğinin de avlanma oranı üzerine etkisi olduğunu tespit etmiştir. İğne boyutunun büyümesi ile küçük balıkların yakalanma olasılığının düşeceği, büyük balıkların ise küçük iğneden kurtularak kaçma olasılığının olacağını belirtmiştir. Yapılan bu çalışma da büyük iğnelerin (11 ve 12 numara) küçük iğnelere göre daha yüksek av verimine sahip olduğu belirlenmiştir.

Çapari takımında hangi büyüklükte iğnenin kullanılacağını belirlemek av verimini doğrudan etkilemektedir. Çanakkale bölgesinde kullanılan olta takımlarının beden ve köstekleri farklı kalınlıkta misinalardan hazırlanmaktadır (Doyuk, 2006). Çalışma da kullanılan çapari takımlarında (13 ve 14 numara) küçük iğneler ve takımların görünmemesi için ince misinalar kullanılmıştır. Gönener ve Samsun (1996) ile Kaykaç ve ark., (2003) düz ve çapraz iğnelerin av verimini karşılaştırdıkları çalışmalarında çapraz iğnelerin daha yüksek av miktarına sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Ancak Çanakkale bölgesinde akıntının fazla olması sebebi ile, kullanılan çapari takımlarında çapraz iğneler takımı karıştırdığından dolayı balıkçılar tarafından pek tercih edilmemektedir. Olta takımları ile yapılan çalışmaların tür çeşitliliği değerlendirildiğinde farklı bulgulara varılmıştır. Örneğin, Karadenizde Gönener ve Samsun (1996) tarafından yapılan çalışmada

toplam 11 farklı tür, Akdenizde Akamca (2004), çapraz ve düz iğneleri kullanarak 25 türde balık yakalamıştır. Düz iğnelerin kullanıldığı bu çalışmada da 11 farklı tür yakalanmıştır.



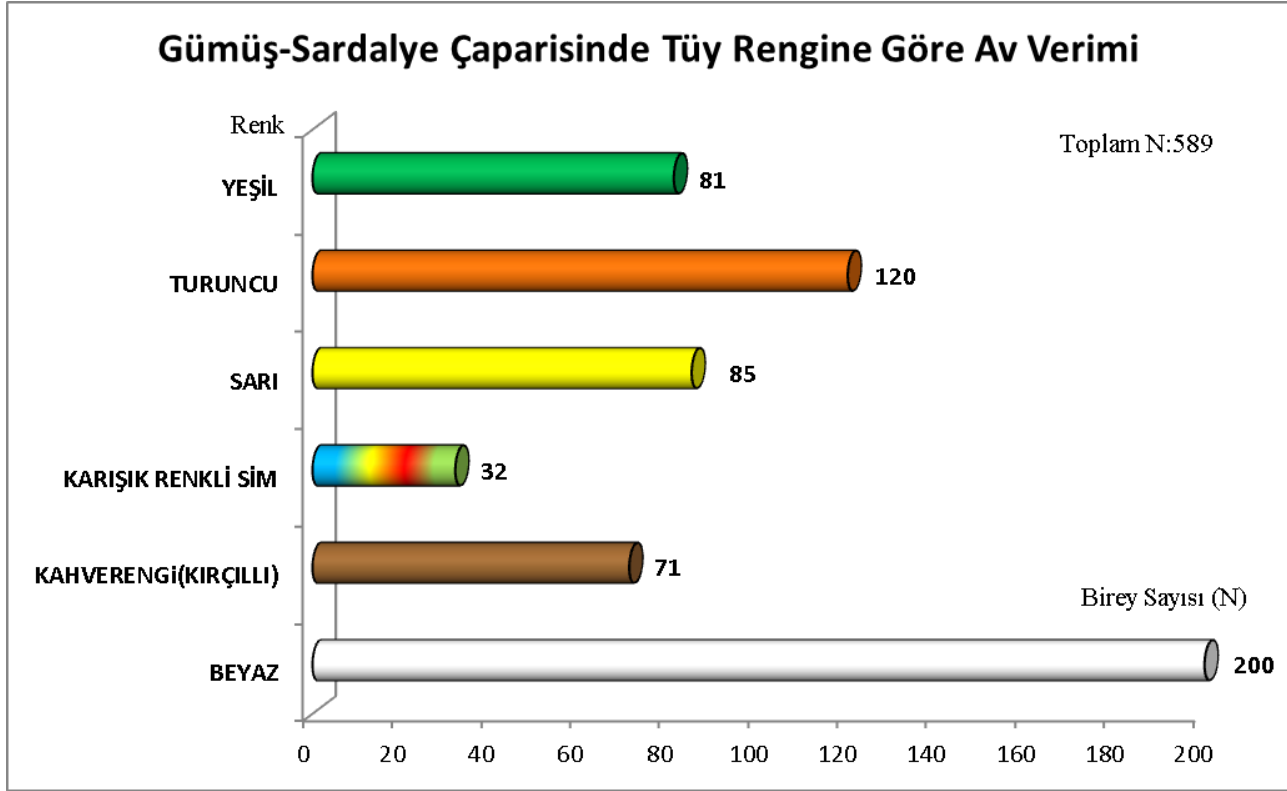
Şekil 5. Sardalye-gümüş çaparisinde iğne numarasına göre av verimi

Beşiroğlu, 2013 cisimlerden ışığın tüm görülebilen dalga boyları tam olarak bize yansıdığında cisim beyaz görülür. Beyaz ışık suyun içinden geçerken muhtelif dalga boyları değişik oranlarda emilir. Uzun dalga boyları (kırmızı ve turuncu) suya daha iyi nüfuz eden kısa dalga boylarına göre (menekşe ve mor); su molekülleri tarafından kolaylıkla emilirler. Uzun dalga boyları yüzeye yakın derinliklerde emilirken daha derine inildikçe görünürlüğünü yitirdiğini bildirmiştir.

Bu renkler derinlik artıkça uyarıcı özelliğini yitirip balığa siyah olarak görünür, Dolayısıyla çapari avcılığında yüzey sularında bu renkler kullanışlı iken derin sularda kullanışlı değildir. Kısacası tek bir renk farklı derinliklerde farklı görünürlüğe sahiptir. Bu çalışma da ise tüy rengine göre av verimi değerlendirildiğinde en fazla beyaz renk ile (200 adet) avcılık yapılmışken turuncu renk ile (120 adet) avcılık yapılmış ve en az ise yeşil renk ile (81 adet) avcılık yapılmıştır (Şekil 6).

Yapılan bir çalışmada çapari takımlarındaki kahverengi (grimsi), yeşil, turuncu, beyaz ve pembe renklerle hazırlanan iğneler kolyoz avcılığında denenmiş ve kahverengi tüylü iğne en fazla avı yaparak yakalanan 460 adet balığın %35'lik kısmını yani 164 balığı yakaladığı görülmüştür (Akyasan vd., 2016).

Derin suda kullanılan Kolyoz çaparisini için en fazla bireyin yakalandığı renk olarak koyu renk olan kahverenginin olması ile bu çalışma da ise sığ sularda denenen sardalye-gümüş çaparisinde en fazla bireyin beyaz renkli tüyler ile yakalanması Beşiroğlu, 2013' ü destekler niteliktedir.



Şekil 6. Sardalye-gümüş çaparisinde tüy rengine göre av verimi

Kuzey Ege Denizi'nde kupes uzatma ağları ile yapılan çalışmada ise hedef av (%82,82), hedef dışı av (%17,18) olarak belirlenmiştir (Kale, 2008). İzmir Körfezi'nde sepet ile yapılan bir avcılıkta ise toplam avda ekonomik değere sahip 11 tür (%74) ve hedef dışı ava ait 8 tür (%26) tespit edilmiştir (Öztürk, 2010). Kuzey Ege Denizi'nde paragat ile yapılan bir çalışmada ise toplam avın %37'si hedef tür, %63 hedef dışı tür olarak belirtilmiştir (Odabaşı, 2014). Bu çalışma da ise 427 (%72,5) adet hedef tür yakalanmış iken 162 (%27,5) adet hedef dışı birey yakalanmıştır. Çapari takımları ile yapılan avcılıkta hedef tür oranları değerlendirildiğinde sepet ve uzatma ağları haricinde paragat gibi olta iğnelerinin kullanıldığı kıyı takımları içinde çapari takımları hedef türe yönelik bireyleri daha fazla yakalamaktadır.

4. Sonuçlar ve Öneriler

Çanakkale balıkçılığı için de çapari avcılığı hem amatör hem de ticari balıkçılıkta önemli bir gelir kaynağıdır. Bu sebepten dolayı bölgede küçük ölçekli balıkçılık yapan her teknede her mevsim kullanılan çapari balıkçılığı geliştirilmeli ve yönetsel anlamda desteklenmelidir. Ülkemizde balıkçılık yönetiminin gelişimine paralel olarak, bu tür av araçlarının verimliliğinin artırılması için türe özgü av araçları ile avcılık yöntemleri özendirilmelidir. Ayrıca balıkçılıkta kullanılan av araçlarının teknik özellikleri belirlenerek kullanılan av araçları için bir düzenleme getirilmelidir. Bu çalışmanın materyali olan olta balıkçılığı içindeki çapari takımları için bu durum değerlendirildiğinde yakalanan türlerin en az zarar göreceği standart bir iğne ağız açıklığı uygulaması ve standart bir ölçüm uygulaması getirilmelidir. Ayrıca yapılan çalışmanın sonunda özellikle bölge de son zamanlarda artış eğilimindeki lesepsiyen bir tür olan ve ticari olarak değerlendirilen gümüş balığı için biyolojik çalışmaların yapılmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Çalışma da kullanılan iğne numarası azaldıkça yani iğnenin ağız açıklığı küçüldükçe hedef av oranında azalma görülmektedir. Denizde kaldıklarında diğer av araçları gibi hayalet avcılığa neden olmayan, ticari avcılıkta ve amatör balıkçılıkta önemli olan bu av aracına gereken önem verilerek yakalanmak istenilen balığa göre iğne seçimi yapılmalıdır. Dolayısıyla hedef dışı avın önüne geçebilmek için avlanacak balığa göre iğne tipi ve iğne numarası seçmeye özen gösterilmelidir.

Teşekkür

Bu çalışma Tübitak 214O582 no'lu proje tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Akamca, A., (2004). *Çapraz ve Düz iğneli Dip Pareketalarında Avlama Etkinliği ve Tür Seçiciliği*. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), Adana.
- Akyasan, E., Öztekin, A., Altınağaç, U., Aya,z A., (2016). Effects of Different Feather Colours in Chub mackerel (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782) Handline Used at Gökçeada Region on Fishing Efficiency. *Marine Science and Technology Bulletin*, 5 (1), 1-5.
- Beşiroğlu, A., (2013). Renkler hakkında bazı gerçekler. URL-1:<https://www.baliktamda.com/wp-content/uploads/2017/07/Renkler.pdf>, (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2017).
- Cheung, W. W., Watson, R., and Pauly, D., (2013). Signature of ocean warming in global fisheries catch. *Nature* 497, 365–368. doi: 10.1038/nature12156
- FAO-FIGIS., (2005). A world overview of species of interest to fisheries. Chapter: *Pomatomus saltatrix*. Retrieved on 21 June 2005, from www.fao.org/figis/servlet/species?fid=3102. 3p. FIGIS Species Fact Sheets. Species Identification and Data Programme-SIDP, FAO-FIGIS.
- Çekiç, M., Başusta N. 2004." İskenderun Körfezi'nde Kullanılan Pareketa Takımlarında Yem Çeşidi ve İğne Büyüklüğünün Tür Seçimine Etkisi," *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 21, 73-77.
- Doyuk, S.A., (2006). *Çanakkale Bölgesi'nde Kullanılan Av Araçlarının Teknik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma*. Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Gönener, S., Samsun O., (1996)." The comparison of catch composition of loglines designed different shapes

- (in Turkish)”, *E.Ü. Fisheries and Aquatic Sciences*, 13,131-148.
- Gurbet, R., (1989).” Trawl fishing and nets (in Turkish)”, *Journal of Fisheries Science*, 6, 102-111.
- IUCN., (2016). IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016.1 IUCN 2016. IUCN Red List of Threatened Species.. Downloaded on 15 July 2016.
- Kale, S., (2008). *Kuzey Ege Denizi'nde Kupez Uzatma Ağlarının Av Kompozisyonu, Seçiciliği ve Hedef Dışı Av Oranları*. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.
- Kaykaç, H., Ulaş, A., Metin, C., (2003). Olta Balıkçılığında Düz ve Çapraz iğnelerin Av Etkinliği Üzerine Bir Araştırma. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 20, 227-231.
- Kottelat, M., Freyhof, J., (2007). Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol and Freyhof, Berlin. 646 pp.
- Odabaşı, O., (2014). *Çanakkale Bölgesinde Kullanılan Paragat Takımlarında Hedef Dışı Av Kompozisyonunun Araştırılması*. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.
- Öztürk G., (2010). *Sepet ile Avcılıkta Av Kompozisyonu ve Hedef Dışı Av*. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Pope, J.A., Margetts, A. R., Hamley, J. M., ve Aykuz, E. F., (1975). Selectivity of fishing gear. FAO Fish. Tech. Pap. No. 41(Rev. 1). 46 pp., Manual of methods for fish stock assessment. *FAO Fish. Tech. Pap.*
- Riede, K., f(2004). Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 329 p.
- Wildekamp, R.H., Romand, R., Scheel, J.J., (1986). Cyprinodontidae. p. 165-276. In J. Daget, J.-P. Gosse and D.F.E. Thys van den Audenaerde (eds.) Check-list of the freshwater fishes of Africa (CLOFFA). ISNB, Brussels, MRAC; Tervuren; and ORSTOM, Paris. Vol. 2.

Effective Control of the Developmental Current of a Serial DC Motor with a Fuzzy Tuned-PI Controller Zeta Converter

Hilmi ZENK^{1*}

¹Giresun University, Engineering Faculty, Department of Electrical – Electronics Engineering, Giresun, Turkey

*Corresponding Author: hilmi.zenk@giresun.edu.tr

Received: 24.05.2019

Accepted: 27.06.2019

Abstract

In most applications where electrical energy needs to be converted to mechanical energy, the most common direct current motors are preferred after asynchronous motor. Since the motors used in most industrial systems are required to produce a high development momentum, it is inevitable to draw high currents from the grid at start times. This high starting current must be kept under control as it increases the power consumption and can seriously damage the stator and rotor windings of the motor. A suitable drive and monitoring system is required for this current control operation. Fuzzy logic controller has adaptive features; it can produce strong results in systems with uncertainties, variable parameters and load distribution. In this study, the starting current of a serial connected DA motor fed from the Zeta converter was first investigated by computer simulation using a fuzzy set-PI controller. The fuzzy-tuned-PI control method was compared to the same motor under the same conditions as conventional PI and fuzzy logic. Matlab / Simulink software was used for simulation. According to the simulation results, it is observed that the fuzzy-tuned-PI controller has a stronger response than the classical PI and fuzzy logic control and the motor draws lower current at the time of development.

Keywords: Zeta Converter, Serial DC Motor, DC Converter, Fuzzy tuned-PI controller, PI controller, Fuzzy logic controller.

Bulanık Ayarlı-PI denetleyicili Zeta Konvertörün Sürdüğü, Seri DC Motorunun Kalkınma Akımının Etkili Denetimi

Öz

Elektrik enerjisinin mekanik enerjiye dönüştürülmesi gereken pek çok uygulamada asenkron motordan sonra en yaygın olarak doğru akım motorları tercih edilir. Çoğu endüstriyel sistemde kullanılan motorlardan yüksek kalkınma momenti üretmesi istendiğinden, başlangıç zamanlarında şebekeden yüksek akımların çekilmesi kaçınılmazdır. Bu yüksek başlangıç akımı, güç tüketimini artırmasının yanında motorun stator ve rotor sargılarına ciddi zarar verebildiğinden mutlaka kontrol altında tutulmalıdır. Bu akım kontrol işlemi için uygun bir sürücü ve denetim sistemi gerekir. Bulanık mantık denetleyici uyarlanabilir özelliklere sahip olduğundan; belirsizliklere, değişken parametrelere ve yük dağılımına sahip sistemlerde güçlü sonuçlar üretebilmektedir. Bu çalışmada ilk olarak, Zeta Çeviriciden beslenen seri bağlı bir DA motorunun başlangıç akımı, bulanık ayarlı-PI denetleyici ile bilgisayar simülasyonu yoluyla incelenmiştir. Bulanık ayarlı-PI denetim metodu, aynı motora aynı durumlar altında klasik PI ve bulanık mantık ile karşılaştırılmıştır. Simülasyon için Matlab/Simulink yazılımı kullanılmıştır. Simülasyon sonuçları göre bulanık ayarlı-PI denetleyicinin klasik PI ve bulanık mantık denetime göre daha güçlü cevap verdiği ve motorun kalkınma anında daha düşük akım çektiği gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Zeta konvertör, Seri DA Motoru, Bulanık ayarlı-PI denetleyici, PI denetleyici, Bulanık mantık denetleyici.

1. Introduction

Hazardous wastes from fossil fuels have revealed the issue of global warming, which has encouraged researchers to work on renewable energy sources. In particular, photovoltaic systems (PV), which do not emit CO₂ and have a modular structure, have a special place in renewable energy sources (Dinçer F.).

In recent years, photovoltaic systems have been rapidly spreading with increasing incentives in the world. As is known, photovoltaic solar panels produce DC output voltage. DC voltage and power obtained from solar panels are mostly used for feeding loads after conversion to AC voltage by various techniques. Various solar cell manufacturing techniques and materials have been developed. There are many solar panels made of many materials such as amorphous silicon, copper indium gallium selenite and cadmium telluride (Lee, T. D. and Ebong, A. U.).

There are many studies on reducing the costs of solar panels and increasing their efficiency. Some researchers have shown that solar cells with more than 30% efficiency are produced today (Prayeen, J. and VijayaRamaraju, V.).

Photovoltaic power generation systems are designed in two ways, either on grid-connected or off grid-connected (Kaundinya, D.P. and at all.). Because the production of solar energy is directly related to weather conditions, a spare energy storage system, ie a battery, is needed to ensure the continuity of the off-grid systems. In the case of grid-connected systems, the energy produced is used as a storage element in a sense, so there is no need for battery use.

The designs of DC converters may vary. Design differences can make the converters superior or handicap compared to each other. Some of the DC converters reduce voltage, some increase them and some increase and decrease them. In order for the converters to function in the desired voltage range, they must also have a good control system. This control work is done by means of proportional control (P), proportional-integral control (PI), proportional-derivative control (PD), proportional-derivative control (PD) and proportional-integral-derivative control (PID) methods, which are commonly classical controllers (Wu, Z. and at all.). After the classical inspection, DC converters with fuzzy logic control (FLC) (Saygın and Kerem) algorithm, which give very successful results in all kinds of engineering applications, have become very popular.

Fuzzy logic-controlled DC converters have low electrical performance as well as low costs. Recently, Fuzzy-Tuned PI control (Rasoanarivo and at all.), which combines classical control with fuzzy logic control, has also yielded very good results.

2. Materials and Methods

The main scheme of the system consisting of a zeta converter consisting of a DC motor connected to the PI, Fuzzy and Fuzzy PI Tuned Controller, respectively, is proposed in Figure 1. The DC supply voltage is supplied by a zeta-type converter of the DC motor connected in series. Samples taken to control the development current of the motor within the desired reference range enter the control unit. The control signals at the controller output turn into PWM signals and operate the zeta converter switches. Thus, control of development flow is provided.

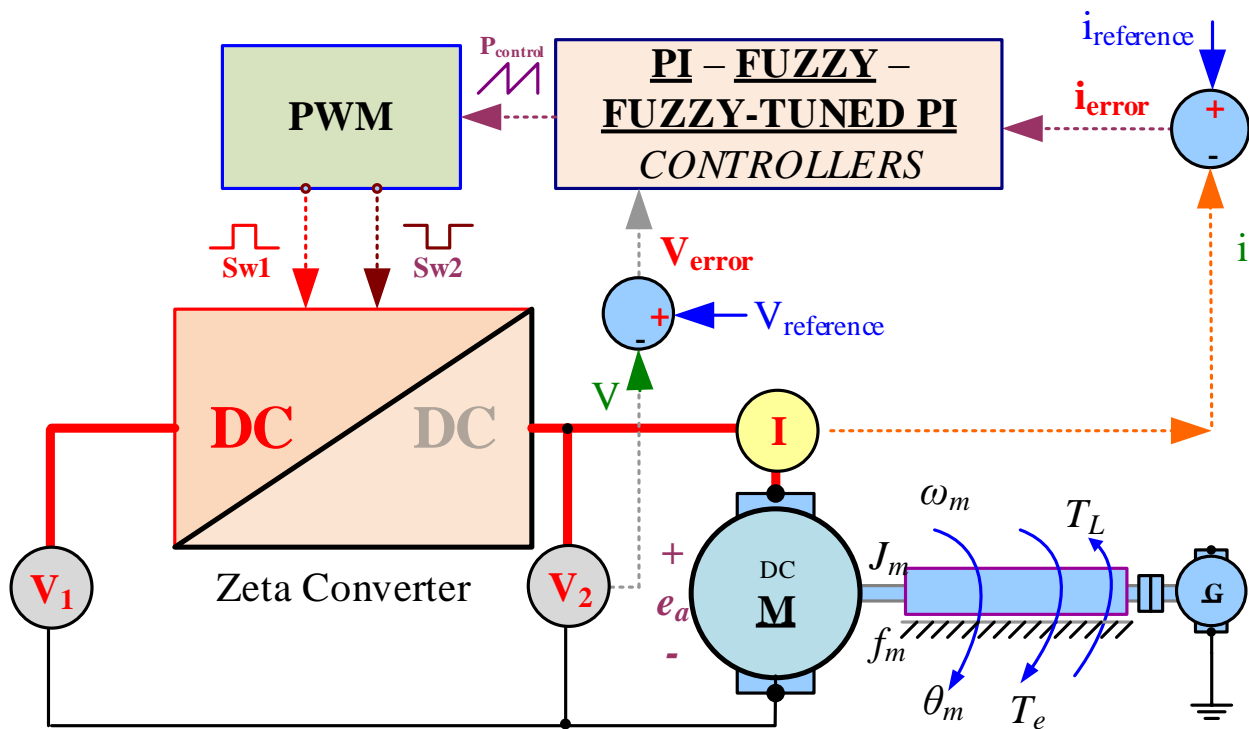


Figure 1. Starting Current PI, Fuzzy and Fuzzy-Tuned PI controllers and Zeta Converter Controlled Serial Connected DC Motor System Block Diagram

2.1. Zeta Converters

Zeta topology from switched mode DC / DC converters, which is an important operating area of power electronics, is a lesser known relative of the SEPIC topology. The most important feature of these two converters is that in converters that increase the voltage to high levels, they provide a positive output voltage that is equal to or smaller than the input voltage as well as reducing circuit complexity and cost. However, the Zeta converter also has the advantage of a significantly reduced output surge voltage. headings.

Zeta converters are used in power factor correction and voltage regulation designs. The traditional Zeta converter is configured from two inductors, a series of capacitors and a diode (Lin, B.R.). The most common operating modes of these PWM transducers can be described as continuous inductor current mode (CICM or CCM) and discontinuous inductor current mode (DICM or DCM) (Mattavelli, P.). The basic circuit connection of the Zeta converter is given in Figure 2.

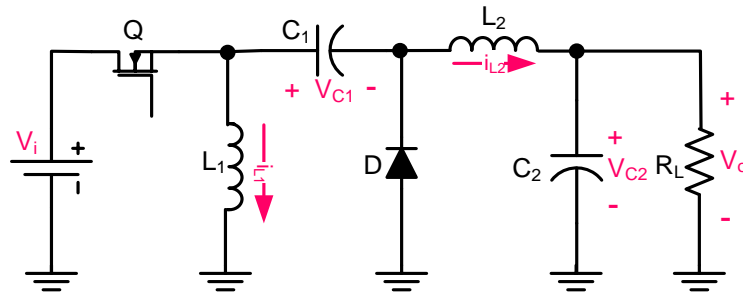


Figure 2. Circuit diagram of PWM Zeta Converter.

2.1.1. Continuous Conduction Mode (CCM)

In CCM mode, the switch has two lower operating ranges on and off. These are the duty cycle in the transmission mode of the switch and the duty cycle in the transmission mode of the diode. Assuming that the loss is 100% yield, the task cycle can be expressed by equation (1) in the D_1 statement for a Zeta converter running in CCM.

$$D = \frac{V_o}{(V_i + V_o)} \tag{1}$$

$$V_o = \frac{D_1 V_i}{(1 - D_1)} \tag{2}$$

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{D_1}{(1 - D)} = M_c \tag{3}$$

Here, V_i and V_o are the input and output voltages of the PWM Zeta converter. This can be rewritten as shown in equation (2) to obtain the output voltage of the converter in CCM mode. The maximum value of the Duty cycle is D_{1max} , the smallest value of the input voltage is in V_{imin} and the additional small value of the Duty cycle is D_{1min} , the maximum value of the input voltage is in V_{imax} . The DC to DC conversion ratio of the PWM Zeta converter is given in equation (Rashid M.H.).

2.1.2. Discontinuous Conduction Mode (DCM)

In DICM, the switching period is divided into three lower ranges. The third time interval of the operating cycle is not zero and the inductor current is not continuous. Three separate time intervals are D_1T_s , D_2T_s and D_3T_s with $D_1 + D_2 + D_3 = 1$ for a fixed switching frequency. The D_3 is the switch and diode shutdown ratio. The output voltage of the converter in DCM is given in equation (Mohan, N.). DC voltage conversion rate (M_d) is obtained by equation (Bose B. K.).

$$V_o = \frac{D_1 V_i}{D_2} \tag{4}$$

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{D_1}{D_2} = M_d \tag{5}$$

2.2. Modeling of Zeta Converter-Fed Serial DC Motors

Figure 3 shows a DC motor load connected to the Series fed by the Zeta Converter. It is assumed that the power switch in the converter circuit is ideal; there is no loss of inductance and capacitor, and V_i represents an ideal voltage source at the input without internal resistance.

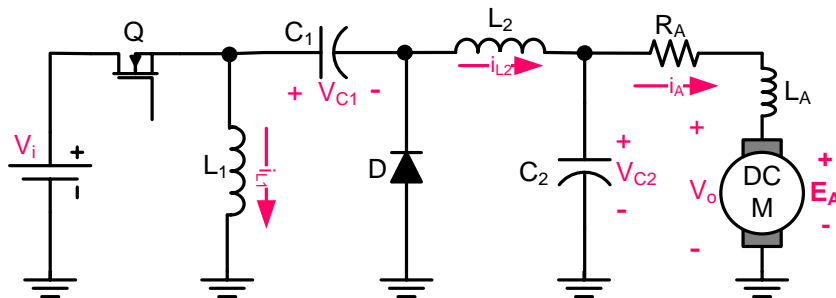


Figure 3. Zeta Converter-fed Serial DC motor load.

In view of the above assumptions, the state variables of the system in Figure 2 can be written in the form of the matrix form equation (6). In Equation 1, $i_L(t)$ is the transducer inductance current, $v_c(t)$ is the transformer voltage, $i_a(t)$ is the DC motor current, the V_i transducer is the input DC voltage and indicates the state of the power switch. DC motor equations consisting of mechanical and electrical components are given in equations (7) and (8).

$$\begin{bmatrix} \frac{di_L(t)}{dt} \\ \frac{dv_C(t)}{dt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \frac{-1}{L}(1-s) \\ \frac{1}{C}(1-s) & \frac{-i_a(t)}{c} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_L(t) \\ v_C(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{L}s \\ 0 \end{bmatrix} V_i \tag{6}$$

$$L_A \frac{di_A(t)}{dt} = v_C(t) - R_A i_A - K_e w_s \tag{7}$$

$$J \frac{dw_s}{dt} = -B w_s + K_t K_i - T_L \tag{8}$$

In summary, the expressions in Equations 6, 7 and 8; L_A : inductance of armature windings, R_A : resistance of armature windings, i_A : armature current, w_s : angular velocity of motor shaft, J : moment of inertia, B : friction viscous coefficient, T_L : load torque, K_e : a coefficient according to the number of motor windings and K_t : the motor is a coefficient calculated according to the number of poles. The inductance current i_L , capacitor voltage v_C , the motor armature current i_A and the angular velocity w_s in the formulas of equations 6, 7 and 8 can be easily solved by many numerical analysis methods. In this study, it was solved by the Euler method in mathematical process libraries in Matlab program.

2.3. Control Systems

2.3.1. PI Controller

The PI controller structure is simple and has a controller structure that provides very good results for many control systems (Pal A. K.). The control block diagram of the classical PI controller is given in Figure 4. According to DC converter reference voltage input circuit, output voltage, is controlled by the PI controller (Yanmaz, K. and at all). On activated equations are as follows.

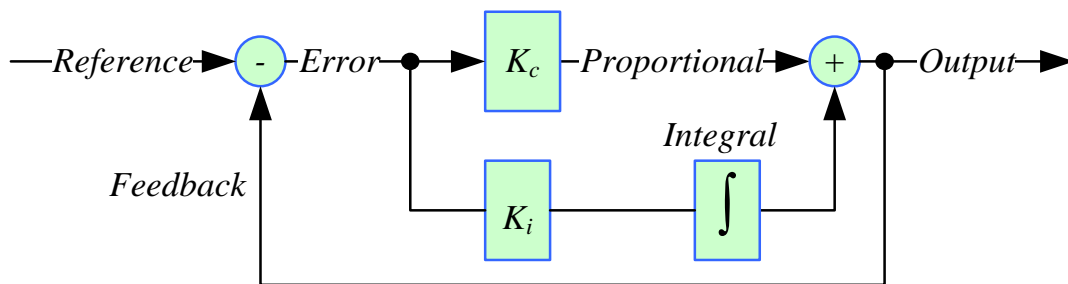


Figure 4. PI Controller Block Diagram

2.3.2. Fuzzy Logic Controller (FLC)

Fuzzy Logic control algorithm is based on digitizing a set of heuristic control rules. It is important to note that fuzzy logic is used to evaluate uncertain, fuzzy sets and rules for expressing linguistic terms (Zadeh L. A.). As is known, the structure of the fuzzy logic controller consists of

three parts. These sections are briefly mentioned in the an “Fuzzification” sistem phase and the data obtained from the system are converted to fuzzy values (Elmas C. and at all). The second stage is “Rule Base”, where fuzzy data is processed by fuzzy rules. In the last stage, which is called “Defuzzification”, the data is converted to the exact number of fuzzy results. A fuzzy logic controller system is generally shown in Figure 5.

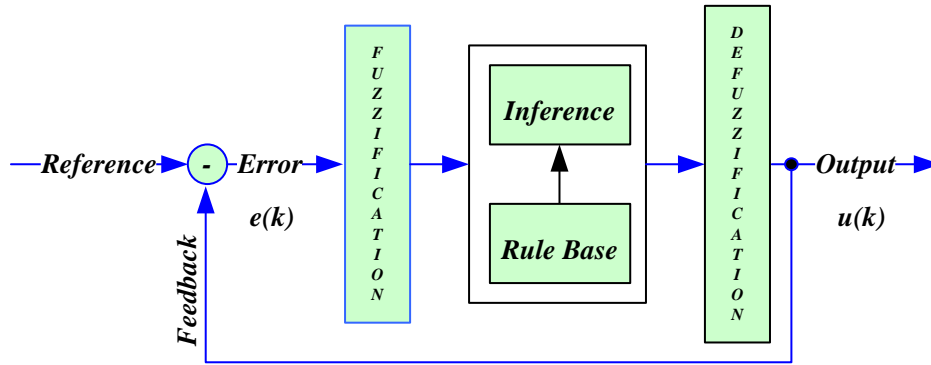


Figure 5. Basic configuration of a FLC.

2.3.3. Fuzzy-Tuned PI Controller (FT-PIC)

The simplified block diagram of the Fuzzy-Tuned PI Controller is shown in Figure 10. Membership functions for this controller type inputs error (e), change of error (de) and controller output (du) are defined on the normalized domain [-1, 1] as shown in Figure 11 (Mengi O. O.). Membership functions (MF) of β is defined on [0, 1] as shown in Figure 6.

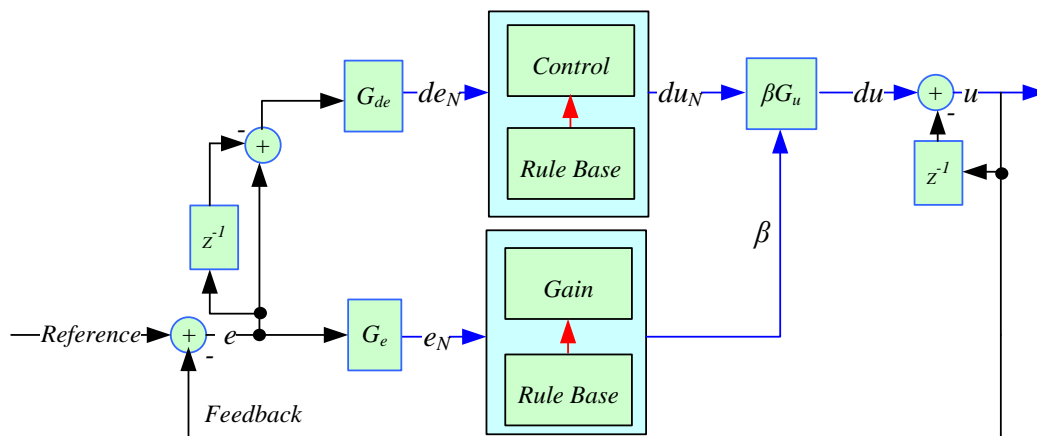


Figure 6. Basic configuration of a FT-PIC.

3. Simulation Results and Discussion

Figure 7 show the connection of this power system designed Simulink. The zeta converter in the system is connected to the PI, FLC and Fuzzy-Tuned PI controllers by manual switches. The reference voltage applied to these controllers is given in Figure 8. It provides the current error between the reference current and the output current signal produced by the zeta converter, which enables the transmission of power to the secondary winding by generating electrical docks for the primary windings of the transformers according to the PWM method with the control voltage of the control signals. According to the type of feedback signal of the controllers, the DC motor can control the voltage, current, torque or speed effectively.

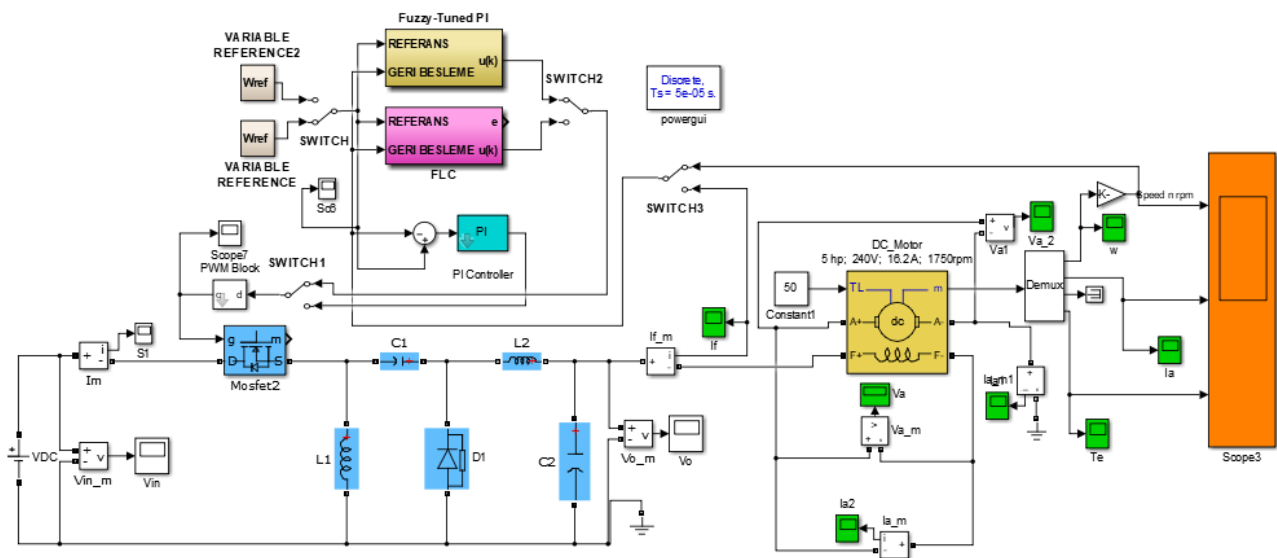


Figure 7. The block diagram of the whole system.

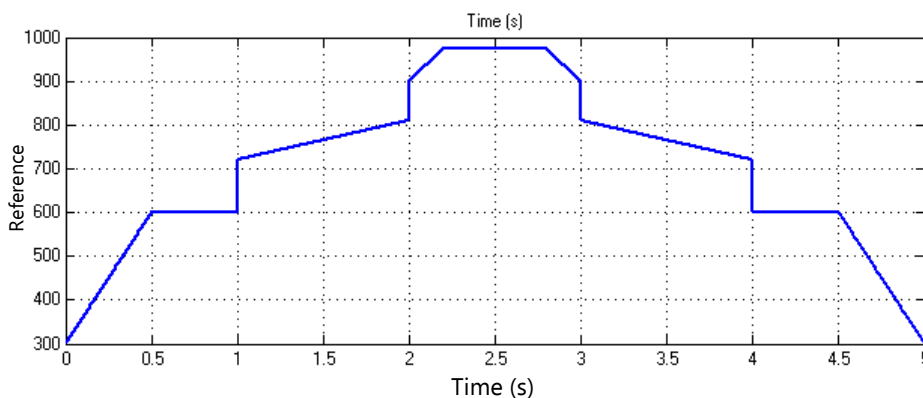


Figure 8. The reference output voltage signal.

Table 1 shows the motor parameters that are used in simulation.

Table 1. DC Motor parameters.

Parameter	Symbol	Value
Armature Resistance	R_a	1.1 Ω
Armature Inductance	L_a	0,09H
Inertia Torque	J	0,053 kg.m ²
Friction Constant	B	0.01 N.m.s/rad
Motor Constants	K_e	0,97
Motor Constants	K_t	1,4
Load Torque	T_L	5N.m

System results with PI controller, Fuzzy logic controller and Fuzzy-Tuned PI controller obtained from simulation in Matlab / Simulink program are shown in separate figures. For each graph, the horizontal axis represents the time and the vertical axis represents the green electrical and mechanical parameters on the system.

3.1. CASE 1: Zeta Converter with PI Controller

Figure 9 shows the variation of the output voltage V_o with the given reference sine of the PI-controlled Zeta Converter. In Figure 10, v_o output voltage (Volt), w motor speed (rpm), i_A motor current (Amperes) and T_e torque (Newton.meter) value of the motor are given over time. Figure 11 also shows the current and voltage variations of the L_1 , L_2 , C_1 and C_2 elements in the Zeta converter circuit.

The results obtained when the indirect current control method with the PI controller is used to control of the zeta converter output voltage signals are shown Figures 9. The PI controllers used in the indirect current control method of the system under variable ambient conditions and constant change in load were set to $K_P = 10$, $K_I = 100$.

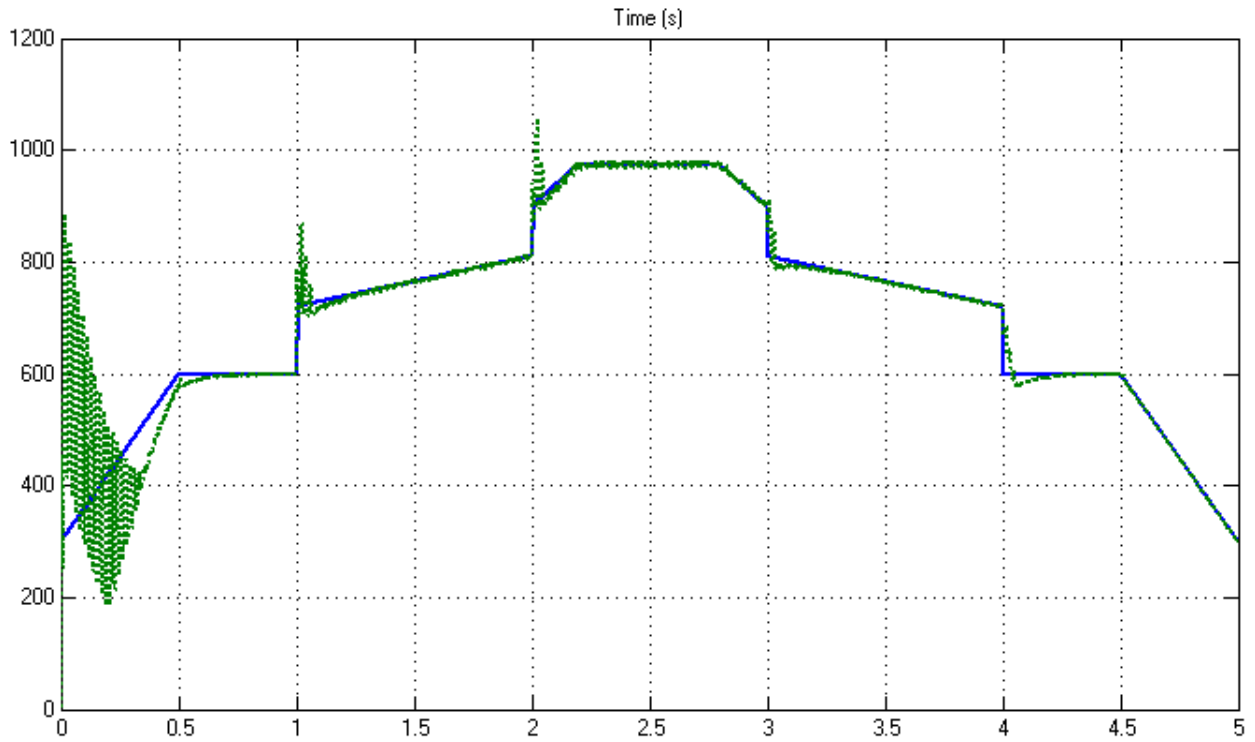


Figure 9. Variation of the output voltage v_o over time with the reference signal of the Zeta converter with PI control.

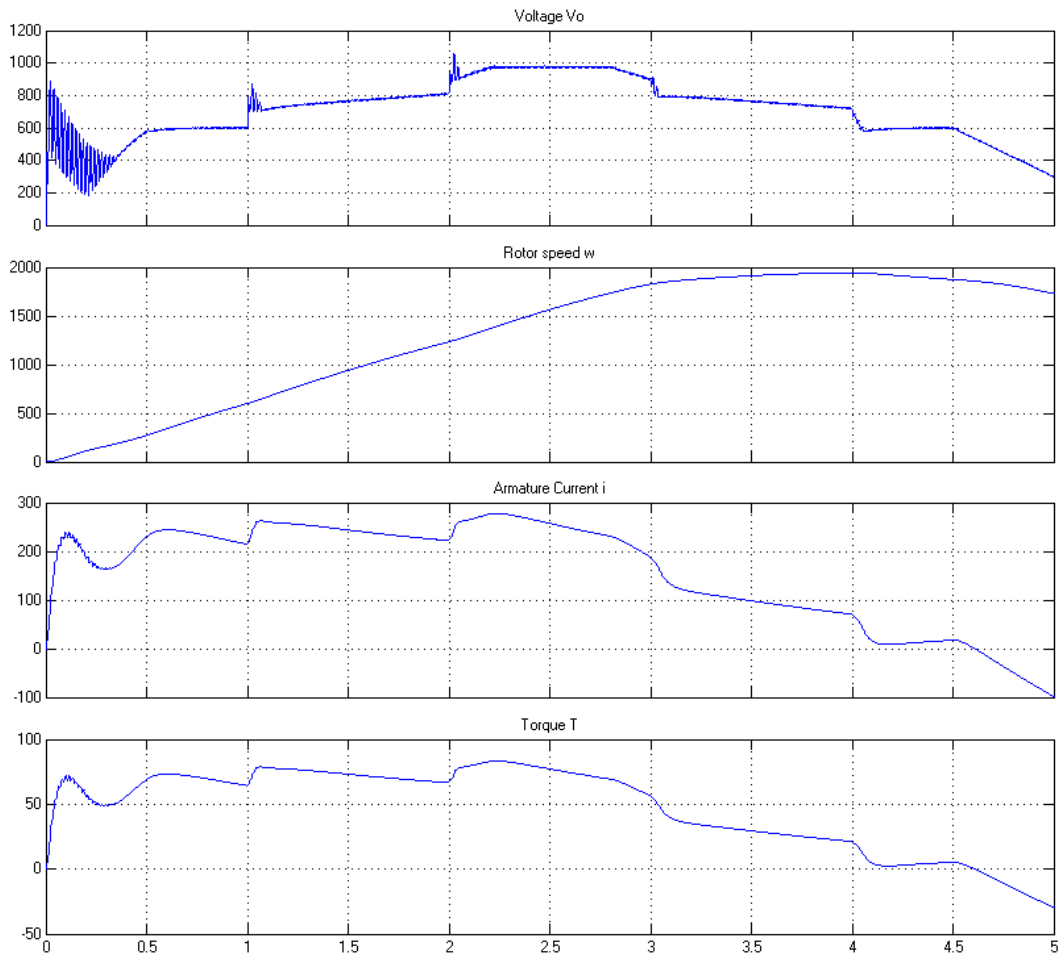


Figure 10. Variation of the output voltage, w motor speed, i_A motor current and T_e torque value of the motor with time controlled by PI controlled Zeta Converter.

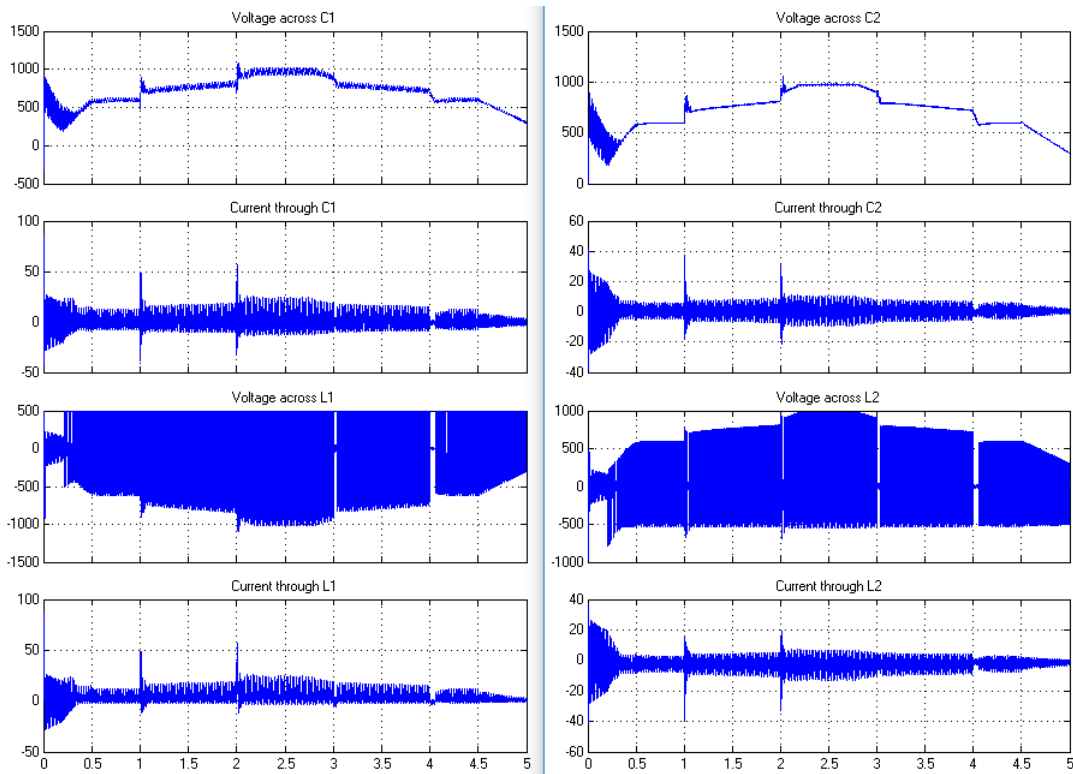


Figure 11. Current and voltage changes of L₁, L₂, C₁ and C₂ elements in the zeta converter circuit.

3.2. CASE 2: Zeta Converter with Fuzzy Logic Controller

Figure 12 shows the variation of the output voltage v_o with the given reference sine of the Fuzzy-controlled Zeta Converter. In Figure 13, v_o output voltage (Volt), w motor speed (rpm), i_A motor current (A) and T_e torque (Nm) value of the motor are given over time. Figure 14 also shows the current and voltage variations of the L₁, L₂, C₁ and C₂ elements in the Zeta converter circuit.

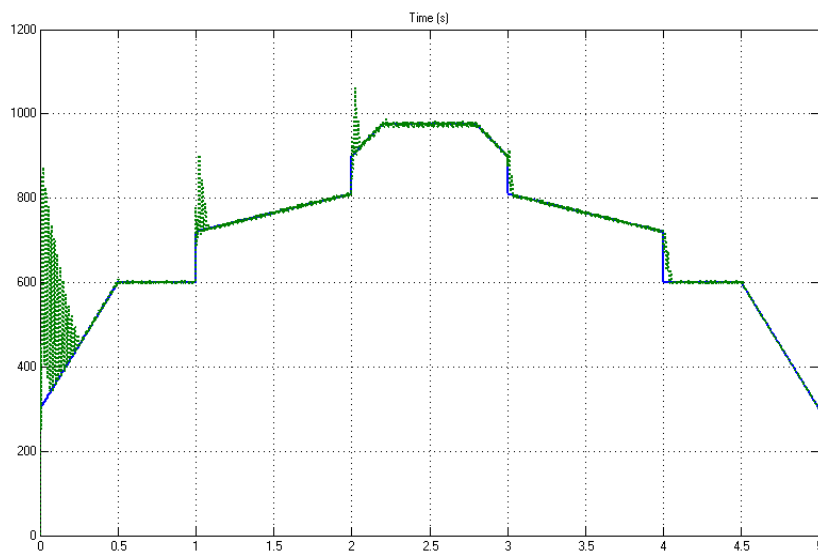


Figure 12. Variation of the output voltage v_o over time with the reference signal of the Zeta converter with Fuzzy Logic Control.

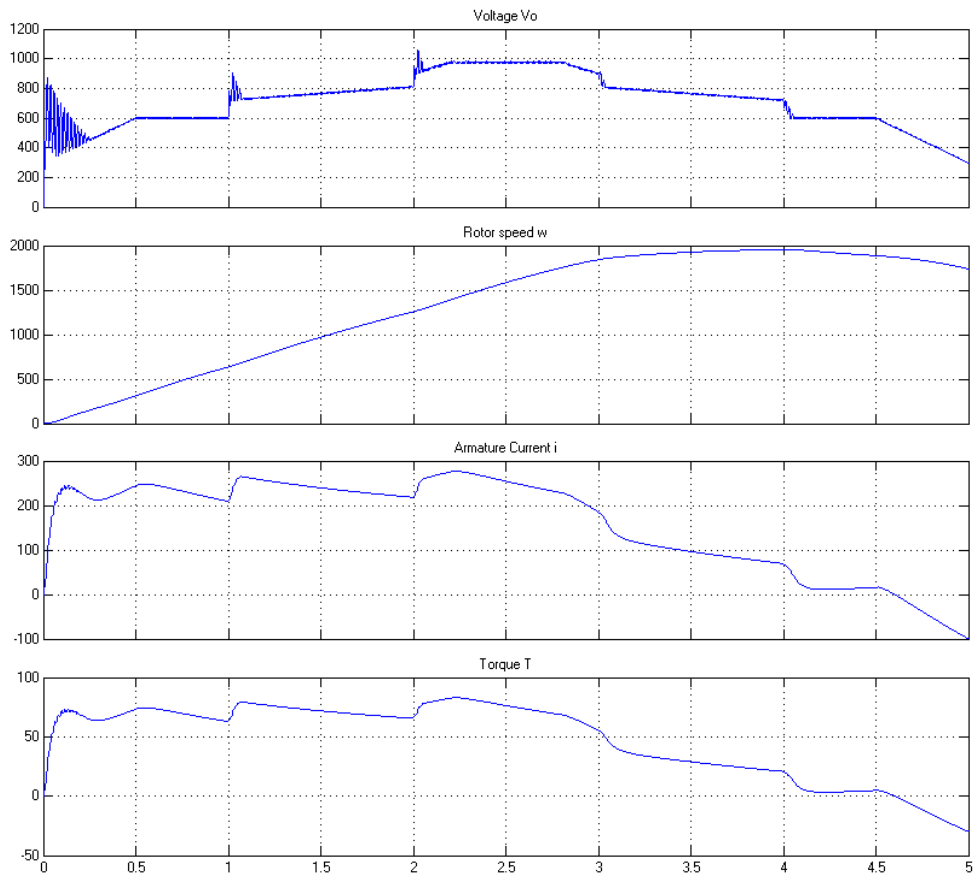


Figure 13. Variation of the output voltage v_o , ω motor speed, i_A motor current and T_e torque value of the motor with time controlled by Fuzzy Logic controlled Zeta Converter.

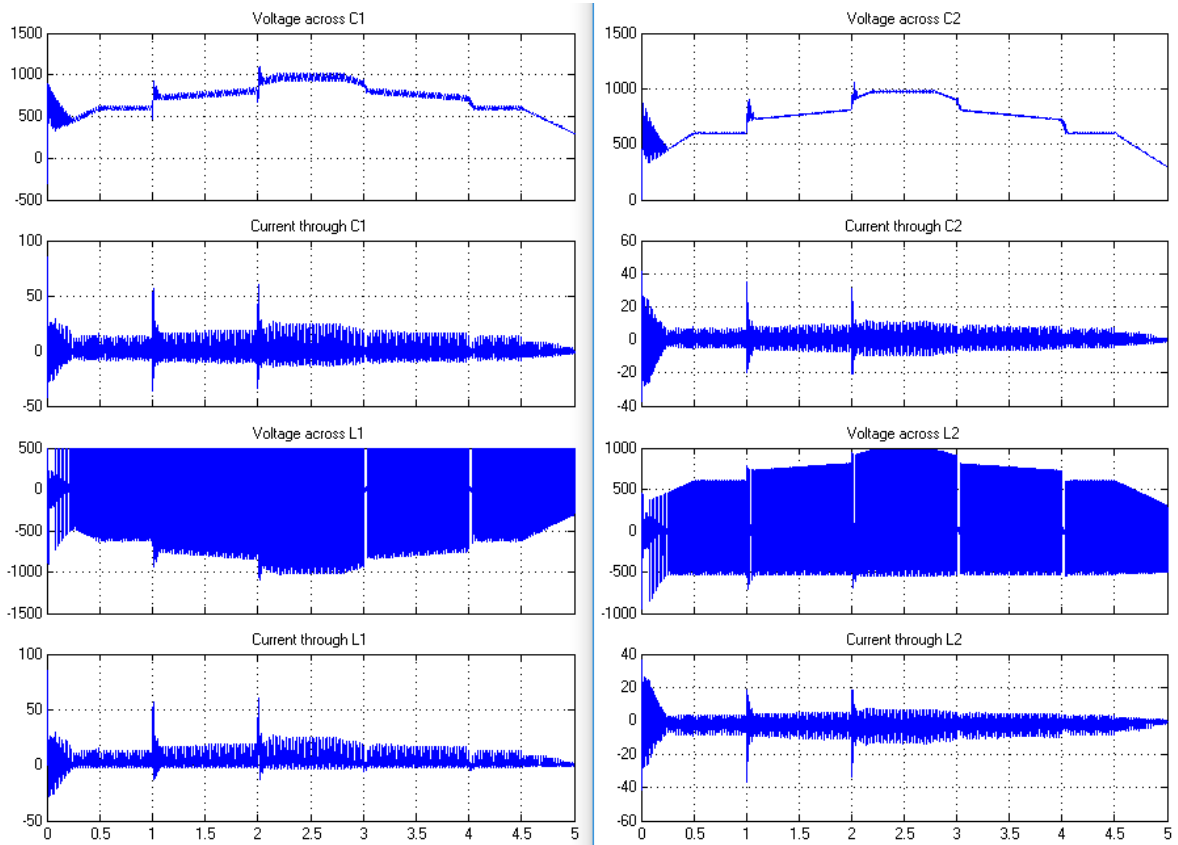


Figure 14. Current and voltage changes of L_1 , L_2 , C_1 and C_2 elements in the zeta converter circuit.

3.3. CASE 3: Zeta Converter with Fuzzy-Tuned PI Controller

Figure 15 shows the variation of the output voltage v_o with the given reference sine of the Fuzzy-Tuned PI controlled Zeta Converter. In Figure 16, v_o output voltage, ω motor speed, i_A motor current and T_e torque value of the motor are given over time. Figure 17 also shows the current and voltage variations of the L_1 , L_2 , C_1 and C_2 elements in the Zeta converter circuit.

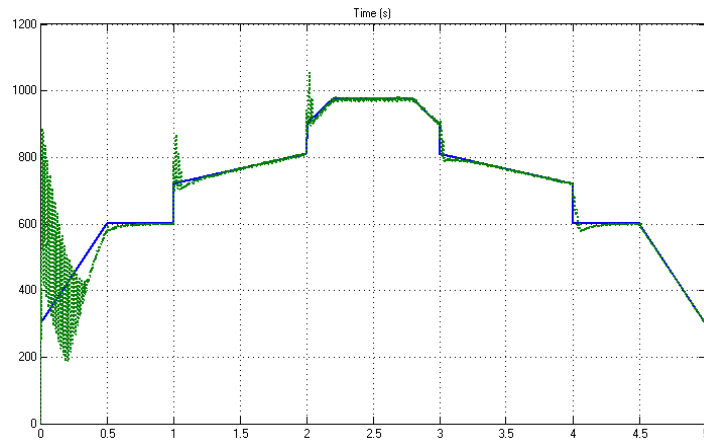


Figure 15. Variation of the output voltage v_o over time with the reference signal of the Zeta converter with Fuzzy-Tuned PI Control.

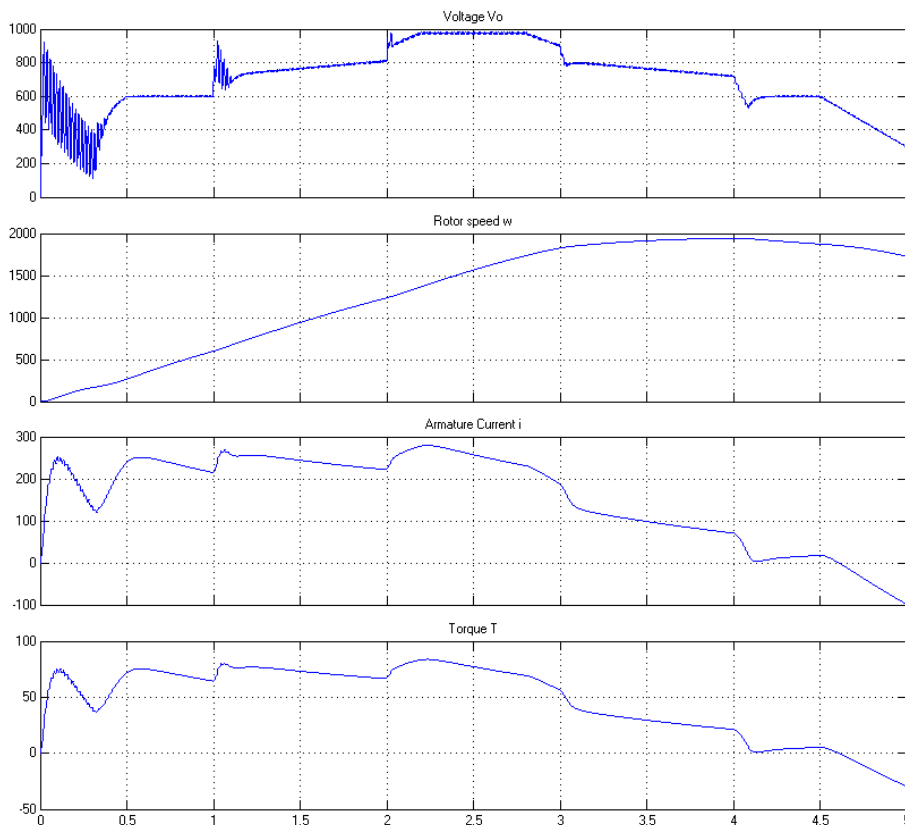


Figure 16. Variation of the output voltage v_o , ω motor speed, i_A motor current and T_e torque value of the motor with time controlled by Fuzzy Logic controlled Zeta Converter.

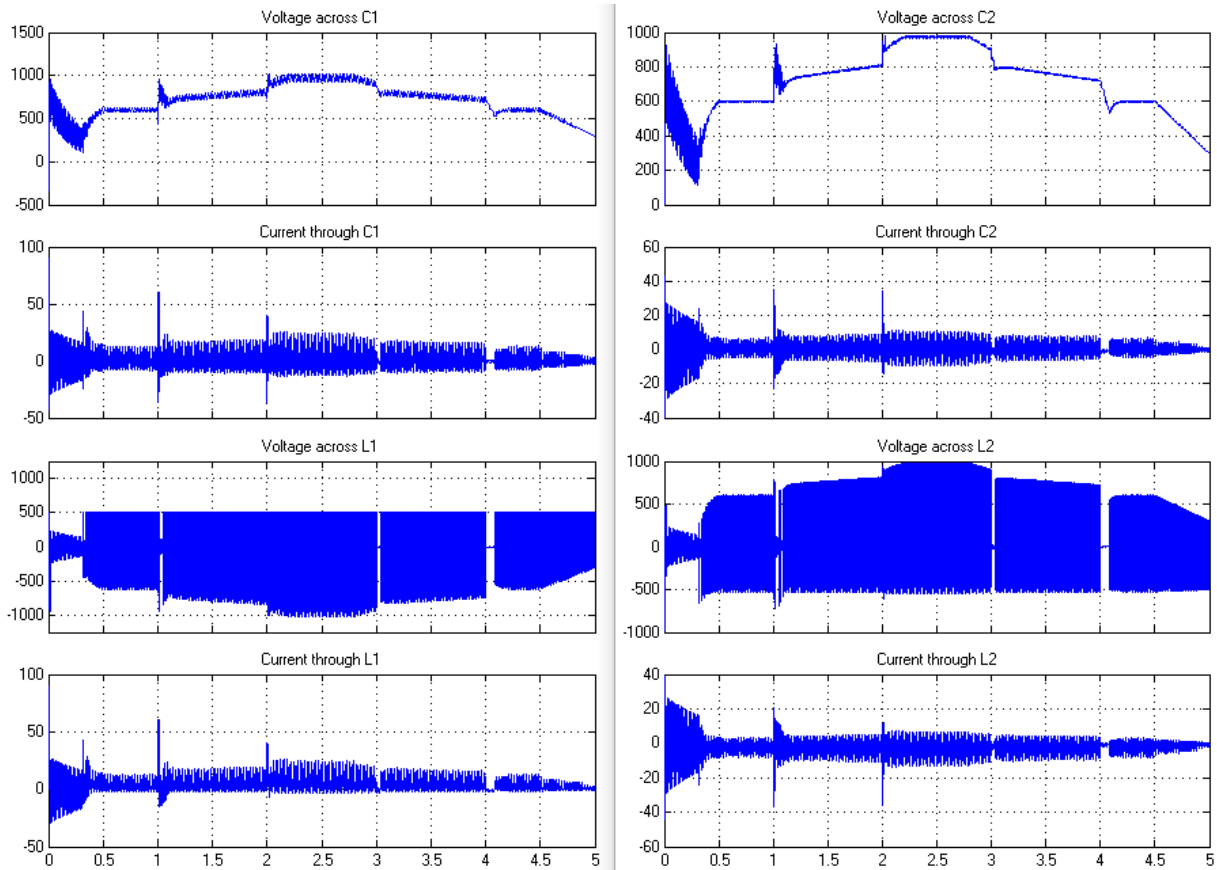


Figure 17. Current and voltage changes of L_1 , L_2 , C_1 and C_2 elements in the zeta converter circuit.

4. Conclusions and Recommendations

The data of the four points with the largest amplitude current fluctuations during the simulation are given in Table 2 to examine the effects of the Serial DC Motor connected to the system on the starting current.

Table 2. Effects of Different Type Controllers on Motor Starting Currents

Time (s)	PI Controller	Fuzzy Logic Controller	Fuzzy-Tuned PI Controller
0,1500	239,250 A	244,300 A	250,010 A
0,5800	244,100 A	248,040 A	250,550 A
1,0655	263,600 A	265,250 A	268,961 A
2,2390	278,000 A	276,280 A	279,465 A

In this study, electrical performance of a power system connected to a zeta converter is examined using different controller structures. The main load of the system is a series connected DC motor that draws a lot of current. The ON-OFF signals provided to the power electronics-based switch of the zeta converter, which is a power converter in the system, are provided to generate signals with the PWM pulse width required to follow the desired reference variable. These variable pulses are connected to the zeta converter via control elements based on PI, Fuzzy Logic and

Fuzzy-Tuned PI, respectively. The results are quite successful. However, Fuzzy Logic and PI based controllers were more effective than Fuzzy Adjusted PI controllers when their effects on development flow were examined. In the 5 second simulation of these three controllers, data were obtained from four points, the largest amplitude current fluctuations. There is no striking difference between the current amplitudes at these points. However, the classical fuzzy-based controller (FLC) performed slightly better than the others at its largest overrun. With all this in mind, Fuzzy Logic (FL) is the most successful of the controllers used for this system.

Acknowledgements

The MATLAB/SIMULINK data used to support the findings of this study are included within the supplementary information file.

References

- Dincer, F., "The analysis on photovoltaic electricity generation status, potential and policies of the leading countries in solar energy," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.15, No. 1, 2011, pp.713-720.
- Lee, T. D. and Ebong, A. U., "A review of thin film solar cell technologies and challenges", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 70, 2017, pp. 1286-1297.
- Prayeen, J. and VijayaRamaraju, V., "Materials for Optimizing Efficiencies of Solar Photovoltaic Panels", *Materials Today: Proceedings*, Vol.4 , No. 4, Part D, 2017, pp. 5233-5238.
- Kaundinya, D.P., Balachandra, P., and Ravindranath, N. H., "Grid-connected versus stand-alone energy systems for decentralized power—A review of literature," *Renewable and Sustainable Energy Reviews* Vol. 13, No.8, 2009, pp. 2041-2050.
- Wu, Z., Xu, C. and Yang, Y., "Adjustable PID Control Based on Adaptive Internal Model and Application in Current Shared Control of Multi Inverters", *Journal of Franklin Institute*, Vol. 354, Issue 7, 2017, pp. 2699-2711. (<https://doi.org/10.1016/j.jfranklin.2017.01.019>)
- Saygin, A. and Kerem, A., "Fuzzy Logic Based Control of A Loaded Asynchronous Motor Using a 6-Switched 3-Level Inverter", *Computational Problems of Electrical Engineering (CPEE)*, Czech Republic, 2017, pp. 1-4 (DOI: 10.1109/CPEE.2017.8093055)
- Rasoanarivo, I., Arab-Tehrani, K. and Sargos, F. M., "Fractional Order PID and Modulated Hysteresis for High Performance Current Control in Multilevel Inverters", *IEEE Industry Applications Society Annual Meeting (IAS)*, USA, 2011, pp. 1-7. (DOI: 10.1109/IAS.2011.6074351)
- Rashid, M. H. (2006). *Power Electronic, Devices, Circuits, and Applications. Handbook*, Second Edition, Burlington.
- Mohan, N., & Undeland, T. M. (2007). *Power electronics: converters, applications, and design*. John Wiley & sons.
- Bose, B. K. (1986). *Power electronics and AC drives*. Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, 1986, 416 p.
- Pal, A. K., and Naskar, I., (2013). "Design of self-tuning fuzzy PI controller in LabVIEW for control of a real time process", *International Journal of Electronics and Computer Science Engineering*, Vol.2, Issue 2, pp. 538-545.
- Yanmaz, K., Altas, I. H., & Mengi, O. O. (2017). Five level cascaded H-bridge D-STATCOM using a new fuzzy and PI controllers model for wind energy systems. *Advances in Electrical and Computer Engineering*, 17(4), 49-58.
- Elmas, C., Akcayol M.A., and Yigit, T., (2007). "Fuzzy PI Controller For Speed Control of Switched Reluctance Motor," *J. Fac. Eng. Arch. Gazi University*, Vol. 22, No. 1, pp. 65-72.
- Zadeh, Lotfi A. (1973). "Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes", *IEEE Transactions on systems, Man, and Cybernetics*, vol. 1, pp. 28-44.

Mengi, O. O., (2018). "A Five-Level H-Bridge STATCOM for an Off-Grid PV Solar Farm under Two Controllers PI and PI λ -MPC Hybrid", International Journal of Photoenergy. (DOI: 10.1155/2018/4030214)

The Effects of Different Oil Supply Pressure on Journal Bearing Performance

Hakan ADATEPE^{1*}

¹Department of Energy Systems Engineering, Faculty of the Engineering, Giresun University, TURKEY

*Corresponding Author: adatepehakan@yahoo.com

Received: 31.05.2019

Accepted: 27.06.2019

Abstract

In this study, the performance of the connecting rod bearing of the one cylinder 4-stroke diesel Ricardo Hydra Engine was investigated at different oil supply pressure (3 bar, 5 bar, 7 bar) by examining the performance of the selected connecting rod bearing as an example; radial journal bearing users and bearing designers. With the change of the oil supply pressure at the dynamically loaded connecting rod bearing; how the minimum bearing clearance, the maximum oil film pressure, the friction torque, the shaft orbit in connecting rod bearing and the hydrodynamic power losses that occur in the journal bearing have been theoretically investigated. Using the Ricardo ORBIT V1.2 software analysis were performed using the Finite Volume Method which provides a fast and accurate solution commonly used in the literature. At the different connecting rod bearing width; how it affected the performance of the journal bearing under dynamic load was carefully examined. From the results of the research; increased oil supply pressure; It has been determined that the bearing clearance, the maximum oil film pressure is increased, the friction torque and hydrodynamic power losses increase. The orbit drawn by the shaft orbit in connecting rod bearing is stable. The results of this research showed that the different oil supply pressure plays an important role in minimum bearing clearance, the maximum oil film pressure, the friction torque, the shaft orbit in connecting rod bearing and the hydrodynamic power losses under the dynamic load.

Keywords: Ricardo Hydra Engine, oil supply pressure, connecting rod bearing.

Farklı Yağ Besleme Basıncının Kaymalı Yatak Performansına Etkisi

Öz

Bu çalışmada, tek silindirli 4 zamanlı dizel Ricardo Hydra motorunun biyel kolu yatağının performansı farklı yağ besleme basıncında (3 bar, 5 bar, 7 bar) incelenmiştir. Dinamik olarak yüklenen biyel kolu yatağındaki yağ besleme basıncı değişiminin; minimum yatak boşluğuna, maksimum yağ filmi basıncına, sürtünme torkuna, mil merkezinin çizdiği yörüngeye ve yatak yuvasında meydana gelen hidrodinamik güç kayıplarına nasıl tesir ettiği teorik olarak incelenmiştir. Ricardo ORBIT V1.2 yazılımı kullanılarak, literatürde yaygın olarak kullanılan hızlı ve doğru bir çözüm sunan Sonlu Hacim Yöntemi ile analizler gerçekleştirilmiştir. Farklı yağ besleme basınçlarında; biyel kolu yatağının dinamik yük altındaki performansını nasıl etkilediği dikkatlice incelenmiştir. Araştırma sonuçlarından; artan yağ besleme basıncı; Yatak boşluğunun, maksimum yağ filmi basıncının arttırıldığı, sürtünme momentinin ve hidrodinamik güç kayıplarının arttığı belirlenmiştir. Mil merkezinin çizdiği yörüngesinde hemen hemen sabit olduğu görülmüştür. Bu araştırmanın sonuçlarında, farklı yağ besleme basınçlarının yatağın minimum yatak boşluğuna, maksimum yağ filmi basıncına, sürtünme torkuna, biyel kolu yatağındaki mil merkezi yörüngesine ve dinamik yük altındaki hidrodinamik güç kayıplarına tesir ettiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Ricardo Hydra motor, yağ besleme basıncı, biyel kolu yatağı.

1. Introduction

A journal bearing is common in many types of machinery. The main function is to support radial load and facilitate motion as well as transfer of power. A journal bearing consists of two main components where the shaft called journal rotates freely in its bushing known also as bearing. Ahmad M.A., Kasolang S. and at al. investigated the effects of the oil groove position on the friction force and moment in hydrodynamic journal bearings. Axial groove is a common supply method of distributing lubricant within a journal bearing. Lubricant is generally fed at a specific supply pressure to ensure that the journal and the bearing surface are separated. Shearing action between lubricant and bearing parts creates frictions which contribute to power loss in journal bearing. In this study, an experimental work conducted to determine the effect of oil groove location on torque and frictional force in hydrodynamic journal bearing. A journal diameter of 100mm with a $\frac{1}{2}$ length-to-diameter ratio used. The oil supply pressure set at The supply pressure was set to 0.2, 0.5, and 0.7 MPa at seven different groove locations, namely, -45° , -30° , -15° , 0° , $+15^\circ$, $+30^\circ$, and $+45^\circ$. Measurements of torque and frictional force obtained for speed values of 300, 500 and 800 rpm at different radial loads. They observed that the change in oil groove location has affected the fluid frictional force and friction coefficient to some extent (Ahmad *et al.* 2014). Brito F.P., Miranda A.S. and Fillon M. investigated the effects of grooves in single and twin axial groove journal bearings under varying load direction. Multi axial groove hydrodynamic journal bearings often preferred over single grooved ones to improve lubricant distribution. However, when assessing the influence of loading angle for a twin axial groove bearing, the authors detected the occurrence of phenomena such as strong negative flow rate in one of the grooves for a broad range of loading angles which was deleterious to bearing performance. Conversely, single groove bearings display acute starvation for specific loading ranges. The authors used a previously proposed thermohydrodynamic approach to compare the role of single and twin groove bearings under variable loading direction. Results show that a groove deactivation strategy (using check valves) might be a best-of-both-worlds strategy, optimizing groove flow rate distribution, reducing temperature and eccentricity levels (Brito *et al.* 2012). In the present study, the performance of the connecting rod bearing of the one cylinder 4-stroke diesel Ricardo Hydra Engine was investigated at different oil supply pressure (3 bar, 5 bar, 7 bar) by examining the performance of the selected connecting rod bearing as an example; radial journal bearing users and bearing designers.

2. Material and methods

Using the Ricardo ORBIT V1.2 software analysis were performed using the Finite Volume Method which provides a fast and accurate solution commonly used in the literature (Ricardo, 2000). The starting point of any fluid-film lubrication analysis is solving the general hydrodynamic Reynolds Equation as expressed in Equation (1) subject to the edge pressure boundary conditions given in Equations (2) and (3) Thus,

$$\frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{h^3}{12\mu} \frac{\partial P}{\partial z} \right) + \frac{1}{R^2} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\frac{h^3}{12\mu} \frac{\partial P}{\partial \theta} \right) = \frac{1}{R} \frac{V}{2} \frac{\partial h}{\partial \theta} + \frac{\omega}{2} \frac{\partial h}{\partial z} + \frac{\partial h}{\partial t} \quad (1)$$

with the following boundary conditions:

$$z = 0, \quad P(z, \theta) = P_{i,j} \quad (2)$$

$$z = L, \quad P(z, \theta) = P_{n,j} \quad (3)$$

The finite volume method is a powerful technique that overcomes the limitations of other approaches. It conserves mass and rigorously determines the point of rupture and reformation of the oil film within the bearing clearance zone via application of the JFO (Jakobsson-Floberg-Olsson) boundary conditions. A mass conserving algorithm originally proposed by Elrod is implemented to solve Reynolds Equation (Woods, 1989). The key point of this approach are:

Consideration of compressibility effects of the lubricant via usage of the bulk modulus β , where

$$\beta = \rho \frac{\partial P}{\partial \rho} \quad (4)$$

Introduction of the nodal mass fraction variable α which has dual interpretations,

$$\alpha_{i,j} = \frac{\rho}{\rho_c} = \frac{\text{Oil density}}{\text{Density at cavitation}} \quad (\text{flooded cell; } \alpha_{i,j} \geq 1) \quad (5)$$

$$\alpha_{i,j} = \text{void fraction} \quad (\text{cavitated cell; } \alpha_{i,j} < 1) \quad (6)$$

Introduction of a nodal switch function such that,

$$g_{i,j} = 1 \quad (\text{flooded cell; } \alpha_{i,j} \geq 1) \quad (7)$$

$$g_{i,j} = 0 \quad (\text{cavitated cell; } \alpha_{i,j} < 1)$$

Using Equation (5)-(7) to express nodal oil film pressures as

$$P_{i,j} = P_c + \beta g_{i,j}(\alpha_{i,j} - 1) \quad (8)$$

Writing the governing Reynolds Equation in terms of the variable α as

$$\frac{\partial m_\theta}{\partial \theta} + \frac{\partial m_z}{\partial z} = \frac{\partial |\rho_c \alpha_{i,j} h_{i,j}|}{\partial t} \quad (9)$$

where

$$(m_\theta)_c = \rho_c \frac{V_\theta}{2} \left(\alpha_{i,j-1} h_{i,j-1} [1 - g_{i,j-1}] + g_{i,j-1} h_{i,j-1} + \frac{g_{i,j-1} g_{i,j}}{2} [h_{i,j} - h_{i,j-1}] \right) \quad (10)$$

$$(m_z)_p = \left(\frac{h^3}{12\mu} \right)_{avg} \beta \rho_c \left(\frac{g_{i-1,j} [\alpha_{i-1,j-1}] + g_{i,j} [\alpha_{i,j-1}]}{\Delta z} \right) \quad (11)$$

$$(m_z)_c = \rho_c \frac{V_z}{2} \left(\alpha_{i-1,j} h_{i-1,j} [1 - g_{i-1,j}] + g_{i-1,j} h_{i-1,j} + \frac{g_{i-1,j} g_{i,j}}{2} [h_{i,j} - h_{i-1,j}] \right) \quad (12)$$

And the terms with subscripts p and c represent the Poisseuille and Couette flow components of the mass flux terms m_θ and m_z in the θ and z directions respectively.

Application of Equation (9) to computational cell that define the bearing clearance zone generates a system of linear algebraic equations of the form

$$[A]\{\alpha\} = \{R\} \quad (13)$$

where $[A]$ is the coefficient matrix associated with the column of unknown values of $\{\alpha\}$, and $\{R\}$ is a column of known terms associated with Equation (9). The ADI (Alternating Direction Implicit) technique is employed to solve Equation (9) and this is a computationally of the coefficient matrix $[A]$.

The finite volume technique is the preferred method amongst the three solvers since it a) is mass conserving b) tracks cavitating regions rigorously and c) is computationally fast. In particular, the finite volume method is the solver of choice when it comes to accurately accounting for oil holes and calculation of rise in oil temperature (Gulwadi, 2003).

3. Results and Discussion

Bearing dynamic load diagram effect of full circumferential grooves. Results from three oil supply pressure values on the connecting rod bearing are presented and discussed in this section. The

graph of the change of the bearing load (total bearing load, horizontal and vertical components of the bearing load) to the crank angle of the 4-stroke diesel Ricardo Hydra Engine connecting rod bearing is shown in Figure 1.

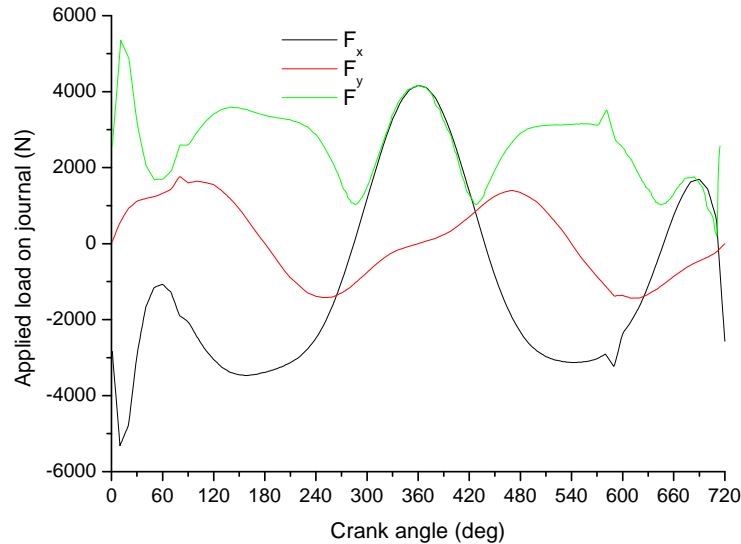


Figure 1. Graph of change of the bearing load (total bearing load, horizontal and vertical components of bearing load) to the crank angle of 4000 rpm

When the analysis of Figure 1 was analyzed, it was seen that the maximum bearing load was 5349,3 N and 10° crank angle, while the minimum bearing load was 710° at the crank angle and 193 N. The graph of the change in the oil supply pressure of the journal bearing when the oil supply pressure of the journal bearing is changed in the connecting rod bearing the same dynamic load effect is given in Figure 2. It shows that as the oil supply pressure increases, the maximum and minimum values of the minimum journal bearing clearance in the connecting rod bearing generally increase.

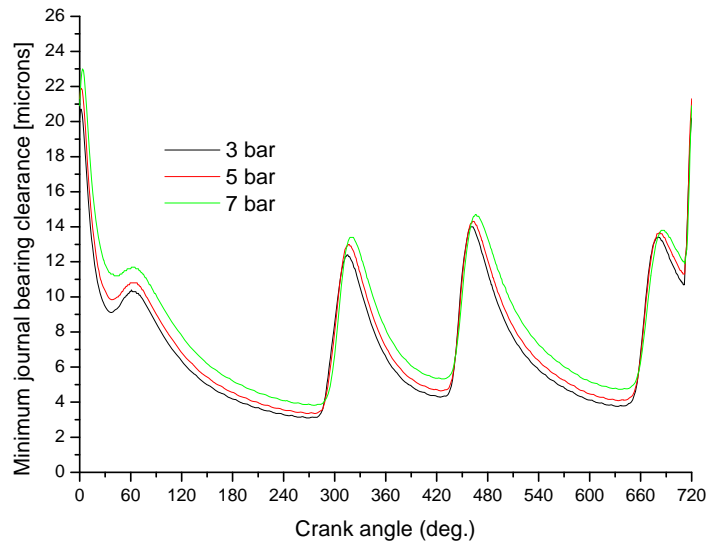


Figure 2. Effects of varying oil supply pressure on minimum journal bearing clearance

When the data in Figure 2 were examined, it was seen that the minimum value of the minimum journal bearing clearance was $3,1 \mu\text{m}$ at the crank angle of 267° , the highest value was $20,7 \mu\text{m}$ and it was at the value of 1° crank angle. At the oil supply pressure 5 bar, the lowest value of the minimum journal bearing clearance occurs at crank angle of 266° oil supply pressure a magnitude of $3,36 \mu\text{m}$, whereas its highest value is $21,9 \mu\text{m}$ and occurs at a crank angle of 2° . At oil supply pressure of 7 bar, the minimum value of the minimum bearing clearance is $3,82 \mu\text{m}$ at the crank angle of 274 degrees, and the maximum value of the minimum bearing gap is at the crank angle of $3,5^\circ$ and $23 \mu\text{m}$. The increase in minimum journal bearing clearance at the same time means the increase in oil film thickness keeping the minimum oil film thickness at higher values is good for bearing performance. This helps reducing the risk of interaction between shaft and bearing and hence enabling safe operation of the bearing generally speaking, in terms of minimum journal bearing clearance bearing performance is enhanced at higher oil supply pressure than at lower oil supply pressure. Figure 3 shows variation of peak oil film pressure at different oil supply pressure under constant dynamic load. At constant crank angle, the maximum values of peak oil film pressure in Figure 3 are clearly seen to decrease as the oil supply pressure increases.

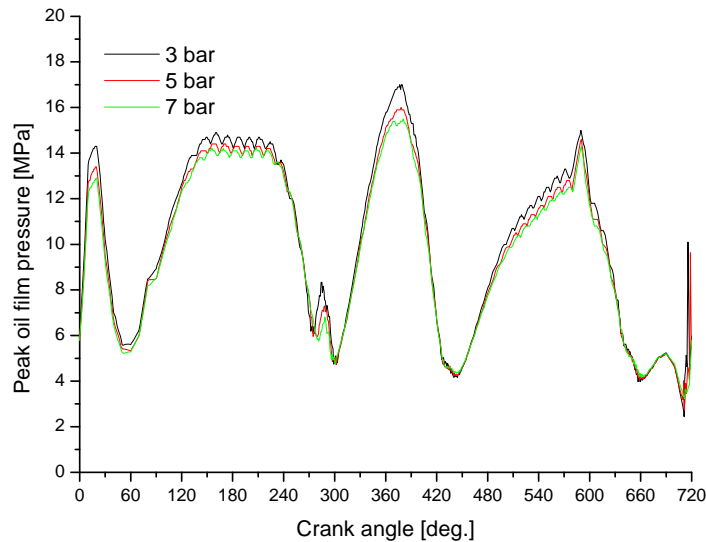


Figure 3. Effects of varying oil supply pressure on peak oil film pressure

From the figure it is seen that the lowest of the peak oil film pressure at oil supply pressure 3 bar occurs at 711° crank angle with a value of 2,44 MPa, whereas the peak oil film pressure is 17 MPa and occurs at $376,5^{\circ}$ crank angle. When the oil supply pressure is 5 bar, the lowest value of the peak oil film pressure is 2,72 MPa and takes place at a crank angle of $711,3^{\circ}$. The greatest of the maximum oil film pressure in this case is exhibited at a crank angle of 378° with a value of 16 MPa. At oil supply pressure 7 bar, the smallest value of peak oil film pressure is 3,22 MPa and occurs at a crank angle of $711,8^{\circ}$, while the maximum value is 15,5 MPa and is found to take place at a crank angle of $380,5^{\circ}$. The increase in oil supply pressure led to corresponding increase in the minimum oil film thickness and the increased oil film layer affected peak oil film pressure negatively. Provided that the load is the same, it is important that at oil supply pressure, oil film is kept at low level for better journal bearing performance. Based on the maximum value of peak oil film pressure, it is also said here, that the journal bearing performance at oil supply pressure is better than that at oil supply pressure. The graph showing variation of effects of oil supply pressure on friction torque is given in Figure 4.

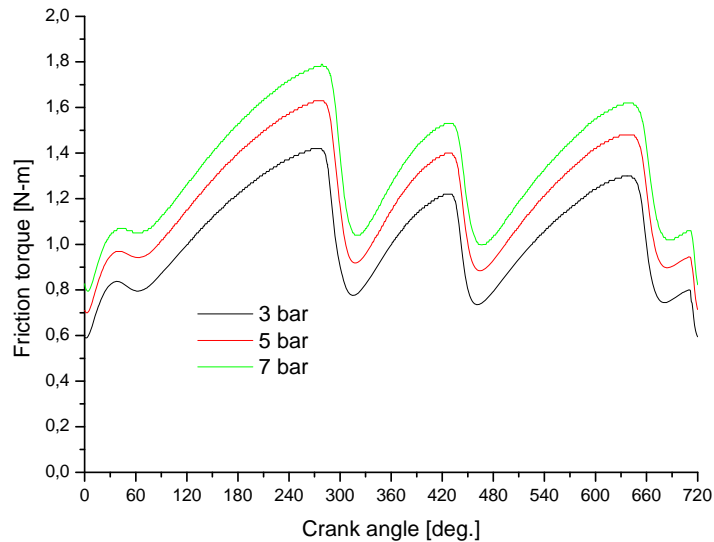


Figure 4. Effects of oil supply pressure on friction torque

From Figure 4, it is clearly seen that at constant crank angle the oil supply pressure increases the friction torque. Thus, at oil supply pressure of 7 bar, the friction torque value of 1,79 Nm. In addition, it was found that at oil supply pressure 3 bar the friction torque exhibits its minimum value of 0.589 Nm at a crank angle of 1° and its maximum value of 1,42 Nm at 266° crank angle. An increase in friction torque or in other words, high friction torque negatively affects the bearing performance. The graph showing the effects of engine oil supply pressure variations on the power losses on the journal bearing is given in Figure 5.

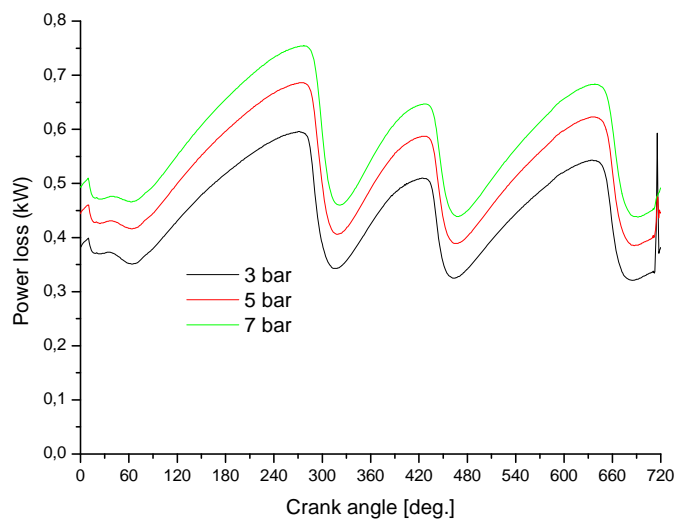


Figure 5. Effects of oil supply pressure variations on power loss

From the figure, it is clearly seen that at the same crank angle, as the oil supply pressure increases the power losses in the radial journal bearings generally increase, too. The increase in oil supply pressure has led to an increasing oil film thickness and this led to power losses. generally, under the same load conditions, power losses in journal bearings tend to increase at different running oil supply pressure, In order to lower the power loss resulted from friction, it is necessary to reduce the coefficient of friction. The effects of oil supply pressure variations on the journal orbits are shown in Figure 6. In is seen from Figure 6 that the journal orbits look very similar to each other and that the most suitable journal orbit is obtained at 5 bar oil supply pressure. The circumferential and transversal pressure distributions of the journal orbit under dynamic load and rotating at 4000 rpm are shown in Figure 7. Analysis Figure 7, it is found that the peak oil film pressure is 21,01 MPa and occurs at a crank angle of 378.

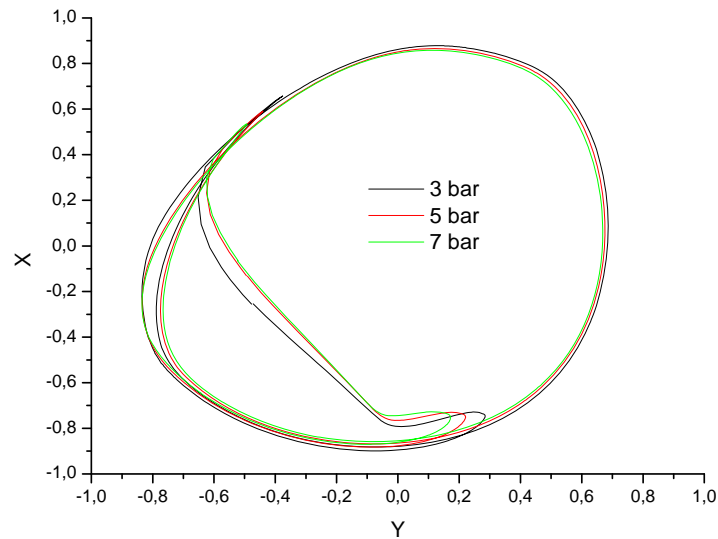


Figure 6. Effects of oil supply pressure variations on journal orbits

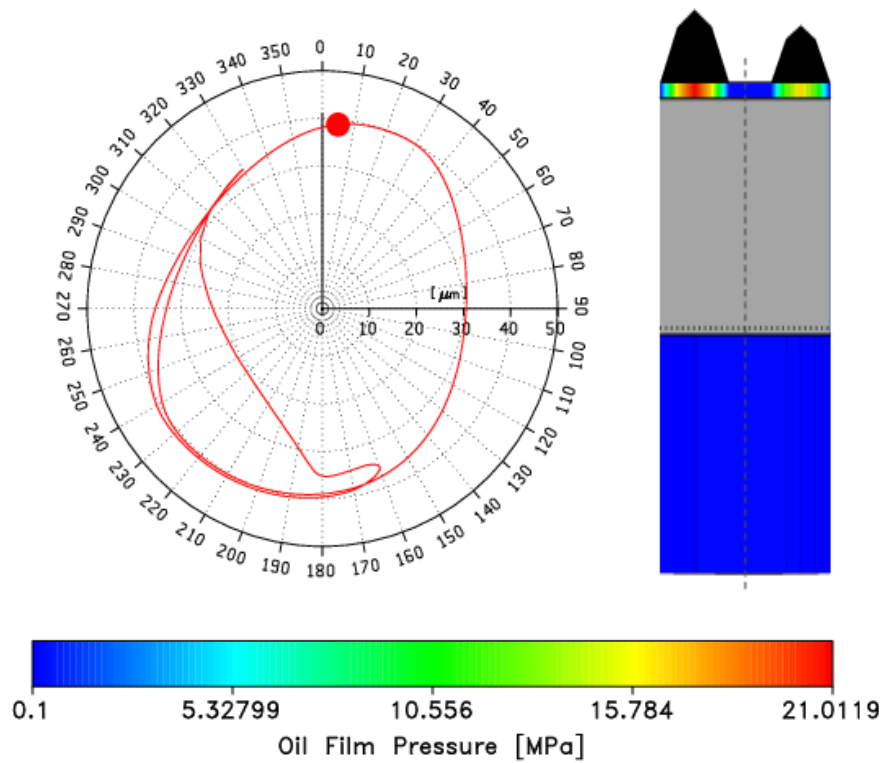


Figure 7. Journal orbit in a dynamically loaded journal bearing running at 4000 rpm (a); pressure distributions on circumferential direction (b); pressure distributions on transverse direction (c)

4. Conclusions

In this study, it has been investigated how the minimum journal bearing clearance value, the maximum oil film pressure value, friction moment value, power losses and shaft orbit are affected by the increase in oil supply pressure in connecting rod bearing under dynamic load. The results are summarized below.

As the oil supply pressure increases, it is seen that the maximum values of the minimum journal bearing clearance in the connecting rod bearing are generally increased, but the minimum values of the minimum journal bearing clearance decrease.

Journal bearing performance at higher oil supply pressure is better than the performance at lower oil supply pressure as far as the peak oil film pressure is concerned.

It has been determined that with the increase in the oil supply pressure in the connecting rod bearing, the friction moment values occurring in the journal bearing have also increased.

An increase in oil supply pressure on a radial journal bearing running under a dynamic load generally tends to increase the power losses on the journal bearing.

The journal orbits look very similar to each other and that the most suitable journal orbit is obtained at 5 bar oil supply pressure.

References

- Ahmad, M.A., Kasolang, S. and Dwyer Joyce R.S. (2014), "Experimental Study on the Effects of Oil Groove Location on Temperature and Pressure Profiles in Journal Bearing Lubrication", *Tribology International*, Vol. 74, 79-86.
- Ahmad, M.A., Kasolang, S., Dwyer Joyce, R.S. and Abu Bakar, M.A. (2013), "The Effects of Oil Groove Position on Torque and Frictional Force in Hydrodynamic Journal Bearing", *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 393, 907-913.
- Kasolang, S., Ahmad, M.A., Dwyer Joyce, R.S. and Taib, C.F.M. (2012), "Preliminary Study of Pressure Profile in Hydrodynamic Lubrication Journal Bearing", *Procedia Engineering*, Vol. 41, 1743-1749.
- Brito, F.P., Miranda, A.S. and Fillon, M. (2012), "Analysis of the Effect of Grooves in Single and Twin Axial Groove Journal Bearings Under Varying Load Direction", *Tribology International*, Vol. 103, 609-619.
- Ricardo Software (2000), Journal Bearing Analysis Orbit, Documentation/User manual Version 1.2, IL., USA.
- Gulwadi, S. D. and Shrimpling, G. (2003), "Journal Bearing Analysis in Engines Using Simulation Techniques", *SAE Technical Paper Series*, DOI:10.4271/2003-01-0245.
- Woods, C. M. and Brewe, D. E. (1989), "The Solution of the Elrod Algorithm for a Dynamically Loaded Journal Bearing Using Multigrid Techniques", *Transactions of the ASME, Journal of Tribology*, Vol. 111, 302-308.
- Goenka, P. K. (1984), "Dynamically Loaded Journal Bearings: Finite Element Method Analysis", *Transactions of the ASME, Journal of Tribology*, Vol.106, 429-437.